



Vegbygging

NORMAL

Håndbok N200



Statens vegvesens håndbokserie får nye nummer fra 1. juni 2014.

Håndbøkene i Statens vegvesen er fra juni 2014 inndelt i 10 hovedtema der hvert tema får sin unike 100-nummerserie. Under hvert hovedtema er håndbøkene, som før, gruppert etter normaler, retningslinjer og veiledninger. Håndbøkene får oppdaterte kryssreferanser til de andre håndbøkene i samsvar med det nye nummereringssystemet.

Se håndboksidene (www.vegvesen.no/handboker) for mer informasjon om det nye nummereringssystemet og dokumentspeil som viser oversikt over nye og gamle nummer.

Det faglige innholdet i N200 er oppdatert i juni 2014 (se forordet). For øvrig er håndboknummeret på forsiden og kryssreferanser endret. Nye håndboknummer influerer ikke på gyldigheten av separate kravdokumenter, som for eksempel rundskriv, som er tilknyttet håndbøkene med den gamle nummerserien.

Denne håndboken erstatter etter omnummereringen håndbok 018, Vegbygging, januar 2011.

Vegdirektoratet, juni 2014

Håndbøker i Statens vegvesen

Dette er en håndbok i Statens vegvesens håndbokserie. Vegdirektoratet har ansvaret for utarbeidelse og ajourføring av håndbøkene.

Denne håndboka finnes kun digitalt (PDF) på Statens vegvesens nettsider, www.vegvesen.no

Statens vegvesens håndbøker utgis på to nivåer:

Nivå 1: • **Oransje** eller • **grønn** fargekode på omslaget – omfatter *normal* (oransje farge) og *retningslinje* (grønn farge) godkjent av overordnet myndighet eller av Vegdirektoratet etter fullmakt.

Nivå 2: • **Blå** fargekode på omslaget – omfatter *veiledning* godkjent av den avdeling som har fått fullmakt til dette i Vegdirektoratet.

Vegbygging

Nr. N200 i Statens vegvesens håndbokserie

Forsidefoto: Erling Skjervold

ISBN: 978-82-7207-672-5

Forord

Denne vegnormalen er utarbeidet med hjemmel i Samferdselsdepartementets forskrifter etter veglovens § 13. I tillegg presiseres det i denne vegnormalen i henhold til Veglovens § 12 at plan- og bygningsloven gjelder for planlegging av offentlige veger. Dokumentasjon skal utføres i henhold til EU's byggevareforordning.

Normalene for vegbygging danner grunnlaget for alle som planlegger, dimensjonerer og bygger veger. Det er også et hensiktsmessig ledelsesverktøy for å ta standpunkt til sentrale bestemmelser for funksjons- og kvalitetskrav ved planlegging og bygging av veger. Vegnormalene er beregnet på hele det faglige miljø i Norge, men retter seg mest mot Statens vegvesen sitt arbeid.

Ved denne revisjonen er det hovedsakelig *Kapittel 5 Vegfundament* som er revidert. Kapitlet er omarbeidet slik at frostdimensjonering blir mer integrert i bæreevnedimensjoneringen. Dette gjelder hovedsakelig delkapittel 510, 511 og 512. Materialkrav for forsterkningslag og frostsikringslag er også oppdatert, i samsvar med NA-rundskriv 2012/09 og NA-rundskriv 2013/09. Temaet komprimering, hovedsakelig punkt 520.4, har gjennomgått en omfattende revisjon. *Vedlegg 1 – Dimensjoneringseksempler* og *Vedlegg 2 – Årsmiddeltemperatur og frostmengder* er nært knyttet til kapittel 5, og disse to vedleggene har derfor gjennomgått en omfattende revisjon.

Ved revisjon av kapittel 5 har det også vært nødvendig å gjøre noen endringer i *Kapittel 2 Underbygning og skråninger* og *Kapittel 4 Grøfter, kummer og rør*. I de øvrige kapitlene er det gjort noen mindre endringer.

I kapittel 2 er det også innarbeidet oppdatert innhold fra NA-rundskriv 2008/06 og NA-rundskriv 2009/11B (prosjekteringskontroll).

Vedleggene: Det er gjort noen mindre endringer i *Vedlegg 4 – Dimensjonering av vegoverbygning med hensyn på bæreevne, indeksmetoden*, *Vedlegg 5 - Grunnundersøkelser for dimensjonering av vegoverbygning*, *Vedlegg 7 – Dimensjonering av vegoverbygning med laboratoriebestemte lastfordelingskoeffisienter*, *Vedlegg 11 – Metodikk for beregning av levetidskostnader og årskostnader* og *Vedlegg 13 - Ordforklaringer*. I de øvrige vedlegg i håndboken er det ikke gjort vesentlige endringer.

Referanselistene, og henvisninger til håndbøker mv. i løpende tekst, er oppdatert i alle kapitlene. Dels fordi mange referansedokumenter er endret eller nye, dels fordi alle håndbøkene i Statens vegvesen omnummerert (nytt nummersystem for håndbøkene).

Normalen legges ut på internett, www.vegvesen.no (klikk på Fag, deretter Publikasjoner, Håndbøker). Gjeldende versjon vil være den som til enhver tid ligger på nettet.

Den nye Håndbok N200 Vegbygging forutsettes tatt i bruk fra 1. juni 2014 ved planlegging av alle nye prosjekter og ved utarbeidelse av konkurransegrunnlag. Der utlysning av konkurranse allerede har skjedd, må det vurderes om endringer i tekniske krav i henhold til ny håndbok er hensiktsmessig. Melding om endringer må i så fall skje i god tid før innlevering av tilbud og endringene kan ikke være vesentlige (ref §8-2 i lov om offentlige anskaffelser).

Som grunnlag for senere revisjoner, er det ønskelig at erfaringer og opplysninger av betydning sendes Vegdirektoratet, e-post N200@vegvesen.no.

Håndbok N200 Vegbygging gjelder fra 1. juni 2014 og erstatter foregående håndbok 018 (januar 2011).

Vegdirektoratet, juni 2014

Lars Erik Hauer
Direktør

Ansvarlig avdeling: Veg- og transportavdelingen
Faglig utarbeidelse: Trafikksikkerhet, miljø og teknologiavdelingen

Innhold/oversikt

(se egen innholdsliste for det enkelte kapittel)

	Side
Kapittel 0 Overordnet del	7
00. Generelt	9
01. Funksjonsrelaterte krav	16
02. HMS	18
03. Kvalitetssikring	20
Referanser	24
Kapittel 1 Forberedende og generelle tiltak	27
10. Overordnet del	29
11. Hensyn til omgivelser	32
12. Rigging	35
13. Forberedende produksjonsarbeider	36
14. Drift og vedlikehold	40
Referanser	41
Kapittel 2 Underbygning og vegskråninger	43
20. Generelt	47
21. Vegetasjonsrydding	63
22. Skråninger og skjæringer i berg	64
23. Grunnforsterkning	75
24. Skråninger og skjæringer i jord	85
25. Fyllinger	92
26. Skråninger mot vann	101
Referanser	103
Kapittel 3 Tunneler	107
30. Generelt	108
Kapittel 4 Grøfter, kummer og rør	109
40. Overordnet del	114
41. Åpne grøfter	161
42. Lukkede rørgrøfter	164
43. Rørledninger	171
44. Rørsystem for kabelanlegg	179
45. Stikkrenner/kulverter	185
46. Kummer, sluk, rister og lokk	190
47. Forsterkning av grøfter og elve- og bekkereguleringer	196
Referanser	201

Kapittel 5 Vegfundament	203
50. Generelt	207
51. Dimensjonering av vegoverbygning	209
52. Materialer og utførelse	248
53. Forsterkning av veg	295
Referanser	302
Kapittel 6 Vegdekker	305
60. Generelt	308
61. Grusdekker	319
62. Asfaltdekker, generelt	325
63. Asfaltdekker, verksproduserte	342
64. Overflatebehandling	367
65. Andre asfaltdekketiltak	372
66. Betongdekker	374
67. Dekker av belegningsstein og heller av betong	387
Referanser	391
Kapittel 7 Vegutstyr og miljøtiltak	395
70. Generelt	398
71. Murer	400
72. Støytiltak	404
73. Sikring av skråninger	411
74. Grøntarealer og skråninger	412
75. Kantstein, rekkverk og gjerder	420
76. Trafikkregulering og belysning	430
77. Vegoppmerking og optisk ledning	436
78. Skilt	437
79. Miljøtiltak og serviceanlegg	438
Referanser	440
Kapittel 8 Bruer og kaier	445
80. Generelt	446
Vedlegg	447
1. Frostsikring av veger. Lagtykkelser	449
2. Årsmiddeltemperatur og frostmengder	457
3. Steinmaterialer	465
4. Dimensjonering, vegoverbygning, nivå 1, indeksmetoden	471
5. Grunnundersøkelser for dimensjonering, vegoverbygning	475
6. Nedbøyningsmålinger	477
7. Dimensjonering av vegoverbygning, nivå 2 og 3	479
8. Grunnlagsdata for planlegging av forsterkningstiltak	485
9. Forsterkningstiltak	487
10. Bindemidler	493
11. Metodikk for beregning av levetidskostnader/årskostnader	501
12. Enheter	511
13. Ordforklaringer	513

Kapittel 0

Overordnet del

INNHold

00.	GENERELT	9
001.	INNHOLDSBESKRIVELSE.....	9
001.1	<i>Generelt</i>	9
001.2	<i>Inndeling i vegtyper</i>	9
001.3	<i>Vegens elementer (vegkroppen)</i>	10
002.	BAKGRUNN OG FORMÅL MED VEGNORMALENE.....	10
003.	FORHOLDET TIL ANDRE HÅNDBØKER FRA STATENS VEGVESEN..	11
004.	FORHOLDET TIL STANDARDER.....	12
005.	TEKNISK GODKJENNING.....	13
006.	GYLDIGHET, MYNDIGHET TIL Å FRAVIKE KRAV.....	14
007.	STYRING AV VEGPROSJEKTER.....	14
01.	FUNKSJONSRELATERTE KRAV	16
011.	GENERELT.....	16
012.	LEVETIDSKOSTNADER EVT. ÅRSKOSTNADER.....	16
02.	HELSE, MILJØ OG SIKKERHET (HMS)	18
021.	GENERELT.....	18
022.	SIKKERHET, HELSE OG ARBEIDSMILJØ (SHA).....	18
023.	YTRE MILJØ.....	18
024.	AVFALLSHÅNDTERING OG GJENBRUK.....	19
03.	KVALITETSSIKRING	20
031.	GENERELT.....	20
032.	KONSEKVENSVURDERING.....	20
033.	KVALITETSPLANER.....	20
034.	KONTROLL.....	20
034.1	<i>Generelt</i>	20
034.2	<i>Entreprenørens kontroll</i>	21
034.20	Generelt.....	21
034.21	Oppstartkontroll.....	22
034.22	Regulær kontroll.....	22
034.23	Utvidet kontroll.....	22
034.24	Produktkontroll.....	22
034.3	<i>Byggherrens kontroll</i>	22
034.30	Generelt.....	22
034.31	Stikkprøvekontroll.....	22

034.32	Etterkontroll.....	22
034.4	Akseptkriterier	22
034.5	Trekkregler	23
035.	DOKUMENTASJON.....	23
035.1	Dokumentasjon av kvalitet.....	23
035.2	Avviksmeldinger.....	23
035.3	Sluttdokumentasjon.....	23
035.4	Erfaringsoverføring	23
REFERANSER	24

00. Generelt

001. Innholdsbeskrivelse

001.1 Generelt

Kapittel 0 omhandler bakgrunnen og formålet med vegnormalene, forhold til lover, forskrifter og standarder m.v., forhold til andre håndbøker, teknisk godkjenning, myndighet til å fravike krav, generelle funksjonskrav, HMS, hensyn til ytre miljø og gjenbruk, krav til kvalitetssikring og dokumentasjon.

001.2 Inndeling i vegtyper

Mange av kravene i håndbok N200 kan knyttes til en inndeling av veger i ulike vegtyper ut fra vegens funksjon:

- Hovedveger (H)
- Samleveger (S)
- Adkomstveg (A)
- Gang- og sykkelveg (GS)

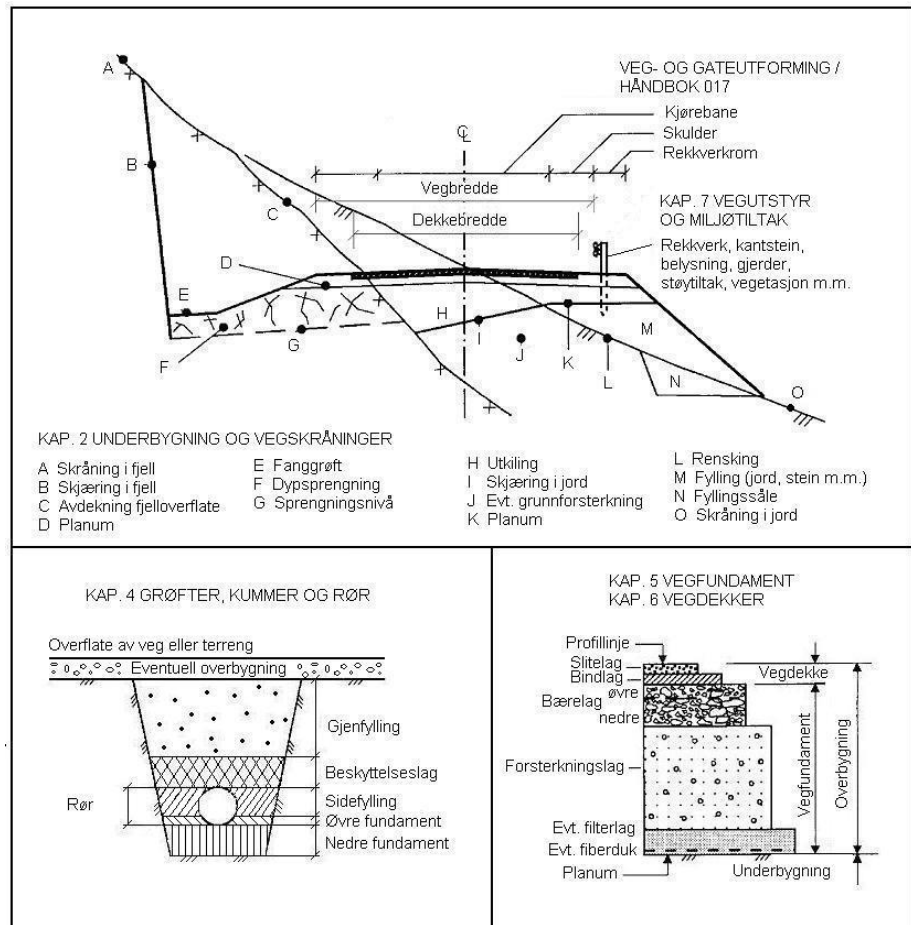
Mange av kravene i håndbok N200 er knyttet til trafikkmengde (årsdøgntrafikk, ÅDT) og trafikkenes sammensetning (andel tunge kjøretøy, tillatt aksellast mv.).

001.1

Kommentarstoffet i håndboken er satt i egen spalte (spalte med grå bunnfarge). Kommentarstoffet skal sikre riktig bruk av normalene.

Deler av normalstoffet er utdypet i egne veiledninger.

001.3 Vegens elementer (vegkroppen)



Figur 001.2 Oversikt over hvor vegens elementer er beskrevet

002. Bakgrunn og formål med vegnormalene

002.

Vegnormalene omfatter normaler for bl.a. vegbygging (denne normal), veg- og gateutforming, tunneler og bruer. Generelt om vegnormalene, se vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker

Hjemmel i Vegloven

Vegnormalene har hjemmel i Veglovens § 13 (Ref. 15) hvor det er angitt at ”Departementet gir føresegner om anlegg av offentlig veg (vegnormalar).”

Kravene til vegnormalene er videre utdypet i Forskrift om anlegg av offentlig veg, (Ref. 2). I forskriftens §3 er en del av rammeverket for vegnormalene gitt, bl.a. gjennom følgende:

(2) Statens vegvesen ved Vegdirektoratet kan innenfor rammen av forskriftene fastsette utfyllende bestemmelser - vegnormaler. Målet med normalene er effektiv og trafikk sikker transport av mennesker og gods, og best mulig tilpasning til bebyggelse, bomiljø, bymiljø, landskap, naturmangfold, kulturmiljø, vegetasjon og landbruksarealer.

(5) Vegnormalene skal sikre en tilfredsstillende og enhetlig kvalitet på vegnettet ut fra samferdselspolitiske mål. Vegnormalene vil derfor måtte inneholde en del standardkrav. Vegnormalene skal likevel gi frihet til å velge løsning tilpasset forholdene på stedet.

(6) Vegnormalene er en del av det tekniske grunnlaget for valg av løsning gjennom planlegging. Planbehandlingen skal skje med hjemmel i plan- og bygningsloven.

Plan- og bygningslovens betydning

Veglovens § 12 presiserer at plan- og bygningsloven (Ref. 10) gjelder for planlegging av offentlige veger.

Plan og bygningslovens §20-1 angir at vesentlige terrenginngrep og anlegg av veg er blant de tiltak som krever søknad og tillatelse etter loven.

Plan- og bygningslovens § 30-4. Andre varige konstruksjoner eller anlegg. Vesentlige terrenginngrep mv. angir at:

For varige konstruksjoner eller anlegg, vesentlige terrenginngrep og anlegg av veg eller parkeringsplass, gjelder bestemmelsene gitt i eller i medhold av denne loven så langt de passer, uansett om tiltaket utføres på eller i grunnen, i vassdrag eller i sjøområder.

Også Byggteknisk forskrift, ofte betegnet TEK 10, (Ref. 4), angir i §1-2 pkt 4 at, forskriften med unntak av kapittel 8, 12, 13 og 14 gjelder for konstruksjoner og anlegg, også midlertidige, så langt den passer.

003. Forholdet til andre håndbøker fra Statens vegvesen

Konkurransesgrunnlag for gjennomføring av utbyggingsprosjekter skal utarbeides etter gjeldende maler. Se Håndbok R763 *Konkurransesgrunnlag* (Ref. 12). Se også kap. 007.

Ved utarbeidelse av beskrivelser for kontrakter skal Prosesskoden, dvs. håndbøkene R761 (Ref. 6) og R762 (Ref. 7), benyttes med mindre annet er avtalt. I byggekontrakter er det beskrivelsen utarbeidet på grunnlag av Prosesskoden som gjelder.

Teksten i Håndbok R761 Prosesskode 1 er normalt i samsvar med teksten i Håndbok N200 Vegbygging. Håndbok N200 er et redskap for beskrivelse, planlegging og gjennomføring av vegbyggingsprosjekter. Den tekniske beskrivelsen er derfor mer utfyllende i Håndbok N200 enn beskrivelses-tekstene i Håndbok R761.

002.

Europaparlaments- og rådsforordning (EU) nr 305/2011 om fastlegging av harmoniserte betingelser for markedsføring av byggevarer, Byggevareforordningen, erstatter Byggevaredirektivet, EU direktiv 89/106/EØF.

Byggevareforordningen ble endelig vedtatt 9. mars 2011. De operative delene av byggeforordningen trådte i kraft fra 1. juli 2013

Høsten 2013 er et forslag til gjennomføring av Byggevareforordningen og nasjonale regler om dokumentasjon av produkter som ikke er CE-merket i byggtknisk forskrift (TEK10), samt utkast til forskrift om byggevarer, ute til høring.

Byggevareforordningens regler om dokumentasjon av materialkvalitet må sees i sammenheng med en rekke nasjonale standarder som er harmonisert innen EU/EØS-området. Dette er standarder som de enkelte land er pålagt å følge. Se også pkt. 004.

004. Forholdet til standarder

Generelt

De mest aktuelle standarder er omtalt i de respektive kapitler i denne håndboken.

For enkelte arbeider beskrevet i denne normalen vil det være henvist til NS 3420 (Ref. 5).

Byggevereforordningen har krav om at en rekke harmoniserte standarder skal gjøres gjeldende fra en nærmere gitt dato for hver enkelt standard. Fra denne dato skal alle nasjonale standarder, som er i konflikt med de harmoniserte standarder, trekkes tilbake.

Forskrift om offentlige anskaffelser (FOR-2006-04-07-402 har krav til konkurransegunnlaget.

Forskriftens §17-3 (Krav til ytelsen og bruk av tekniske spesifikasjoner) fjerde ledd har følgende krav:

Såfremt ikke annet er fastsatt i rettslig bindende nasjonale tekniske regler, forutsatt at disse reglene er i samsvar med EØS-avtalen, skal de tekniske spesifikasjonene utformes enten:

- a. *med henvisning til tekniske spesifikasjoner som definert i § 4-3 (standarder og spesifikasjoner) bokstav a, b, c og g og, i rangert rekkefølge, til nasjonale standarder for gjennomføring av europeiske standarder, europeiske tekniske godkjenninger, felles tekniske spesifikasjoner, internasjonale standarder, andre tekniske referansesystemer utarbeidet av europeiske standardiseringsorganer eller, dersom disse ikke finnes, nasjonale standarder, nasjonale tekniske godkjenninger eller nasjonale tekniske spesifikasjoner vedrørende prosjektering, beregning og utførelse av arbeidene og bruk av produktene. Hver henvisning skal ledsages av uttrykket «eller tilsvarende»,*
- b. *i form av ytelses- eller funksjonskrav; de sistnevnte kan omfatte miljøegenskaper. De må imidlertid være tilstrekkelig presise til at det er mulig for tilbydere å fastslå kontraktens gjenstand og for oppdragsgiver å tildele kontrakten,*
- c. *i form av ytelses- eller funksjonskrav som nevnt under bokstav b, med henvisning til spesifikasjonene nevnt under bokstav a som middel til å anta samsvar med slike ytelses- eller funksjonskrav, eller*
- d. *ved henvisning til spesifikasjonene nevnt under bokstav a for visse egenskaper, og ved henvisning til ytelses- eller funksjonskravene nevnt under bokstav b for andre egenskaper.*

Disse kravene er nærmere omtalt i forskriften.

Noen aktuelle standarder

Noen av de harmoniserte standarder som er gjort gjeldende etter 2000, er listet opp nedenfor.

- NS-EN 206-1 *Betong. Del 1: Spesifikasjon, egenskaper, fremstilling og samsvar.*
 - NS-EN 1338 *Belegningsstein av betong. Krav og prøvningsmetoder.*
 - NS-EN 1339 *Betongheller. Krav og prøvningsmetoder.*
 - NS-EN 1340 *Betongkantstein. Krav og prøvningsmetoder.*
 - NS-EN 1342 *Gatestein av naturstein til utendørs belegg. Krav og prøvningsmetoder.*
 - NS-EN 1343 *Kantstein av naturstein til utendørs belegg. Krav og prøvningsmetoder.*
 - NS-EN 12620 *Tilslag for betong.*
 - NS-EN 13043 *Tilslag for bituminøse masser og overflatebehandlinger for veger, flyplasser og andre trafikkarealer.*
 - NS-EN 13242 *Tilslag for mekanisk stabiliserte og hydraulisk stabiliserte materialer til bruk i bygg- og anleggsarbeid og vegbygging.*
 - NS-EN 12591 *Bitumen og bituminøse bindemidler- Spesifikasjoner for bitumen til vegformål.*
 - NS-EN 13108-serien *Bituminøse masser* (omfatter 10 standarder).
- (opplistingen er ikke fullstendig)

Opplistingen viser et utvalg av standarder, men er ikke fullstendig. Omtale av relevante standarder finnes i de respektive kapitler.

005. Teknisk godkjenning

Generelt

Det vises til de til enhver tid gjeldende retningslinjer for godkjenning av konkurransegrunnlag i Vegdirektoratet.

En del konstruksjoner er alltid gjenstand for godkjenning, se neste avsnitt.

Spesielle konstruksjoner/arbeider som skal godkjennes

Særskilt gjelder at følgende konstruksjoner skal godkjennes av Vegdirektoratet:

- ikke standardiserte brukonstruksjoner og tunnelportaler
- murer over 5 m høyde (murer under 5 m og de normerte murene godkjennes av regionvegsjefen eller den han bemyndiger i regionen), se også kap. 7
- rekkverk, overgangsrekkverk, endeavslutninger og støtputer

Geotekniske arbeider og skråninger/skjæringer i berg

For prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av geotekniske arbeider, se kap. 2.

Om undersøkelser og kontroll ved arbeid med skråninger/skjæringer i berg, se kap. 2.

005.

Den tekniske godkjenningen er todelt: En teknisk delgodkjenning før utsendelse av tilbud, samt godkjenning av arbeidstegninger før utførelse. Det må avsettes tid til denne prosessen i prosjekterings- og byggefasen.

Om godkjenning av murer, se også kap. 7.

Tunneler

Mht. godkjenning for tunneler vises det til håndbok R511 *Sikkerhetsforvaltning av vegtunneler* (Ref. 9). Se også håndbok R760 pkt. 3.3.1.

006. Gyldighet, myndighet til å fravike krav

Samlebegrepet “vegnormaler” innbefatter både normaler hjemlet i vegloven og normaler hjemlet i vegtrafikkloven/skiltforskriften. Denne håndboka er en vegnormal hjemlet i vegloven.

Vegnormalene skal i henhold til forskrift etter veglovens § 13 gjelde for all planlegging og bygging av veger og gater på det offentlige vegnettet. Statens vegvesen kan fravike vegnormalene for riksveger. For fylkesveger og kommunale veger er denne myndighet tillagt henholdsvis fylkeskommunen og kommunen.

Vegnormalene har to nivå av krav – skal og bør – der skal-krav er de viktigste. Betydningen av verbene skal, bør og kan, og hvem som har myndighet til å fravike de tekniske kravene for riksveger framgår av figur 006.1. Søknad om fravik gjøres på eget skjema. Skjema og saksbehandlings-/prosesskrav finnes i Statens vegvesens kvalitetssystem. Før rette myndighet kan behandle fravikssøknaden, skal konsekvensene vurderes.

006.

Vegdirektoratet har etablert et opplegg med skjemaer og rutiner til bruk ved søknad om og behandling av fravik.

Fravik fra normerte eller anbefalte krav ved planlegging og prosjektering må ikke forveksles med akseptkriterier ved kontroll av oppnådd resultat.

Huskeregul:

Fravik = noe man ønsker
Avvik = noe man ikke ønsker

Verb	Betydning	Myndighet til å fravike krav
skal	Krav	Kravene fravikes av Vegdirektoratet. Søknad om fravik skal begrunnes.
bør	Krav	Kravene fravikes av Regionvegkontoret. Søknad om fravik skal begrunnes. Vegdirektoratet skal ha melding med mulighet for å endre fraviksvedtaket innen 3 uker (6 uker i perioden 1. juni til 31. august).
kan	Anbefaling	Fravikes etter faglig vurdering uten krav til godkjenning.

Figur 006.1 Bruk av skal, bør og kan. Myndighet til å fravike krav for riksveger gitt i denne vegnormalen.

Vedrørende akseptkriterier for avvik fra spesifiserte krav ved produksjon av veg, knyttet til kontrollresultatene, vises det til kap. 034.

007. Styring av vegprosjekter

Håndbok R760 *Styring av vegprosjekter* (Ref. 8) gjelder for planlegging og gjennomføring av utbyggingsprosjekter samt drift og vedlikehold av vegnettet.

Håndboken er et styrende dokument og skal være en sjekklister for ansatte i Statens vegvesen for å sikre riktig prosjekt- og utførelseskvalitet. Håndboken gir også føringer for utarbeidelse av styrende dokumenter for enkeltprosjekt og skal benyttes for både små og store prosjekter.

For alle prosjekter skal byggherren utarbeide følgende styrende dokumenter:

- Prosjektbestilling (PB)
- Prosjektstyringsplan (PSP)
- Kvalitetsplan (KP), som inkluderer:
 - Sikkerhets-, Helse og Arbeidsmiljøplan (SHA-plan)
 - Ytre Miljøplan (YM-plan).

For store utbyggingsprosjekter skal det i tillegg utarbeides Plan for usikkerhetsstyring (US-plan).

Håndbok R760 ivaretar også sammenhengen mellom utarbeidelse av de overordnede styringsdokumenter som Nasjonal Transportplan (NTP), handlingsprogram, budsjett og tildeling, og de ulike faser med å planlegge, bygge og drifte vegnettet.

007.

Håndbok R760 gir interne krav til hvordan Statens vegvesen som vegforvalter og vegtrafikkforvalter skal:

- Gjennomføre planprosjekter
- Gjennomføre utbyggingsprosjekter
- Gjennomføre vedlikeholdsprosjekter
- Drifte vegnettet

Det er laget maler for prosjektenes styrende dokumenter.

Videre er det i håndboken gitt henvisninger til en rekke sjekklister, maler, andre håndbøker, rundskriv, osv.

01. Funksjonsrelaterte krav

011. Generelt

011.

Det vil ofte være vanskelig å benytte rendyrkede funksjonsrelaterte krav for å beskrive vegarbeider, det vil si at kravene utelukkende er gitt som egenskapskrav eller tilstandskrav. Det kan ha både kontraktmessige og praktiske fordeler å beskrive noen krav i form av tilstandskrav og andre krav som egenskapskrav. Det er også svært aktuelt å ha en kombinasjon av funksjonsrelaterte krav og krav til materialer og utførelse.

Ved utarbeidelse av enhver anleggs- og vedlikeholds kontrakt ligger det en stor utfordring i å sette krav som sikrer riktig funksjon og som dekker alle sider ved gjennomføringen og utførelsens kvalitet uten overspesifisering. Man må spesielt legge vekt på å unngå å sette krav som kan være i konflikt med hverandre. I prinsippet er dette kanskje en selvfølge, men det er krevende å gjennomføre det på en god måte.

012.

De totale kostnadene en løsning påfører samfunnet i løpet av en definert analyseperiode defineres som *levetidskostnadene* eller *livssyklus kostnadene* ("life cycle costs", LCC). Levetidskostnaden kan også uttrykkes som en ekvivalent *årskostnad* (ÅK). Se vedlegg 11.

Fra Forskrift om offentlige anskaffelser, §5-1, krav til konkurransegrunnlag: "...Anskaffelsen bør spesifiseres ved en behovsspesifikasjon eller angivelse av funksjonskrav. Ved utformingen av kravene skal det legges vekt på livssyklus kostnader og miljømessige konsekvenser av anskaffelsen. ..."

De fleste veganlegg vil bli bygget etter material- og utførelseskrav som angitt i denne normalen.

I noen tilfeller kan det være hensiktsmessig å gi entreprenørene valgmuligheter for utførelse, under forutsetning av at ønsket funksjon oppnås. Valgmuligheten kan gjelde for alternativer som er beskrevet i denne normalen, eller det kan åpnes for å velge andre materialer eller løsninger.

I prinsippet kan det være aktuelt å beskrive **funksjonsrelaterte krav** ved flere forskjellige måter. To av prinsippene er kort omtalt nedenfor.

Med **tilstandskrav** menes krav til vegobjektets tilstand eller tilstandsutvikling basert på de forhold som forventes å påvirke tilstandsutviklingen. *Eksempelvis:* For et vegdekke kan spordybde, kort tid etter dekkelegging eller utviklingen med årene, jevnhet, friksjon og lyshet være de mest aktuelle tilstandskrav. Det har tidligere vært vanlig å bruke betegnelsen *funksjonskrav* om denne type krav.

Med **egenskapskrav** menes krav til vegobjektets egenskaper. For de fleste vegobjekter vil det være aktuelt å beskrive en rekke forskjellige egenskaper som det er aktuelt å sette krav til, men det er en viktig forutsetning at egenskapskravet knyttes til vegobjektet som en del av vegen og ikke til vegobjektet isolert sett. Det vil som regel være en forutsetning at egenskapskravet har en godt dokumentert kobling til vegobjektets funksjon.

Det vises til punktene om funksjonsrelaterte krav (funksjonskrav) i de enkelte kapitlene.

012. Levetidskostnader evt. årskostnader

Når man står overfor valget mellom flere mulige tekniske løsninger, bør man velge den løsningen som gir lavest totale kostnader for samfunnet over tid og under hensyn til andre viktige krav (miljøkonsekvenser mv.).

Forskrift om offentlig anskaffelse § 17-3. Krav til ytelsen og bruk av tekniske spesifikasjoner har bl.a. følgende krav til anskaffelsen:

Anskaffelsen bør spesifiseres ved en behovsspesifikasjon eller angivelse av funksjonskrav. Ved utformingen av kravene skal det legges vekt på livssyklus kostnader og miljømessige konsekvenser av anskaffelsen. Det skal

så langt det er mulig stilles konkrete miljøkrav til produktets ytelse eller funksjon. Når det er mulig skal spesifikasjonene utformes slik at det tas hensyn til kriterier for tilgjengelighet for funksjonshemmede og universell utforming.

Krav om å ta hensyn til livssyklus kostnader er også forankret i Lov om offentlig anskaffelse § 6.

Metodikk for beregning av levetidskostnader og årskostnader er vist i vedlegg 11. Se også pkt. 032.

02. Helse, miljø og sikkerhet (HMS)

021. Generelt

Statens vegvesen har som byggherre og arbeidsgiver det mål at all virksomhet i etaten skal gjennomføres uten at mennesker, miljø og materiell påføres skade. Etaten skal utnytte råstoff og energiresurser effektivt og gjenvinne mest mulig av det avfallet som måtte oppstå.

Ved anskaffelser skal det tas hensyn til livssyklus kostnader (se pkt. 012.) og miljømessige konsekvenser regnet over vegobjektets forventede levetid, inklusive eventuell gjenvinning/gjenbruk.

For utarbeidelse av konkurransedokumenter for bygg- og anleggsarbeider vises det til Håndbok R763 (Ref. 12). Se også håndbok R760 (Ref. 8).

022. Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA)

I følge Byggherreforskriften (Ref. 13) plikter byggherren å gjennomføre systematisk planlegging av HMS for alle faser i prosessen fra tidlige planer til framtidig vedlikehold. Tiltakene for å tilfredsstille forskriften skal dokumenteres.

Byggherren skal utarbeide en plan for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA-plan) senest ved oppstart av byggeplanleggingen. Planen skal danne grunnlag for de HMS-krav og forutsetninger som stilles til entreprenøren i kontrakt, samt inneholde byggherrens risikovurdering. SHA-planen skal vedlegges konkurransegrunnlaget.

Det skal utpekes HMS-koordinator for alle prosjekter, både i prosjekteringsfasen og byggefasen. HMS-koordinatorene skal være fra Statens vegvesen. Koordinatoransvaret kan ikke settes bort til entreprenør. For beskrivelse av HMS-koordinatorenes oppgaver vises det til Håndbok R760 (Ref. 8).

023. Ytre miljø

Statens vegvesen har sektoransvar for miljø. Dette innebærer at Vegvesenet skal ha oversikt over miljøpåvirkning både i anleggs- og driftsfasen, og gjennomføre tiltak for å holde miljøpåvirkningen innenfor akseptable rammer ut fra gjeldende lovverk.

021.

Noen aktuelle referanser:

- Håndbok R765 Avfallshåndtering (Ref. 11)
- Håndbok R763 Konkurransesgrunnlag (Ref. 12)

022.

Noen aktuelle referanser:

- Byggherreforskriften. Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsplasser (Ref. 13)
- Håndbok R760 Styring av vegprosjekter (Ref. 8)

Inne i HMS-begrepet ligger både sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA) og ytre miljø (YM). Selv om byggherren gjennom byggherreforskriften er forpliktet til å følge opp SHA, er arbeidsgiver – herunder også Statens vegvesen – gjennom arbeidsmiljøloven, internkontrollforskriften m.fl. forpliktet til å følge opp HMS. Byggeleder som er HMS-koordinator i gjennomføringsfasen følger vanligvis opp både SHA og YM.

023.

Miljø er omgivelsene for en organisasjons virksomhet, inkludert luft, vann, jord, naturressurser, planteliv, dyreliv, mennesker, kulturminner, og deres innbyrdes forbindelse.

Byggherren skal utarbeide en ytre miljøplan (YM-plan) for alle prosjekter/-kontrakter. YM-planen legges til grunn for beskrivelser i konkurransegrunnlaget.

Veganleggene skal ha enhetlig design og god landskapstilpasning.

Statens vegvesen skal benytte produkter og tjenester som gjennom bruk eller avhending medfører minst mulig miljøbelastning, og unngå bruk av miljøskadelige stoffer. Det skal lages beredskapsplan for akutt forurensning og andre tiltak som følger av anleggsvirksomheten eller drift og vedlikehold.

Problemer for naboene i anleggs- og driftsfasen skal forebygges ved å velge materialer og utstyr som genererer lite støy og støv, og forurensningsskader (for eksempel på grunn av forurenset avløpsvann) skal forebygges.

024. Avfallshåndtering og gjenbruk

Gjenvinning og gjenbruk skal prioriteres ut fra ressurs- og miljøhensyn. Det skal legges opp til:

- gjenbruk av egne rivemasser og materialer på anlegget
- avfallsreduksjon
- gjenvinning av avfall ved kildesortering
- forsvarlig sluttbehandling av restavfall

Statens vegvesen skal som byggherre sørge for at retningslinjene for avfallshåndtering og gjenbruk blir fulgt av etaten selv og av entreprenørene.

Myndighetenes krav til avfallshåndtering er nedfelt i forskrifter (byggt teknisk forskrift (TEK - 10) og byggesaksforskrift (SAK - 10)) til Plan- og bygningsloven, Forurensningsloven med tilhørende forskrifter og i form av konsesjoner gitt med hjemmel i Forurensningsloven. En viktig del av lovens målsetting er å redusere avfallsmengdene og å fremme en bedre behandling av avfall. Prinsippet er at det er den som forurenser – den som eier avfallet eller er avfallsprodusent – som skal betale, er gjort fullt ut gjeldende for avfall.

Det vises til de respektive kapitler for nærmere beskrivelse av gjenbruk.

023

Om utforming og tilpasning til bl.a. landskap, se håndbok N100.

024.

Det er mange former for gjenbruk, og ved riktig anvendelse er gjenbruk en fordel også kostnads- og kvalitetsmessig.

Vegmaterialer for gjenbruk:

- asfalt
- betong (inkl kantstein m.v.)
- lette masser/isolasjonsmatr.
- konstruksjonselementer
- steinmasser
- jordmasser
- matjord
- avfall fra skogrydding
- trematerialer
- skiltmateriell m.v.

03. Kvalitetssikring

031. Generelt

Kvalitetssikring er en nødvendig del av prosjektet i alle planfaser, både av hensyn til teknisk kvalitet, HMS, ytre miljø og økonomi. Kvalitetssikring av byggeplaner og kostnadsoverslag skal bidra til at optimale tekniske løsninger velges.

I byggefasen skal det sikres at disse løsningene gjennomføres til planlagt kvalitet og at feil og mangler elimineres.

032. Konsekvensvurdering

Denne normalen angir flere forskjellige løsninger, utførelser og metoder. Ved valg mellom disse skal det tas hensyn til forhold utover de rene anleggskostnadene, slik som god framkommelighet, høy trafiksikkerhet, godt miljø, god publikumsservice og vedlikeholdskostnader.

For gjennomføring av konsekvensvurderinger, se håndbok V712 (Ref. 14).

033. Kvalitetsplaner

Se også kap. 007. Byggherren, entreprenøren og engasjerte rådgivere skal utarbeide kvalitetsplaner ved utbyggingsprosjekter. Maler for kvalitetsplaner skal brukes. Det vises til Håndbok R760 (Ref. 8) og Håndbok R763 (Ref. 12), samt Kvalitetssystemet.

034. Kontroll

034.1 Generelt

Under prosjektering og bygging skal vegen (med vegen menes også konstruksjoner, deler av vegen, materialer osv.) kontrolleres for å verifisere at de arbeidene som utføres, og de materialer som brukes, tilfredsstillende planlagte kvalitetskrav.

En viktig del av kontrollen er hvordan en forholder seg ved eventuelle avvik fra kvalitetskravene og akseptkriteriene.

For det enkelte prosjekt skal det kontrolleres at:

- alle forhold som er beskrevet i denne normalen er vurdert
- kvalitetskravene er i samsvar med denne normalen og det som er avtalt
- utførelsen tilfredsstillende kvalitetskravene

032.

Se Håndbok V712 Konsekvensanalyser.

Annet: Risikoanalyser er omtalt i, og styrt av, håndbok R760.

033.

Maler for kvalitetsplan skal brukes, se håndbok R760. Se også Kvalitetssystemet, og håndbok R763.

Referanser:

- Håndbok R760 Styring av vegprosjekter (Ref. 8)
- Håndbok R763 Konkurransesgrunnlag (Ref. 12)

Det er i denne normalen skilt mellom dimensjonerende krav og krav til kontrollresultater. Kravene til kontrollresultater gjelder for enkeltverdier med mindre annet er angitt. Det kan også være gitt krav til middelverdier og toleranser. På grunn av statistiske variasjoner vil kravene til de målte kontrollresultatene avvike fra dimensjonerende krav. Kravene avhenger også av antall prøver.

Til mange av kravene er det gitt toleranser. Toleranser er en del av kvalitetskravene og er de variasjoner som kontrollresultatene skal ligge innenfor for at resultatene skal aksepteres.

Til mange av arbeidene er det i denne normalen også angitt kontrollomfang. Omfanget gjelder den regulære driftskontrollen som entreprenøren skal utføre. De angitte kontrollomfang er å forstå som et minstekrav. Entreprenøren skal alltid ha et kontrollomfang som sikrer en tilfredsstillende kvalitet tilpasset materialer og utførelse.

Byggherrens stikkprøvekontroll kommer i tillegg til entreprenørens kontroll.

Planlagt kontrollaktivitet og kontrollansvar skal dokumenteres gjennom kontrollplaner. Ved utført arbeid skal det dokumenteres at kontrollen er utført. Kontrollplaner bør knyttes til ulike arbeidsoperasjoner som geotekniske og geologiske forhold, geometri, prosessfordelte arbeidsoperasjoner (undergrunn, forsterkningslag, bærelag, dekke, drens-system, etc.), risikofylte oppgaver, HMS og ytre miljø.

Uavhengig av kontraktstype og entreprisform har entreprenøren ansvar for å levere og dokumentere den kvalitet som er avtalt i kontrakten. Denne dokumentasjonen forutsetter at entreprenøren gjennomfører en kvalitetskontroll.

Som ekstra sikkerhet for at avtalt kvalitet er oppnådd skal byggherren utføre stikkprøvekontroll. Nødvendig omfang av entreprenørens kontroll og byggherrens stikkprøvekontroll vil være avhengig av valgt kontraktstype. Krav til entreprenørens kontroll vil framgå av den enkelte kontrakt. Omfanget av byggherrens stikkprøvekontroll må tilpasses disse kravene.

034.2 Entreprenørens kontroll

034.20 Generelt

Entreprenøren skal utføre den kontroll som er nødvendig for å dokumentere at kontraktens krav er oppfylt. Dette kan omfatte oppstartkontroll, regulær kontroll, utvidet kontroll og eventuelt dokumentere 3. parts produktkontroll.

Ved avvik under produksjon gjennomføres utvidet kontroll og ev. etterkontroll. Etterkontroll utføres ved avvik funnet gjennom regulær kontroll eller stikkprøvekontroll i henhold til beskrivelse i kontrakt.

034.1

Med dimensjonerende krav menes verdiene som benyttes ved dimensjoneringen (betongkvalitet, komprimering, lagtykkelse m.v.). Med kontrollresultater menes målte/registrerte resultater (fasthet på betongprøver, komprimeringsgrad etter Proctor-metoden, geometri, m.v.).

I følge håndbok R760 (Ref. 8) inneholder kontrollplanen

- hva som skal kontrolleres
- krav som skal oppfylles
- kontrollfrekvens
- hvem som er ansvarlig for å utføre kontrollen
- krav til dokumentasjon

034.2

Kravene til entreprenørens kontrollomfang er beskrevet i kapitlene til de forskjellige materialene.

Også de nasjonale standarder for steinmaterialer, betong og asfalt har regler om produksjonskontroll, men kravene er begrenset til materialer ved leveranse (fra produsent til entreprenør). Dette kan for noen kvalitetsparametre bety at kvalitetskontrollen i hht. de nasjonale standardene ikke gir en god nok dokumentasjon av kvaliteten på veg.

For Statens vegvesen er det viktig å sikre en tilfredsstillende kvalitet for materialene i en ferdig bygget veg.

034.21

Oppstartkontroll vil normalt komme i tillegg til den innledende typeprøving som produsenter av for eksempel asfalt-, betong- og steinmaterialer er pålagt å gjennomføre etter Byggevare-direktivet.

For produksjon av asfalt vil man i tillegg ha krav til prøvningsfrekvens ut fra produksjonens samsvarsnivå, OCL

034.22

Omfang av regulær driftskontroll, se kap. 034.1 samt de enkelte arbeider som er beskrevet i denne normalen.

Gjennom dataverktøyet LABSYS kan den utførende levere inn kontrollplaner elektronisk. De kontrollaktiviteter som er utført i LABSYS vil da kunne revideres automatisk mot kontrollplanen.

034.4

Akseptkriterier ved kontroll av oppnådd resultat må ikke forveksles med fravik fra normerte eller anbefalte krav ved planlegging og prosjektering. Hvem som har myndighet til å fravike krav i forbindelse med prosjektering/planlegging av vegger er beskrevet i kap. 006.

034.21 Oppstartkontroll

Ved oppstart av spesielle arbeidsprosesser kan det være nødvendig å øke kontrollomfanget utover minimumsomfanget som er beskrevet i denne normalen. Dette skal gjennomføres i henhold til beskrivelse i kontrakt.

034.22 Regulær kontroll

Det skal kontinuerlig utføres prøvetaking og leveres dokumentasjon på at de fastsatte krav til kvalitet av materialer, utførelse og geometri er oppfylt og utføres og leveres av entreprenøren, i henhold til beskrivelse i kontrakt.

034.23 Utvidet kontroll

Det kan være nødvendig å øke kontrollomfanget utover minimumsomfanget som er beskrevet i denne normalen dersom resultatet av utført driftskontroll ikke er tilfredsstillende.

034.24 Produktkontroll

Det kan være aktuelt å dokumentere kvaliteten av spesielle materialer brukt i byggeprosessen. Kontrollen utføres og dokumenteres i henhold til beskrivelsen (kontrakt). Før materialer leveres anlegget skal det dokumenteres at materialene har egenskaper i samsvar med aktuelle standarder og spesifiserte krav for prosjektet.

034.3 Byggherrens kontroll

034.30 Generelt

Planlagt kontrollaktivitet skal dokumenteres gjennom kontrollplaner, se Håndbok R760 (Ref. 8). Byggherren skal utføre stikkprøvekontroll, og ved behov etterkontroll, for å sikre at utførelsen tilfredsstiller kvalitetskravene.

034.31 Stikkprøvekontroll

Byggherren skal sette av tid og nødvendige ressurser til stikkprøvekontroll for å verifisere entreprenørens kontroll. Rettet stikkprøvekontroll bør utføres i tillegg til planlagt stikkprøvekontroll når en ser/har mistanke om at materialer eller utførelse ikke oppfyller kravene.

Stikkprøvekontrollen rettes i hovedsak mot prosesser hvor en har mistanke om kvalitetsavvik og som er kritiske med hensyn på sikkerhet, ekstra kostnader, tilgjengelighet, miljøpåvirkning og estetikk.

034.32 Etterkontroll

Etterkontroll utføres av entreprenøren og byggherren i fellesskap ved avvik funnet ved entreprenørens kontroll og byggherrens stikkprøvekontroll.

034.4 Akseptkriterier

Dersom kontrollresultatene faller innenfor toleransegrensene, skal resultatet aksepteres.

Dersom kontrollresultatene faller utenfor toleransegrensene skal entreprenøren utstede avviksmelding til byggherren som avgjør hvilke tiltak eller utbedringer som må foretas.

034.5 Trekkregler

For enkelte arbeider kan det i konkurransegrunnlaget innføres trekkregler hvis kravene ikke er oppfylt (eksempler er bindemiddelinnhold, hulrom og jevnhet i asfaltdekker).

035. Dokumentasjon

035.1 Dokumentasjon av kvalitet

Generelt om krav til dokumentasjon, se håndbok R760, kap. 1.6.5 (Ref. 8).

Resultatene fra entreprenørens kvalitetskontroll skal dokumentere at de fastsatte krav i kontrakten er oppfylt. Her inngår kontroll av materialer, utførelse og geometrisk kontroll. Dokumentasjon på at kontraktens kvalitetskrav er oppfylt skal leveres byggherren fortløpende.

Det presiseres at de krav til dokumentasjon som leverandøren er pålagt gjennom regler basert på Byggeveredirektivet, bare delvis dekker dokumentasjonskravet for arbeider utført for Statens vegvesen.

035.2 Avviksmeldinger

Avviksmeldinger med forslag til utbedring leveres byggherren på egne skjema. Det vises til håndbøkene R763 (Ref. 12), og R760 (Ref. 8).

035.3 Sluttdokumentasjon

Ved ferdigstilling av veganlegget samles og gjennomgås alle kontrollresultatene. All dokumentasjon som kan ha betydning for framtidig drift, vedlikehold og utvidelser behandles etter gjeldende rutiner.

Når byggingen er avsluttet skal det leveres bl.a. teknisk sluttrapport etter standardisert mal, se Håndbok R760 (Ref. 8). Rapporten bør forberedes/-utarbeides fortløpende under byggingen.

All sluttdokumentasjon skal lagres i en periode på minst 10 år. Dokumentasjonen skal lagres både på papirformat og digitalt.

035.4 Erfaringsoverføring

Sluttdokumentasjon inngår som del av erfaringsoverføringen i Statens vegvesen. Det vises forøvrig til punkt om dokumentasjon av utført kvalitet i de enkelte kapitler.

Erfaringer som har betydning for oppdatering av normaler og retningslinjer skal fortløpende registreres og bringes videre.

034.5

Trekkregler er først og fremst aktuelt hvor det kan være vanskelig å oppnå en fullt ut tilfredsstillende kvalitet for sluttproduktet ved å kreve utbedringstiltak, eller at slike tiltak oppfattes som urimelig kostnadskrevende for entreprenøren. Trekket bør settes så høyt at det ikke lønner seg "å kjøpe seg fri" fra kvalitetskravene.

035.1

Kontrollresultatene leveres normalt både på papir og på digital form. Resultater fra materialkontrollen bør samles og dokumenteres ved bruk av dataverktøyet LABSYS.

For dokumentasjon av komprimering er det satt spesielle krav til dokumentasjon, inkl. stedfesting av oppnådd resultat. se pkt. 520.4

035.3

Det skilles mellom følgende typer av sluttdokumentasjon, se Håndbok R760 (Ref. 8):

- ferdigstillingsdokumentasjon (ferdigvegtegninger m.v.)
- teknisk sluttrapport
- økonomisk sluttrapport

035.4

For erfaringsoverføring samles det prosessfordelt tilleggsinformasjon utover det som er fastsatt i Håndbok R760.

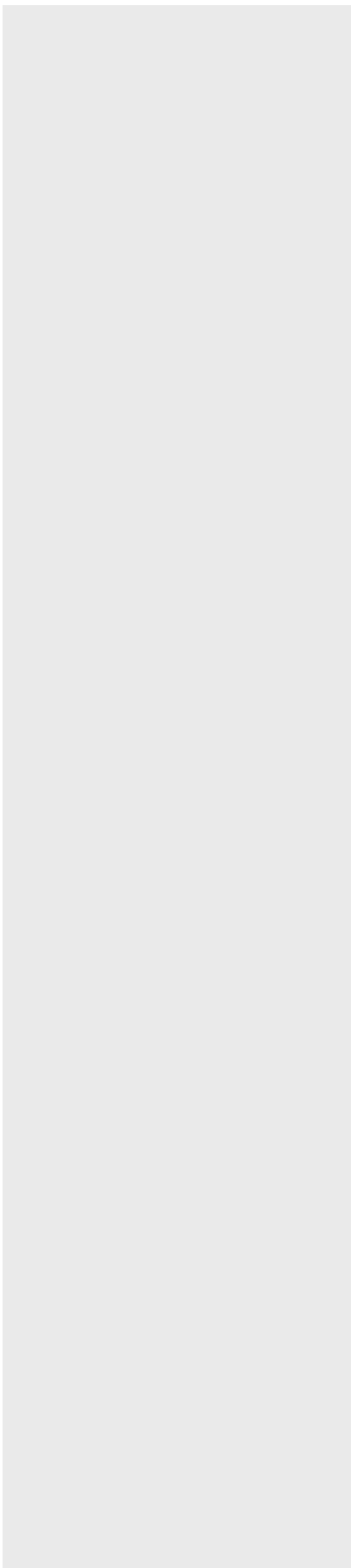
Informasjonen kan omfatte generelle erfaringer mht. tekniske løsninger, materialer, dimensjonering, utførelse, mulige tekniske forbedringer, etc.

Referanser

Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelig fra vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker.

1. Statens vegvesen: *Veg- og gateutforming*, Håndbok N100. Vegdirektoratet, Oslo 2013.
2. Samferdselsdepartementet. *Forskrift om anlegg av offentlig veg* FOR 2007-03-29 nr 363. www.lovdata.no
3. Fornyings-, administrasjons- og kirkedepartementet: *Forskrift om offentlige anskaffelser*. FOR 2006-04-07 nr 402. www.lovdata.no
4. Direktoratet for byggkvalitet (DiBK): *Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK10)*. Publikasjonsnummer HO-2/2011. <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/?dyp=/dyp/content/tekniskekrav/>
5. Standard Norge: *Beskrivelsestekster for bygg, anlegg, installasjoner*. NS 3420. Standard Online AS, Oslo 2011.
6. Statens vegvesen: *Prosesskode 1. Standard beskrivelsestekster for vegkontrakter*. Håndbok R761. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
7. Statens vegvesen: *Prosesskode 2. Standard beskrivelsestekster for bruer og kaier*. Håndbok R762. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
8. Statens vegvesen: *Styring av vegprosjekter*. Håndbok R760. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
9. Statens vegvesen: *Sikkerhetsforvaltning av vegtunneler*, Håndbok R511. Vegdirektoratet, Oslo 2007.
10. Miljøverndepartementet: *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)*. LOV-2008-06-27 nr 71, sist endret LOV 2012-08-10 nr 61
11. Statens vegvesen: *Avfallshåndtering*. Håndbok R765. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
12. Statens vegvesen: *Retningslinjer for utarbeidelse av konkurransegrunnlag*. Håndbok R763. Vegdirektoratet, Oslo 2010.
13. Direktoratet for arbeidstilsynet, *Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser, (Byggherreforskriften)* Bestillingsnr. 599 (Ikrafttredelse 2010-01-01). <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20090803-1028.html>
14. Statens vegvesen: *Konsekvensanalyser*. Håndbok V712. Vegdirektoratet, Oslo 2006-2009 (består av flere deler).

15. Samferdselsdepartementet: Lov om vegar (Veglova)
LOV 1963-0621 nr 23, sist endret LOV 2012-06-22 nr 59



[blank side]

Kapittel 1

Forberedende og generelle tiltak

INNHold

10. OVERORDNET DEL	29
101. INNHOLDSBESKRIVELSE	29
101.1 Generelt	29
101.2 Kvalitetssikring	29
102. VIKTIGE MOMENTER	29
102.1 Generelt	29
102.2 Anleggsstart	29
102.3 Vegåpning	29
102.4 Ferdigstilling	30
103. KABLER OG LEDNINGER	30
103.1 Generelt	30
104. DOKUMENTASJON AV UTFØRT BYGGEARBEID	31
11. HENSYN TIL OMGIVELSER	32
111. INFORMASJON	32
111.1 Generelt	32
111.2 Grunneiere og naboer	32
111.3 Trafikanter	33
111.4 Faglige interesser	33
111.5 Media	33
112. YTRE MILJØ	34
112.1 Generelt	34
112.2 Miljøhensyn	34
112.3 Kartlegging og registrering	34
112.4 Sikring av ferdsel ved byggeplassen	34
12. RIGGING	35
121. GENERELT	35
13. FORBEREDENDE PRODUKSJONSARBEIDER	36
131. GENERELT	36
132. NØDVENDIGE TILLATELSER. ANSVARSFORHOLD	36
133. ATKOMST TIL ANLEGGET	37

133.1	<i>Generelt</i>	37
133.2	<i>Spesielle anleggsveger</i>	37
133.3	<i>Offentlige og private vegger</i>	37
134.	MIDLERTIDIG TRAFIKKAVVIKLING	37
134.1	<i>Generelt</i>	37
134.2	<i>Tiltak</i>	38
134.21	<i>Omkjøringsruter</i>	38
134.22	<i>Lyssignalregulering</i>	38
134.23	<i>Stenging av veg</i>	38
135.	RIVING, FJERNING, FLYTTING OG OMLEGGING	39
135.1	<i>Generelt</i>	39
135.2	<i>Riving og fjerning av bygninger mv.</i>	39
135.3	<i>Avfallshåndtering</i>	39
14.	DRIFT OG VEDLIKEHOLD	40
	REFERANSER	41

10. Overordnet del

101. Innholdsbeskrivelse

101.1 Generelt

Kapitlet om forberedende og generelle tiltak omhandler hensyn til omgivelsene, naboforhold, rigging og forberedende produksjonsarbeider.

101.2 Kvalitetssikring

Statens vegvesen skal sørge for at det før opprettelsen av bygge- eller anleggsplass blir laget en kvalitetsplan inkludert SHA-plan og YM-plan, se håndbok R760 (Ref. 6). Se også kap. 02.

102. Viktige momenter

102.1 Generelt

Ved gjennomføring av vegarbeid skal vegetaten vektlegge hensynet til trafikanter, naboer og omgivelsene ellers. Det nødvendige informasjonsbehovet overfor disse grupper skal dekkes.

102.2 Anleggsstart

Før anleggsstart skal framdriftsplan være klarlagt. Skriftlig avtale om kostnadsfordeling mellom berørte etater/instanser, inkludert kostnader til planlegging, skal være inngått.

Før anleggsarbeidene igangsettes skal det blant annet foreligge:

- konkurransegrunnlag
- avtale om grunnerverv
- bevilgninger

102.3 Vegåpning

Det skal foreligge en plan over hvilke arbeider som må være slutført innen veganlegget åpnes for fri ferdsel.

Alle planlagte sikkerhetstiltak og trafikkregulerende tiltak skal normalt være utført/installert og kontrollert før den spesielle skiltingen for vegarbeidsområde fjernes.

102.2

Om konkurransegrunnlag, se Håndbok R763 (Ref. 7). For utarbeidelse av tegningsgrunnlag, se Håndbok R700 (Ref. 9).

102.4 Ferdigstillelse

Følgende krav skal stilles:

- Veganlegget skal ha en god og estetisk standard ved ferdigstillelse slik at det kan drives og vedlikeholdes med normale kostnader.
- Anlegget skal være rent, alle skader skal være utbedret og for øvrig skal alle krav i kontrakten være tilfredsstillt.
- Elektriske anlegg og fastmontert utstyr skal tilfredsstillende gjeldende regelverk ved tidspunkt for ferdigstillelse. Alle rør, kummer og øvrige vanngjennomløp skal være rensket opp før ferdigstillelse.
- Alle tiltak for å redusere belastningen på naboer og miljø skal være ferdigstilt og i funksjon (for eksempel støytiltak, vannrenseanlegg).

103. Kabler og ledninger

103.1 Generelt

Krav i vegloven

Forholdet mellom offentlige veger og kabel/ledningsanlegg av ulike slag, er regulert gjennom Vegloven av 21. juni 1963. Den angir at kabel- og ledningsanlegg ikke uten tillatelse må legges over, under, langs eller nærmere offentlig veg enn 3 m fra vegkant, eller eventuelt i større avstand i henhold til §32. Reglene i §32, første ledd, gjelder også dersom det i annen lov er gitt anledning til å føre kabler og ledninger over, under eller langs offentlig veg. Se også forskrift om ledninger i offentlig veg, ref. 11.

Samarbeid mellom veg-/reguleringsetat og kabel-/ledningsetat

Samarbeidet skal starte opp i en tidlig planfase, og fortsette under anleggs- og vedlikeholdsperioden, for at de enkelte etaters interesser skal bli ivarettet på en teknisk og økonomisk forsvarlig måte. Det bør utarbeides en samlet vurdering av framtidig plassbehov for de enkelte etaters anlegg.

Totalkostnadene skal forsøkes redusert ved at:

- utforming av vegens tverrprofil og linjeføring tar hensyn til etatens behov
- de trafikktekniske og anleggstekniske ulempene ved oppgravinger reduseres
- etatenes framdriftsplaner koordineres
- planene for nye kabel- og ledningsanlegg så vidt mulig tilpasses foreliggende reguleringsplaner, ev. planforslag

Varslingsrutiner

Se også kap. 132. For å sikre at de enkelte etater skal kunne ivareta sine interesser, skal det søkes om tillatelse hos den aktuelle vegholder. Før noen gravearbeider startes opp, skal etatene varsles skriftlig for påvisning av kabler og ledninger. Dette gjelder også ved f.eks. grunnboring og nedsetting av gjerdestolper.

Kartverk

Det skal legges vekt på å etablere/ajourholde et tidsmessig og nøyaktig kartverk for kabel- og ledningsanleggene. Se også kap. 104. og 112.3.

Vegloven, se www.lovdatab.no

103.

Samfunnsøkonomisk vil det spesielt i tettbygde strøk ofte være riktig å plassere kabler og ledninger innenfor reguleringsbredden. I bygater er dette nødvendig. Det må derfor påses at grunnen disponeres på en slik måte at totalkostnadene til veganlegget og de tekniske installasjonene minimaliseres. Samtidig må ulempene for trafikanter og publikum bli minst mulige. Av hensyn til trafikkikkerheten og trafikkavviklingen vil derfor visse vegtyper være belagt med spesielle restriksjoner når det gjelder framføring av kabler og ledninger. Dette gjelder spesielt veger med et høyt fartsnivå og/eller store trafikkvolum.

104. Dokumentasjon av utført byggearbeid

For dokumentasjon av hvordan byggearbeidene er gjennomført skal følgende registreres (minimumsdokumentasjon):

- alle ”som utført”-tegninger, prøveresultater, innmålinger, opptegnelser og tilstander som kan ha betydning for framtidige forhold
- riktig plassering av kabler og ledninger/annet som er i grunnen
- spesielle løsninger/forhold

Pkt. 104 gjelder byggearbeid som omfattes av kap. 1, for eksempel omlegging av kabler/ledninger for andre etater.

11. Hensyn til omgivelser

111. Informasjon

111.1

Det er viktig å holde kommunenes tekniske etat og politi- / lensmannsetaten godt underrettet om anlegget. Det bør også meldes fra til Vegmeldingssentralen om anlegget og om stengninger eller andre ulemper for trafikantene. Se for øvrig Håndbok R612 (Ref. 3).

Det er ofte nødvendig å varsle publikum i god tid på forhånd gjennom presse og kringkasting. Tavler med opplysende tekst kan være nyttig ved vegsperringer og omkjøringsruter. Det er viktig at informasjonstavler settes opp på steder som er avgjørende for trafikantenes vegvalg, og på et tilstrekkelig antall steder.

111.2

Om støy: Retningslinjer/krav for støy kan være for eksempel Oslo Helseråds forskrifter. Mange kommuner har egne retningslinjer, som kan være til dels strengere enn forskriftene i Oslo.

Om grunnerverv: Det vises til Håndbok R730 Etiske retningslinjer for grunnerverv (Ref. 4).

Om støvforskrifter. se kap. 7.

111.1 Generelt

Informasjonsarbeidet skal være planlagt før anleggsstart. Informasjonen skal planlegges ut fra målgruppene:

- grunneiere og naboer
- trafikanter
- faglig interesserte
- media

Omfanget vil avhenge av anleggenes størrelse og antatt publikumsinteresse. Det skal utarbeides beredskapsplaner som ivaretar uforutsette hendelser, ulykker mv.

Store veganlegg har som regel stor publikums- og medieinteresse. Informasjonsopplegget anbefales utarbeidet i samråd med profesjonelt informasjonspersonell.

Om informasjonstavler, se Håndbok N301 (Ref. 2).

111.2 Grunneiere og naboer

Folk som blir berørt av fysiske inngrep på sin eiendom, og anleggets naboer for øvrig, skal informeres om:

- hva som skal gjøres
- når arbeidet skal ta til
- når arbeidet forutsettes fullført

Det skal også informeres om:

- arbeidstid (arbeidstidsordninger, eventuelle stengningsperioder)
- anleggstrafikk i nærområdet
- tid og varsling for sprengningsarbeider
- støykrav, hvilke retningslinjer som ligger til grunn

I tillegg til generell informasjon ved anleggsstart, skal hver grunneier varsles før arbeidet tar til på vedkommendes eiendom. Grunneier skal varsles ved:

- arbeidsstart på eiendommen
- stans i vannforsyningen
- utkopling av strøm
- utkopling av telefon
- omlegging eller stengning av avkjørsel
- brudd på private ledninger mv.

111.3 Trafikanter

Se Håndbok N301 Arbeid på og ved veg (Ref. 2), som har detaljerte bestemmelser om varsling/informasjon til trafikanter.

Dersom anleggsdriften begrenser framkommeligheten og hindrer trafikkavviklingen, skal det sørges for et informasjonsopplegg som gir trafikantene mulighet til å innrette seg etter forholdene. God og rettidig informasjon om endrede kjøremønstre er påkrevd for at vegbrukerne skal komme fram uten unødige hindringer.

Varsling gjennom presse og kringkasting er vanligvis tilstrekkelig informasjon, sammen med nødvendig skilting. I spesielle tilfeller kan informasjonsbrosjyrer være aktuelle i tillegg.

Før arbeid igangsettes, skal det foreligge godkjent varslingsplan. Varslingsplanen skal utarbeides og gjennomføres i samsvar med forskrifter med utfyllende retningslinjer for gjennomføring av varsling av arbeider på offentlig veg.

Trafikantene bør alltid varsles om tiltak for midlertidig trafikkavvikling, når tiltak medfører vesentlig endring i kjøremønstre. Utrykkingstjenester (politi, brann, ambulanse) og kollektivtransportselskaper skal varsles spesielt. Beredskap for varsling ved uhell bør vurderes spesielt.

I tillegg til varsling for bilister skal det være varsling for gang/sykeltrafikk, for eksempel ved tiltak langs skoleveg, flytting av bussholdeplasser, stenging av gang/sykelveger, omlegging/stenging av fortau.

På hvert enkelt arbeidssted skal det utpekes en ansvarshavende for gjennomføringen av arbeidsvarslingen (jfr. Håndbok N301). Vedkommende skal ha gjennomgått nødvendig opplæring.

111.4 Faglige interesser

Det bør sørges for egne informasjonsopplegg ved store anlegg og anlegg av spesiell karakter. Slike anlegg kan ha faglig interesse for mange.

111.5 Media

Eksposering av prosjektgjennomføringen stiller store krav til etatens ansatte, slik at det bør vises varsomhet når man uttaler seg til media.

111.3

Uhellsberedskap: Med "uhell" menes bl.a. uforutsette hendelser som følge av anleggsarbeidets art, for eksempel ras i fjellskjæringer, steinsprut ved sprengning, utglidning av fylling under utlegging, osv.

111.5

Egnede måter å dekke løpende informasjonsbehov på kan være pressekonferanser og regelmessige nyhetsbulletiner.

Det er viktig å være oppmerksom på faren for at saksframstillingen i media kan bli fortegnet. Uttalelser i media fører også lett til forpliktelser for etaten. Det kreves derfor gode forberedelser og profesjonell opptreden.

112.1

Veganleggsdriften medfører inn-
grep på privat eiendom og er ofte
til ulempe for naboer.

Områder ved eller i nærheten av
anlegget kan påvirkes også av
andre ting enn graving og
bygging. Eksempler på områder
som påvirkes kan være:

- drikkevannsbrønner
- gytelasser for fisk som blir
ødelagt av
partikkelavsetninger
- våtmark som blir påvirket av
salt

112.3

Se også Håndbok R761 (Ref. 8).
Vanlige aktuelle registreringer kan
omfatte:

- eiendomsgrenser
- bygninger (eksisterende til-
stand, beskrivelse, fotografe-
ring, tekniske installasjoner)
- rystelser fra sprengning,
peling, spunting og
komprimering (spesielle
virksomheter, for eksempel
datafirmaer og museer, må
vurderes særskilt)
- vekstjord/hagegrunn, matjord,
bonitet
- vegetasjonstype
- verneverdig vegetasjon
- grunnvannsnivå, poretrykk,
pågående setninger
- brønner (vannkvalitet, tilsig,
kapasitet)
- vassdrag, bekkeløp og
kanaler (vannstands nivå,
spesielt ved flomsituasjoner)
- fornminner

Dersom registreringsarbeidet er
omfattende og komplisert, er bruk
av spesialfirmaer ofte hensikts-
messig.

112. Ytre miljø

112.1 Generelt

Forholdet til naboer skal reguleres ved skriftlige avtaler eller skjønn. Før
anleggsstart skal man ha satt seg inn i de forpliktelser som foreligger, og hva
som for øvrig er rimelig og hensiktsmessig i forhold til naboskapet.

Skjønnsforutsetninger og eventuelle avtalevilkår skal gjennomgås og følges
opp. Oversikt over alle fysisk berørte eiendommer skal foreligge. I tillegg til
eiendommer hvor det blir gravd/bygd/ekspropriert, vil det omfatte alle eien-
dommer/områder som påvirkes (for eksempel av støy og vannforurensning
som kan ha virkninger utenfor det området som ligger inntil veggen).

Spesielle næringer kan kreve spesielle hensyn. Oppdrettsanlegg for pelsdyr,
fugl og fisk er svært ømfintlige for støy og rystelser. For fiskeoppdretts-
anlegg kan også utslipp av mange slag være et faremoment.

112.2 Miljøhensyn

Ut fra sektoransvar for miljø skal Statens vegvesen ha oversikt over miljø-
påvirkning og gjennomføre nødvendige tiltak for å holde påvirkningen
innenfor akseptable rammer. Statens vegvesen skal videre bidra til effektiv
ressursbruk og stimulere til gjenbruk i vegbyggingen.

Anlegg nær boligområder, skoler, sykehus, spesielle institusjoner og
ømfintlige konstruksjoner skal drives ut fra de spesielle krav til miljøhensyn
disse omgivelsene har.

Virksomhet som medfører støy, støv, rystelser, utslipp (røyk, gass, kjemi-
kalier mv.) skal følge de lover og forskrifter som regulerer dette.

112.3 Kartlegging og registrering

Før arbeidet igangsettes, skal kartlegging og registrering av alle aktuelle
eksisterende forhold på de berørte eiendommer foretas. Også eksisterende
forhold på naboeiendommer og ømfintlige konstruksjoner, som kan betinge
spesielle restriksjoner, skal registreres, særlig når det skal drives spreng-
ningsarbeid eller andre arbeider som kan medføre rystelser i umiddelbar
nærhet. Kartlegging og registrering av fornminner skal foretas, slik at
nødvendige forholdsregler kan tas.

112.4 Sikring av ferdsel ved byggeplassen

Se også kap. 101.2. Et veganlegg er ofte langstrakt og vanskelig å sikre fullt
ut. Det foreligger likevel et generelt ansvar for sikring av byggeplassen.

Behov for gjerde skal vurderes. Overdekkede gangbaner skal etableres hvis
gående risikerer å bli truffet av fallende gjenstander og ikke kan sikres på
andre måter. Sikring kan gjelde:

- bratte skråninger hvor folk ferdes
- byggegrop og grøfter
- kummer og lignende
- bruer

Slike vegelementer bør gjerdes inn/sikres hver for seg når ikke hele anleggsområdet er gjerdet inn eller sikret på annen måte.

12. Rigging

121. Generelt

Riggerarbeid omfatter tiltak som klargjøring av riggtomt med atkomst, tiltransport av brakker og utstyr, opprigging, drift og administrasjon, nedrigging og fjerning av bygninger, brakker, provisorier, maskiner og utstyr.

Drift av rigg skal følge de regler og påbud som er gitt av godkjennende myndigheter og nedfelt i avtaler mellom byggherre og grunneiere, naboer og arbeidstakere.

Spesielle krav til støy- eller støvdemping skal avklares og følges opp, likeledes spesielle krav for å hindre uønsket utslipp, oljesøl og lignende.

Riggplanene skal klargjøre behov for brakker og lignende, og vise arealbruken på riggområdet, herunder atkomstveger, parkeringsplasser, plassering av brakker og produksjonsarealer, inkludert lagre for råvarer og ferdigprodukter.

Etter fullført anlegg bør riggplassen snarest ryddes for brakker og utstyr. Alle produksjonsrester og avfall forøvrig skal fjernes. Om avfallshåndtering, se også kap. 0 og Håndbok R765 Avfallshåndtering (Ref. 5). Terrenget skal istandsettes slik det er fastsatt i reguleringsforskrifter, skjønnsvilkår, grunneieravtaler, byggekontrakter mv.

121.

God orden på riggplassen er avgjørende for rasjonell produksjon, og øker sikkerheten på arbeidsplassen.

Spesielt aktuelt i denne sammenheng er bl.a. Forurensningsloven og Forskrift om farlig avfall.

13. Forberedende produksjonsarbeider

131. Generelt

Forberedende produksjonsarbeider omfatter:

- atkomst til anlegget, anleggsveger
- midlertidig trafikkavvikling
- riving, flytting, omlegging og nyanlegg for andre (offentlige/private)

132. Nødvendige tillatelser. Ansvarsforhold

Før anleggsstart skal nødvendige tillatelser innhentes fra aktuelle myndigheter, grunneiere og berørte etater. Tillatelser skal skaffes til veie av byggherren, der ikke annet er bestemt.

Planene for anlegget skal gi orientering om installasjoner i grunnen. Konkurranses grunnlaget skal beskrive nødvendige tiltak eller omleggingsarbeider og eventuelle restriksjoner som gjelder for arbeid i nærheten av installasjoner i grunnen.

Før arbeidene starter er det entreprenørens ansvar å bestille nøyaktig påvisning hos de enkelte etater. Disse skal kontaktes for påvisning i god tid før anleggsstart.

Avtaler om tilknytning til offentlige ledningsnett skal vanligvis inngås av entreprenøren for midlertidige tilknytninger som skal benyttes i anleggsperioden. For permanente tilknytninger må byggherren inngå slike avtaler. Se også pkt. 103. og 112.3.

Se også Håndbok R760 (Ref. 6). Anleggsarbeidene kan settes i gang på grunnlag av avtale med grunneieren (kjøpekontrakt eller arbeidstillatelse), rettskraftig skjønn/overskjønn eller tillatelse fra Vegdirektoratet/Fylkesmannen til forhåndstiltredelse. Både skjønn/overskjønn og tillatelse til forhåndstiltredelse må tvangsfullbyrdes dersom grunneier ikke samtykker i at arealene tas i bruk.

Anleggsvirksomheten skal meldes til aktuelle offentlige myndigheter.

Melding skal alltid sendes til:

- bygningsmyndighet
- arbeidstilsyn
- politi eller lensmannsetat

132.

Tilknytning gjelder oftest:

- telefon
- elektrisk kraft
- vann og kloakk

Tillatelser vil kunne gjelde:

- midlertidig avkjørsel
- bruk av areal utenfor angitt riggområde
- arealer for fyllplasser og mellomlagring, transportveger
- byggetillatelse for rigg
- kjøp og lagring av sprengstoff
- lagring av kjemikalier
- spesielle transporter
- spesielle utslipp

Hvilke formelle steg en skal gjennom for å komme i gang med anleggsarbeidene, vil variere fra sak til sak.

Avhengig av anleggets art og lokalisering kan det også være aktuelt å gi melding om anlegget til:

- el- og televerk (gravemelding)
- vassdragsvesenet
- kystverket
- havnevesenet
- kabel-TV selskap

133. Atkomst til anlegget

133.1 Generelt

Om atkomst til anlegget, se også Håndbok R763 (Ref. 7).

Atkomst til anleggsområdet i byggeperioden skal være vurdert under planprosessen. Areal til atkomstveg og/eller anleggsveg bør båndlegges i reguleringsplan, slik at rett til erverv av nødvendig grunn er sikret.

133.2 Spesielle anleggsveger

Økonomi og behov for framkommelighet bør avgjøre vegens standard.

Provisoriske veger utenfor anleggsområdet skal fjernes. Terrenget skal istandsettes med utgangspunkt i krav i reguleringsplan, skjønnsvilkår eller ved minnelig avtale.

133.3 Offentlige og private veger

Så vel private som offentlige veger kan være aktuelle til bruk som anleggsveger. Rett til bruk av privat veg skal erverves ved minnelig avtale eller ved rettslig skjønn. Både for private og offentlige veger skal eksisterende begrensninger for bruken kartlegges.

134. Midlertidig trafikkavvikling

134.1 Generelt

Midlertidig trafikkavvikling skal gjennomføres i samsvar med godkjent varslingsplan, se punkt 111.3.

Tiltak for midlertidig trafikkavvikling ved vegarbeidsdrift på eller nær offentlig veg skal settes i verk slik at hensyn til trafiksikkerhet, framkommelighet og rasjonell anleggsdrift er ivaretatt. Prioritert rekkefølge er:

- trafiksikkerhet
- framkommelighet
- rasjonell anleggsdrift

133.

Anleggsveg utenfor anleggsområdet er aktuelt ved:

- kort byggetid (flere angrep-punkter)
- vanskelige grunnforhold
- behov for å skåne uferdig veg for stor slitasje

Areal til atkomstveg og/eller anleggsveg ("anleggsbelte") bør normalt være 5-10 m bredt, avhengig av anleggets kompleksitet og plass som er til rådighet.

Begrensninger for bruk kan være:

- grense for tillatt aksellast og totalvekt
- høydebegrensninger
- breddebegrensninger
- kurvatur
- tidsrom

134.1

Målsettingen ivaretas best ved så langt som mulig å skille vegtrafikken fra anleggsvirksomhet.

Forkortelsen SDT betyr "somedagtrafikk" (se Håndbok N100). I praksis er det verken ÅDT eller SDT som er dimensjonerende grense, men timetrafikken i kritisk periode. Normalt kan timetrafikken anslås til 10 % av ÅDT. For veger med svært varierende trafikk over årstidene brukes SDT om sommeren i stedet for ÅDT.

134.2

Aktuelle tiltak kan være:

- omkjøringsruter på eksisterende vegnett eller på omkjøringsveg
- lyssignalregulering
- stenging av veg i kortere eller lengre tid

Ved ÅDT/SDT større enn 1500 bør konsentrasjon av anleggsarbeidet til deler av døgnet med liten trafikk vurderes. Sperring skal bare skje når det ikke kan unngås på rimelig måte. Ved ÅDT/SDT mindre enn 1500 kan begrensninger i framkommelighet tåles i større grad. Det bør tas spesielle hensyn til rutegående trafikk.

I tettbebygde områder skal fotgjengere sikres spesielt med egne, sikre gangvegruter. Spesielle hensyn skal tas der barns skoleveger er berørt. Også de krav bruk av rullestoler og barnevogner setter til god framkommelighet skal imøtekommes.

134.2 Tiltak

134.21 Omkjøringsruter

Nødvendige rettigheter til å utføre tiltak utenom anleggsområdet bør erverves i god tid, og tiltak bør være iverksatt før trafikken omlegges.

Omkjøringsruter på eksisterende vegnett bør etableres der dette er mulig uten større ulemper for beboere og/eller trafikanter.

Ved omkjøringsruter på eksisterende vegnett bør behovet for utbedrings- og trafikk sikringstiltak vurderes, herunder også nødvendige hensyn til tillatt aksellast.

Ved bruk av omkjøringsveger i eller rundt anleggsområdet kan anlegget med fordel deles inn i byggefaser og midlertidige kjøreruter etableres, slik at trafikken til enhver tid ledes utenom det området der anleggsarbeidet pågår.

Ved bruk av provisorisk omkjøringsveg over lengre tid, bør denne gis fast vegdekke når trafikken er stor eller når anleggstrafikken vil dra fordeler av det. I tettbebygd område kan nabohensyn også tilsi fast vegdekke på slik veg. Figur 134.1 angir hvor lenge trafikken kan gå uten at det legges fast vegdekke.

ÅDT	Anbefalt maksimal brukstid (uker)	
	Tett bebyggelse	Spredt bebyggelse
> 15000	1	1
5000 - 15000	2	3
500 - 5000	4	7

Figur 134.1 Anbefalt maksimal brukstid før fast vegdekke legges.

134.22 Lyssignalregulering

Lyssignalregulering bør kun benyttes på arbeidssted ved arbeid på veger med ett eller to felt, ikke på veger med tre eller flere felt. Lyssignalene bør være trafikkstyrte for å redusere ventetidene.

134.23 Stenging av veg

Når forholdene tilsier det kan stenging av veg i kortere eller lengre tid være aktuelt. For alle planlagte stenginger skal det foreligge godkjenning. Behov for stenging på riksveger og viktige fylkesveger bør vurderes nøye. Tidspunkter for stenging på viktige vegruter i samme region skal samordnes.

134.23

Ved omfattende anleggsarbeid på svakt trafikkerte veger i spredt bebygd område kan vegstenging over uker eller måneder tillates når alternative tiltak for trafikkavvikling iverksettes. I kyststrøk kan ferjetransport være aktuelt.

135. Riving, fjerning, flytting og omlegging

135.1 Generelt

I god tid før anleggsstart bør det klarlegges om de enkelte rivingsarbeider og de ulike flyttings- og omleggingsarbeider eller nyinstallasjoner helt eller delvis kan utføres før hovedarbeidet på anlegget tar til. I vurderingen bør virkningen på anleggets totale økonomi tillegges vekt.

Arbeidene bør besørges utført av den etat eller instans som er eier eller rettighetshaver. Det vises til kap. 102.4.

Oppfølging av framdrift og avklaring av tekniske detaljer under utførelsen skal foretas i fellesskap mellom kabel- og ledningseiere, Vegvesenet og eventuell utførende entreprenør. Mest hensiktsmessig skjer oppfølgingen på byggemøtene eller på egne koordineringsmøter.

Ved oppstart av anlegget skal eksisterende markdekke og vegetasjon som skal bevares merkes og eventuelt gjerdes inn.

135.2 Riving og fjerning av bygninger mv.

Arbeidene gjelder riving og fjerning av bygninger, anlegg og installasjoner på grunn av vegarbeid på ny eller eksisterende veg.

Det er viktig at anleggsarbeid kan utføres uten unødig heft. Beboede hus og andre bygninger skal være fraflyttet i henhold til angitt frist, ut fra fastsatt framdriftsplan.

Rivingstillatelse for hus skal innhentes hos kommunale etater og stedlig politi. Riving av hus krever egen byggemelding. Selv om hus er bestemt fjernet på reguleringsplan (av kommunen) så skal det likevel søkes om tillatelse til å rive.

135.3 Avfallshåndtering

Om avfallshåndtering, se også kap. 0, samt Håndbok R765 Avfallshåndtering (Ref. 5). Om gjenbruk, se bl.a. kap. 4, 5 og 6.

Rester av installasjoner etter riving eller fjerning, for eksempel rør og ledninger til hus, skal sikres eller ivaretas på forskriftsmessig måte.

Usorterte bygningsrester skal ikke legges i vegfyllinger. Rivingsmasser bør transporteres til godkjent fyllplass, eventuelt til omlastningsstasjon eller gjenvinningsanlegg. Det vises til kap 024.

Farlig avfall (spesialavfall), for eksempel asbestholdige materialer, skal håndteres i henhold til arbeidstilsynets gjeldende forskrifter.

135.1

Riving og fjerning omfatter:

- hus
- grunnmur
- støttemur
- bruer
- kummer
- rør og kulverter
- faste vegdekker
- kantstein og rekkverk
- gjerder
- øvrige installasjoner

Flytting og omlegging omfatter:

- hus
- vann- og avløpsledninger
- brønner
- kabler, stolper osv. for el- og televerk
- gjerder
- drems- og grøftesystem for jord- og skogbruk
- busker og trær
- øvrige installasjoner

Flytting og omlegging omfatter også nye anlegg (nybygging) for:

- kommunens tekniske etater
- el- og televerk
- andre statlige etater
- interkommunale etater
- private

135.3

Det kan være aktuelt å knuse og rense bygningsrester lokalt i mobilt knuseverk, etter forutgående avfallsplan/miljøsanering.

14. Drift og vedlikehold

Hvis annet ikke er avtalt, gjelder kravene til teknisk kvalitet, miljøkvalitet og dokumentasjon for utbyggingsprosjekter også for vedlikeholdsprosjekter, se håndbok R760 kap. 5 (Ref. 6).

For dekkevedlikehold/asfaltkontrakter vises det spesielt til krav som er angitt i den til enhver tid gjeldende konkurransegrunnlag-malen og tilhørende dokumenter.

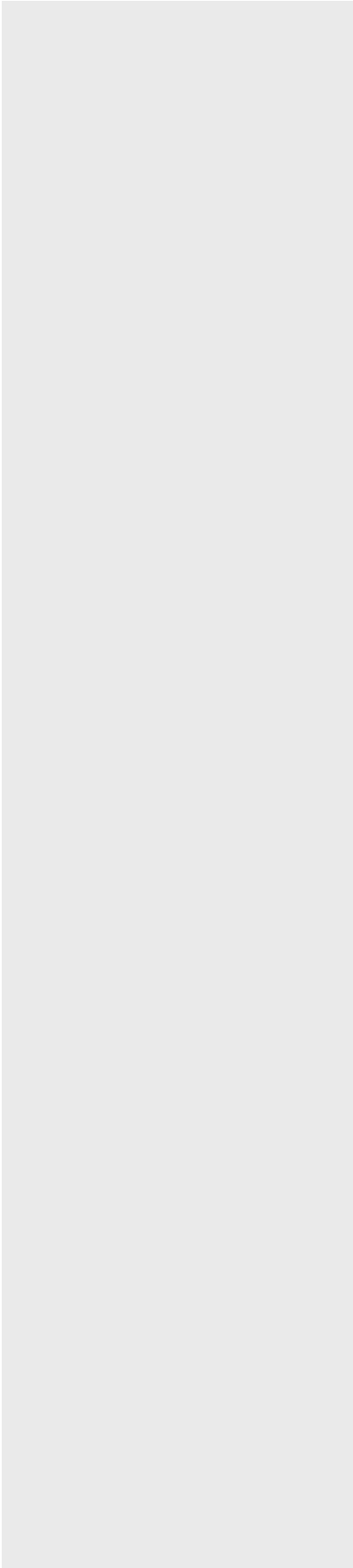
For drifts- og vedlikeholdskontrakter med funksjonsansvar vises det til håndbok R760 kap. 6.

Se også håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold av riksveger (Ref. 10). Standarden beskriver grunnlaget for drift og vedlikehold av veger gjennom funksjonskrav, samt konkretiserer nivået for innsatsen gjennom krav til tilstand og/eller krav til tiltak.

Referanser

Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelig fra <http://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker>.

1. Arbeidstilsynet: *Forskrift til arbeidsmiljøloven: Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø bygge- og anleggsplasser*(Byggherreforskriften). FOR-2009-08-03-1028.
<http://www.arbeidstilsynet.no/forskrift.html?tid=209624>
2. Statens vegvesen: *Arbeid på og ved veg*. Håndbok N301. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
3. Statens vegvesen: *Vegmeldingstjenesten*. Håndbok R612. Vegdirektoratet, Oslo 2006.
4. Statens vegvesen: *Etiske retningslinjer for grunnerverv*. Håndbok R730. Vegdirektoratet, Oslo 1999.
5. Statens vegvesen: *Avfallshåndtering*. Håndbok R765. Vegdirektoratet, Oslo, 2012.
6. Statens vegvesen: *Styring av vegprosjekter*. Håndbok R760. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
7. Statens vegvesen: *Retningslinjer for utarbeidelse av konkurransegrunnlag*. Håndbok R763. Vegdirektoratet, Oslo 2010.
8. Statens vegvesen: *Prosesskode 1. Standard beskrivelsestekster for vegkontrakter*. Håndbok R761. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
9. Statens vegvesen: *Tegningsgrunnlag*. Håndbok R700. Vegdirektoratet, Oslo 2007.
10. Statens vegvesen: *Standard for drift og vedlikehold av riksveger*. Håndbok R610. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
11. Samferdselsdepartementet: *Forskrift om saksbehandling og ansvar ved legging og flytting av ledninger over, under og langs offentlig veg* (Forskrift om ledninger i offentlig veg). FOR-2013-10-08-1212.
www.lovdata.no



[blank side]

Kapittel 2

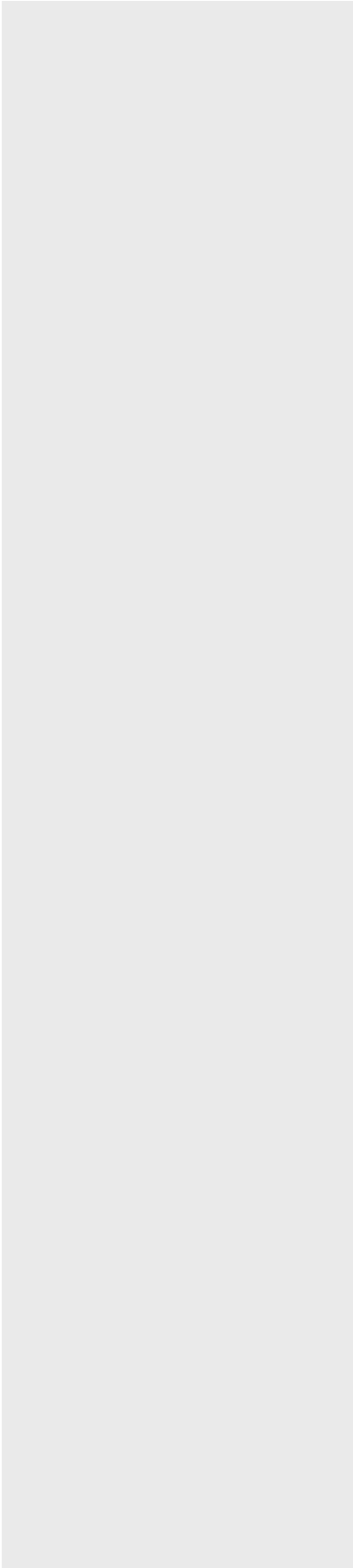
Underbygning og vegskråninger

INNHold

20. GENERELT.....	47
201. INNHOLDSBESKRIVELSE.....	47
202. PLANLEGGING OG PROSJEKTERING	47
202.1 Generelt.....	47
202.2 Geotekniske kategorier.....	47
202.3 Prosjekterings- og utførelseskontroll.....	48
202.31 Klassifisering og krav til kontrollform.....	48
202.32 Prosjektering	50
202.33 Dokumentasjon av prosjektering.....	51
202.34 Kontrollform ved utførelse.....	52
202.4 Grunnundersøkelser, stabilitetsforhold mv.	53
203. KVALITETSSIKRING, SKJÆRINGER.....	54
203.1 Generelt.....	54
203.2 Konsekvensvurdering	54
203.3 Kontrollomfang og toleranser	54
203.4 Dokumentasjon av utført kvalitet.....	55
204. KVALITETSSIKRING, UNDERBYGNING.....	56
204.1 Generelt.....	56
204.2 Konsekvensvurderinger	57
204.3 Kontrollomfang, krav og toleranser.....	57
204.4 Dokumentasjon av utført kvalitet.....	60
205. SETNINGER	60
205.1 Setninger på langs.....	61
205.2 Setninger på tvers.....	62
205.3 Verifisering.....	62
206. VINTERARBEID	62
21. VEGETASJONSRYDDING.....	63
210. GENERELT	63
211. OMFANG AV ARBEIDET, BEGRENSNINGER	63
22. SKRÅNINGER OG SKJÆRINGER I BERG.....	64
221. GENERELT	64

221.1	<i>Geotekniske kategorier, bergskjæringer og bergskråninger ..</i>	64
221.2	<i>Prosjekterings- og utførelseskontroll.....</i>	64
221.3	<i>Forundersøkelser, prosjektering og utførelse.....</i>	65
221.31	<i>Forundersøkelser</i>	65
221.32	<i>Prosjektering og utførelse.....</i>	65
222.	FUNKSJONSKRAV	66
223.	SIKRING AV BERGSKRÅNINGER	67
224.	AVDEKNING FØR SKJÆRINGSSPRENGNING	67
225.	UTFORMING AV SKJÆRINGSPROFIL	67
226.	SPRENGNING.....	69
226.1	<i>Generelt</i>	69
226.2	<i>Dypsprengning.....</i>	70
226.3	<i>Grunnsprengning</i>	71
227.	RENSK AV BERGSKJÆRINGER	73
228.	SIKRING AV BERGSKJÆRINGER.....	73
229.	ISSIKRING AV BERGSKJÆRINGER	74
23.	GRUNNFORSTERKNING	75
230.	GENERELT.....	75
231.	MASSEUTSKIFTING	75
232.	FORBELASTNING.....	77
233.	MOTFYLLING	78
234.	LETTE FYLLINGER.....	79
235.	ARMERING UNDER FYLLING	80
236.	PELING UNDER VEGFYLLING	81
237.	KALK/SEMENTPELER	82
238.	GRUNNVANNSSENKNING.....	83
239.	MYRBRU	84
24.	SKRÅNINGER OG SKJÆRINGER I JORD	85
240.	GENERELT.....	85
241.	FUNKSJONSKRAV	85
242.	UTFORMING AV SKJÆRINGSPROFIL	86
243.	GRAVING OG UTLASTING.....	87
244.	KONTROLL AV SKJÆRINGSPROFIL	87
245.	SKRÅNINGER I JORD.....	87
245.1	<i>Skadetyper.....</i>	87
245.2	<i>Valg av sikringsmetode.....</i>	87
245.3	<i>Eablering av vegetasjon</i>	89
245.4	<i>Drenering av vegskråninger</i>	89
245.41	<i>Overflatedrenering.....</i>	89
245.42	<i>Grunnvannsdrenering</i>	89
245.5	<i>Masseutskifting</i>	91
25.	FYLLINGER.....	92
250.	GENERELT.....	92
251.	FYLLINGSSKRÅNING	93
252.	RENSK.....	93
253.	FYLLINGSSÅLE I TVERRSKRÅNENDE TERRENG.....	94
253.1	<i>Fyllingssåle i jordterreng</i>	94
253.2	<i>Fyllingssåle i bergterreng.....</i>	94
254.	DRENERENDE GRUSPUTE	95

255.	KRAV TIL FYLLMASSENE.....	95
256.	KRAV TIL UTLEGGINGEN.....	96
257.	BREDDEUTVIDELSE.....	98
258.	FYLLING INNTIL BRUER, KULVERTER OG STØTTEMURER.....	99
259.	KONTROLL AV FYLLINGER.....	100
26.	SKRÅNINGER MOT VANN.....	101
261.	ELVEFORBYGNING.....	101
261.1	<i>Forundersøkelser.....</i>	<i>101</i>
261.2	<i>Sikringsmetoder.....</i>	<i>101</i>
262.	SIKRING MOT BØLGEEROSJON.....	102
REFERANSER.....		103



[blank side]

20. Generelt

201. Innholdsbeskrivelse

Kapitlet om underbygning og vegskråninger har følgende delkapitler: kap. 20 Generelt, kap. 21 Vegetasjonsrydding, kap. 22 Skråninger og skjæringer i berg, kap. 23 Grunnforsterkning, kap. 24 Skråninger og skjæringer i jord, kap. 25 Fyllinger og kap. 26 Skråninger mot vann.

202. Planlegging og prosjektering

202.1 Generelt

For geoteknisk prosjektering vises det til Håndbok V220 "Geoteknikk i vegbygging" (Ref. 2), NS-EN 1990:2002+NA:2008 *Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner* (Eurokode 0, Ref. 22) og NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 *Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler* (Eurokode 7 del 1, Ref. 10). Det er i Eurokode 7 del 1 definert ulike Geotekniske kategorier som gir krav til omfang av prosjektering. Videre er det i Eurokode 0 angitt hvilken kontrollklasse som skal anvendes og hvem som kan utføre kontrollen, avhengig av hvilken konsekvensklasse/pålitelighetsklasse konstruksjonen plasseres i. Det vises også til Byggherreforskriften (Ref. 13).

202.2 Geotekniske kategorier

Geotekniske kategorier er definert på følgende måte:

Geoteknisk kategori 1: bør bare inkludere små og relativt enkle konstruksjoner hvor det er mulig å sikre at grunnleggende sikkerhetskrav blir tilfredsstillt på grunnlag av erfaring og kvalitative geotekniske undersøkelser og hvor prosjektet medfører liten risiko.

Geoteknisk kategori 2: bør omfatte konvensjonelle typer konstruksjoner, skjæringer og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- og belastningsforhold og hvor prosjekteringen baseres på kvantitative geotekniske data og analyser og rutinemessige prosedyrer som sikrer at grunnleggende krav blir oppfylt. Eksempler på prosjekteringsoppgaver er:

- sålefundamentering
- platefundamentering (hel såle)
- pelefundamentering
- vegger eller andre støttekonstruksjoner som holder igjen jord eller vann
- utgravinger
- brupilarer og landkar
- fyllinger og jordarbeider
- jordforankringer og andre forankringssystemer
- tunneler i hardt, massivt berg hvor det ikke stilles spesielle krav til vanntetthet og annet

202.2

Geotekniske kategorier benyttes til å klassifisere konstruksjoner, eller deler av konstruksjoner, som hjelp til å fastsette kravene til prosjekteringen, avhengig av kompleksitet og risiko.

- Middels høye (inntil 10 meter) bergskjæringer uten spesiell risiko eller vanskelige/uvanlige grunnforhold mht. sprengning og stabilitet

Geoteknisk kategori 3: bør omfatte konstruksjoner eller deler av konstruksjoner som faller utenfor grensene for geoteknisk kategori 1 og 2. Eksempler på prosjekteringsoppgaver er:

- svært store eller uvanlige konstruksjoner
- konstruksjoner som innebærer unormale risikoer eller uvanlige eller eksepsjonelt vanskelige grunn- eller belastningsforhold
- konstruksjoner i jordskjelvutsatte områder
- konstruksjoner i områder hvor det er sannsynlig at grunnen er ustabil, eller der det forekommer vedvarende bevegelser i grunnen som krever separate undersøkelser eller spesielle tiltak.
- undersjøiske tunneler
- tunneler nær bebyggelse eller andre konstruksjoner/anlegg, med strenge innlekkasjekrav, liten bergoverdekning, kompliserte grunnforhold og svakhetssoner, etc
- bergskjæringer høyere enn 10 m (målt fra ferdig veg).

Om bergskjæringer og bergskråninger, se også pkt. 221.

I områder med sensitive grunnforhold (kvikkleire) skal vegprosjekter alltid vurderes klassifisert i geoteknisk kategori 3. Dette gjelder vanligvis også utfylling i sjø med skrånende sjøbunn og stor fyllingshøyde eller massefortrengning samt utfylling i strandsoner med tilsvarende forhold.

Grunnlaget for valg av geoteknisk kategori skal alltid angis i geotekniske prosjekteringsrapporter.

202.3 Prosjekterings- og utførelseskontroll

202.31 Klassifisering og krav til kontrollform

Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse og kontrollklasse

Konsekvensklasse (CC) velges fra Tabell B1 i Eurokode 0 (se også figur 0.1 i håndbok V220). Konsekvensklasse gir lik pålitelighetsklasse (RC), som er grunnlag for valg av kontrollklasse. Sammenhengen mellom pålitelighetsklasse og geoteknisk kategori er vist som skraverte felt i figur 202.1, se også etterfølgende tekst. Tilhørende kontrollklasse er også vist (B, N eller U).

Pålitelighetsklasse (CC/RC)	1	2	3	4 ¹⁾
Geoteknisk kategori				
Geoteknisk kategori 1	B			
Geoteknisk kategori 2		N	U	
Geoteknisk kategori 3		N	U	Skal spesifiseres

1) Pålitelighetsklasse 4 omtales i nasjonal tillegg (NA) til Eurokode 0 og er aktuelt bl.a. ved grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i svært kompliserte tilfeller

Figur 202.1 Kontrollklasse bestemt ut fra geoteknisk kategori og konsekvensklasse/pålitelighetsklasse

202.31

Eurokode 0 benytter begrepene pålitelighetsklasse (RC) og konsekvensklasse (CC). CC er knyttet til RC slik at når CC er lik 1 så vil RC være 1, når CC er lik 2 så vil RC være 2 og når CC er lik 3 så vil RC være 3. Derfor brukes ofte felles-symbolet CC/RC når pålitelighetsklassen angis.

Pålitelighet = konstruksjonens eller en konstruksjonsdels evne til å oppfylle de fastsatte kravene de er dimensjonert for, inklusive dimensjonerende brukstid. Pålitelighet angis vanligvis ved bruk av termer for sannsynlighet. *Merknad: Pålitelighet omfatter konstruksjonens sikkerhet, bruksegenskaper og bestandighet.* (Definisjon iht. Eurokode 0)

For geologisk prosjektering gir geoteknisk kategori 2 konsekvensklasse 2, og geoteknisk kategori 3 gir konsekvensklasse 3.

For geoteknisk prosjektering åpner figur 202.1 for at geoteknisk kategori og konsekvensklasse – og dermed kontrollklasse – ikke nødvendigvis følger hverandre. Eksempler på situasjoner kan være:

- Når prosjektering plasseres i kontrollklasse Normal, mens man for utførelsesfasen velger Utvidet kontroll. Dette er aktuelt der utførelsesfasen vurderes å være mest kritisk.
- Ved valgt konsekvensklasse 3 for prosjektering kan man velge konsekvensklasse 2 for utførelse. Det kan f.eks. være aktuelt der vegtiltaket er enkelt og ikke påvirker områdestabilitetsforholdene vesentlig.
- Det kan være aktuelt å velge forskjellige konsekvensklasser for ulike planfaser, vurdert opp mot risiko for selve planprosessen samt gjennomførbarhet av vegtiltaket.
- Kapittel 202.2 gir geoteknisk kategori 3, men skadekonsekvensen vurderes likevel å tilsvare konsekvensklasse 2.

Ved fastsettelse av geoteknisk kategori angir Eurokode 0 (Ref. 22) at det kan velges ulike kategorier for ulike deler av samme prosjekt.

For de deler av prosjekter som klassifiseres i pålitelighetsklasse 3 og konsekvensklasse 3 etter Eurokode 0 (Ref. 22), skal det gjennomføres utvidet prosjekteringskontroll. Dette gjelder også utredning av områdestabilitet med bakgrunn i Byggteknisk forskrift (TEK 10, Ref. 25) og Norges vassdrags- og energidirektorats veileder 7-2014 *Sikkerhet mot kvikkleireskred* (Ref. 26).

Krav til kontrollform

Kontroll i samsvar med figur 202.2 skal utføres for alle prosjekter for alle planfaser og under bygging.

Kontroll-klasse	Kontrollform					
	Ved prosjektering			Ved utførelse		
	Grunnleggende kontroll	Kollega-kontroll	Uavhengig eller utvidet Kontroll	Basis-kontroll	Intern systematisk kontroll	Uavhengig kontroll
B	kreves	kreves ikke	kreves ikke	kreves	kreves ikke	kreves ikke
N	kreves	kreves	kreves ikke	kreves	kreves	kreves ikke
U	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves

Figur 202.2 Krav til kontrollform avhengig av kontrollklasse

Jfr. Eurokode 7 pkt. 2.1 (11):
En foreløpig klassifisering av en konstruksjon etter geoteknisk kategori bør normalt utføres før de geotekniske undersøkelsene. Kategorien bør kontrolleres og om nødvendig endres ved hvert trinn i prosjekterings- og byggeprosessen.

202.32 Prosjektering

Kontrollform ved prosjektering

Kontrollform ved prosjektering er beskrevet i punktene nedenfor. Krav til kontrollform er vist i figur 202.2.

- Begrenset prosjekteringskontroll (kontrollklasse B) kan utføres av den som utførte prosjekteringen, dvs. *grunnleggende kontroll*
- Normal prosjekteringskontroll (kontrollklasse N) innebærer at det utføres *grunnleggende kontroll* og i tillegg *kollegakontroll*. Denne utføres av en annen person enn den som utførte prosjekteringen
- For kompliserte byggverk bør den ekstra kontrollformen i klasse *utvidet prosjekteringskontroll* (kontrollklasse U) utføres av et annet foretak enn det som utførte prosjekteringen, *uavhengig prosjekteringskontroll*. I øvrige tilfeller kan denne kontrollen utføres som *utvidet kollegakontroll*.

Omfang av prosjekteringskontroll

For prosjekteringskontroll generelt defineres kontrollomfang avhengig av kontrollklasse som vist i Eurokode 0, det nasjonale tillegget NA, pkt. NA.A1.3.1 (903) Prosjekteringskontroll (Ref. 22).

For geologisk prosjekteringskontroll, se også kap. 221.

For geoteknikk skal følgende kontrolleres ved utvidet prosjekteringskontroll:

- Sjekk av forhold relatert til myndighetskrav/regelverk; inklusiv valg av konsekvensklasse, bruddmekanisme og pålitelighetsklasse samt partialfaktor, jfr. Håndbok V220 (Ref. 2), samt Eurokode 0 (Ref. 22) og veiledning 2/2011 fra NVE (Ref. 21, evt. senere revidert utgave)
- Uavhengig vurdering av om utførte grunnundersøkelser gir tilstrekkelig grunnlag for de geotekniske vurderinger
- Uavhengig vurdering, eventuelt tolking, av jordparametere basert på tilgjengelig informasjon, og sammenligning med erfaringsverdier
- Vurdering av utførte stabilitetsberegninger inklusiv benyttede lagdelinger/parametere og regnemodeller. Enkle overslagsbetraktninger for grov stikkprøvekontroll uten egne detaljerte stabilitetsberegninger.
- Vurdering av om valgte steder for beregning dekker kritiske faser og områder, og om prosjekterendes argumentasjon for vurdering og konkludering ut fra situasjon og beregningsresultater aksepteres
- Vurdering av omfang og gjennomførbarhet av angitte stabilitets-sikrende tiltak, inklusiv beskrivelse av utførelse av disse
- Vurdering av kontrollopplegg under utførelse
- For spesielt kompliserte tilfeller utføres separate kontrollberegninger av utvalgte snitt eller situasjoner

Aktuell kontrollklasse ut fra pålitelighetsklasse er vist i figur 202.1.

202.33 Dokumentasjon av prosjektering

Dokumentasjon, generelt

Geotekniske og geologiske rapporter for de ulike planfasene skal gi en oversikt over behov for sikringstiltak og omfang av aktuelle sikringsmetoder basert på de geotekniske og geologiske forhold som er kartlagt ved befaringer og grunnundersøkelser og med de variasjoner som kan forventes. Denne dokumentasjon skal sammen med andre forhold bidra til endelig optimalisering av vegtraseén. Rapportene skal også inneholde forslag til bemanning og nødvendig erfaring og kompetanse for de som skal følge opp prosjektet i byggefasen. Om rapportering av geologisk prosjektering, se også kap. 221.

Dokumentasjon av geotekniske grunnundersøkelser

Grunnundersøkelsene som danner basis for prosjekteringen skal være dokumentert på en oversiktlig måte i form av rapporter. Rapportene skal inneholde oversiktskart som viser plassering av grunnundersøkelsene sammen med kart og gjeldende planer for utbygging (prosjektert veg/tiltak). Det skal være representative lengde- og tverrprofiler som viser grunnundersøkelsene i forhold til eksisterende terreng og prosjektert veg, eventuelt vises også prosjekterte geotekniske tiltak. Dette er nærmere beskrevet i håndbok R700 *Tegningsgrunnlag*.

Dokumentasjon av geoteknisk prosjektering

Dokumentasjon av utført geoteknisk prosjektering skal gjøres i form av tekniske rapporter som beskriver:

- Problemstilling
- valgt geoteknisk kategori, pålitelighets- og konsekvensklasse
- grunnforhold og parametervalg, vanligvis med karakteristiske profiler som viser beregnede situasjoner
- beregningsforutsetninger
- inngangsparametere, mellomregninger, begrunnelser mv. som leder fram til resultatet og hovedresultater fra beregningene
- konklusjoner med nødvendig skissering eller beskrivelse av tiltak
- forutsetninger, restriksjoner og andre føringer for utførelse beskrives med tekst og som påskrift på arbeidstegninger
- eventuelle forutsetninger som skal kontrolleres under utførelsen, og andre særskilte krav til kontroll under utførelsen

Dokumentasjon og beregninger skal være presentert på en tydelig måte, datert, og være signert av utførende og av den som har utført kollegakontroll. Ved bruk av dataprogram for beregninger skal det gis referanser til brukerveiledning og dokumentasjon av programvaren.

Dokumentasjon av uavhengig eller utvidet kontroll

Generelt

For å sikre en tilfredsstillende prosjektgjennomføring kreves det at dokumentasjon av utført utvidet geoteknisk prosjekteringskontroll (i form av kontrollrapport) skal foreligge sammen med konkurransegrunnlaget før utlysning av konkurransen. For tidligere planfaser skal prosjekteringskontrollen gjennomføres før framlegging av plandokumentene.

Prosjekteringskontrollen gjennomføres i regi av byggherren for det aktuelle prosjektet. For prosjekter i konsekvensklasse 3 eller geoteknisk kategori 3

202.33

Geotekniske og geologiske forhold bør vektlegges i arbeidet med reguleringsplanen. Variasjon i grunnforholdene kan ha stor betydning for optimalisering av vegtraseén.

For generelle krav til rapportering av grunnundersøkelser, se også håndbok R760.

skal kontrollen utføres av et annet foretak enn det som utførte prosjekteringen. I denne sammenheng anses alle regioner samt Vegdirektoratet som samme foretak. Det er byggherren som bestiller kontrollen, og korrespondansen mellom den prosjekterende, byggherren og kontrolløren skal arkiveres i henhold til håndbok R760 *Styring av vegprosjekter*.

Rapportering av prosjekteringskontroll

I kontrollrapporter fra prosjekteringskontrollen skal det skilles mellom alvorlige og mindre alvorlige merknader. Det skal gis en uttalelse om kontrollørens vurdering av gjennomførbarhet for prosjekterte tiltak på grunnlag av den mottatte dokumentasjonen.

202.34

De to første punktene dekkes normalt av entreprenørens driftskontroll.

For kontroll av utførelsen i kontrollklasse U vil byggherren normalt være tilstrekkelig uavhengig av den utførende, hvis ikke utførelsen er basert på observasjonsmetoden i henhold til Eurokode 7 (Ref. 10).

202.34 Kontrollform ved utførelse

Kontrollform ved utførelse er beskrevet i punktene nedenfor. Krav til kontrollform er vist i figur 202.2.

- Med begrenset utførelseskontroll (kontrollklasse B) menes en kontroll som skal omfatte alt utført arbeid og som skal utføres av personen eller foretaket som utførte arbeidet, dvs. en *basiskontroll*.
- Med normal utførelseskontroll (kontrollklasse N) menes at det i tillegg til basiskontroll skal utføres en intern systematisk og regelmessig kontroll med faste rutiner i foretaket som utfører arbeidet, dvs. både *basiskontroll* og *intern systematisk kontroll*.
- Med utvidet utførelseskontroll (kontrollklasse U) menes at det i tillegg til basiskontroll og intern systematisk kontroll skal utføres en uavhengig kontroll ved et annet foretak som er uavhengig av foretaket som utførte arbeidet, dvs. *basiskontroll*, *intern systematisk kontroll* og *uavhengig kontroll*.

202.4 Grunnundersøkelser, stabilitetsforhold mv.

Generelt

Stabilitetsforholdene for planlagt ny og utbedret veg må gjennom prosjekteringen sikres både i bygge- og driftsfasen. Dette gjelder alle stabilitetsforhold relatert til berg og løsmasser. For skråninger/skjæringer i berg, se kap. 22.

For nødvendig omfang av grunnundersøkelser i løsmasser vises det til Håndbok V220, Kap 1 (Ref. 2) og for tunneler til Håndbok N500 (Ref. 4). Det skal i tillegg utføres geologisk kartlegging av alternative vegtraséer i dagen for om mulig å optimalisere steinmaterialkvaliteten i utsprengt berg, samt minimalisere innslaget av bergarter som kan gi dårlig stabilitet eller forurensende avrenning. Detaljgraden av undersøkelser vil variere for de ulike planfasene og relevant geoteknisk kategori, med

- kontroll av kritiske punkter under utredninger for områdeplaner (på fylkes- og kommunenivå)
- tilstrekkelige undersøkelser til å dokumentere omfang og gjennomførbarhet av planlagte terrenginngrep i reguleringsplan
- detaljerte undersøkelser som dekker alle elementer som inngår i prosjektet for byggeplan.

Planlegging og gjennomføring av grunnundersøkelser for vurdering av stabilitet og setninger, samt for dimensjonering og frostsikring av vegoverbygningen, jfr. kap. 5 pkt. 510.3, bør gjøres samlet. Grunnundersøkelser ved breddeutvidelse er omtalt i kap 257.

Sikkerhetsnivå ved stabilitetsberegninger i løsmasser skal være i samsvar med gjeldende utgave av håndbok V220 (Ref. 2).

Områdestabilitet

I tillegg til å sikre at lokalstabiliteten for de enkelte vegelementer er ivaretatt, er det også nødvendig å vurdere stabiliteten av større områder som vegen går gjennom. Spesielt viktig er dette i områder hvor det er påvist kvikkleire i undergrunnen og i områder hvor det er mulighet for at kvikkleire kan forekomme. Mulighet for forekomst av kvikkleire gjelder områder som ligger under den marine grense, se Håndbok V220, kap. 3 (Ref. 2). Kwartærgeologiske kart som kan innhentes fra Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) gir oversikt over områder med marin leire. I tillegg er det for Trøndelag, deler av Sør-Norge og enkelte områder i Nord-Norge gjennomført kartlegging av skredfarlige kvikkleireområder. Potensielle faresoner er avmerket på kart som kan lastes ned fra www.skrednett.no.

Områder med kvikkleire utgjør ikke nødvendigvis en stabilitetsfare i alle sammenhenger. Dette vil være avhengig av omfang av kvikkleire, terrengforhold, erosjonsfare i eventuelle raviner, bekkedrag og elver samt andre forhold som kan utløse glidninger i kvikkleirelaget. Selv mindre glidninger i slike løsmasser kan utløse omfattende skred.

For vegprosjekter er det derfor viktig å se både på om det området vegen skal gå gjennom kan rase ut, og om potensielle skredmasser fra tilliggende

202.4

Grunnundersøkelser

Se også pkt. 202.33. Generelle krav til rapportering av grunnundersøkelser er gitt i håndbok R760. Alle grunnundersøkelser stedfestes og leveres digitalt i samsvar med håndbok V770.

Områdestabilitet

Norges Vassdrags- og Energi-direktorat (NVE) har utarbeidet en retningslinje 2-2011 *Flaum- og skredfare i arealplanar* (Ref. 21) som også omhandler skredfare og krav til utredning av faregrad i områder med kvikkleire, med tanke på områdestabilitet.

Vedlegg 1 i retningslinje 2-2011 er i 2014 oppdatert og utgitt som NVE veileder nr. 7-2014 *Sikkerhet mot kvikkleireskred* (Ref. 26).

For vurdering av forholdene i et kvikkleireområde er det viktig at det foretas en grundig kartlegging av kvikkleireforekomstens utbredelse og at det foretas en risikoanalyse (RISKEN).

Vegprosjekter i kvikkleireområder skal alltid vurderes klassifisert i Geoteknisk kategori 3, se pkt. 202.2.

203.1

For overordnet risikovurdering se Håndbok R760, pkt. 3.1.9 (Ref. 6).

For virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt fra sprengning på byggverk, inkludert tunneler og bergrom, se NS 8141-1 (Ref. 11a).

203.2

Konsekvensområder:

Anleggskostnader

Ved analyse av anleggskostnadene vurderes spesielt hva de alternative skjæringsprofilene krever av sikringstiltak med hensyn på trafikkikkerhet, erosjonssikring og landskapstilpasning. Aktuelle alternativer innen dette området er:

- terrenggrøft
- fangmur
- jordskråning mot fjellet
- rekkverk
- fanggrøft
- tilpasning til jordskråningshelning
- stabilitetssikringstiltak (rensk, bolter, nett, m.v.)
- iskjøvingssikring

Vedlikeholdskostnader

- forskjeller avhengig av vegens tverrprofil, vegtstyr osv.

Trafikkikkerhet

- forskjell i ulykkesfrekvens mellom rekkverk, slak skråning, m.v.

Miljø

- landskapsmessige vurderinger (estetikk, skråningsstabilitet)
- naboforhold (arealforbruk, vegetasjonsulemper, sikkerhet, m.v.)

Andre konsekvenser

- transportproduksjon

områder kan treffe og skade vegen. For veger nær strandsoner vil dette bety at kartlegging både av terreng og grunnforhold bør foretas i god avstand ut i vannet fra strandkanten, ut til og forbi marbakken. Ved kryssing av elver i områder med kvikkleire vil det også være behov for å undersøke erosjonsfaren i elva både oppstrøms og nedstrøms for krysningspunktet og eventuelt foreta erosjonssikring eller andre stabilitetstiltak.

203. Kvalitetssikring, skjæringer

203.1 Generelt

Risikovurdering

Det skal gjennomføres risikovurderinger etter Byggherreforskriften (Ref. 13) og NS 5815:2006 *Risikovurdering av anleggsarbeid* (Ref. 23). Det skal spesielt utarbeides spesifikke krav ved arbeider som er nevnt i Byggherreforskriften (blant annet sprengningsarbeider). For bergskjæringer høyere enn 10 m stilles det spesielle krav (se kap. 22). Utførte risikovurderinger, forutsetninger, spesifikke tiltak og planer skal gjøres kjent ved anbud/kalkulasjon.

Restriksjoner ved sprengning

Det skal kontrolleres at sikkerheten er ivaretatt både mht. mennesker/dyr og eiendom/utstyr (se også kap. 226.1). Videre skal behov for måling av vibrasjoner vurderes og om det er aktuelt å tilpasse sprengningen. Sprengningen skal planlegges og utføres slik at massene og profilet er egnet til tiltenkt formål.

203.2 Konsekvensvurdering

Eksempel på valg av tiltak:

Skjæringsprofil

I Håndbok N100 Veg- og gateutforming (Ref. 3) er det beskrevet en rekke avveininger som nedfelles i plandokumentene og som setter rammer for de valg av teknisk karakter som skal gjennomføres før anleggsstart. Dette har betydning for endelig massebalanse og linjepålegg, som først framkommer ved de anleggstekniske beslutninger.

Utformingen av vegens tverrprofil har stor betydning for vegbruker, nabo og vegholder. Det er derfor viktig at de totale konsekvenser framkommer før valgene treffes.

Alternativene framkommer ved variasjon i skråningshelninger, bredder og høyder samt tilpasning til jordbruksområder og landskap forøvrig.

203.3 Kontrollomfang og toleranser

Kontrollomfanget for forhold som vedrører sikkerhet, er uavhengig av vegtype. For forhold som vedrører geometriske krav, gjelder samme regler som for kap. 204.

203.4 Dokumentasjon av utført kvalitet

For dokumentasjon av utført kvalitet skal følgende registreres (minimums-dokumentasjon):

- forundersøkelser av betydning for framtidige forhold
- sprengningsdybde i trauet
- utkilinger
- utført grunnforsterkning
- utført bergsikring
- spesielle løsninger/forhold

204. Kvalitetssikring, underbygning

204.1

Vedrørende prosjektering, sikkerhetsnivå og beregningsmetode, se Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging (Ref. 2).

Ved veganlegg kan det oppstå vanskeligheter med stabiliteten i følgende tilfeller:

- fyllinger på lite bæredyktig grunn
- skjæringer, særlig i bløt leire eller silt
- utgravninger for fundamenter og ledninger
- ved forstøtningsmurer og brukar
- ved pelearbeider
- ved større endringer i vanninnhold eller grunnvannstand
- ved fyllinger på skrått terreng
- ved grøftarbeider

I friksjonsjordarter opphører setningene som regel umiddelbart etter at lasten er påført. I humusholdige masser kan setningene gå over lengre tid. I kohesjonsjordarter skjer setningene gjerne over lengre tid, ofte flere tiår.

204.1 Generelt

Det skal legges vekt på å utføre terrenginngrep med god tilpasning til eksisterende miljø. Der grunnforholdene er vanskelige, skal skjæringsdybdene og fyllingshøydenes søkes begrenset, slik at spesielle sikringstiltak ikke blir for omfattende. Når naturlig terreng har liten sikkerhet, skal sikring vurderes i tidlig planfase selv om inngrepet i seg selv er av beskjeden omfang. Ved vurdering av tiltak for å motvirke setninger bør det legges særlig vekt på å unngå setningsforskjeller.

Følgende element vurderes spesielt:

Tilpasning til produksjonsplanleggingen

For å oppnå kvalitetskravene bør følgende forhold i produksjonsplanleggingen tillegges stor vekt:

- materialvalg
- tidspunkt for utførelse
- utstyr tilpasset materialer og årstid

Utglidninger/skred

Det skal tas nødvendige forholdsregler for å hindre utglidninger/skred og andre utilsiktede skader.

Telehiv/setninger

Forholdsregler som skal forebygge telehiv og setninger, skal avklares i planprosessen. Arbeidet skal utføres slik at ulemper pga. telehiv/setninger minimaliseres.

204.2 Konsekvensvurderinger

Eksempel på valg av tiltak:

Valg av skjæringsprofil i løsmasser og berg og fyllingsprofil på løsmasser

I Håndbok N100 Veg- og gateutforming (Ref. 3) er det beskrevet en rekke avveininger som nedfelles i plandokumentene og som setter rammer for de valg av teknisk karakter som skal gjennomføres før anleggsstart. Dette har betydning for endelig massebalanse og linjepålegg, som først framkommer ved de anleggstekniske beslutninger.

Håndbok N100 Veg- og gateutforming (Ref. 3) gir krav til utforming av vegarealet fra vegkant til vegkant inkludert skulder. Krav til oppbygging av vegkroppen er gitt i kap. 5. Krav til rekkverk og sideterreng er gitt i Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder (Ref. 8).

Utforming av vegens tverrprofil har stor betydning for vegbruker, nabo og vegholder. Det er derfor viktig at de totale konsekvenser framkommer før valgene treffes.

Alternativene framkommer ved variasjon i skråningshelninger samt tilpasning til jordbruksområder og landskap for øvrig.

204.3 Kontrollomfang, krav og toleranser

Figur 204.1 viser minstekrav til kontrollomfang når det gjelder geometri i skjæringer og fyllinger avhengig av vegtype.

Kontroll av	Krav til	Kontrollomfang ²⁾		
		Pr. lengde- enhet m	Minimum antall målinger	
			H, S	A
Skjæring og fylling	- Høyde planum ¹⁾	100 m	5	2
	- Bredde planum	100 m	5	2
	- Skråninger	100 m	5	2

1) Minst 3 målepunkter i hvert tverrprofil

2) Innmålte punkter i profilet skal registreres med tverrprofilnummer og x-, y- og z-koordinater og dokumenteres mot tilsvarende prosjekterte punkter. Differansen mellom det målte og prosjekterte skal framkomme og avvik synliggjøres.

H = Hovedveg, S = Samleveg, A = Adkomstveg

Figur 204.1 Omfang av geometrisk kontroll for skjæringer og fyllinger

Figur 204.2 viser minstekrav til kontrollomfang ved oppbygging av fyllinger. Figur 204.3 viser krav og toleranser til komprimering med Standard Proctor. Figur 204.4 viser toleranser for geometriske krav til planum.

204.2

Konsekvensområder:

Anleggskostnader

Ved analyse av anleggs kostnadene vurderes spesielt hva de alternative skjæringsprofilene krever av sikringstiltak med hensyn til trafikksikkerhet, erosjons-sikring og landskapstilpasning. Aktuelle alternativer innen dette området er:

- etablering av vegetasjon
- terrenggrøft
- skråningsdren
- midlertidig sikring
- grus- eller pukklag
- masseutskifting

Vedlikeholdskostnader

- forskjeller avhengig av vegens tverrprofil, vegutstyr osv.

Trafikksikkerhet

- forskjell i ulykkesfrekvens mellom rekkverk, slak skråning, m.v.

Miljø

- landskapsmessige vurderinger (estetikk, erosjon)
- naboforhold (arealforbruk, vegetasjonsulemper, sikkerhet)

Andre konsekvenser

- transportproduksjon

For kontrollomfang til fyllinger av lette masser, se kap. 234. Se også Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, kap. 2.4 (Ref. 9).
 Komprimeringskrav for leirfyllinger, se Håndbok V221, kap. 2.2 (Ref. 9).

Kontroll av	Kvalitetskrav til	Kontrollomfang		
		Pr. mengde-enhet	Minimum antall prøver	Dokumentasjon
Utsprengt berg				
- Klassifisering	Materialtype ¹⁾	Hvert lag	V	Loggbok ⁵⁾
- Komprimering	Antall passeringer (Figur 256.3)	Hvert lag	K	Kartfremstilling ⁷⁾
Friksjonsmasser Grovkornige				
- Klassifisering	Jordartsbestemmelse ²⁾	Hvert lag 10 000 m ³ ⁶⁾	V 1 ²⁾	Loggbok ⁵⁾ Analyse-resultat
- Komprimering	Antall passeringer (Figur 256.3)	Hvert lag	K	Kartfremstilling ⁷⁾
Friksjonsmasser Selvdrenerende				
- Klassifisering	Jordartsbestemmelse ²⁾	Hvert lag 10 000 m ³ ⁶⁾	V 1 ²⁾	Loggbok ⁵⁾ Analyse-resultat
- Komprimering	Ved oppstart: Densitet (Figur 204.3)	Ved start	1	Analyse-resultat
	Ved drift: Antall passeringer	Hvert lag	K	Kartfremstilling ⁷⁾
Silt, leire og leirig morene				
- Klassifisering	Jordartsbestemmelse ³⁾	2000 m ³ ⁶⁾	1	Analyse-resultat
- Komprimering	Densitet	Hvert lag	1 ⁴⁾	Måleresultat
	Lagtykkelse 20 cm	Hvert lag	1	Måleresultat

V Visuell kontroll (hvert lag pr. 150 m fyllingslengde)

K Kontinuerlige registreringer med valsemontert GPS-utstyr

1) For berg: Blokkstørrelse, petrografi (visse bergarter)

2) For friksjonsmasser: Korngradering, humusinnhold og vanninnhold: Minst en prøve pr. fylling og for hver 10 000 m³

3) For silt/leire: Vanninnhold, plastisitet og korngradering: Minst en prøve pr. fylling og for hver 2000 m³, ved fet leire kan prøveomfanget reduseres.

4) 5 doble avlesninger med isotopmåler (Troxler el. tilsvarende)

5) Loggbok skal inneholde følgende: Dato utført arbeid evt. klokkeslett, sted, lag nr., lagtykkelse, materialtype, utført komprimeringsarbeid, evt. prøvetaking, signatur av utførende/kontrollerende og merknadsfelt

6) Angitt volum gjelder tam³

7) Kartoversikt som viser antall overfarter som er kjørt på hvert lag.

Figur 204.2 Kontrollomfang for fyllinger

Plassering i fylling	Dimensjonerende krav	Densitetsmålinger 5 prøver eller flere		Densitetsmålinger Mindre enn 5 prøver SP
		Middelverdi	Enkeltverdi	Enkeltverdi
Dypere enn 3 m under traubunn	95 %	Min. 96 %	Min. 91 %	Min. 94 %

Figur 204.3 Krav til densitet for friksjonsmasser i fylling (prosentandel av Standard Proctor, SP)

Vegtype	Hoved- og samleveger (H, S)		Andre veger (A, G/S)	
	Enkeltverdi	Middelverdi	Enkeltverdi	Middelverdi
Høyde (traubunn/planum på løsmasse)				
Maks.	+ 40 mm ¹⁾	+ 20 mm	+ 60 mm ¹⁾	+ 30 mm
Min.	- 40 mm ¹⁾	- 30 mm	- 60 mm ¹⁾	- 50 mm
Høyde (traubunn/planum på steinfylling/bergskjæring)				
Maks.	+ 100 mm ¹⁾	+ 30 mm	+ 100 mm ¹⁾	+ 30 mm
Min.	- 100 mm ¹⁾	- 30 mm	- 100 mm ¹⁾	- 50 mm
Bredde ²⁾				
Maks.	+ 100 mm		+ 100 mm	
Min.	± 0 mm		± 0 mm	
Skråning ³⁾				
	± 150 mm ⁴⁾		± 150 mm	
	± 300 mm ⁵⁾			

1) Gjelder enkeltpunkter i tverrprofilet

2) Horisontalt avvik fra de prosjekterte ytterbegrensningene

3) Gjelder jordskråninger

4) Gjelder for skråninger 0-5 m under traubunn

5) Gjelder for skråninger > 5 m under traubunn

H = Hovedveg, S = Samleveg, A = Adkomstveg, G/S = Gang- og sykkelveg

Figur 204.4 Toleranser for geometriske krav til planum (mm) pr. 500 m tofelts ev. 1000 m enfelts veg

204.3

Om Proctormetodens anvendelighet og begrensninger, se også kap. 5, pkt. 520.4. Vær OBS på forskjellen mellom Standard Proctor (brukes for underbygning) og Modifisert Proctor (brukes for vegfundament, se kap. 5).

204.4

Om dokumentasjon, se også kap. 0, pkt. 035.

204.4 Dokumentasjon av utført kvalitet

For dokumentasjon av utført kvalitet skal følgende registreres (minimums-dokumentasjon):

- forundersøkelser av betydning for framtidige forhold
- hvor det er grunnforsterket og type forsterkning/utførelse
- utkilinger, dybde/lengde
- representative kvalitetsdata fra store fyllinger
- materialkvalitet
- komprimering (middelverdier)
- spesielle løsninger/forhold

205.

Dersom det for eksempel i forbindelse med reasfaltering registreres at asfalttykkelsen på kortere vegstrekninger avviker fra tilstøtende veg med mer enn ca. 0,4 m kan det være aktuelt å undersøke de geotekniske forholdene i området.

205. Setninger

Setningsforskjeller på langs og på tvers av vegbanen bør ikke overstige kravene gitt nedenfor i punkt 205.1 og 205.2 innenfor overbygningens dimensjoneringsperiode (normalt 20 år).

Justering av veghøyde bør ikke forutsettes innenfor dimensjoneringsperioden om ikke totalkostnaden, inkludert kostnader for nivåjustering, blir redusert.

I vegens lengderetning gjenspeiler setningskravet trafiksikkerhet og komfort. Høyere krav kan stilles ut fra estetiske eller driftstekniske grunner (overvannssystem e.l.). På tvers av vegen gjenspeiler kravet trafiksikkerhet.

Vegens over- og underbygning skal utformes med hensyn på setninger slik at forutsatte dreneringsforhold for overbygningen opprettholdes, og at høydetoleranser ellers er oppfylt.

Ved plankryssinger fastsettes krav til setningsforskjeller etter særskilt vurdering.

Det skal tas hensyn til setninger både i undergrunnen og i fyllinger.

Verifisering av at kravene er oppfylt skal skje i henhold til kap. 205.3.

Hvis uventet høy setningshastighet observeres bør årsak og eventuelle tiltak vurderes.

205.1 Setninger på langs

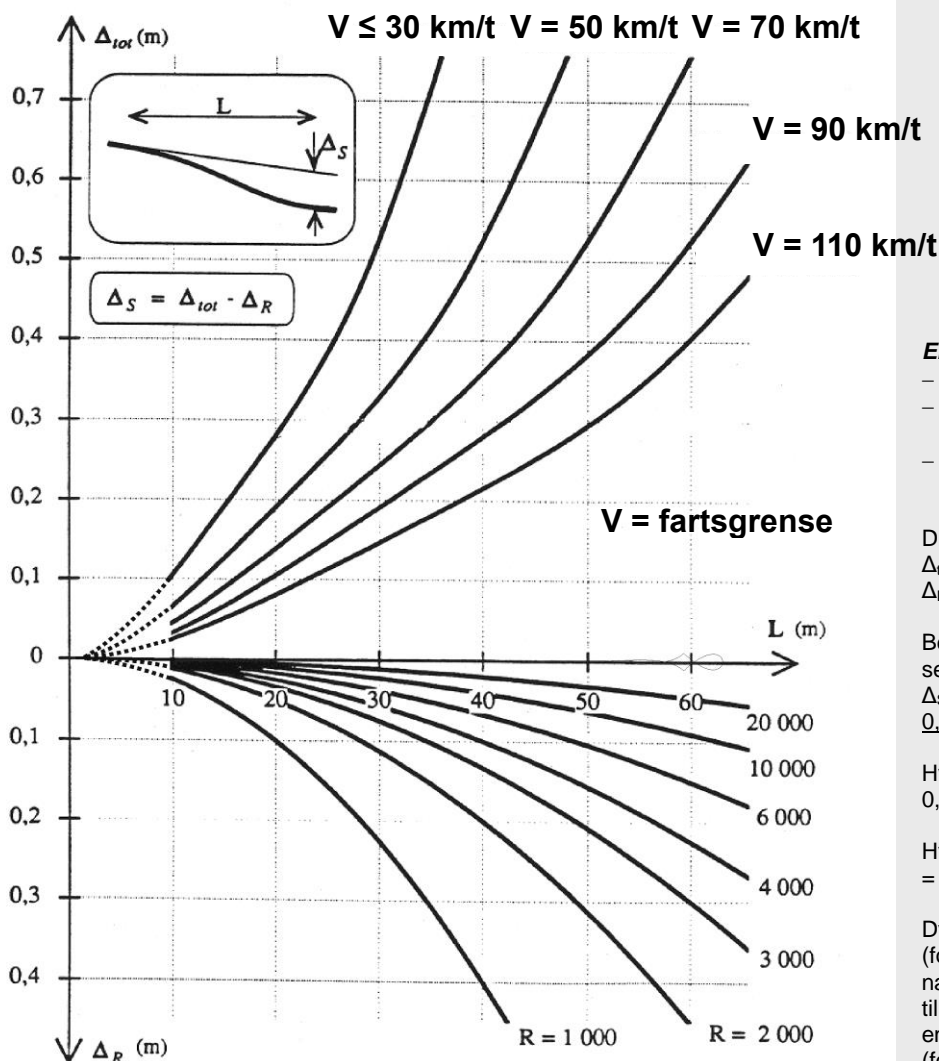
Største tillatte setningsforskjell Δ_S i vegbanen på strekningen L er:

$$\Delta_S = \Delta_{tot} - \Delta_R$$

der:

L er avstand i lengderetning hvor setningsforskjellen måles, angitt i meter
R er vertikalradius, angitt i meter

Størrelsen på Δ_{tot} og Δ_R framgår av figur 205.1. V i figuren tilsvarende fartsgrense i henhold til Håndbok N100 Veg- og gateutforming (Ref. 3).



205.1

Setningskravene er i hovedsak tilpasset ut fra svenske retningslinjer.

Eksempel, bruk av figur 205.1:

- Skiltet hastighet $V = 90$ km/t
- Vertikal radius, veglinje $R = 5000$ m
- Avstand mellom profiler som skal sammenlignes, $L = 40$ m

Diagrammet gir:

$$\Delta_{tot} = 0,28 \text{ m}$$

$$\Delta_R = 0,08 \text{ m}$$

Beregning av største tillatte

setningsforskjell i vegbanen:

$$\Delta_S = \Delta_{tot} - \Delta_R = 0,28 \text{ m} - 0,08 \text{ m} = \underline{0,20 \text{ m}}$$

Hvis derimot $L = 60$ m blir $\Delta_S = 0,53 - 0,19 \text{ m} = \underline{0,34 \text{ m}}$

Hvis $L = 20$ m blir $\Delta_S = 0,11 - 0,02 \text{ m} = \underline{0,09 \text{ m}}$

Dvs. at ved korte, brå overganger (for eksempel fylling inntil en tilnærmet setningsfri kulvert) er kravet til maks. setningsforskjell strengere enn ved lange, gradvise overganger (for eksempel en lang fylling med jevnt avtakende tykkelse mot fast grunn).

$$\Delta_R = 0 \text{ for } R = \infty \text{ (uendelig stor)}$$

Rettholtskrav (jevnhet) gjelder innenfor 3 m.

Figur 205.1 Største tillatte setningsforskjell Δ_S på strekningen L

205.2 Setninger på tvers

Største tillatte tverrfallsavvik på grunn av setninger er 1,0 prosent (prosent-enhet). Ved bruer er tillatt tverrfallsavvik null (0) i direkte tilknytning til brua og øker lineært til 1,0 prosent innenfor en overgangsstrekning som er:

- 30 m ved dimensjonerende fart 50 – 70 km/t
- 50 m ved dimensjonerende fart 90 – 110 km/t

205.3 Verifisering

Verifisering av setningskravene skal skje ved beregning av setninger og tidsforløp hvor det tas hensyn til kryptsetninger. Det skal tas hensyn til hvordan spenningsendringer og deformasjoner påvirker jordens egenskaper og geometrien.

Alternativt kan setningsberegningene skje ved forenklet metode dersom denne kalibreres til en metode som tar hensyn til krypt (sekundærsetninger).

Det er normalt ikke nødvendig å ta hensyn til krypt ved

- selvdrenerende jord
- belastningsnivå mindre enn 80 % av forkonsolideringsspenningen

Setningsmålinger skal gjøres med slik målenøyaktighet, frekvens og over så lang tid at restsetningene kan bestemmes med tilfredsstillende nøyaktighet. Belastningsendringer skal dokumenteres. Ved bestemmelse av gjenværende setningsforløp gjennom måling skal det tas hensyn til evt. teles innvirkning på målt setning.

I mange tilfeller er den mest hensiktsmessige verifiseringsmetode beregninger komplettert med oppfølging av setningsutvikling.

206. Vinterarbeid

Frosne jordmasser skal ikke legges i fyllinger.

Det er likevel mulig å bygge vegfyllinger av jord også om vinteren, så lenge lufttemperaturen ikke er lavere enn ca. – 5 grader Celsius og det ikke er nedbør. En må derfor normalt være forberedt på å fjerne masser som har frosset ved opphold i utleggingen.

Det frarådes å bygge store jord(leir)fyllinger vinterstid. Med store menes i denne sammenheng fyllinger med høyde på over 4 m eller volum på over 5000 m³.

Jordfyllingsarbeider vinterstid er teknisk vanskelige arbeider som krever innsikt og erfaring. Det er nødvendig med god driftsplanlegging og kontinuitet i framdriften, god oppfølging og dokumentasjon av kontrollarbeidet.

Det vil være gunstig å benytte seg av tele i vinterhalvåret ved utkjøring av f.eks. bløte masser som legges utenfor selve veglinja. Ved utkjøring av bløte

206.

Komprimeringskrav vil ikke kunne oppfylles dersom fyllingsmassene fryser/er frosset. I vinterhalvåret er det derfor nødvendig at vegetasjonsdekket ligger så lenge som mulig for å hindre/reducere tele i skjæringsmassene. I visse tilfeller kan det være aktuelt å dekke bakken med snø, isolasjonsmatter, halm osv. Bløte masser som myr, bløt leire og silt kan med fordel graves ut vinterstid når telen gir marken økt bæreevne og bedret framkommelighet for tunge maskiner. Bløte masser med tele, is og snø vil bli flytende ved opp-tining og stabilisere seg tilnærmet horisontalt. Demninger for slike masser må derfor bygges med høyde som ivaretar dette.

Problemer som kan oppstå ved frosne masser er ustabilitet og langvarige setninger.

masser til motfylling/deponi, må det bygges demninger nedstrøms, som en fastere del av deponiet. Normalt vil dette være en steinjete.

Det er kostnads- og kvalitetsmessig ofte en fordel å legge overvanns-/drenssystemet før forsterkningslaget legges ut. Slikt arbeid medfører anleggskjøring på traubunn, og kan med fordel utføres i vinterhalvåret på frosset traubunn.

Utlegging av forsterkningslag av sprengt stein kan i noen tilfeller være riktig å utføre vinterstid. Det forutsettes da at snø og is er fjernet fra trauet. Slik utlegging av forsterkningslag er gunstig der trauet har liten bæreevne i sommersesongen. Ved å utnytte telen i trauet ved utlegging av forsterkningslag, reduseres faren for langsgående deformasjoner som hindrer avrenning i trauet og dermed lavere bæreevne på sikt. Det forutsettes at bærelaget ikke legges før telen er borte.

21. Vegetasjonsrydding

210. Generelt

Beskrivelsen gjelder alle arbeider med hogging, rydding og fjerning av buskas, trær og hogstavfall og fjerning av stubber og røtter.

Vegetasjonsdekke og vekstjord (matjord) er omtalt i kap. 224, 240 og 252.

211. Omfang av arbeidet, begrensninger

Trær og busker skal ryddes i tilstrekkelig utstrekning også utenfor selve vegtraséen for å gi økt sikt og for å unngå nedfall i vegområdet. Vegetasjonsrydding skal ikke foretas utover det areal som er angitt i godkjent plan og beskrevet i skjønnsforutsetningene eller i egen skriftlig avtale med grunneier.

Vegetasjon og markdekke som skal bevares, skal sikres og merkes. Spesiell beskyttelse under markryddingsarbeid og etterfølgende arbeider er som regel nødvendig. Aktuelle tiltak er omtalt i Håndbok V221, kap. 3.1 (Ref. 9).

Ved fjerning av vegetasjonsdekke bør en planlegge lokalt gjenbruk på skråninger så langt dette er mulig.

Midlertidig lagring bør skje utenfor veglinja. Materialer som fjernes, bør transporteres til fyllplass eller avtalt deponi.

211. Det kan være aktuelt å ilegge bøter for skade på særskilt verdifulle trær og trærnes rotsone.

22. Skråninger og skjæringer i berg

221. Generelt

221. Sprengningsarbeid er regulert av forskrift om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff (Ref. 16).

Bergskråninger defineres som skråninger og fjellsider dannet ut fra geologiske prosesser. En bergskjæring er skapt ved direkte fysiske inngrep i skråningen for framføring av for eksempel en veg. Skredfaren i naturlige bergskråninger bør kartlegges og klassifiseres ved forundersøkelsene, som igjen kan gi grunnlag for vurdering av stabiliteten i de prosjekterte bergskjæringene.

221.1 Geotekniske kategorier, bergskjæringer og bergskråninger

Generelt om geotekniske kategorier, se pkt. 202.2.

Det stilles spesielle krav til de geologiske undersøkelsene for bergskjæringer høyere enn 10 m (målt fra ferdig veg) og inngrep i foten av større bergskråninger uansett skjæringshøyde (på grunn av mulig fare for underkutting og ras). Slike prosjekter skal i utgangspunktet plasseres i *Geoteknisk kategori 3*, noe som medfører ekstra kontrolltiltak både under prosjektering og bygging. Det betyr ikke at alle aspekter av skjæringen må klassifiseres som Geoteknisk kategori 3 idet det er mulighet for å variere kategori innenfor forskjellige deler av skjæringen. For bergskjæringer der forundersøkelsene viser godt og forutsigbart berg, kan det være aktuelt å benytte Geoteknisk kategori 2. Ingen deler av høye bergskjæringer skal klassifiseres i Geoteknisk kategori 1.

Bergskjæringer lavere enn 10 m kan settes i *geoteknisk kategori 2* dersom det ikke er forhold som kompliserer planlegging og bygging, f.eks. nærliggende bygninger og konstruksjoner og kritisk orienterte svakhetssoner/slepper som kan føre til større utglidninger. I så fall benyttes *geoteknisk kategori 3*.

Skjæringer i foten av høye bergskråninger kan nedklassifiseres til både geoteknisk kategori 2 og 1, avhengig av hva forundersøkelsene avdekker. Nedklassifiseringer skal skriftlig dokumenteres og begrunnes.

221.2 Prosjekterings- og utførelseskontroll

Når det gjelder type kontroll og kontrollomfang i de ulike prosjektfaser vises det til kap. 202.3. For spesielle og spesielt kompliserte prosjekter kan det opprettes uavhengige rådgivende kvalitetsgrupper.

221.3 Forundersøkelser, prosjektering og utførelse

221.31 Forundersøkelser

Forundersøkelser for alle bergskjæringer skal avklare egnet geometrisk utforming ut fra topografiske og geologiske forhold på reguleringsplanstadiet. Utformingen bør likevel kunne forandres underveis etter dokumentert faglig vurdering dersom de geologiske forutsetningene endres i byggefasen. Geologiske forhold kan også legge restriksjoner på den permanente skjæringshøyden.

Forundersøkelsene skal som et minimum omfatte:

- Kartlegging ved bruk av tilgjengelige grunnlag i form av topografiske kart ($M = 1:500 - 1:1000$ på A3-format), tverrprofiler i større målestokk (f.eks. 1:200) og eventuelle flyfotostudier med stereoskopisk dekning. Det bør fortrinnsvis benyttes kart konstruert fra laserscanning, jfr. håndbok V770 *Modellgrunnlag*. På denne bakgrunn foretas kartlegging av løsmasser, berg i dagen, svakhetssoner og strukturetninger.
- I felt- og grunnundersøkelser skal inngå:
 - Løsmassetykkelse over bergmassen, løsmassetyper
 - Bergarter og bergartsgrenser
 - Lagdeling og foliasjon
 - Sprekkemønster, sprekketetthet, strøk og fall
 - Svakhetssoner, strøk og fall
 - Hydrogeologiske forhold i området og fare for iskjøving
 - Kvalitet og anvendelighet av steinmaterialet
 - Eventuell skredfare fra overliggende bergskråning
 - Behov for geofysiske undersøkelser
 - Behov for kjerneboring og/eller andre typer borhullsinspeksjoner

Undersøkelsene må likevel tilpasses prosjektets omfang, vanskelighetsgrad og kompleksitet, som regel sammenfallende med geoteknisk kategori. Den geologiske rapporten skal gjenspeile det samme.

Geologiske rapporter for de ulike planfaser skal, uansett geoteknisk kategori, gi en oversikt over bergart, mulige svakhetssoner og ved behov for sikrings tiltak gi en oversikt over aktuelle sikringsmetoder og antatt sikringsmengde basert på de geologiske forhold som forventes. I tillegg skal geologisk rapport for reguleringsplaner også inneholde forslag om bemanning, nødvendig kompetanse og erfaring til de som skal følge opp i byggefasen.

221.32 Prosjektering og utførelse

I byggeplanfasen bearbeides prosjektet frem til et konkurransegrunnlag. Eventuelle supplerende undersøkelser må da være avklart og gjennomført. Det utarbeides egen rapport for konkurransegrunnlaget hvor det skilles klart mellom innhentede fakta (bergarter, strukturer, boringer, etc.) og tolkninger som er foretatt på dette grunnlag (som antatte stabilitetsforhold, vann, etc.), slik at den utførende får best mulig grunnlag for egne vurderinger.

Ansvarlig for de geologiske undersøkelsene skal kvalitetssikre at konkurransegrunnlaget gjenspeiler de geologiske utfordringene mht skjærings-

utforming, sprengningsmetoder (inkludert salvestørrelser og pallhøyder), sikringsmetoder og sikringsmengder.

For byggefasen skal det sørges for at prosjektet har tilstrekkelig bemanning og den nødvendige bergtekniske/ingeniørgeologiske kompetanse for å håndtere de forventede utfordringene. En person med bergteknisk/ingeniørgeologisk kompetanse skal ha det faglige ansvar for permanent sikring, og skal også utarbeide et kvalitetssikringssystem for geologisk kartlegging, sikring og dokumentasjon. Innsatsen skal gjenspeile, og tilpasses, prosjektets geotekniske kategori og konsekvensklasse.

Under bygging skal berget fortløpende kartlegges og stabilitetsforholdene vurderes slik at sprengningsmetoder (inkl. salvestørrelser og pallhøyder), helningsvinkel og sikring kan bestemmes og utføres på forsvarlig vis.

Berget skal likeledes kartlegges for å bestemme metode/omfang for permanent sikring, der den utførte sikringen også skal dokumenteres sammen med geologien. Eventuelle avvik i sikringsomfang og sikringsmetoder i forhold til det som var forutsatt i konkurransegrunnlaget skal rapporteres og begrunnes.

Det skal utarbeides en ingeniørgeologisk sluttrapport med angivelse av fremtidig inspeksjonsbehov, inkludert en praktisk beskrivelse for når og hvordan vedlikeholdet skal utføres.

I tilknytning til sprengningsarbeidene skal grense for tillatte vibrasjoner innen influensområdet fastlegges i forbindelse med reguleringsplaner. Måleprogram for oppfølging skal også planlegges. Likeledes skal det utarbeides plan for bygningsbesiktigelse med registrering av eventuelle setninger og skader på eksisterende bebyggelse samt tidspunkt for gjennomføring av besiktigelse. Se også pkt. 226.

222. Funksjonskrav

Funksjonskrav for skråninger og skjæringer i berg er vist i figur 222.1.

Krav til	Krav
Trafikksikkerhetsnivå / Grunnlag for prosjektering	Sikkerhetsnivået i skråninger/skjæringer bør være ensartet for hele vegstrekningen som bygges ut.
Sikkerhetsnivå i driftsfasen	Funksjonskravene videreføres på samme nivå i forbindelse med drift og vedlikehold.
Sikkerhetsnivå skjæringstopp/ Skråning	Inngjerding bør vurderes hvis fall av dyr eller mennesker fra skjærings-/skråningstopp kan medføre trafikkfare og/eller skader.
Stabilitet, sikkerhet mot utfall og skred	En skjæring bør bygges slik at man unngår rensk og annen sikring de første 20 årene. Det samme gjelder løsmasse på skjæringstopp.

Figur 222.1 Funksjonskrav for skråninger og skjæringer i berg

221.32

For virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt fra sprengning på byggverk, inkludert tunneler og bergrom, se NS 8141-1 (Ref. 11a).

223. Sikring av bergskråninger

Når det er tvil om bergskråningene er stabile skal det foretas geologiske undersøkelser. Det bør spesielt legges vekt på kartlegging av oppsprekning, type bergart (forvittringsmotstand), hydrogeologiske forhold samt ugunstige sprekke- eller sleppeplan. For vurdering av stabilitet og sikring vises det til VD-rapport nr. 32 *Sikring av veger mot steinskred* (Ref. 24).

Aktuelle sikringsmetoder skal avgjøres ut fra stabilitet, sikkerhet, vedlikehold og økonomi. Ved siden av rensk og nedspregning, kan skråninger stabiliseres med bolting, sikringsnett, sprøytebetong, støttemurer og drenering. Ulemper ved nedfall av stein og blokker kan også løses ved bygging av ledevoller, fanggrøfter, fleksible skredgjerder, tunneler og overbygg.

Stabilitet i bergskråninger ovenfor prosjekterte skjæringer må sees i sammenheng med veganlegget.

224. Avdekning før skjærings-sprengning

Avhengig av bruksområde for sprengningsmassene skal løsmasser fjernes over bergoverflaten etter en av følgende måter:

- a) Fullstendig rensking av berget.
- b) Avdekning av berget slik at det blir liggende igjen maksimalt 0,05 m³ løsmasser pr. m².
- c) Avdekning av berget i den utstrekning det er nødvendig for boring, ladning og sprengning.

Humusholdig jord/vegetasjonsdekke skal tas ut og behandles i samsvar med planlagt etterbruk. Berget bør være avdekket i minst 2,0 m bredde utenfor teoretisk skjæringskant. Andre bredder kan vurderes ved lave skjæringer (< 3 m) og ut fra løsmassetykkelse over berg og tilgjengelighet til skjæringstopp etter uttak av skjæring.

Løsmasser bakenfor skjæringskanten skal utformes med stabil skråningshelning eller andre tiltak som hindrer erosjon og utrasing.

225. Utforming av skjæringsprofil

Bergskjæringer skal utformes med spesiell vekt på geologi (bergartstype, oppsprekking, ugunstige slepper og grunnvannsforhold, spesielt viktig for skjæringer høyere enn 10 meter), trafiksikkerhet og landskapstilpasning. Normalprofilen for bergskjæring når rekkverk ikke benyttes er vist i figur 225.1. Mht. drenering, se kap. 226.2.

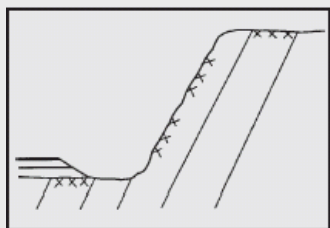
Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder (Ref. 8) setter strenge krav til jevnheten av bergskjæringer, som ikke bør ha utstikkende knøler større enn 0,3 m.

224.

Avdekkingsbredden tar vare på unøyaktigheter i kartlagt fjellnivå og usikkerheter ved sprengning og utfall. Andre tiltak, for eksempel bruk av støttemur, bør vurderes spesielt i tettbygd strøk.

225.

Ved bruk av lodrette fjellskjæringer bør disse også vurderes med hensyn til estetikk. Ofte er det lagdeling og brudd i berggrunnen som vil bli bestemmende for skjæringens helningsvinkel. Utsprengningen legges i slike tilfeller til rette, slik at bruddplanene følges. Det er viktig å unngå gjennom boring og bakbryting av de bruddplanene som velges som skjæringsvegg. Se figur 225.3.



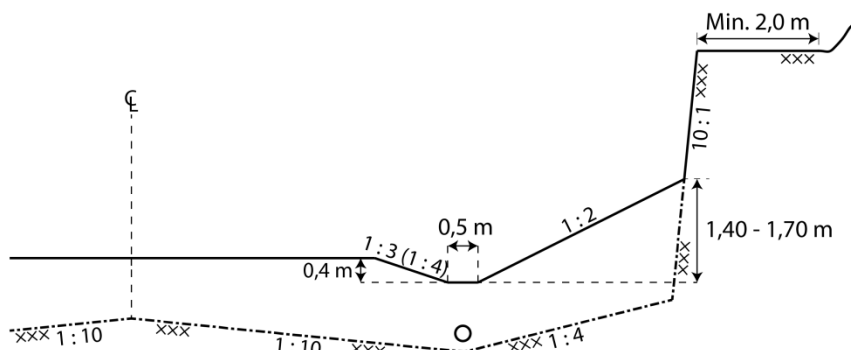
Figur 225.3 Ved utsprengning bør bruddplanene følges.

Anleggstrafikk kan føre til nedknusing og forurensning av materialene. Fjerning av de øverste 20-30 cm av planum kan da være nødvendig.

Vedrørende krav til rekkverk og rekkverknorm, se Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder (Ref. 8).

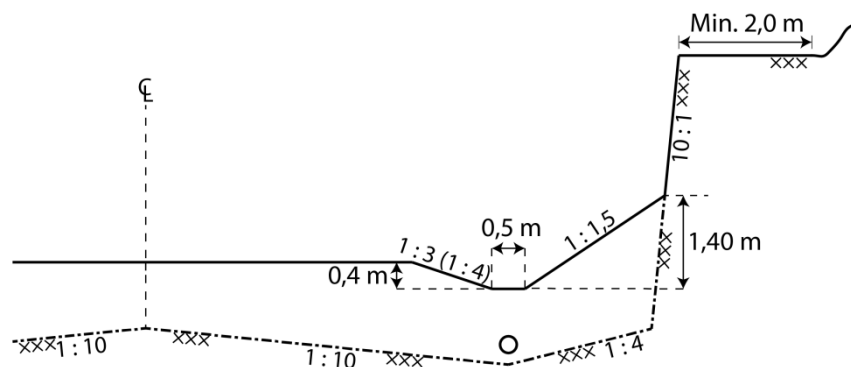
I figur 225.1 og 225.2 er dybden av overvannsgrøft satt til 0,4 m regnet fra vegkant. Det presiseres at dette er et minstekrav til grøfte-dybden.

Ved tilbakefylling mot skjæringsveggen bør det øverst anvendes masser (grus og lignende) som demper bevegelsesenergien til eventuelt nedfall.



Figur 225.1 Normalprofil i bergskjæring når rekkverk ikke benyttes.

I vanskelig eller kostbart/sårbart terreng kan annet profil benyttes, se figur 225.2. Tilbakefylling mot berg skal ha en høyde på minimum 1 m over kjørebanelnivå. Oppfyllingen mot berg bør imidlertid ikke være større enn vist på figur 225.1 og 225.2 for å hindre at mulig nedfall får så stor rulleenergi at det når helt frem til vegbanen slik at trafikkfarlige situasjoner oppstår. Bergveggen og ovenforliggende terreng skal også sikres mot nedfall og iskjøving.



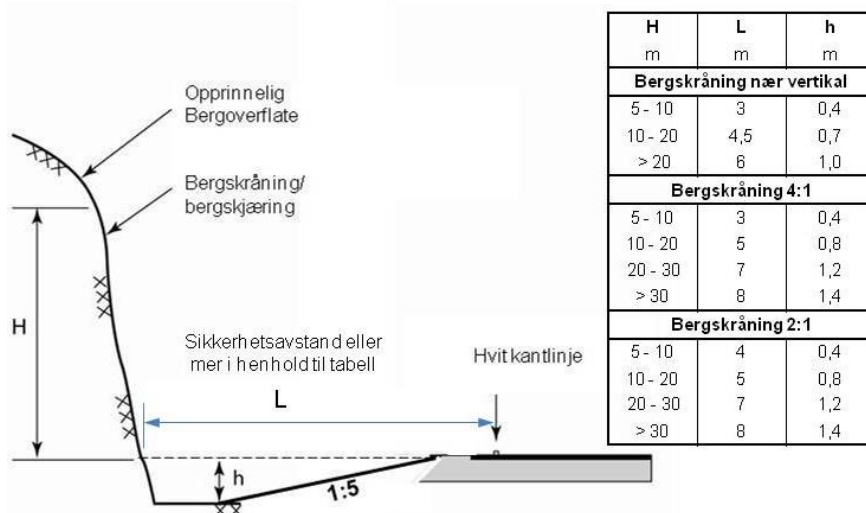
Figur 225.2 Redusert skjæringsprofil med tilbakefylling mot berg.

Hvor det er fare for at sidegrøften kan fylles helt med vann slik at vegbanen oversvømmes, må dypere grøft vurderes. Ved høyere skjæringer enn 9-10 m der man har dårlig berg, mye vann, mye snø og $\text{ÅDT} \geq 5000$, bør man utvide grøftebredden til minimum 1 m.

Helning av skjæringsråning i berg skal avpasses etter de geologiske forholdene. Spesielt bør følgende forhold vurderes:

- bergartstype
- oppsprekking
- grunnvannsforhold

Der det er fare for ustabile bergskjæringer/nedfall av blokk skal det utføres bergsikring. Normalt skal skjæringshelning 10:1 benyttes. Der det likevel er risiko for noe nedfall, bør bergskjæringen utføres med tilnærmet loddrett vegg. Det etableres da fanggrøft for oppfangning av nedfall. Ut fra geologisk vurdering dimensjoneres fanggrøft i henhold til figur 225.4. Der dette vanskelig lar seg gjennomføre, skal andre sikringstiltak vurderes. For sikkerhetsavstand vises det til kap 2.2 i Håndbok N101 *Rekkverk og vegens sideområder* (Ref. 8). Merk, skjæringer med $H > 10$ m skal vurderes spesielt i samsvar med kap. 221.



Figur 225.4 Dimensjonering av fanggrøft for steinsprang (når bergskjæringen ikke sikres på annen måte)

Mindre bergskjæringer (< 20 m lengde) eller mindre bergpartier i jordskjæring bør gis samme helning som tilstøtende jordskjæring. Dette vurderes i forhold til vegtype, trafiksikkerhet og estetikk.

I slike skjæringer skal planum legges på samme nivå som tilstøtende jordskjæringer, med lik og gjennomgående overbygning.

Når vegen ikke bygges frostsikker, skal det bygges utkilinger med ikke-telefarlige materialer for å unngå ujevn telehiving ved overgang mellom berg og telefarlig jord, se punkt 512.7.

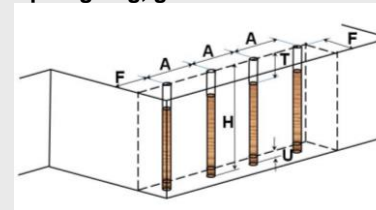
226. Sprengning

226.1 Generelt

Sprengningsarbeid er regulert av forskrift om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff (Ref. 16). Sprengningsarbeidet skal utføres slik at skjæringsveggene blir minst mulig skadet. De sprengningsmetodene som er aktuelle, er først og fremst slettsprengning og presplitt. Uansett hvilken metode en velger, så er resultatet av sprengningsarbeidene avhengig av riktig ansett, riktig hullavstand og forsetning i forhold til borehullsdiameteren. Spesielt er det viktig at konturhullene og hullene i nærmeste rad er parallelle og har nødvendig underboring.

I figur 225.4 er normalprofilen fraveket pga. behov for fanggrøft. Grøftas utforming og dybde kan medføre krav til rekkverk, armert fangmur eller lignende, i henhold til Håndbok N101 *Rekkverk og vegens sideområder* (Ref. 8).

226.1 Sprengning, generelt



F = Forsetning
A = Hullavstand
H = Hulldybde
T = Fordemning
U = Underboring

Figur 226.1

Dårlig utført sprengningsarbeid medfører økt rensek og sikring og fremtidig vedlikehold.

Svake bergarter kan være spesielt vannømfintlige når de knuses ned og mineralene anrikes i finfraksjonen. Bergarter dette først og fremst gjelder er:

- Syenitt
- Granodioritt
- Amfibolitt
- Gneis
- Gråvakke
- Skifer (glimmerskifer, klorittskifer, grønnskifer og fyllitt)
- Granitt med glimmerinnhold > 30% basert på tynnsliplanalyse

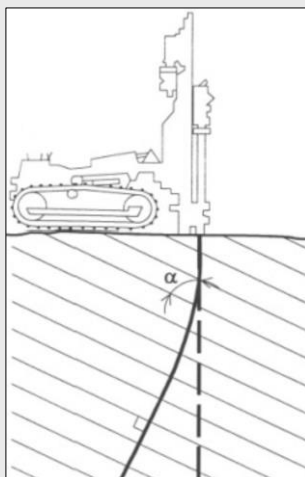
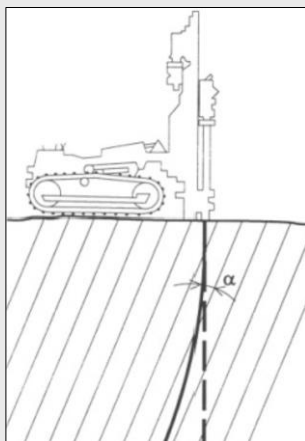
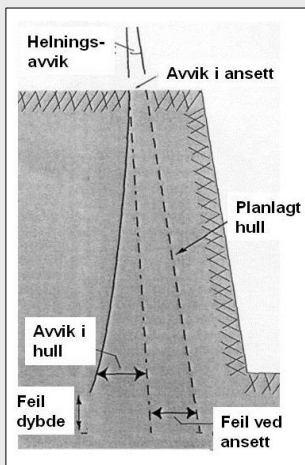
Ved sprengning i slike bergarter benyttes fortrinnsvis grunnsprengning.

For virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt fra sprengning på byggverk, inkludert tunneler og bergrom, se NS 8141-1 (Ref. 11a).

For virkning av vibrasjoner på byggverk fra annen anleggsvirksomhet enn sprengning, og fra trafikk, se NS 8141-2 (Ref. 11b).

For virkning av vibrasjoner fra sprengning på utløsning av skred i leire, se NS 8141-3 (Ref. 11c). Generelt om akseptable svingehastigheter nær kvikkleireområder, se også Håndbok V220 kap. 17.6.4.1 (Ref. 2).

Forts. 226.1
Borhullsavvik



Figur 226.2

Hvis α er større enn ca. 60° vil borhullet bøyes mot normalen til foliasjonsretningen. Hvis α er mindre enn ca. 25° vil borhullet bøyes langs foliasjonsretningen.
 $0 < \alpha < 25^\circ$: stor fare for hullavvik
 $25^\circ < \alpha < 60^\circ$: mindre fare for hullavvik
 $60^\circ < \alpha < 90^\circ$: stor fare for hullavvik
 $\alpha = 0^\circ, \alpha = 90^\circ$: mindre fare for hullavvik

For bunnen av vegskjæringer skilles det mellom dypsprengning, se pkt. 226.2, eller grunnsprengning, se pkt. 226.3.

Sprengningsplan for forsiktig sprengning (for å redusere vibrasjonene) skal utarbeides ved:

- ustabile jordmasser nær sprengningsstedet
- bygninger og konstruksjoner nær sprengningsstedet

I områder med kvikkleire nær inntil sprengningsområdet skal det utvises spesiell forsiktighet. Dette går på eventuell fare for at større deler av sprengningsobjektet, for eks. på grunn av slepper, kan forskyves ut i kvikkleiresonen og dermed medføre omrøring av kvikkleira slik at skred oppstår i områder med lav stabilitetsmessig sikkerhet. Skal det sprenges på steder som støter direkte opp til kvikkleireforekomster, skal dette derfor utføres som meget forsiktig sprengning som hindrer at salven bryter ut i leirmassene, og områdestabiliteten må ligge godt på sikker side. Det skal også påses at eventuelt utkast av sprengningsmasser over bakkenivå ikke lander på og belaster terrenget over kvikkleira.

Vibrasjoner fra sprengning kan også føre til større spennings- og tøyningepåkjenninger i leirmassene nær sprengningsstedet. Hvis tøyningene overskrider en viss terskelverdi vil dette også kunne føre til at kornstrukturen bryter sammen og kvikkleira blir flytende. Salveopplegget ved sprengning i områder i nærheten av kvikkleire skal derfor tilpasses slik at resulterende vibrasjoner fra sprengningen ikke overskrider $v_f = 45$ mm/s. Angitt grenseverdi er toppverdi av frekvensveid svingehastighet i den retningen som har størst verdi (vertikalt eller horisontalt) der vibrasjonene når frem til kvikkleireforekomsten. Avstand til kvikkleiremassene, og stabilitetsforholdene ellers, skal derfor vurderes nøye for slike tilfeller relatert til borehullsplassering, laddningsmengde og tennerintervall.

226.2 Dypsprengning

Ved dypsprengning skal berget bores og sprenges ned til et nivå under forsterkningslaget som sikrer drenering og avrenning. Det skal sikres at minsteavstanden fra ferdig vegbane ned til fast berg er større enn 1,75 m. Ved sprengning i svake bergarter eller hvis minsteavstanden er mindre enn 1,75 m skal prinsippene for grunnsprengning følges (kap. 226.3). Minimum helning på fjellsålen skal være 1:10.

Ved sprengning i områder med store frostmengder (>20000 h $^\circ\text{C}$) må dypsprengningsnivået vurderes spesielt med tanke på behovet for dypsprengning til frostsikker dybde. Normalt vil dypeste punkt ligge mer enn 1 m fra skjæringsveggen, og her bør hoveddreneringen plasseres. Hoveddreneringen skal ligge frostoffritt. Dette minsker tilgangen på vann under vegbanen i fryseseonen.

Ved korte skjæringer ($<$ ca. 50 m) og halvskjæringer vil dypsprengning til forutsatt dybde normalt gi tilstrekkelig drenering. Ved stor avrenning og lange drensveger bør det legges egne drensledninger.

Dypprengningen skal foretas samtidig med øvrige sprengningsarbeider i skjæringen. Eksempler på profil for dypprengning er vist i figur 226.3.

Det bør utføres rettet kontroll av dypprengningen ved kontrollgraving av grøftesjakter på tvers av vegen for kontroll av dybde, tverrfall, knøler, forsenkninger, finstoff og stor stein. Omfanget vurderes av byggherren som anviser sted for prøvegraving ved behov. Ved avdekking av stor andel knøler og forsenkninger bør hele salva lastes ut og kontrolleres. Fjellsålen må deretter justeres slik at en sikrer avrenning ved pigging av knøler eller utstøping av forsenkninger med magerbetong.

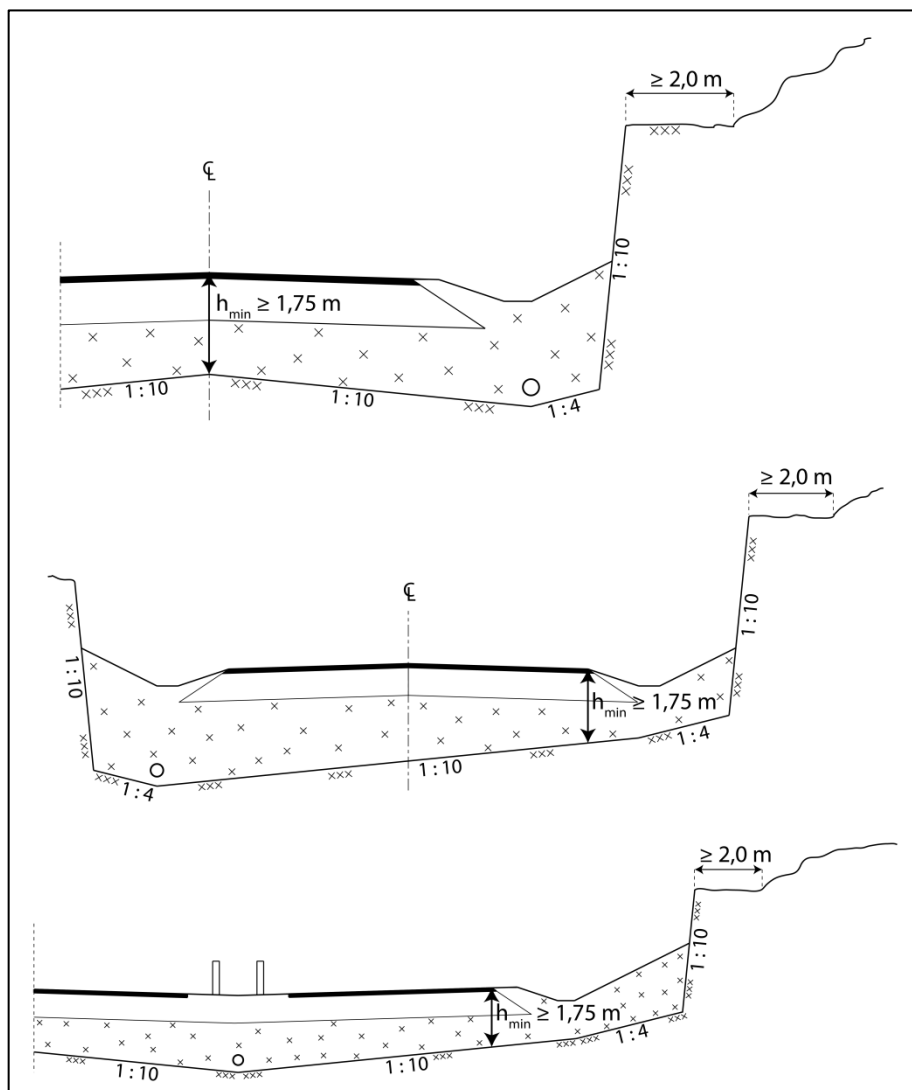
226.3 Grunnsprengning

Ved grunnsprengning skal berget bores, sprenges og lastes ut til et nivå under forsterkningslaget som sikrer drenering og avrenning. Ved grunnsprengning skal det renskes til fast fjell og det tillates ikke at det ligger igjen mer enn $0,05 \text{ m}^3$ masse per m^2 . Det skal sikres at minsteavstanden fra ferdig vegbane ned til fast berg er større enn 0,75 m. Oppfylling til planum skal skje med ikke-telefarlige materialer, eventuelt med materialer av samme kvalitet som i forsterkningslaget. Oppfyllingen komprimeres tilsvarende som forsterkningslaget.

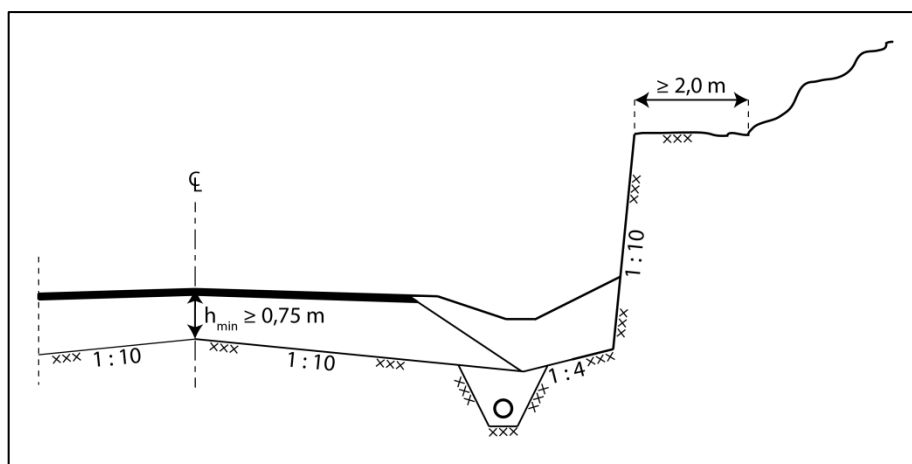
Minimum helning på fjellsålen skal være 1:10. Ved grunnsprengning må en være spesielt oppmerksom på eventuelle vannsig i fjellsålen og ta vare på disse i egne drensledninger for å minimere faren for iskjøving under vegbanen. Hoveddreneringen skal ligge frostfritt. Dette vil i de fleste tilfeller medføre at det må sprenges drensgrøft under skjæringsprofilet, som vist i figur 226.4.

226.2

Rettet kontroll av dypprengning kan rettes mot punkter der en ofte finner avvik slik som i salvedelinger, ved endringer av tverrfall, lavbrekk og i overgangs soner mellom eksisterende og ny veg.



Figur 226.3 Dyppsprengning



Figur 226.4 Drenering ved grunnsprengning

227. Rensk av bergskjæringer

Veggene i en skjæring skal renskes for løst fjell. De mest anvendte renskemåter er manuell rensk, spyling med høyt vanntrykk og hydraulisk hammer.

Større blokker eller flak som kan tenkes å gli ut, fjernes eller sikres med bergbolter, utstøping e.l. For utstikkende punkter med en form som vil bremse eller deformere kjøretøyet slik at alvorlige personskader kan påregnes, så gjelder krav gitt i rekkverksnormalen, pkt. 2.6 i Håndbok N101 (Ref. 8).

228. Sikring av bergskjæringer

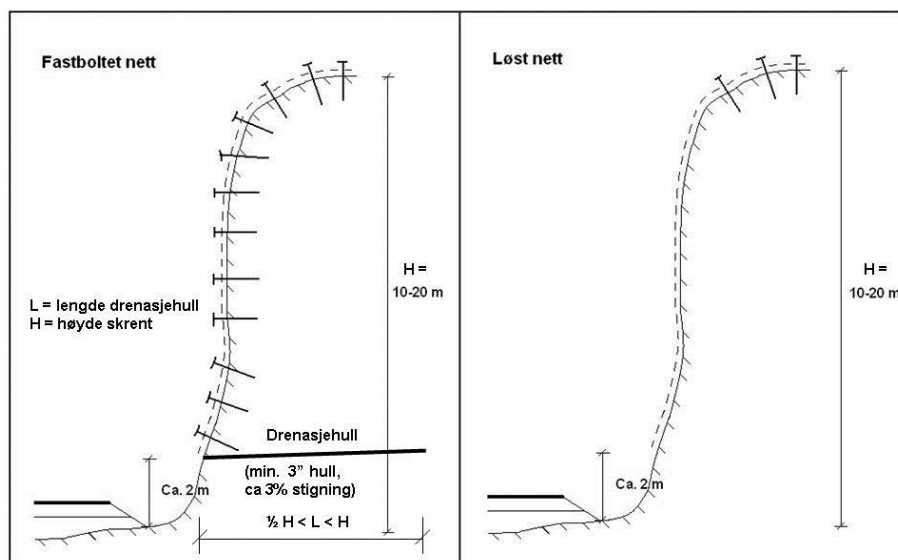
For vurdering av sikring, se også VD-rapport nr. 32 *Sikring av veger mot steinskred* (Ref. 24).

De mest benyttede sikringsmetodene er rensk og bolting av "låseblokker". Ved tett oppsprukket berg (midlere sprekkeavstand er mindre enn 0,3 m ved minst to sprekkesett) bør det i tillegg brukes bergbånd og steinsprangnett. Noe avhengig av de geologiske forholdene kan nettet enten være fastboltet eller løsthengende. Den siste varianten kan være aktuell der det er romslig fanggrøft. Der det er markert vannsig bør det vurderes å bore drenasjehull som indikert på figur 228.1. På steder med mye oppknuust berg med leire (store knusningssoner) kan fiberarmert sprøytebetong benyttes, supplert med innstøpte bolter. Det er da viktig at det bores drenasjehull for vann.

228.

Vanlige forundersøkelser består i geologisk kartlegging, registrering og vurdering av ras-sår og tidligere eller pågående bevegelser. Forekomst av steinsprang, spesielt begynnende aktivitet, kan være et varsel om at et større område er i ferd med å bli ustabil.

Ved bruk av fiberarmert sprøytebetong bør denne ha en kvalitet på B35 og E 1000. Ved mye vann bør det bores 2 – 3 m lange drenasjehull (eks. Ø 75 mm) for å hindre frostsprengning.



Figur 228.1 *Prinsipp for sikring av bergskråning/-skjæring med nett. Nettet bør avsluttes ca. 2 meter over grøft for å hindre klatring og lek i nettet.*

229.

Issikring er nærmere omtalt i rapporten *Sikring av vegar mot isras*. Statens vegvesen Hordaland, Statens vegvesen Sogn og Fjordane. (Januar 1998)

229. Issikring av bergskjæringer

Vinterstid er berget mer nedkjølt enn vann som dreneres ut mot skjæringen. Når vannet treffer berg med lavere temperatur enn 0 °C fryser det til is. Vi får iskjøving.

Iskjøvingsproblemet kan løses på forskjellige måter. De mest vanlige er:

- bred grøft
- drenering av skjæringer (eks. drenasjehull)
- bruk av steinsprangnett som issikring

Ved bruk av steinsprangnett er det viktig å feste godt i toppen av skjæringen, og at nettet for øvrig festes slik at avstanden til berg blir 20-30 cm.

23. Grunnforsterkning

230. Generelt

Ved vegbygging på dårlig grunn kan det oppstå glidninger eller skadelige deformasjoner. Forholdene skal avklares ved grunnundersøkelser på planleggingsstadiet. Forskjellige grunnforsterkningstiltak er vist i figur 230.1. Figuren gir et bilde av når de ulike metodene kan være aktuelle. På basis av grunnundersøkelser, funksjonskrav og kostnadsoptimalisering av faglig sakkyndige skal valg av forsterkningsmetode foretas.

Tiltak (Se også Hb V221)	Problem		
	Setningsømfintlig undergrunn	Overflate- stabilitet	Stabilitet i undergrunn
Masseutskifting	X	X	X
Forbelastning	X		
Motfylling			X
Lette masser	X		X
Peling under fylling	X		X
Kalk og sementpeler	X		X
Grunnvannsenkning		X	
Myrbru	X		X
Vertikale dren	X		(X)
Armering			X

Tegnforklaring: X Eget/aktuell løsning
(X) Lite aktuell løsning

Figur 230.1 Grunnforsterkningstiltak

231. Masseutskifting

Lite bæredyktige løsmasser kan i enkelte tilfeller erstattes med f.eks. steinmasser.

Masseutskifting kan utføres på følgende måter:

- ved graving og gjenfylling
- ved kontinuerlig fortregning foran fyllingstippen
- ved nedsprenning og/eller en kombinasjon av graving og fortregning

230

Grunnforsterkning er nærmere omtalt i Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref. 9) og Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging (Ref. 2).

Med dårlig grunn menes:

- torv
- humusholdige masser
- bløt leire
- bløt silt

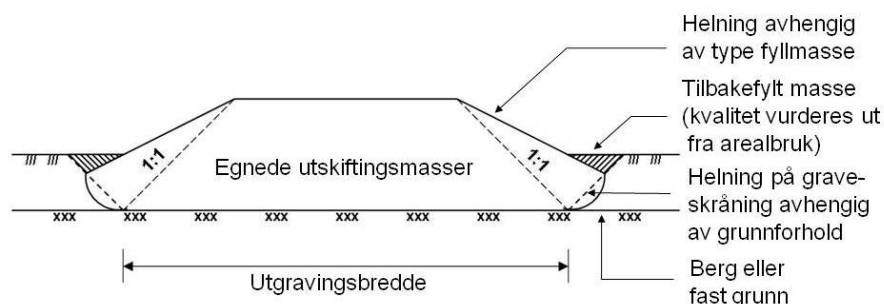
Andre metoder (se Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref. 9)):

- frysing
- jetinjisering
- overflatestabilisering med kalk

Grunnforsterkning som skjærfasthetsøkning ved tilføring av salt i leire gjennom saltbrønner og reduksjon av vanninnhold ved bruk av elektroosmose har også vært benyttet, men på grunn av at nevnte prosesser går svært langsomt, har anvendelsen vært begrenset.

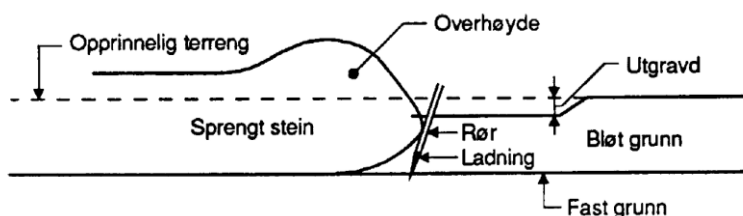
231.

Se kap. 1.3 i Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref. 9) vedrørende utførelse.



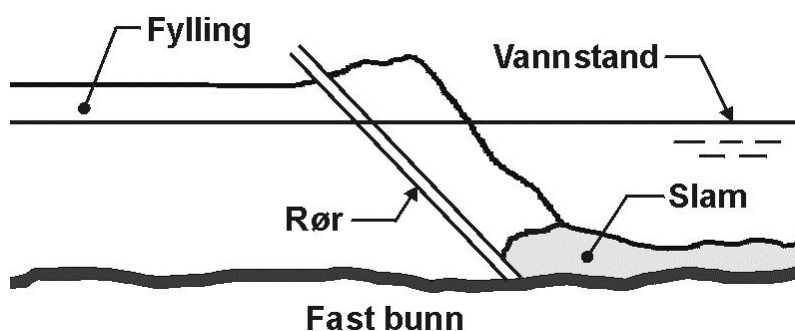
Figur 231.1 Masseutskifting ved graving

Masseutskifting til større dybder kan føre til ukontrollerte glidninger og setninger eller heving av nærliggende terreng. Faren for at nærliggende eiendom kan ta skade, skal vurderes på forhånd.



Figur 231.2 Massefortrengning ved sprengning

Massefortrengning kan også utføres ved at det legges rør på fyllingsfront før videre utfylling som illustrert på figur 231.3 hvoretter det foretas sprengning i bunnen av rørene.



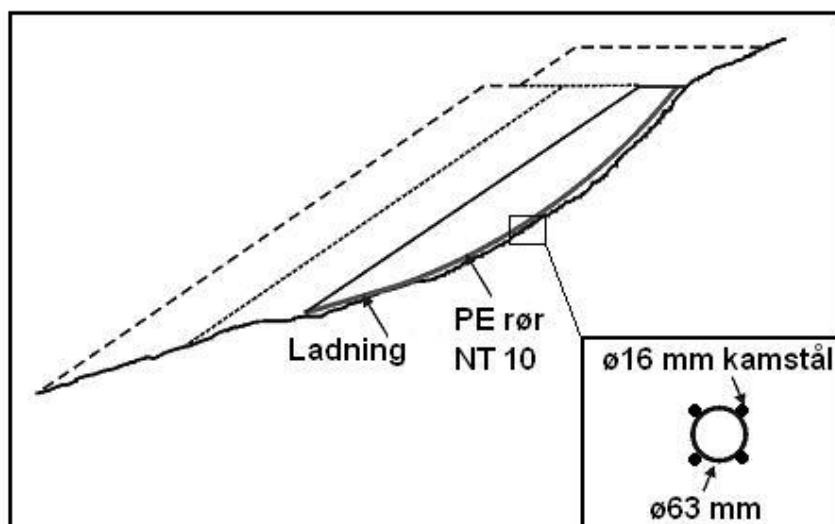
Figur 231.3 Massefortrengning med ladning i rør lagt på fyllingsfront for overfylling og sprengning

Det skal utføres ettersprengning langs fyllinger som fundamenteres ved fortrengning.

Ved utfylling i bratt terreng under vann har fortrengning ved sprengning i plastslanger lagt ut på sjøbunnen før utfylling vært anvendt med godt resultat i flere tilfeller. Plastrør av type PE rør NT 10 (Ø 63 mm) har vært benyttet og disse legges med 5-10 m avstand langs strandkanten og ut i sjøen så langt ut

231.
Om massefortrengning ved sprengning, se også kap. 1.3. i Håndbok V221 (Ref. 9).

en ønsker at fortregning skal skje. Slangene vektes med armeringsjern som lodd for at de ikke skal flyte opp. Etter at utfylling er foretatt, lades slangene og sprengning foretas.



Figur 231.4 Massefortregning ved sprengning i plastslanger plassert på sjøbunn

Hvis det under fortregningsarbeider ved sprengning ikke skjer noen bevegelse umiddelbart etter at sprengning er foretatt, må det utvises forsiktighet ved trafikkerings av tippene i en periode etter sprengningen. Det er kjent at glidninger har skjedd i etterfølgende halvtime. Det bør utvises spesiell forsiktighet i dilatante masser (for eksempel silt og finsand). Generelt bør tippene ikke trafikkeres f r tidligst en time etter sprengning.

Kontrollarbeid ved masseutskifting

All masseutskifting under vegfyllinger og andre vegkonstruksjoner bør foretas med grunnlag i nøyaktige grunnunders kkelser. Det skal føres kontroll med og dokumenteres at utskiftingen har nådd tilstrekkelig dybde, og at sideskråningene under terreng er som forutsatt.

232. Forbelastning

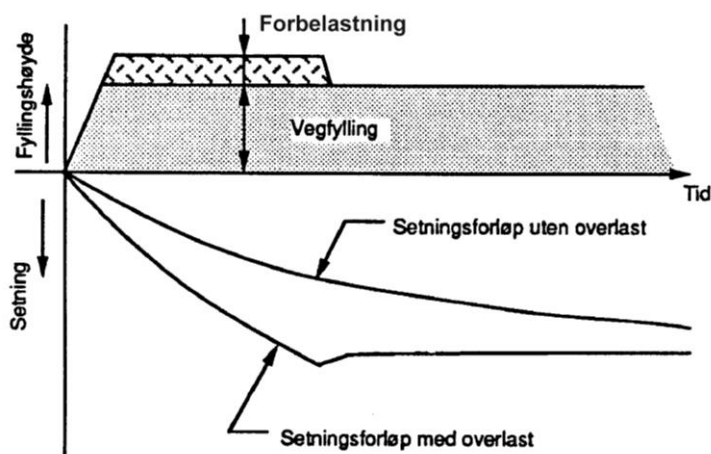
Forbelastning er en metode for   påskynde setningene i grunnen.

Fyllingen skal legges ut høyere enn ferdig veg, slik at grunnen f r en større belastning enn fra den prosjekterte vegfyllingen. Størrelsen på forbelastningen skal ikke være så stor at stabiliteten blir kritisk.

Forbelastningen kan fjernes når en har nådd den beregnede prim rsetning for vegfyllingen uten forbelastning, se figur 232.1. Tidsmessig oppnås en vesentlig gevinst sammenlignet med setningsforl pet av fylling uten forbelastning.

232.

Eksempelvis vil det med et 10 m tykt leirlag og tosidig drenering med permeabelt lag under leirlaget, ta ca 1 år til prim rsetningene er oppnådd ved 2 m forbelastning på 4 m fylling. Ved bruk av vertikaldren kan denne tiden reduseres ytterligere. Se Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref. 9).



Figur 232.1 Akselererte setninger med forbelastning

Et vellykket resultat vil være avhengig av at setninger og nødvendig belastning kan beregnes på forhånd. Særlig på myr og torv kan setningsberegningene være usikre. Setningsforløpet skal måles kontinuerlig og sammenlignes med beregningene. På bløt grunn kan det dreie seg om setninger av meters størrelse.

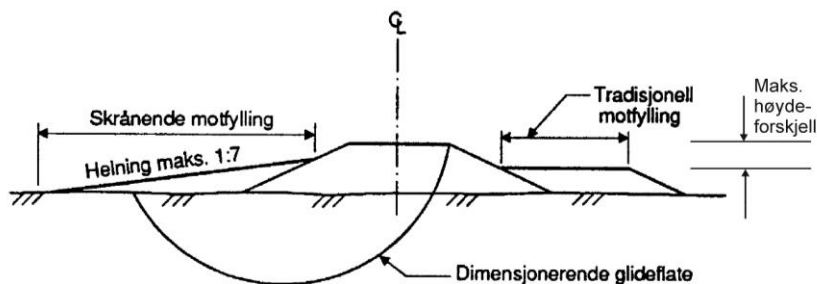
Setninger i lite permeable jordarter kan påskyndes ved nedsetting av vertikale dren. Dette gir en lettere drensvei for porevann som presses ut i setningsprosessen og dermed reduseres setningstiden. Metoden er særlig egnet i kombinasjon med forbelastning. Som dren benyttes vanligvis prefabrikerte plastdren. Metoden er nærmere beskrevet i Håndbok V221 (Ref. 9).

233. Motfylling

233.

Landskapsmessig utforming i forbindelse med motfyllinger bør planlegges i samråd med grunneier og fagkyndig.

Sikkerheten mot glidning i løsmasser under vegfylling kan forbedres ved at det legges motfylling. Ved prosjektering av motfyllinger regner man med bestemte densiteter på massene. Det skal derfor ikke fylles med andre masser enn forutsatt under prosjekteringen.



Figur 233.1 Nyttverdi av motfyllingsområde bør vurderes ved utforming

Dersom det oppstår behov for å gjøre bruk av andre masser enn forutsatt, eksempelvis masser innblandet med stubber, røtter og annet vegetasjonsmateriale, skal det vurderes hvilken densitet disse vil få når de er plassert i motfylling, og ev. fastsettes ny geometrisk utforming på motfyllingen.

Motfyllinger skal bygges opp samtidig med hovedfyllingen, slik at nivåforskjellen mellom motfylling og hovedfylling aldri overstiger den endelige høydeforskjell. Det vises for øvrig til tekniske retningslinjer for anlegg, drift og vedlikehold av planeringsfelt (Ref. 12).

234. Lette fyllinger

Lette masser har densitet vesentlig mindre enn 2 t/m^3 . Ved bruk av for eksempel ekspandert polystyren (EPS), lettklinker (løs Leca) og skumglassgranulat kan oppdriften skape problemer ved høy vannstand. Det skal sikres at tyngden av fyllingen er større enn oppdriften ved maksimal flomvannstand. Sikkerhetsfaktoren mot oppdrift skal settes til minimum 1,3. Byggetekniske egenskaper og normale utleggingsdata for de mest aktuelle typer lette masser er vist i figur 234.3. Ekspandert polystyren skal ikke inneholde bromerte flammehemmere.

Dimensjonerende trykkfasthet for ekspandert polystyren skal være minst 100 kN/m^2 målt ved 5 % deformasjon dersom ikke annet er spesifisert. Omfang for kontroll av trykkfasthet skal være som vist i figur 234.1. Trykkfastheten måles som angitt i Håndbok R210 (Ref. 1). Gjennomsnitt for alle kontrollerte blokker skal være minst 100 kN/m^2 . Gjennomsnitt for en enkelt blokk skal ikke være mindre enn 90 kN/m^2 , og ingen enkeltmåling skal være mindre enn 80 kN/m^2 . Kravene endres proporsjonalt ved bruk av andre materialkvaliteter.

Dimensjoner og jevnhet av ekspandert polystyren kontrolleres for 1 blokk pr. 25 blokker. Blokkene skal være rettvinklet og ha plane overflater. Maksimalt tillatt avvik for dimensjon (høyde, bredde, lengde), er $\pm 1 \%$. Maksimalt tillatt avvik for jevnhet er 5 mm målt med 3 m rettholt. Tykkelsesforskjell mellom naboblokker (blokker i samme lag) skal ikke være mer enn 5 mm.

Fyllingens størrelse	Antall blokker som skal kontrolleres
< 500 m^3	Minimum 3 stk
500 – 1000 m^3	Minimum 5 stk
> 1000 m^3	Minimum 5 stk pr. 1000 m^3

Figur 234.1 Hyppighet av kontroll av trykkfasthet for ekspandert polystyren

Omfang av kontroll av lettklinker skal være som vist i figur 234.2. Lettklinkerens kornfordeling kontrolleres gjennom sikting som beskrevet i Håndbok V221 (Ref. 9). Prosentandelen av finstoff mindre enn 2 mm skal normalt ikke overstige 4 %. Densitet ved løs lagring kontrolleres som beskrevet i Håndbok V221. Middelerdien av en serie (minst 3 prøver) skal ikke overstige avtalt tørr densitet. Enkeltprøver får ikke overstige avtalt densitet med mer enn 15 %.

Fyllingens størrelse	Antall prøver som skal kontrolleres
< 500 m^3	Minimum 3 prøver
500 – 1000 m^3	Minimum 5 prøver
> 1000 m^3	Minimum 5 prøver pr. 1000 m^3

Figur 234.2 Hyppighet av kontroll av kornfordeling av lettklinker

234

En vanlig vegfylling har en densitet på ca. 2 t/m^3 . Stabilitets- og setningsforholdene på lite bæredyktig grunn kan bedres uten å endre vegens geometri ved å bruke lette masser i fyllingene.

Om dimensjonering, utførelse og kontroll av lette fyllinger, se også Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref 9),

Materiale		Lettklinker	Ekspandert polystyren (EPS-blokker)	Skumglass-granulat
Materialkvalitet		Usortert 0/32 mm ¹⁾ Sortert 10/20 mm ²⁾	Trykkfasthet min. 100 kPa ved 5 % deformasjon	10/60 mm
Beregningsmessig tyngdetetthet i fylling, kN/m ³		<u>Drenert:</u> 5,5 usortert 5,0 sortert	<u>Under H.G.V.³⁾</u> 7,0 usortert 6,5 sortert	0,5 drenert tilstand 1,0 under H.G.V. ³⁾
Beregningsmessig tyngdetetthet mot oppflyting, kN/m ³ ⁴⁾		5,5 usortert 5,0 sortert	0,2	3,5
Volumendring ved komprimering, %		8–12	~ 0	15-25
U T L E G G I N G	Undergrunn leire/silt	Filterlag (separasjonslag)	Filter- og avrettingslag	Filterlag (separasjonslag)
	Maksimal lagtykkelse komprimert, m	1,0 0,6 inntil landkar/støttemur		1,0 0,6 inntil landkar/støttemur
	Komprimering	Beltegående maskin med beltetrykk ≤ 50 kN/m ² . Unngå nedknusing. Vibroplate ved landkar/støttemur.	Blokkene stables i forband. Unngå gjennomgående skjøter.	Beltegående maskin med beltetrykk ≤ 50 kN/m ² . Unngå nedknusing. Vibroplate ved landkar/støttemur.
	Skråningshelning	Maks. 1:2	Vanlig fylling 2:1 Vertikal front vurderes spesielt	Maks. 1:1
	Overdekning på skråninger	Min. 0,8 m vanlige jordmasser	Min. 0,25 m vanlige jordmasser	Min. 0,5 m vanlige jordmasser

1) Nominell tørr densitet < 450 kg/m³

2) Nominell tørr densitet < 350 kg/m³. Sorterte materialer har mindre egenstabilitet og krever noe mer oppfølging under utlegging og komprimering enn usorterte materialer.

3) H.G.V. betyr høyeste grunnvannstand

4) Ved fare for flom og neddykking av nytlagte masser må eventuell bruk av tørr tyngdetetthet vurderes

Figur 234.3 Lette fyllmasser

235

Fylling på bløt grunn kan føre til spredningsbrudd (a). Armering under fylling gir økt bæreevne (b). Se Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging (Ref. 2) vedrørende dimensjonering og utførelse. Se også Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref 9).

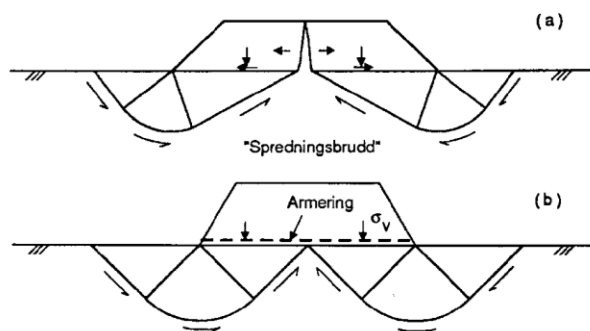
Jordarmering vil gi økt bæreevne, men vil i liten grad påvirke setningsutviklingen i grunnen.

Konsolideringssetninger som følge av belastningen vil en få, mens skjærdeformasjoner vil bli redusert på grunn av armeringen. Bruk av ulike armeringsprodukter er beskrevet i intern rapport nr. 1991 om Armering av veg (Ref. 20).

235. Armering under fylling

På meget bløt grunn, som myr, bløt silt og bløt leire, kan man øke grunnens bæreevne med armering. Armeringen legges for å ta opp strekkpåkjenninger i grunnen under vegkroppen, se figur 235.1.

Aktuelle armeringsmaterialer er: bakhun, geotekstiler med høy styrke og geonett/stålarmeringsnett. Under armeringslaget kan det legges fiberduk for å unngå at materialer fra grunnen trenger inn i overbygningen.



Figur 235.1 Armering under vegfylling

236. Peling under vegfylling

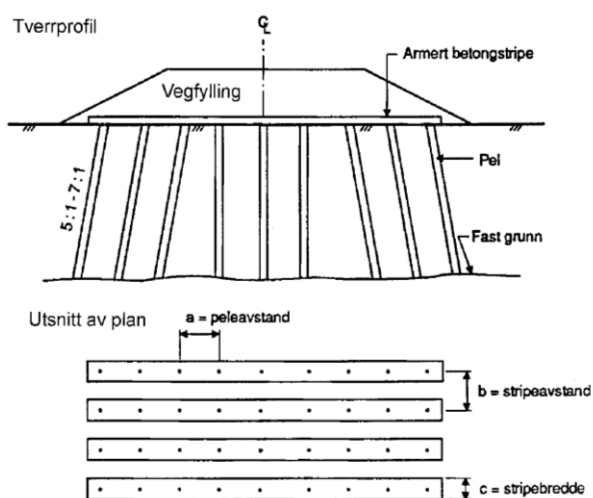
På lite bæredyktige masser kan tyngden av en vegfylling føres ned til fast grunn gjennom spissbærende pelere eller friksjonspeler. Valg av peletype avhenger bl.a. av grunnforholdene. Grunnforholdene skal undersøkes i detalj ved prøvetaking og sondering.

Tyngden av vegfyllingen overføres til pelene ved hvelvvirkning.

Bæreflaten utvides ved å sette betongplater eller støpe plater/striper på pelene. Platene skal dimensjoneres for å bære belastningene fra fylling og trafikk. Dekningsprosenten bør være så stor at fyllmassene ikke presses ned mellom platene.

For å oppta strekkrefter som opptrer under fyllingsskråningene kan det rammes skråpeler her som vist på figur 236.1. Alternativt kan det benyttes armeringsnett over pelene, dimensjonene på peleplatene kan da reduseres noe.

Bruk av lastfordelingsplate skal vurderes ved overgang til fylling på pelere.



Figur 236.1 Peling under fylling

236.

Se Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref 9) vedrørende dimensjonering og utførelse.

Kostnadene ved peling under fylling sammenlignes med kostnadene for bruløsning, spesielt ved store dybder til fjell/fast grunn og liten pele-avstand. Ramme-forhold, fyllingshøyde og masse-balanse har også betydning for valg av løsning.

For virkning av vibrasjoner på byggverk fra annen anleggs-virksomhet enn sprengning, og fra trafikk, se NS 8141-2 (Ref. 11b).

237. Kalk/semmentpeler

237.

Om dimensjonering og utførelse, se Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref 9). Metoden går ut på å produsere en vertikal pel ved å blande ulesket kalk og sement i bløt leire. Blandingen fører til at man normalt får betydelig fasthet i kalk/semmentpelen.

Installasjon av kalk/semmentpeler vil øke poretrykket i grunnen vesentlig, og sikkerheten mot utrasing i anleggsperioden vil bli redusert. En må være spesielt oppmerksom på dette ved bruk av metoden.

Kalk/semmentpelene virker dels som vertikal armering, dels som dren, ettersom pelene har større permeabilitet enn omliggende leire. Forsterkningseffekten kan varieres ved å endre pelenes lengde, diameter og innbyrdes avstand.

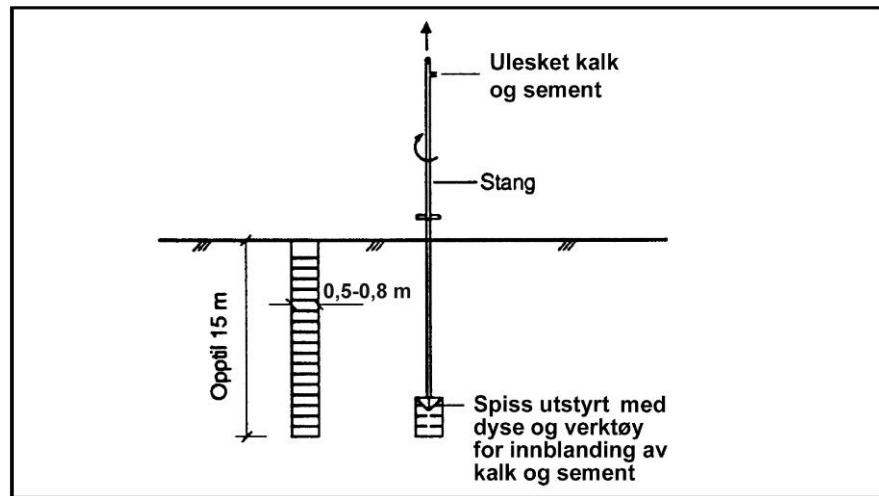
Dimensjonene velges slik at pelene og jorda mellom pelene virker som en blokk.

Det benyttes forskjellige mønstre for å oppnå forskjellige stabiliseringseffekter. Typiske mønstre er:

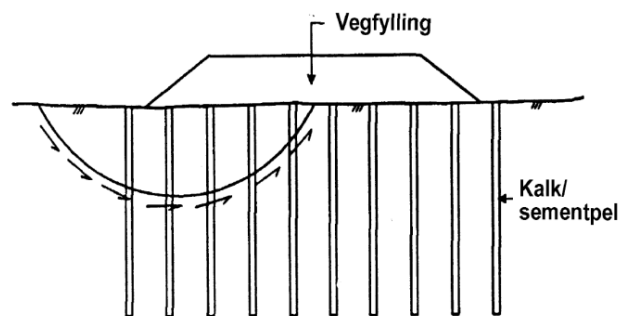
- Enkeltstående peler i rute-mønster
- Enkle eller doble "ribber" (peler tett i tett på rekke)
- Kryssende ribber
- Peler i "blokk"

Kalk/semmentpeler kan brukes for å stabilisere fyllinger mot dypere glidninger, og for å redusere setninger.

Grunnforholdene skal undersøkes i detalj ved prøvetaking og sondering. Laboratorieforsøk med innblanding av kalk/semment og måling av skjærstyrkeøkning skal utføres for å vise at metoden er egnet i de stedlige massene, og vil danne grunnlag for å fastsette kalk/semmentmengden i pelene. Dimensjonerende skjærfasthet av pelene skal verifiseres gjennom forsøk.



Figur 237.1 Kalk/semmentpel – prinsipptegning

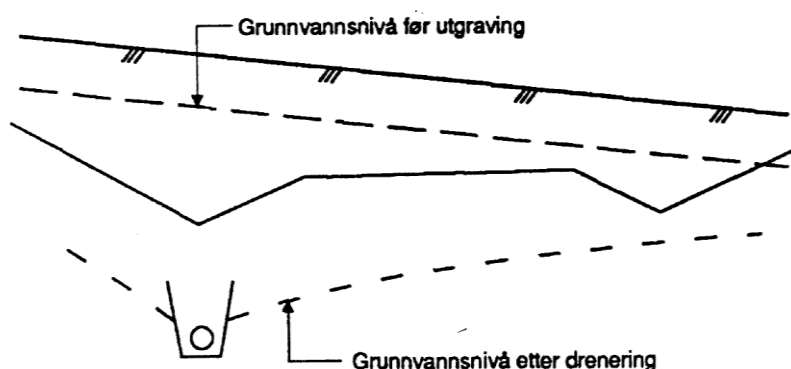


Figur 237.2 Stabilisering og/eller setningsreduksjon med kalk/semmentpeler. Ved stabilisering benyttes det gjerne geonett eller annen armering i tillegg til pelene.

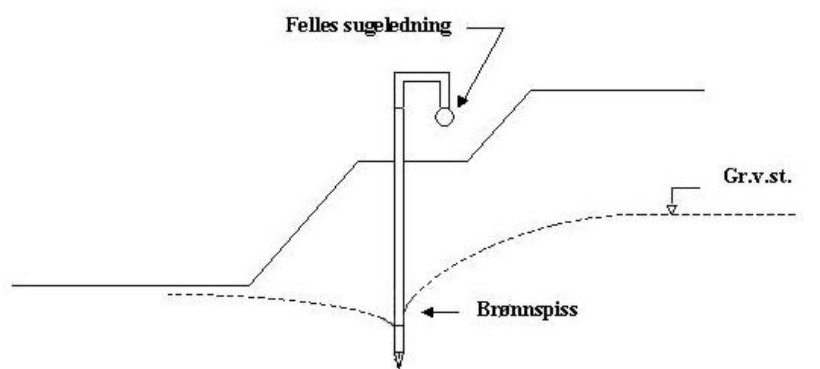
238. Grunnvannsenkning

Når en jordskjæring graves ut under tidligere grunnvannsnivå, kan bunnen bli lite bæredyktig og vanskelig å trafikere. Senkning av grunnvannsnivået vil kunne bedre forholdene i silt og grovere materialer. Stabilitetsforholdene under anlegget skal vurderes. Eventuelle negative virkninger av grunnvannsenkning skal vurderes i forkant av arbeidene, og om nødvendig avklares med lokale miljøvernmyndigheter.

Grunnvannsenkningen bør utføres ved hjelp av lukket drengroft, da dette gir bedre stabilitet og mindre masseuttak.



Figur 238.1 Grunnvannsenkning ved drenering



Figur 238.2 Grunnvannsenking ved Wellpoint

Under anleggsarbeider vil det i enkelte tilfeller også kunne benyttes Well-points og/eller pumpebrønner for midlertidig senkning av grunnvannsnivået. Well-points består av perforerte rør som settes ned i undergrunnen og koples sammen. Ved å etablere undertrykk i rørsystemet vil vann kunne pumpes ut. Tilsvarende vil en ved å grave en brønn i det aktuelle området og pumpe vann fra denne, kunne oppnå grunnvannsenkning i nærområdet av brønnen der en har relativt permeable masser i grunnen.

238.

I siltige materialer komprimeres planum i skjæringspartier før overbygningen legges ut. Drenering og uttørring vil ta noe tid.

239.

Myrbruer utføres vanligvis som kontinuerlige platebruer i plass-utstøpt, slakkarmert betong. Bruplata opplagres direkte på pelene, som rammes til fjell/faste lag. Myrbru kan brukes som alternativ til grunn-forsterkning der stor fjelldybde eller andre forhold gjør masse-utskifting/-fortrengning uaktuelt

239. Myrbru

Ved store vannstandvariasjoner kan myrbru være et alternativ til lette fyllmasser.

Myrbru er å forstå som ei platebru som fundamenteres på rader med peler slått til bæredyktig grunn og som støpes rett inn i brudekket. Forskalingen for brudekket henges vanligvis opp i pelene.



Figur 239.1 Myrbru (Vikshagen bru på E6 i Østfold. Foto: El Hadj Nouri)

24. Skråninger og skjæringer i jord

240. Generelt

Skjæringsmasser i jord skal kartlegges tidlig i planleggingen, senest på reguleringsplanstadiet, slik at:

- skjæringsprofilenes konsekvenser for grunnverv og tilstøtende bebyggelse kan vurderes
- trasé og skjæringsprofil kan utformes med sikte på å utnytte eksisterende masser på beste måte samtidig som en god terrengtilpasning sikres

Skjæringsens stabilitet skal vurderes i samsvar med Håndbok V220 (Ref. 2).

Arbeidet med å ta ut skjæringsmasser skal ikke påbegynnes før vegetasjon og humusholdige jordarter er fjernet fra skjæringsområdet. Humusholdig jord med ev. vegetasjonsdekke skal tas ut og behandles i samsvar med planlagt etterbruk. Jord som skal benyttes som voksemedium skal behandles slik at den ikke blir komprimert. Den skal lagres løst i hauger på maksimalt 2 m høyde dersom den antas å bli liggende mer enn ett år før utplanering.

Ved vegbygging på leire- og siltholdig grunn (bløt grunn) må det påregnes å bygge anleggsveger utenfor skjæringstopp. På bløt grunn skal skjæringsbunnen forsterkes etter hvert (f.eks. legge ut forsterkningslaget eller andre tiltak som lemmer/armering) hvis det er nødvendig at laste- og transportutstyr kjører på traubunn.

Ved planering av planum er det viktig å sørge for god jevnhet og nødvendig fall slik at oppbløting av overflaten unngås ved nedbør.

I tilfeller hvor det kan oppstå fare for utglidning av skjæringskråninger, skal det utføres spesielle stabilitetsundersøkelser.

241. Funksjonskrav

Skråninger skal planlegges og bygges slik at det ikke forventes at sig og glidninger forekommer i løpet av de første 20 år. I løpet av denne tiden skal det ikke være nødvendig med grøfterensk som følge av sig og glidninger. Dette utelukker ikke generelt grøfterensk forårsaket av erosjon o.l.

For å unngå skade på klippeutstyr skal det påses at oppstikkende, større steiner ikke blir liggende i skråninger og grøfter.

242. Utforming av skjæringsprofil

Utformingen av skjæringsprofilen vil være avhengig av bredden på kjørefelt, skulderbredder, ev. breddeutvidelse og av grøfteutformingen.

Skråningshelning

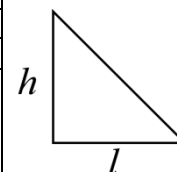
Skråningshelning i jord skal tilpasses jordartens stabilitetsegenskaper og erosjonsforholdene. Det skal foretas geotekniske undersøkelser for å fastsette stabilitetsforholdene og skråningshelningen. Skjæringstoppen bør gis en avrundning. Stabilitet mot dyperegående glidninger i leire og silt skal undersøkes.

Figur 242.1 angir bratteste skråningshelning avhengig av jordart, geometri og topografi. Ved lagdelt og/eller vannmettet finsand/silt skal skråningshelningen vurderes spesielt. Profilet skal da vurderes i sammenheng med sikringstiltak.

Uansett dekketype på ferdig veg skal planum gis et tverrfall på min. 3 %. For å sikre god avrenning og bæreevne på vannømfintlige og bløte materialer i planum bør tverrfallet økes til 6 %. Det er viktig å unngå lommer i traudet der det kan bli stående vann.

I en veg som ikke gis frostsikker overbygning, skal det i overgang mellom telefarlig og ikke telefarlig grunn bygges en utkiling av telesikre masser, se punkt 512.7. Ved overgangen mellom skjæring og fylling i telefarlig jord skal utkilingen utføres med det materialet fyllingen er bygget opp av. Se figur 512.4. En slik utforming bidrar også til å redusere ujevnheter i overgangen fra jordskjæring til fylling som følge av setninger i fyllingen.

Grunnforhold	Største skråningshelning (h : l)	
		Spesielle overflatetiltak må planlegges
Stein	1:1,5	1:1,25
Grus	1:2	1:1,5
Sand $C_u \geq 5$	1:2	1:1,5
Finsand/silt		
– tørr	1:3 ¹⁾	1:2 ¹⁾
– lagdelt	1)	1)
– vannmettet	1)	1)
Leire		
– skjæringsdybde 0-10 m	1:3	1:2 ²⁾
– skjæringsdybde > 10 m	1:3 ²⁾	



- 1) Ved lagdelt og/eller vannmettet finsand/silt bør skråningshelning vurderes spesielt. Profilet skal da vurderes i sammenheng med sikringstiltak.
- 2) Stabilitet mot dyperegående glidninger skal undersøkes.

Figur 242.1 Største skråningshelning for skjæring

Grøfter

Med dyp sidegrøft (åpen drenering), skal profilet utformes som vist på figur 406.3.

242.

Utslaking av skråningene kan være aktuelt også ut fra estetiske, miljømessige eller trafiksikkerhetsmessige hensyn, på grunn av snøforhold og ut fra landbruksmessig utnyttelse. Største akseptable helning på dyrkingsjord er vanligvis 1:6, se Landbruksdepartementets retningslinjer for bakkeplanering (Ref. 12). Vedrørende tiltak for å sikre skjæringsskråninger mot erosjon og glidninger, se kap. 26.

I forbindelse med landskapsmessig behandling av vegomgivelsene kan det være ønskelig å velge andre utforminger når det gjelder skråninger. Se Håndbok N100 (Ref. 3).

Med grunn sidegrøft (lukket drenering), skal profilet utformes som vist på figur 406.4.

For sikkerhetsavstand i skjæringer vises det til Hb N101 *Rekkverk og vegens sideområder* (Ref 8).

243. Graving og utlasting

Skjæringer skal tas ut slik at nødvendige sikkerhetshensyn blir ivaretatt også i anleggsfasen.

Avrenningsforholdene bør sikres under uttak av masser for å unngå oppbløting.

Vinterarbeid er omtalt i kap. 206.

244. Kontroll av skjæringsprofil

Før overbygningen påføres skal skjæringsprofilet kontrolleres. Etter at planum er ferdig kontrollert, skal det ikke trafikkeres med anleggsutstyr som kan føre til spordannelse. Planum skal ikke ha langsgående spor når oppbygging av overbygningen påbegynnes.

245. Skråninger i jord

245.1 Skadetyper

Med skader på skråninger i jord forstås en skader som skyldes manglende stabilitet i de øvre sjikt i grunnen.

Skråningsskader i jord deles vanligvis i følgende tre hovedtyper, se også figur 245.1:

- overflateerosjon
- grunnvannserosjon
- overflateglidning

245.2 Valg av sikringsmetode

Grunnforhold, klima og værforhold skal være retningsgivende for valg av sikringsmetode og skråningshelning. Lokale erfaringer når det gjelder omfanget av skråningsskader bør også tas med i vurderingsgrunnlaget. Se Håndbok V221, kap. 3.1 (Ref. 9).

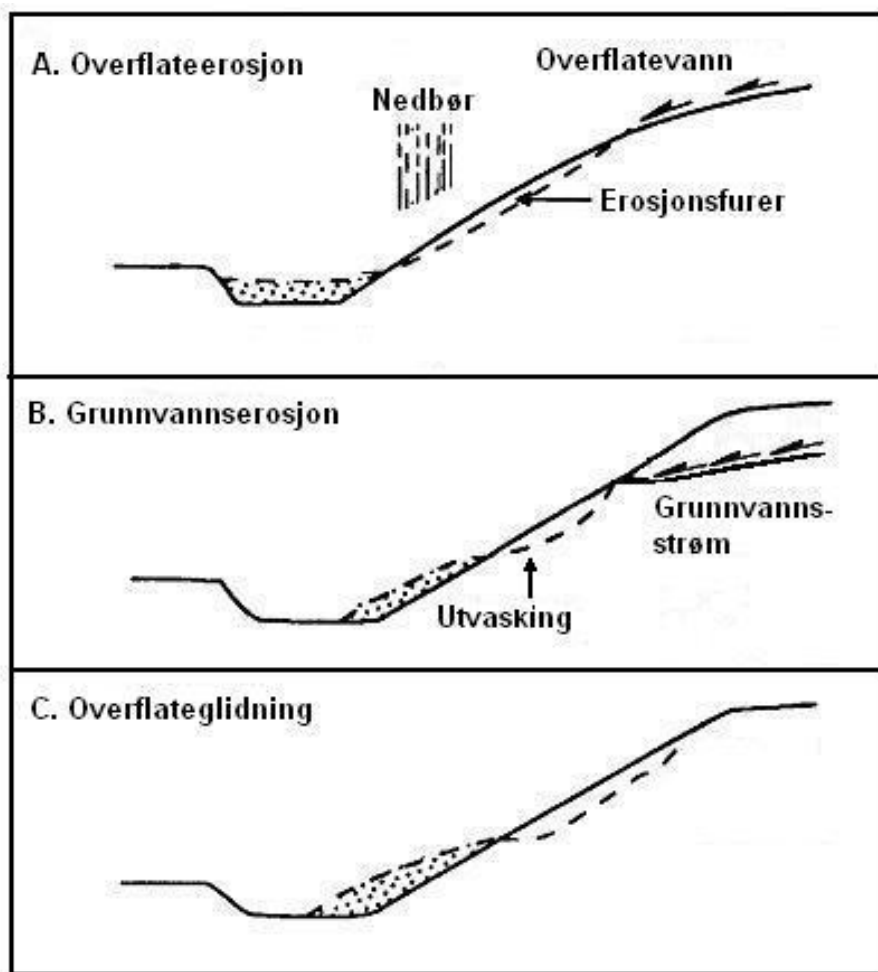
Sikringstiltak skal vurderes i reguleringsplanfasen.

Figur 245.2 viser de vanligste tiltak mot skråningsskader.

243.
Tilbakefylling av masser i skjæringskråninger vil lett bli ustabile og bør unngås.

244.
Ved bløte traue legges overbygningen ut slik at planum ikke deformeres.

245.1
Skråningsskader som skyldes dyperegående glidninger omfattes ikke av dette kapitlet.



Figur 245.1 Typer av skråningsskader i jord

Vanlige forhold	Vanskelige forhold	Ekstreme forhold
(Ikke spesielt erosjonsømfintlig grunn. Ingen spesielle grunnvannsproblemer. Lite nedbør. Lokale erfaringer viser små skråningsproblemer)	(Mer erosjonsømfintlig grunn og muligheter for glidninger. Konsentrerte uttrekk av grunnvann. Lokale erfaringer viser at skråningsskader er vanlig.)	(Erosjonsømfintlige masser som vannmettet silt og/eller leirige masser som er utsatt for overflateglidninger. Konsentrert uttrekk av grunnvann. Betydelig nedbør og overflatevann. Lokale erfaringer viser at skråningsskader er meget omfattende.)
<ul style="list-style-type: none"> - Grasdekke - Terrenggrøft 	<ul style="list-style-type: none"> - Grasdekke - Midlertidig sikring - Terrenggrøft - Skråningsdren 	<ul style="list-style-type: none"> - Grasdekke - Midlertidig sikring (duk, nett, osv.) - Skråningsdren - Masseutskifting med grus- eller pukklag

Figur 245.2 Tiltak mot skråningsskader

245.3 Etablering av vegetasjon

Vegetasjonsdekke bidrar til å hindre overflatevann i å grave, samtidig som røttene virker som armering av det øverste jordlaget og reduserer risikoen for sig og glidninger.

Vegetasjonsdekke av gras er det mest aktuelle på vegskråninger. Innplantning av viltvoksende busker og trær fra stedlig vegetasjon er aktuelt både for å motvirke erosjon og av estetiske grunner, men hensynet til siktforhold må ivaretas.

Humusholdig jord/vektjord bør normalt ikke påføres skråninger uten at hensynet til overflatestabilitet er ivaretatt, som for eksempel der det tilrettelegges for revegetering fra stedlig toppjord.

Valg av grasfrø er først og fremst betinget av klima, vekstgrunnlag og lokale erfaringer. Det er en forutsetning for vellykket tilsåing at det gjødsles med riktig type og mengde. Grunnkjødsling skal gis samtidig med såing. Etterkjødsling kan være helt nødvendig for å hindre at grasteppet dør ut.

Gjødsling og såing av grasfrø kan foregå manuelt eller med maskinelt utstyr.

245.4 Drenering av vegskråninger

Ved drenering av en skråning tas det sikte på å motvirke:

- overflateerosjon ved å avskjære vann som ellers vil renne ut over skråningsflaten
- grunnvannserosjon og overflateglidninger ved å ta vare på vann som kommer ut av grunnen i skråningen

245.41 Overflatedrenering

Skjæringer

I tilfeller der overflatevann ventes å forårsake skadelig erosjon bør det graves en avskjærende terrenggrøft som vist i kap. 41.

Fyllinger

Der fyllingsmassene er lett eroderbare, må fyllingsskråning og fyllingsfot erosjonssikres.

245.42 Grunnvannsdrenering

I de fleste tilfeller er den drenerende virkningen av drenggrøft ved foten av skråningen tilstrekkelig for å sikre skråningen.

Der grunnvannet kommer fram i årer eller sjikt i skråningen, kan vannet fanges opp som vist i figur 245.3.

245.3

Parkmessig behandling av rabatter o.l. prosjekteres av landskapsarkitekt eller gartner. Se Håndbok N100 del C (Ref. 3) og Prosesskode 1, prosess 74 (Ref. 5).

Manuelt: Til å beskytte grasfrøet i spiringsfasen kan det påføres et tynt beskyttelseslag av f.eks. torv eller et åpent beskyttelsesnett.

Se også kap. 741 og 742 samt Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref 9).

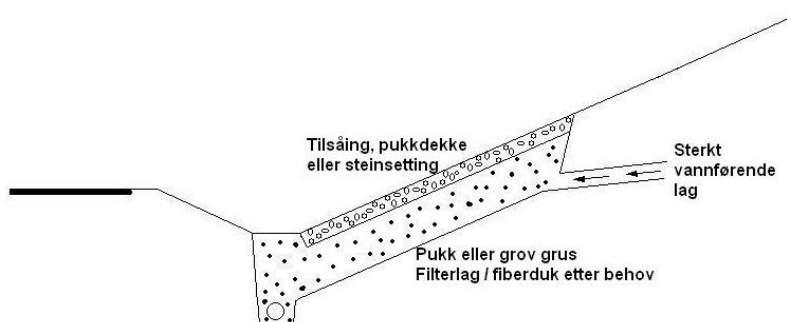
Maskinelt utstyr (Hydro-seeder System): Vann, frø, gjødsel og revet cellulose blandes i tank og sprøytes ved pumping på ferdig planert skråning.

245.41

I permeable jordarter anbefales at disse grøftene bygges med tett bunn (krybberør, folie e.l.).

245.42

Kan også brukes som skråningsdren vinkelrett på vegggrøft.



Figur 245.3 Drensgrøft for vannførende sjikt med stor vannføring

Der det er jevnt vannsig i skråningen og fare for overflateglidninger, kan det være nødvendig med skråningsdren vinkelrett på vegggrøften, se figur 245.4. Den drenerende virkningen av skråningsdrenene er da av særlig betydning i teeløsningsperioden. Avstanden mellom skråningsdren kan være 4 – 6 m, varierende med bl.a. jordarten. Grøftebredden er ca. 0,5 m. Grøftedybden bør være ca. 1 m.

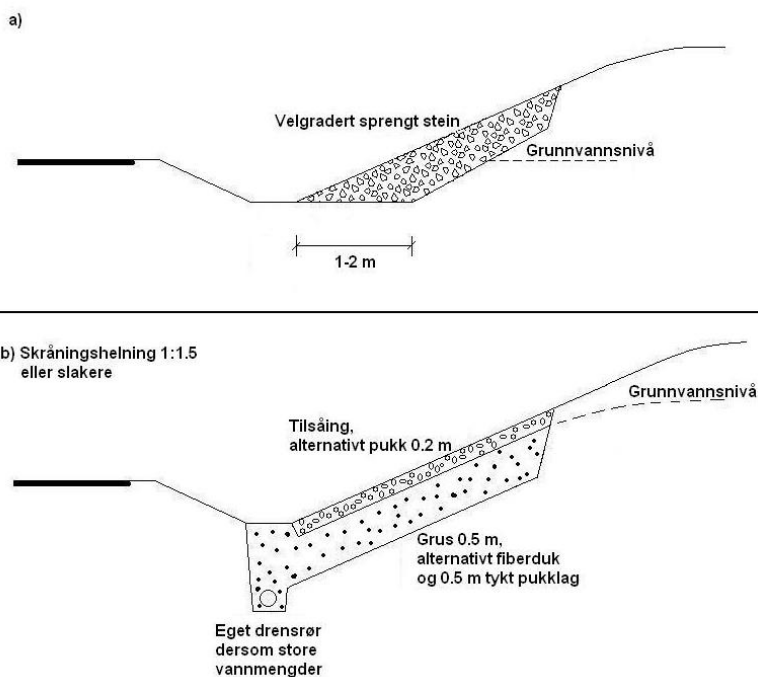
Skråningsdren bør legges i fallretningen for skråningen og ikke på skrå av hensyn til stabilitet av grøft og fare for glidninger.



Figur 245.4 Skråningsdren vinkelrett på vegggrøft (Rv 120, Nannestad. Foto: Arvid Sagbakken)

245.5 Masseutskifting

I skråninger der det er særlig vanskelig å få massene til å ligge i ro, kan masseutskifting være aktuelt. Eksempler er vist i figurene 245.5 og 245.6.



Figur 245.5 Eksempler på skråningsbeskyttelse ved masseutskifting



Figur 245.6 Masseutskifting i skråningsfot (Gartland i Nord-Trøndelag. Foto: Kjell Eriksen)

245.5

Utførelsen som er vist i figur 245.5b er også aktuell der klimatiske forhold hindrer at det dannes grasdekke på skråningsoverflaten.

Grøftarbeider i vannmettede skråninger og skråninger med fare for overlateglidninger kan medføre risiko. Ev. bruk av drensør må vurderes med hensyn på behov og risiko ved å ha personell i grøfta.

250

Fyllinger er nærmere omtalt i Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref. 9).

Ved fyllinger i vann kan det være ønskelig å begrense partikkelspredning, for eksempel ved bruk av såkalt *siltgardin*. Om funksjon, tilpassing og oppfølging, se Statens vegvesen rapport nr. 205 (Ref. 27).

25. Fyllinger

250. Generelt

Før oppbygging av vegfyllinger kan påbegynnes, skal fyllingsområdet være avdekket og klargjort som angitt i kap. 252.

På byggegrunn der vegfyllinger kan føre til utglidning eller skadelige setninger, skal forholdene avklares med geotekniske undersøkelser på kommuneplan- og reguleringsplanstadiet (kfr. Håndbok V220 – Ref. 2).

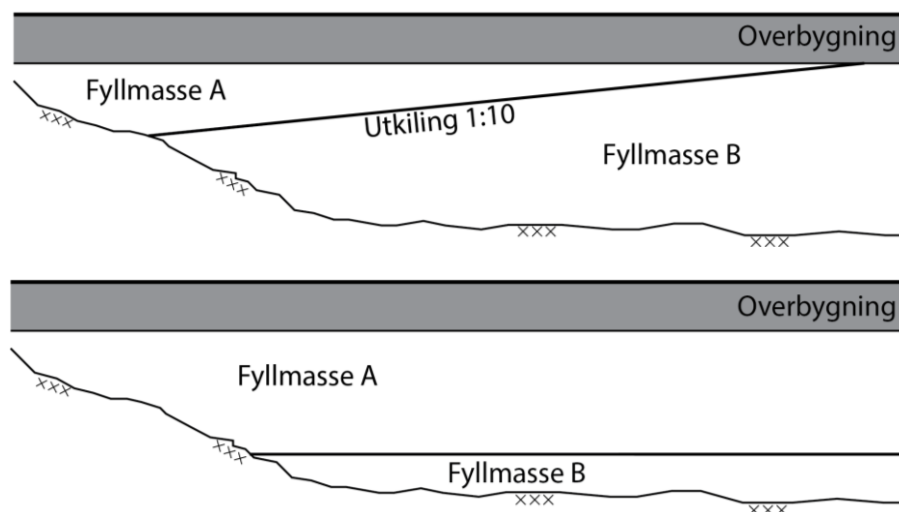
Løsmasser med ulike setningsegenskaper bør legges ut i horisontalt atskilte lag eller med utkiling mellom de ulike materialene for å oppnå jevnest mulig kvalitet, se figur 250.1.

Disponible ikke-telefarlige løsmasser bør plasseres i frostsonen under vegens overbygning.

Ved planering av planum er det viktig å sørge for god jevnhet og nødvendig fall slik at oppbløting av overflaten unngås ved nedbør.

I større fyllinger som helt eller delvis bygges opp av finkornige (ikke drenerende) masser er det viktig at alle mulige typer vanntilførsel avledes eller dreneres vekk fra fyllingen for å unngå vannmetting, ustabilitet eller i verste fall utrasing.

Se også kap. 256.



Figur 250.1 Utkiling av masser i fylling samt horisontalt skille mellom masser i fylling (lengdeprofil)

251. Fyllingsskråning

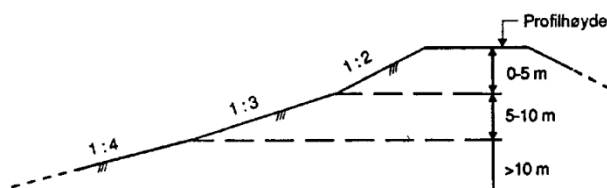
Skråningshelningen skal tilpasses jordartens stabilitetsegenskaper og erosjonsforholdene. Dersom det er tvil om stabilitetsforholdene, skal det foretas geotekniske undersøkelser for å fastsette skråningshelningen. Figur 251.1 og 251.2 viser de største skråningshelninger som skal benyttes.

Avhengig av skråningshelning og fyllingshøyde vurderes behov for rekkverk i henhold til Håndbok N101 *Rekkverk og vegens sideområder* (Ref. 8).

Materialer	Største skråningshelning
Stein	1: 1,25 ¹⁾
Grus	1:1,5
Sand	1:1,5
Finsand/silt	1:2
Leire	Se figur 251.2

- 1) Fylling av sprengt stein kan legges med helning brattere enn 1:1,25. Det forutsettes lagvis utlegging og stein med egnet form og størrelse i skråningsflaten.

Figur 251.1 Største skråningshelning for vegfyllinger



Figur 251.2 Største tillatte skråningshelning for leirfylling ^{*)}

Fylling av sprengt stein under vann bør normalt ikke ha brattere helning enn 1:1,3. Skråningshelningen skal kontrolleres ved profilering eller dykker og eventuelt justeres/utjevnes, for eksempel ved sprengning.

252. Rensk

Under fyllinger skal busker og kratt kuttes ned til terrenget og fjernes. Hogst-avfall skal også fjernes. I tillegg skal alle stubber som ligger nærmere profilhøyden enn 3,0 m graves opp og fjernes.

Når det benyttes fyllmasse som krever lagtykkelser på mellom 20 og 60 cm, skal stein (på terrenget) større enn lagtykkelsen fjernes i veglinja.

Humusholdig jord skal skaves av terrenget under fyllinger som er lavere enn 3,0 m.

Dersom ikke en høyere nytteverdi tilsier at grastorv, skogstorv og jord blir fjernet, gjelder følgende: Humusholdig jord skal fjernes under fyllinger der terrenget skråner 1:6 eller mer i vegens tverretning. Humusholdig jord skal også fjernes i slakere terreng under fyllinger når det stilles særlig strenge krav til setnings- og stabilitetsforhold.

251.

I forbindelse med landskapsmessig behandling av vegomgivelsene kan det være ønskelig å velge andre utforminger når det gjelder skråningene. Slik utforming gjøres i samarbeid med grunneier og landskapsarkitekt.

Slakere helning vurderes bl.a. ved fare for erosjon, stående grunnvannstand i fyllingen m.m. Se kap. 26 og Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref. 9).

Rekkverk kan elimineres ved utslaking av skråningene, se Håndbok N101 *Rekkverk og vegens sideområder* (Ref. 8). Se også Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging (Ref. 2).

^{*)} I en del tilfeller kan det være vanskelig å holde helning 1:2 i den øvre del av fyllingen. I områder med høyt vanninnhold i leira (> 25 %) bør en derfor vurdere å benytte slakere helning. Dette reflekterer også på behov for rekkverk, se Håndbok N101 *Rekkverk og vegens sideområder* (Ref. 8).

Se også kap. 7.

For grastorv, skogstorv og myr i lagtykkelse mindre enn 0,3 m gjelder de samme regler som for humusholdig jord. Framgangsmåten ved fundamentering på tykkere avsetninger av torv eller sterkt humusholdige jordarter skal vurderes av sakkyndige i hvert enkelt tilfelle.

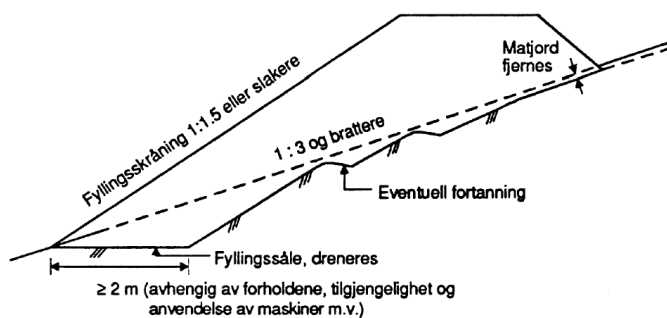
Humusholdig jord og vekstjord skal tas ut og behandles slik at den er egnet for eventuell senere bruk, se kap. 240 og Håndbok V221, (Ref. 9).

253. Fyllingssåle i tverrskrånende terreng

For å oppnå god stabilitet for fyllinger i tverrskrånende terreng er det nødvendig med god kontakt mellom fylling og underliggende stabilt terreng. Humusholdig jord og andre bløte løsmasser skal fjernes og det skal etableres fortanning.

253.1 Fyllingssåle i jordterreng

Når terrenget skråner 1:3 eller brattere i vegens tverretning skal det tas ut en såle i foten av fyllingen. Der forholdene ikke tillater lagvis oppfylling, skal det graves en minst 0,5 m dyp grøft som fortanning ved fyllingsfoten. Grøften skal ha avløp. For fyllinger i vann benyttes eventuelt fortregning som beskrevet i Kap. 231.



Figur 253.1 Fyllingssåle ved terrengskråning 1:3 og brattere

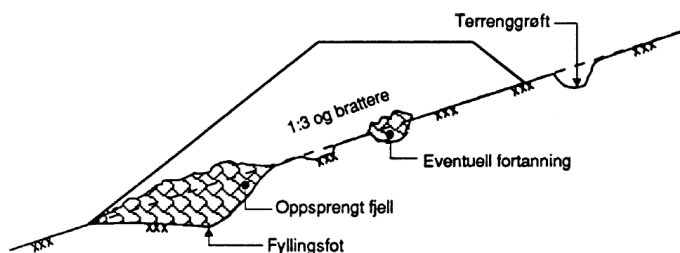
253.2 Fyllingssåle i bergterreng

Det skal sprenges ut en fyllingsfot når terrenget skråner 1:3 eller brattere. Dessuten skal det sprenges fortanning når bergoverflaten er glatt. Dette er spesielt viktig for utfylling i vann. Filter skal legges ut mellom jordfylling og oppsprengte masser i foten.

253.2

Fortanning kan utføres ved at en sprenger opp renner og lar de løssprengte massene bli liggende, se figur 253.2.

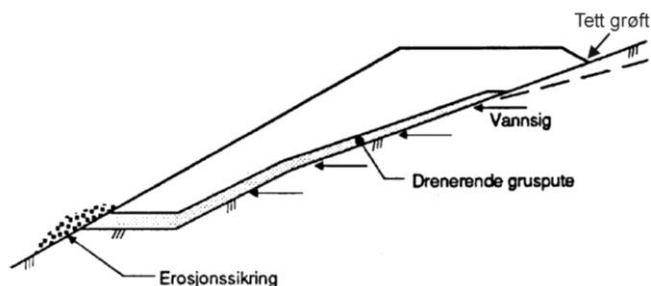
I vann kan dette utføres ved å sprengte 2 – 3 rader med hullavstand 2 – 3 m og 76 mm borkrone.



Figur 253.2 Fortanning ved bergheining 1:3 og brattere

254. Drenerende gruspute

I tverrskrånende terreng (brattere enn 1:3) med finkornige masser skal det legges ut drenerende gruspute dersom oppbløting kan resultere i siging eller undervasking.



Figur 254.1 Gruspute under fylling i tverrskrånende terreng

Filterkriteriene skal ivaretas for å sikre mot tetting, se kap. 52.

Det skal sikres mot at vann fra veggrøft eller ovenforliggende terreng kan renne under fyllingen og inn i grusputa.

255. Krav til fyllmassene

Massetak bør undersøkes/vurderes før drift settes i gang. Mold, torvrester, røtter og hogstavfall skal ikke nyttes i oppbygging av vegfyllinger. Humusholdige masser (mer enn 3 % humus etter glødetapmetoden) skal ikke benyttes som fyllmasse.

Avhengig av vanninnhold og omrørt fasthet i massene kan leire og silt brukes.

Jord skal ikke inneholde stein som bygger mer enn halve lagtykkelsen under utlegging.

Snø, is eller teleklumper skal ikke finnes i massene.

For steinfyllinger skal største steinstørrelse (målt som lengste sidekant) i materialene ikke overstige 1,5 m eller 2/3 av lagtykkelsen.

254.

En drenerende gruspute er i slike tilfeller alltid nødvendig når fyllinger bygges opp av leire, silt eller andre materialer, som får sterkt redusert fasthet når de blir oppbløtt.

En drenerende gruspute avsluttes utenfor fyllingsprofilen på nedsiden og sikres mot erosjon. Grusputene kan også utføres som strenger i fallretningen.

255.

Se Håndbok V221 Grunnforsterking, fyllinger og skråninger (Ref. 9).

For friksjonsjordarter oppnås best resultat ved vanninnhold nær det optimale.

Se dimensjoneringsstabeller i kap. 5, bl.a. figur 512.2.

256.

Fyllinger som legges ut på frossen mark, vil få setninger når jorden tiner. På slike fyllinger bør ikke overbygningen legges ut før jorden under fyllingen er tint opp og setningene avsluttet.

Ved lavt vanninnhold kan komprimeringskravet være vanskelig å oppnå. Aktuelle tiltak vil da være økt komprimeringsarbeid. Vanning kan være aktuelt i spesielle tilfeller. Finkornig friksjonsjord med høyt vanninnhold er normalt uegnet til utlegging. Bruken av slike masser bør vurderes nøye og ses i sammenheng med behov for mellomlagring og uttørring.

Ved samtidig tilgang på ulike fyllmasser som sprengt stein og løsmasser av varierende kvalitet, vurderes plassering av massene (i fyllingstverrsnittet) mht. fyllingens stabilitet og dimensjoneringen av overbygningen. Ved høye fyllinger og svake fyllmasser og/eller sideskrånende terreng med tette masser i grunnen tilsier hensynet til stabiliteten at sprengt stein legges i bunn av fyllingen. Ved lavere fyllinger på flatt, drenert terreng og med stabile fyllmasser legges sprengt stein fortrinnsvis i øvre del av fyllingen.

256.

Utfyllende beskrivelse for utlegging av steinfyllinger er gitt i Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref. 9).

I øvre 1,0 meter av steinfyllingen skal det benyttes godt drenerende masser. Det skal påsees at materialene i den øverste delen av steinfyllingen er i samsvar med dimensjoneringsforutsetningene. I halvskjæringer og ved varierende dybde til fjell over korte avstander kan det f.eks. være behov for frostsikring selv om det generelt ikke er krav om dette, se kap. 511.

256. Krav til utleggingen

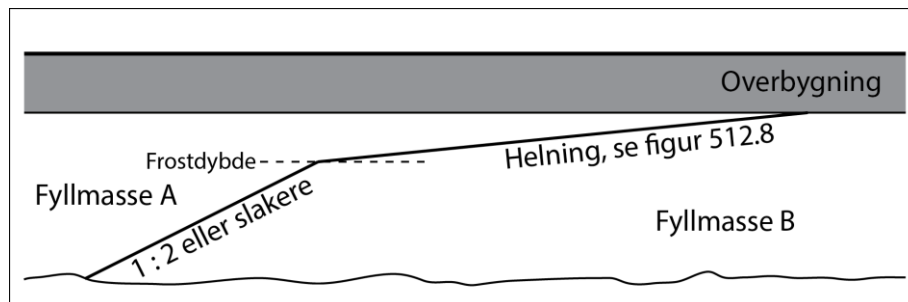
Generelt

Frosne jordmasser skal ikke legges i fyllinger.

Fyllinger skal legges ut og komprimeres på en slik måte at det ikke oppstår uakseptable egenetninger etter byggetiden, og slik at man oppnår størst mulig homogenitet i horisontal utstrekning.

Krav til tverrfall på fylling i byggefasen er min. 3 %. Ved vannømfintlige, finkornige materialer bør tverrfallet økes til 6 % for å sikre god avrenning.

Fyllmasser som gir ulik telehiving, skal skjøtes sammen i en kile-i-vegens lengderetning ned til frostdybde under vegens overflate. Helningen på utkilingen velges ut fra figur 512.8. Under dette nivå kan overgangen være 1:2 eller slakere.



Figur 256.1 Utkiling av fyllingsmasser

Fylling av friksjonsjord

Jordfyllinger skal legges ut lagvis. Fyllinger av friksjonsjord skal komprimeres som vist i figur 256.3. Se også Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref. 9).

Fylling av leire

Fylling av leire skal legges ut i maksimalt 0,2 m tykke lag, ferdig komprimert. Veiledning med hensyn til brukbarhet av masser, utlegging og komprimering er gitt i Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref. 9).

Fylling av stein

Steinfyllinger kan legges ut fra endetipp opp til nivå 1 m under planum for fyllingshøyder < 6 m. Etter komprimering på dette nivå skal topplaget legges ut i 0,5-1 m tykkelse og komprimeres. Komprimeringen skal utføres minst

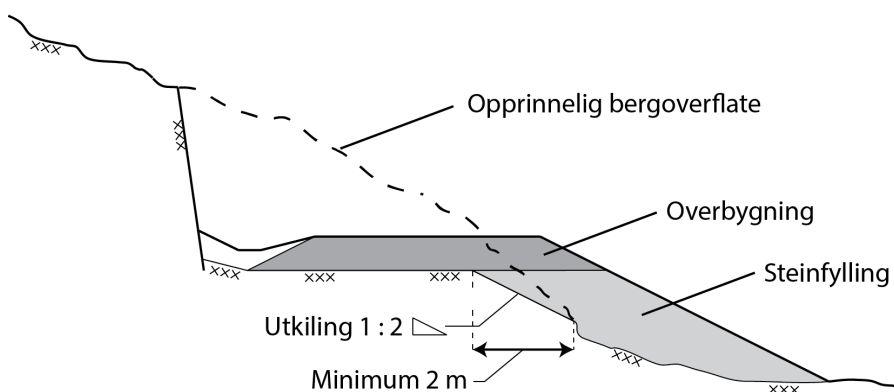
som vist i figur 256.3 eller tilsvarende. For fyllingshøyder > 6 m bør massene legges ut lagvis fra bunnen med lagtykkelse 1 – 2 m. Hvert lag komprimeres.

Dersom terrenget skråner 1:3 eller brattere i vegens tverretning, bør steinfyllingen legges ut og komprimeres lagvis.

For fyllinger med risiko for egensetninger pga. kort anleggstid eller spesiell terrenggeometri vurderes lagvis utlegging og komprimering spesielt. Det stilles spesielle krav til steinfylling lagt ut i vann og steinfylling som danner fundament for brulandkar eller andre konstruksjoner, se Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref. 9).

Ved breddeutvidelse av eksisterende veg bør steinfylling legges ut lagvis i horisontale lag.

I overgangen mellom steinfylling og bergskjæring skal det ved grunnsprengt berg utføres utkiling med helning 1:2 over minimum 2 m bredde i tverrprofilet, se figur 256.2.



Figur 256.2 Utkiling i overgang mellom steinfylling og bergskjæring (grunnsprengt berg).

Komprimering

Fyllingen deles inn i homogene seksjoner med like grunnforhold, fyllingsmaterialer og lagtykkelser. Oppnådd komprimeringsresultat skal dokumenteres i henhold til figur 204.2.

Figur 256.3 viser nødvendig antall passeringer, avhengig av materialtyper, komprimeringsutstyr og lagtykkelser. Dersom det begrunnes i måleresultater fra setningsnivellement, platebelastning eller responsmålinger, kan det settes andre krav enn i Figur 256.3. Slike målinger utføres som beskrevet i Figur 520.6.

Valsemontert GPS-utstyr eller tilsvarende skal brukes til å dokumentere at det planlagte antall overfarer er kjørt. Minstekrav og toleranser til kontroll er gitt i kapittel 204.3. Komprimering er nærmere omtalt i 520.4.

256.

For virkning av vibrasjoner på byggverk fra annen anleggsvirksomhet enn sprengning, og fra trafikk, se NS 8141-2 (Ref. 11b).

Det finnes flere systemer for stedfesting gjennom bruk av satellitter. Global Navigation Satellite System (GNSS) er en fellesbetegnelse for satellittbaserte systemer for navigasjon og posisjonering med global dekning. GPS er ett av flere GNSS-systemer.

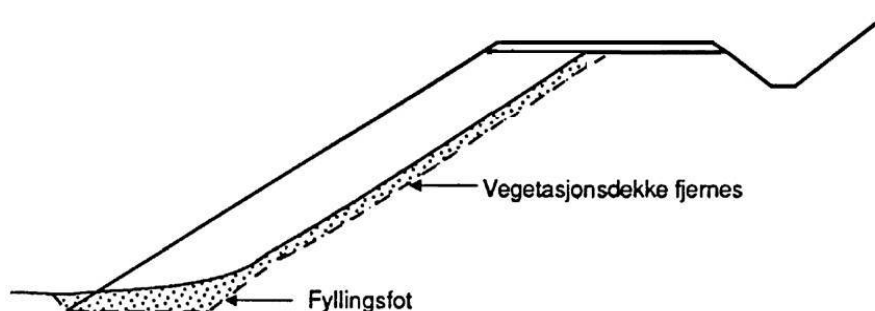
Underbygningsmateriale	Konsistens	Komprimeringsutstyr	Statisk linjelast [kN/m]	Masse [tonn]	Lagtykkelse etter komprimering [mm]	Antall passerlinger
Sprengt stein	-	Vibrerende vals	> 45		Utlagt på endetipp	10
			> 30		500-2000	5
Grus, sand, selvdrenerende	Bløt	Vibrerende vals	> 30		200-600	4-6
	Tørr	Vibrerende vals	> 30		200-300	6-8
Finsand, silt	Bløt	Beltemaskin		10-20	200	2-4
		Vibrerende vals	> 30		200	4-6
	Tørr	Dumper/hjullaster		25-70	200	2-4
Leire, siltig leire	Bløt	Beltemaskin (lavt marktrykk)		10-20	200	2-4
	Tørr	Dumper/hjullaster		40	200	2-4

Figur 256.3 Komprimering av underbygning (fyllinger)

257. Breddeutvidelse

Med breddeutvidelse av eksisterende veg menes en utvidelse slik at den nye vegbanen blir liggende delvis på gammel og delvis på ny fylling i vegens tverretning.

Det skal utføres grunnundersøkelser der det er fare for at tyngden av prosjektert fylling kan føre til utglidning, eller hvor det kan oppstå store deformasjoner i undergrunnen.



Figur 257.1 Breddeutvidelse av veg

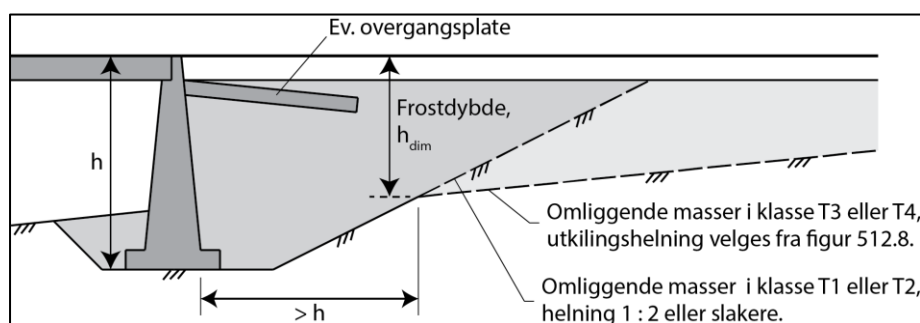
Gammel fyllingsskråning og fot under ny fylling skal renses for vegetasjonsdekke og matjord. Behov for grunnforsterkningstiltak under skråningsfot skal vurderes av sakkyndig.

Fyllmassene skal være lett komprimerbare, velgraderte friksjonsmasser, fortrinnsvis av sprengt stein, se kap. 255 og 256. De skal legges ut lagvis og bør komprimeres i henhold til figur 256.3.

Nødvendig arbeidsbredde for å sikre at ønsket komprimering oppnås, skal ivaretas (normalt 3 m).

258. Fylling inntil bruer, kulverter og støttemurer

Fylling inntil bruer betyr i denne sammenheng fylling rundt fundamenter og den del av tilstøtende vegfylling som er skravert på figur 258.1. Dette er nærmere omtalt i Håndbok N400 (Ref. 7).



Figur 258.1 Fylling inntil bruer

Krav til fyllmasse

Bakfyllingen skal utføres med ikke-telefarlige materialer. Materialer som kan gi uheldig kjemisk påvirkning på konstruksjoner, eller forurenset avrenning, skal ikke benyttes. Større steiner enn 30 cm skal ikke forekomme i massene nærmest konstruksjonen.

Ved telefarlige masser i tilstøtende terreng eller fylling skal det lages en utkiling med helning som gitt i figur 512.8 ned til dimensjonerende frostdybde h_{dim} . Under frostsonen kan utkilingen ha helning 1:2 eller slakere.

Fylling inntil bruer skal utføres med lett komprimerbare friksjonsmasser. Fyllmassene skal ikke inneholde humus, snø, is eller teleklumper.

Krav til utlegging

Innenfor en avstand lik høyden av konstruksjonen skal bakfyllingen legges opp lagvis og komprimeres med vibrerende plate (for grus/sand maksimum 300 kg) eller lett vibrovals (for sprengt stein maksimum 1,5 tonn). Lagtykkelse og komprimeringsutstyr er avhengig av massetype.

Vibrerende komprimering med tungt utstyr (>1,5 tonn) skal ikke utføres nærmere enn 7 m eller en avstand lik murhøyden bak landkar eller ikke-ettergivende forstøtningsmur som ikke er dimensjonert for den økning i jordtrykk som slik vibrering i fyllmassene vil forårsake.

Samme forhold gjelder for forstøtningsmur for vegfylling.

258.

For virkning av vibrasjoner på byggverk fra annen anleggsvirksomhet enn sprengning, og fra trafikk, se NS 8141-2 (Ref. 11b).

259.

Vedrørende fyllinger og støttemurer av armert jord, se Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging (Ref. 2)

259. Kontroll av fyllinger

I figurene 204.1-2 er vist det minimum av kontrollarbeid som skal utføres ved stabil drift etter at arbeidet er kommet godt i gang. Under oppstartning skal omfanget av kontrollen økes:

- for mindre arbeider
- arbeider under vanskelige forhold
- ved større variasjoner i materialkvalitet
- der kvalitetskravene ikke er oppfylt

Klassifiseringskontroll

Dersom kontroll av en prøve viser at gjeldende krav ikke er tilfredsstillt, skal det foretas avviksbehandling. Se også kap. 03.

Komprimeringskontroll

Dersom kravet ikke er oppfylt, skal ytterligere komprimering utføres og kontrolleres på ny.

Topp fylling planeres i forhold til teoretisk planum med toleranser som vist i figur 204.4. Tverrfall på jordfyllinger skal være min. 3 %.

26. Skråninger mot vann

261. Elveforbygning

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) skal kontaktes i forbindelse med planlegging av inngrep som antas å få nevneverdig virkning på omgivelsene og konsekvenser for hydrologiske og biologiske forhold i vassdrag. Mulig oppstuvning og erosjonsforholdene skal vurderes. Det følger av naturmangfoldloven kap. II § 7 at prinsippene i lovens §§ 8 til 12 skal legges til grunn som retningslinje ved utøving av offentlig myndighet etter annet regelverk.

261.1 Forundersøkelser

Følgende forhold skal legges til grunn for vurdering og beregning av erosjonssikring:

Hydrauliske forhold

- Høyeste og laveste vannstand med tilhørende strømhastighet i ulike deler av elveløpet.
- Islegging, isgang og virkning av dette på strømforholdene.

Normalt legges 200 års gjentaksintervall med tillegg av en sikkerhetsmargin til grunn for dimensjonerende flom ved erosjonssikring av permanente anlegg. Ved midlertidige arbeider kan mindre gjentaksintervall benyttes, og det kan også tas sesonghensyn. Disse valg skal gjøres i samråd med NVE.

Geometriske/geotekniske forhold

- Bunnprofil, skråningshelning, elveløpets geometri (rettlinjet/-innerkurve/ytterkurve)
- Løsmassenes korngradering
- Elveskråningens stabilitet

Erosjonsaktivitet

- Elveløpets erosjonsstabilitet, lokalisering og omfang av erosjon.

I de fleste tilfeller vil opplysninger fra lokalbefolkningen, sammen med enkle observasjoner og målinger, gi et rimelig vurderingsgrunnlag. Det er viktig at strømningsforløp og vannhastighet kartlegges både oppstrøms og nedstrøms for det planlagte vegprosjektet for å kunne vurdere effekten på strømningsforholdene og mulig erosjon i elva. Modellforsøk kan være nødvendig.

261.2 Sikringsmetoder

Elveforbygning med dekningslag av stein er den vanligste sikringsmetode. Alternative utførelser kan være bruk av:

- gradert filter
- steinkurver/steinmadrasser

261.

Ved ethvert inngrep i et elveprofil, f.eks. ved utfylling, graving, bygging av brupilare osv, vil det oppstå endringer i strømnings-tilstanden som ofte kan forårsake endret erosjonsaktivitet i elveskråningene eller rundt brupilarene. Innsnevring eller utvidelse av profilet vil normalt ha virkning på strømforholdene både oppstrøms og nedstrøms, i ugunstigste fall over betydelige elvestrekninger.

I mange bekke- og elveløp foregår det en naturlig erosjon som kan få betydning selv for konstruksjoner som ikke er i direkte berøring med vannet.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har måledata og erfaringsgrunnlag fra en rekke vassdrag. Om nødvendig utføres målinger, ev. med bistand fra sakyndig.

Se også kap. 403. Generelt om vegens linjepålegg i forhold til flom, se håndbok N100 (Ref. 3) kap. C.2.

Inngrep i vassdrag er regulert i følgende lover:

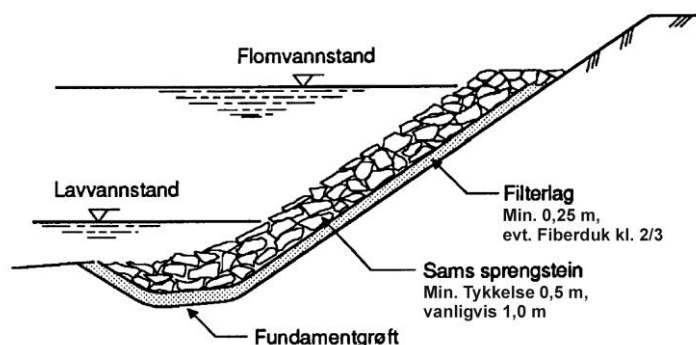
- plan- og bygningsloven
- vannressursloven
- friluftsløven
- laksefiske og innlandsfiske loven
- naturvernloven
- forurensningsloven

Det henvises også til NVE retningslinjer 2/2011 *Flaum- og skredfare i arealplanar* (Ref. 21).

261.2

Vedrørende valg av sikringsmetoder, dimensjonering og utførelse, se Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref. 9), eller Vassdragshåndboka fra NVE (Ref. 17). NVE har også utarbeidet en "Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein" (Ref. 18).

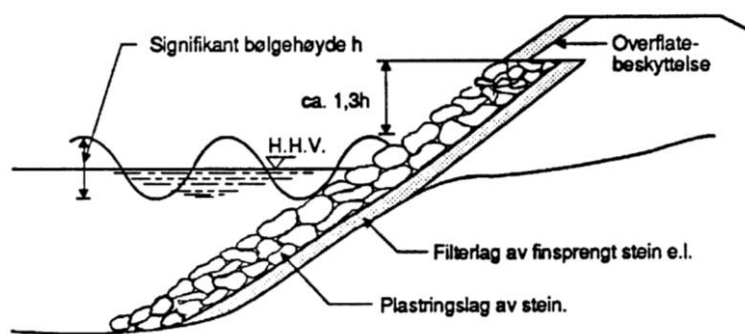
Om krav til steinmaterialer, se også NS-EN 13383.



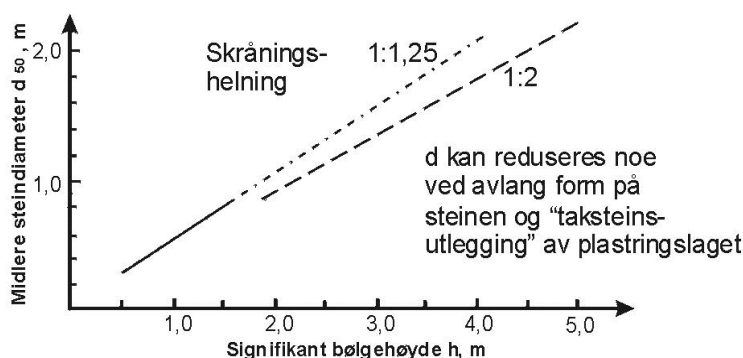
Figur 261.1 Elveforbygning av stein

262. Sikring mot bølgeerosjon

Plastring med stein er den vanligste sikringsmetode.



Figur 262.1 Utforming av steinplastring



Figur 262.2 Stein størrelse for sikring mot bølgeerosjon

Mulig effekt av klimaendringer i form av havnivåstigning og økt stormflo skal vurderes, se rapport om Havnivåstigning (Ref. 19).

262

Plastring med stein er den vanligste sikringsmetoden. Vedrørende dimensjonering og utførelse, se Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref. 9) eller håndbok om moloer fra Kystverket (Ref. 15).

Signifikant bølgehøyde er den gjennomsnittlige høyde av den høyeste tredjedpart av minst 200 etterfølgende bølger.

De viktigste bestemmelsene som berører anleggsvirksomhet i strandområder finnes i følgende lover:

- plan- og bygningsloven
- havne- og farvannsloven
- saltvannsfiskeriloven
- friluftsløven
- laksefiske- og innlandsfiskeloven
- naturmangfoldloven

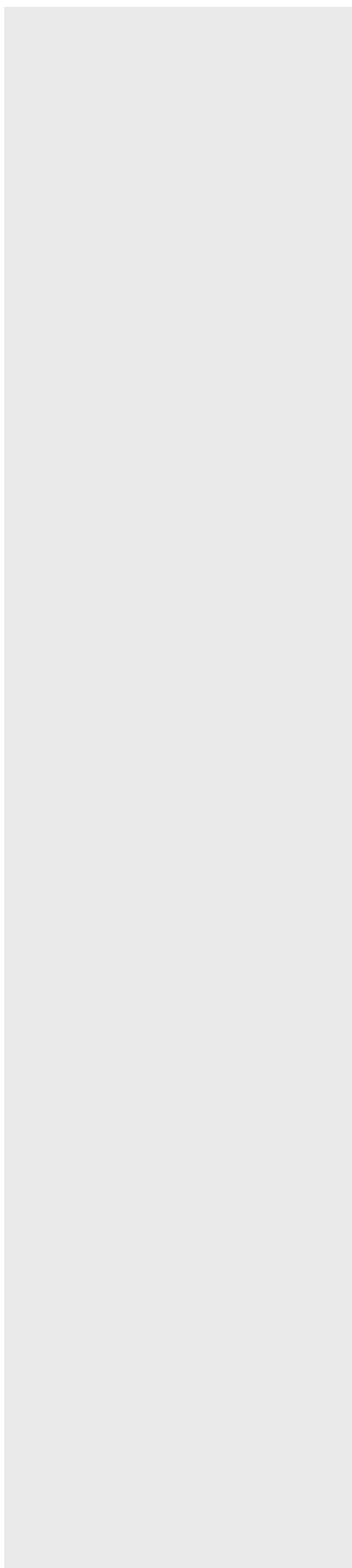
Referanser

Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelig fra <http://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker>.

1. Statens vegvesen, *Laboratorieundersøkelser, Håndbok R210*. 2005, Vegdirektoratet: Oslo.
2. Statens vegvesen, *Geoteknikk i vegbygging, Håndbok V220*. 2010, Vegdirektoratet: Oslo.
3. Statens vegvesen, *Veg- og gateutforming, Håndbok N100*. 2013, Vegdirektoratet: Oslo
4. Statens vegvesen, *Vegtunneler, Håndbok N500*. 2010, Vegdirektoratet: Oslo.
5. Statens vegvesen, *Prosesskode 1. Standard beskrivelsestekster for vegkontrakter, Håndbok R761*. 2012, Vegdirektoratet: Oslo.
6. Statens vegvesen, *Styring av vegprosjekter, Håndbok R760*. 2012, Vegdirektoratet: Oslo.
7. Statens vegvesen, *Bruprosjektering, Håndbok N400*. 2009/2011, Vegdirektoratet: Oslo.
8. Statens vegvesen, *Rekkverk og vegens sideområder, Håndbok N101*. 2013, Vegdirektoratet: Oslo.
9. Statens vegvesen, *Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, Håndbok V221*. 2012, Vegdirektoratet: Oslo. 2. opplag med rettelsener 2014.
10. *NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 Eurokode 7, Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler*. 2008, Standard Norge.
- 11a. *NS 8141-1:2012+AI:2013 Vibrasjoner og støt. Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk. Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt fra sprengning på byggverk, inkludert tunneler og bergrom*. 2013, Standard Norge.
- 11b. *NS 8141-2:2013 Vibrasjoner og støt. Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk. Del 2: Virkning av vibrasjoner på byggverk fra annen anleggsvirksomhet enn sprengning, og fra trafikk*. 2013, Standard Norge.
- 11c. *NS 8141-3:2014 Vibrasjoner og støt. Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk. Del 3: Virkning av vibrasjoner fra sprengning på utløsning av skred i kvikkleire*. 2014, Standard Norge.

12. Landbruksdepartementet, *Tekniske retningslinjer for anlegg, drift og vedlikehold av planeringsfelt*, Best. nr. M-0584. 1989, Landbruksdepartementet: Oslo.
http://www.regjeringen.no/upload/kilde/ld/bro/1989/0001/ddd/pdfv/151460-tekniske_retningslinjer_planeringsfelt.pdf
13. Direktoratet for arbeidstilsynet, *Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser*, (Byggherreforskriften) Bestillingsnr. 599 (Ikrafttredelse 2010-01-01).
<http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20090803-1028.html>
14. Direktoratet for arbeidstilsynet, *Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften)*.: Oslo.
<http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-19961206-1127.html>
<http://www.lovdata.no/for/sf/ad/td-19961206-1127-0.html>
15. Kystverket, *Moloer*. 2000, Kystdirektoratet, Ålesund.
16. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, *Forskrift om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff*, <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20020626-0922.html> . 2002, DSB. (Revidert med virkning fra 2010-01-04, siste endret 2013-10-03)
17. Norges vassdrags- og energidirektorat, *Vassdragshåndboka*. 2010, NVE: Oslo.
18. Norges vassdrags- og energidirektorat, *Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein*. 2009, NVE: Oslo
<http://www.nve.no/no/om-nve/publikasjoner/nve-publikasjoner-arsserier/publikasjoner-2009/veileder-2009/>
19. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, *Havnivåstigning. Estimer av framtidig havnivåstigning i norske kystkommuner*, revidert utgave 2009. DSB, Tønsberg.
<http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/2009/Rapport/Havnivaastigning-rapp.pdf>
20. Knutson, Å og Senstad P.K.: *Armering av veg*. Intern rapport nr. 1991 Statens vegvesen Vegdirektoratet, Veglaboratoriet, Oslo 1997.
21. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE): *Flaum og skredfare i arealplanar*, NVE retningslinje 2/2011. <http://www.nve.no/no/flom-og-skred/arealplaner-i-fareomrader/panlegging-og-utbygging-i-fareomrader-langs-vassdrag/>
22. Standard Norge: *NS-EN 1990:2002+NA:2008 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*. Standard Online, Oslo 2008. (også benevnt Eurokode 0).
23. Standard Norge: *NS 5815:2006 Risikovurdering av anleggsarbeid*. Standard Norge, Oslo 2006.

24. Statens vegvesen, *Sikring av veger mot steinskred : grunnlag for veiledning*, VD rapport nr. 32, Vegdirektoratet, Oslo 2011
<http://www.vegvesen.no/attachment/235017/binary/436828>
25. Direktoratet for byggkvalitet (DiBK): *Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK10)*. Publikasjonsnummer HO-2/2011.
<http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/?dyp=/dyp/content/tekniskekrav/>
26. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE): *Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper*. NVE veileder nr. 7-2014.
http://webby.nve.no/publikasjoner/veileder/2014/veileder2014_07.pdf
27. Statens vegvesen, *Siltgardiner: Funksjon, tilpassing og oppfølging*, Statens vegvesen rapport nr. 205, Vegdirektoratet, Oslo 2013
http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Publikasjoner/Statens+vegvesen+rapporter/attachment/446565?ts=13d44c902e8&fast_title=SVVrapport+205+Siltgardiner.pdf



Kapittel 3

Tunneler

INNHold

30.	GENERELT	108
-----	----------------	-----

30. Generelt

Tunneler er beskrevet i tunnelnormalene, Håndbok N500 *Vegtunneler* (2010).

Håndbok N500 omfatter de fleste faser ved gjennomføringen av vegtunnelprosjekter. Både planlegging, bygging, vedlikehold og drift er behandlet. Dimensjonering av vegoverbygning (forsterkningslag, bærelag og dekke) for tunneler er behandlet her i håndbok N200 (kap. 517), mens krav til materialer og utførelse er beskrevet i håndbok N500, kap. 9.

Når det gjelder generelle krav knyttet til geometri og utforming som er felles for tunneler og veg i dagen, henvises det til Håndbok N100 *Veg- og gateutforming* (2013).

Andre sentrale håndbøker fra Statens vegvesen vedrørende bygging av tunneler:

- Håndbok R761 Prosesskode 1 *Standard beskrivelsestekster for vegkontrakter* (2012).
- Håndbok R510 *Vann- og frostsikring i tunneler* (2006).

Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelig fra <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.

Kapittel 4

Grøfter, kummer og rør

INNHold

40.	OVERORDNET DEL	114
401.	GENERELT	114
401.1	<i>Innholdsbeskrivelse</i>	<i>114</i>
401.2	<i>Forholdet til andre etater</i>	<i>114</i>
401.21	Generelt om tiltak i vassdrag	114
401.22	Kabler og ledninger.....	115
401.3	<i>Plassering av kabler/ledninger.....</i>	<i>115</i>
401.31	Disponering av tverrprofilet, generelt.....	115
401.32	Varmekabler i fortau	117
401.33	Masteplassering.....	118
401.34	Kum plassering	118
401.4	<i>Kryssing av veg/gate</i>	<i>118</i>
401.41	Generelt.....	118
401.42	Kryssingsprinsipp.....	118
401.43	Kryssing med luftstrekk	119
401.5	<i>Plassering i grøftetverrsnittet.....</i>	<i>119</i>
401.51	Kabler.....	119
401.52	VA-ledninger	120
402.	DIMENSJONERINGSGRUNNLAG OG FORUTSETNINGER, DRENERING	121
402.1	<i>Generelt.....</i>	<i>121</i>
402.2	<i>Drensplan</i>	<i>121</i>
402.21	Generelt.....	121
402.22	Drensplanlegging på ulike plannivå.....	121
402.23	Drensplan på byggeplannivå.....	122
403.	FUNKSJONSKRAV OG ANDRE VIKTIGE KRAV	123
403.1	<i>Funksjonskrav</i>	<i>123</i>
403.2	<i>Eksisterende nedstrøms drencsystem og vegens drenering</i>	<i>124</i>
403.3	<i>Miljøtiltak.....</i>	<i>124</i>
403.31	Generelt.....	124
403.32	Typer av tiltak	124
403.33	Dimensjonering.....	126
403.4	<i>Rensetiltak: Utforming og dimensjonering</i>	<i>126</i>

403.41	Generelt, grunnlag for valg av renseløsning.....	126
403.42	Grunnlag for dimensjonering	127
403.43	Funksjonskrav til renseløsninger	127
403.44	Vått overvannsbasseng	127
403.441	Utforming.....	127
403.442	Dimensjonering av tørrværsvolum.....	128
403.443	Dimensjonering av fordrøyningsvolum	129
403.45	Infiltrasjon i stedlige masser.....	129
403.451	Utforming.....	129
403.452	Dimensjonering.....	130
403.46	Åpen filterløsning.....	131
403.461	Utforming.....	131
403.47	Filtergrøft	131
403.471	Utforming.....	131
403.472	Dimensjonering.....	132
403.48	Våtmark.....	132
403.481	Utforming.....	132
403.482	Dimensjonering.....	133
403.483	Landskapsutforming	133
403.49	Tekniske renselanlegg	133
403.491	Generelt.....	133
403.492	Dimensjonering.....	134
403.493	Forbehandling	134
403.494	Renseløsning	136
404.	KVALITETSSIKRING	138
404.1	Generelt	138
404.2	Konsekvensvurdering.....	138
404.3	Kontrollomfang og toleranser	138
404.4	Dokumentasjon av utført kvalitet.....	139
405.	HYDRAULISK DIMENSJONERING	139
405.1	Generelt	139
405.2	Minimumsdimensjoner for korte stikkrenner.....	140
405.3	Avrenning fra store felt.....	141
405.4	Avrenning fra små felt	141
405.5	Dimensjonering - kulverter og stikkrenner.....	145
405.6	Sikring mot slitasje og erosjon.....	146
405.7	Dimensjonering av overvannsledninger og slukledninger.....	146
405.8	Dimensjonering av drensledninger.....	146
405.9	Dimensjonering av åpne grøfter og kanaler.....	147
406.	DRENERINGSPRINSIPPER.....	148
406.1	Valg av drensssystem	148
406.2	Utforming av tverrprofil, generelt	149
406.3	Drenering av vegoverbygning	149
406.31	Åpen drenering - dyp sidegrøft.....	149
406.32	Lukket drenering	150
406.4	Drenering i fjellskjæring.....	151
406.5	Drenering ved forsterkning.....	151
406.51	Generelt	151
406.52	Åpen drenering	151
406.53	Lukket drenering, dypdrenering	151
406.6	Drenering av vegens sideområder.....	152
406.61	Lukket drenering	152
406.62	Infiltrasjon	152

406.63	Terrenggrøfter, nedføringsrenner	153
406.7	Avvanning av kjørebane og vegområde	153
406.71	Kjørebane	153
406.72	Kantstein og sluk	153
406.73	Vegskulder og sidegrøft	154
406.74	Parkeringsplasser og terminalanlegg	155
407.	FROSTSIKRING AV DRENSSYSTEM	155
407.1	Frostsikring av kulverter/stikkrenner	155
407.2	Frostsikring av overvannsledning	156
407.3	Kryssende ledningsgrøfter, sikring mot telehiv	156
407.4	Materialer til frostsikring	157
408.	TILTAK I VASSDRAG	158
408.1	Generelt	158
408.2	Vernede vassdrag	158
409.	ANLEGGSMESSIGE GREP	159
409.1	Midlertidig vinterdekking	159
409.2	Drenering under vegfylling	160
41.	ÅPNE GRØFTER	161
411.	GENERELT	161
412.	MATERIALER	161
413.	UTFORMING OG UTFØRELSE	161
413.1	Sidegrøft	161
413.2	Terrenggrøft	161
413.3	Nedføringsrenner	162
414.	KONTROLL	162
415.	TOLERANSER	162
416.	DOKUMENTASJON	163
42.	LUKKEDE RØRGRØFTER	164
421.	GENERELT	164
421.1	Innholdsbeskrivelse	164
421.2	Hensyn til andre installasjoner	164
422.	MATERIALER	164
423.	UTFORMING OG UTFØRELSE	165
423.1	Byggegrøp	165
423.2	Fundament	166
423.3	Sidefylling, beskyttelseslag og gjenfylling	167
423.4	Grøfter til ledningsanlegg for andre etater	169
424.	KONTROLL	169
425.	TOLERANSER	170
426.	DOKUMENTASJON	170
43.	RØRLEDNINGER	171
431.	GENERELT	171
431.1	Innholdsbeskrivelse	171
432.	MATERIALER	171
432.1	Generelt	171
432.2	Rør og rørdeler av betong	171
432.3	Rør og rørdeler av plast	172
432.4	Geotekstilbasert drengmatte for kantdrenering	173
433.	UTFORMING OG UTFØRELSE	174
433.1	Overvannsledninger, generelt	174

433.2	<i>Dimensjonering og utforming</i>	174
433.3	<i>Tetthetskrav</i>	174
433.4	<i>Legging</i>	175
433.5	<i>Kantdrenering med drensmatte</i>	176
434.	KONTROLL.....	177
435.	TOLERANSER.....	177
436.	DOKUMENTASJON.....	178
44.	RØRSYSTEM FOR KABELANLEGG	179
441.	GENERELT.....	179
442.	MATERIALER.....	179
442.1	<i>Rør til Vegvesenets installasjoner</i>	179
442.2	<i>Rør til installasjoner for andre etater</i>	180
442.3	<i>Kummer med tilbehør</i>	180
443.	UTFORMING OG UTFØRELSE.....	180
443.1	<i>Kummer, kumlukk, bend mv.</i>	180
443.2	<i>Rørgrøfter: Dybder, fundament, sidefylling og gjenfylling</i>	181
443.3	<i>Legging av rør</i>	182
443.4	<i>Kabelkanaler med innstøpte kabelrør</i>	182
443.5	<i>Nummerering av kabelrør</i>	182
443.6	<i>Lyttebånd</i>	183
444.	KONTROLL.....	183
445.	TOLERANSER.....	183
445.1	<i>Toleranser for rør- og kumplassering</i>	183
445.2	<i>Toleranser for lokk</i>	184
446.	DOKUMENTASJON.....	184
45.	STIKKRENNER/KULVERTER	185
451.	GENERELT.....	185
452.	MATERIALER.....	185
452.1	<i>Generelt</i>	185
452.2	<i>Rør og rørdeler av betong</i>	185
452.3	<i>Rør og rørdeler av plast</i>	185
452.4	<i>Rør og rørdeler av korrugert stål</i>	185
452.5	<i>Materialer til fundament og sidefylling</i>	186
453.	UTFORMING OG UTFØRELSE.....	186
453.1	<i>Plassering og utforming m.v.</i>	186
453.2	<i>Innløp og utløp</i>	186
453.21	<i>Innløp</i>	186
453.22	<i>Utløp</i>	188
453.3	<i>Utførelse</i>	188
454.	KONTROLL.....	189
455.	TOLERANSER.....	189
456.	DOKUMENTASJON.....	189
46.	KUMMER, SLUK, RISTER OG LOKK	190
461.	GENERELT.....	190
462.	MATERIALER.....	190
462.1	<i>Generelt</i>	190
462.2	<i>Kummer av betong og plast</i>	190
462.3	<i>Kumlukk, rister m.v.</i>	190
463.	UTFORMING OG UTFØRELSE.....	191
463.1	<i>Kummer, generelt</i>	191

463.2	<i>Rister og lokk</i>	191
463.3	<i>Sandfangkummer</i>	192
463.4	<i>Hjelpesluk</i>	193
463.5	<i>Overvannskummer</i>	193
463.6	<i>Øvrige kumtyper</i>	194
463.7	<i>Plasstøpt spesialkum</i>	194
464.	KONTROLL	194
465.	TOLERANSER	194
465.1	<i>Toleranser for kummer</i>	194
465.2	<i>Toleranser for rister og lokk</i>	194
466.	DOKUMENTASJON	195
47.	FORSTERKNING AV GRØFTER OG ELVE- OG	
	BEKKEREGULERINGER.....	196
470.	INNHALDSBESKRIVELSE	196
471.	STEMPLING, AVSTIVING AV GRØFTER	196
472.	SPUNTING	196
472.1	<i>Generelt</i>	196
472.2	<i>Materialer</i>	196
472.3	<i>Utførelse</i>	197
472.4	<i>Kontroll</i>	197
472.5	<i>Toleranser</i>	197
472.6	<i>Dokumentasjon</i>	198
473.	BUNNFORSTERKNING	198
474.	AVLASTING AV GRØFTESIDER	198
475.	FANGDAMMER OG PROVISORISKE OMLEGGINGER	199
475.0	<i>Generelt om tiltak i vassdrag</i>	199
475.1	<i>Fangdammer og provisoriske omlegginger</i>	199
476.	OPPRENSKING/OMLEGGING AV ELVER OG BEKKER.....	199
477.	EROSJONSFOREBYGGENDE TILTAK	200
478.	TERSKLER.....	200
	REFERANSER.....	201

40. Overordnet del

401. Generelt

401.1

Inndelingen av kapitlene 41.-47. følger i hovedsak inndelingen i prosesskoden, håndbok R761.

Se også NS 3420 (Ref. 8),. Standardens del F: *Grunnarbeider, del U: Rør- og sanitærinstallasjoner* og del W: *Elkraft og teleinstallasjoner* inneholder en stor mengde relevant stoff for de arbeidsprosesser som kapittel 4 omfatter. Det er også omfattende referanser til andre standarder, normer og publikasjoner.

401.21

Tiltak i vassdrag omfatter alle typer tiltak som kan virke inn på vassdragenes naturlige løp, grunnvann, miljøforhold, private eller allmenne interesser. Det gjelder også tiltak som er nærmere omtalt i kap. 475. t.o.m. 478.

Eksempler på tiltak som kan være konsesjonspliktige:

- Bygging i og over vassdrag
- Uttak av masse i/ved vassdrag
- Bekkelukking/-åpning
- Tiltak som påvirker grunnvann, avrenning, vannkvalitet, strømforhold, sedimenteringsforhold

401.1 Innholdsbeskrivelse

Kapittel 4 er delt i åtte delkapitler:

40. Overordnet del
41. Åpne grøfter (sidegrøfter, terrenggrøfter mv.)
42. Lukkede rørgrøfter
43. Rørledninger (drens- og overvannsledninger mv.)
44. Rørsystem for kabelanlegg
45. Stikkrenner/kulverter
46. Kummer, sluk, rister og lokk
47. Forsterkning av grøfter og elve- og bekkereguleringer

Delkapittel 40 omhandler planleggings- og prosjekteringsgrunnlag for kabler og ledninger, drens- og avvanningssystem. Funksjonskrav, dimensjonering, kvalitetssikring, m.v. er beskrevet. Generelle forhold vedrørende kabler og ledninger er omtalt dels i kapittel 40, dels i kap. 1.

Delkapitlene 41 t.o.m. 46 omhandler krav til utførelse, materialer, kontrollomfang, toleranser og dokumentasjon av utført kvalitet for grøfter, rør/ledninger og kummer.

Kapittel 47 omhandler forsterkning av grøfter og elve- og bekkereguleringer. Dette er i stor grad tilsvarende det som er omhandlet i prosesskode 1 og 2 (håndbøkene R761 og R762).

401.2 Forholdet til andre etater

401.21 Generelt om tiltak i vassdrag

Ved planlegging av veganlegg eller vegutbedringer i eller ved vassdrag, skal planene utarbeides i samråd med vassdragsmyndighetene. Det er viktig at det tas kontakt så tidlig som mulig, slik at det bl.a. kan avklares om det er nødvendig med konsesjonsbehandling.

Tiltakene skal planlegges og gjennomføres i samsvar med bestemmelsene i "Lov om vassdrag og grunnvann" (vannressursloven). Behandling i forhold til vannressursloven kommer i tillegg til normal planbehandling for vegprosjektet (se kap. 402).

For "vernede vassdrag" gjelder generelt strengere regelverk enn for øvrige vassdrag. Tiltak i en sone inntil 100 meter fra vannløpet er "vassdragstiltak" og må vurderes mot aktuelt regelverk som varierer fra vassdrag til vassdrag.

Det vises til mer omfattende omtale under kap. 408, der det også er referanse til NVEs veiledningshefte om behandling etter vannressursloven.

401.22 Kabler og ledninger

Med kabler og ledninger forstås tekniske anlegg som omfatter vann- og avløpsledninger, fjernvarme, el-, tele- og TV-kabler. Dette inkluderer kabler og ledninger som er nødvendig for vegens funksjon.

Disponering av vegens tverrprofil, kryssingsprinsipp for kabler/ledninger m.v. er omhandlet i kap. 401.3. Rørsystem (trekkerør) for kabelanlegg er omhandlet i kapittel 44.

401.3 Plassering av kabler/ledninger

401.31 Disponering av tverrprofilet, generelt

Som hovedregel skal grunnen under kjørebanelen holdes fri for kabler og ledninger.

Framføringen av kabler og ledninger skjer på den side av vegen det er hensiktsmessig ut fra stedlige forhold. Ved brede bygater med stor trafikk kan det være aktuelt å legge 2 sett ledninger og kabler, ett på hver side for å unngå kryssing. Langs reguleringslinjen skal det (på det regulerte området) normalt holdes en 0,60 m bred sone fri for kabler og ledninger. Unntatt er kabler som er nødvendige for vegens funksjon. Kablene bør generelt ikke spres for mye, men konsentreres til avgrensede områder.

På *hovedveger* skal kjørebanelen og skuldrene normalt være fri for langs-gående kabler og ledninger. Unntatt er kabler og ledninger i tilknytning til veg- og trafikktekniske tiltak.

Gater og veger uten fortau: Vann- og avløpsledninger plasseres normalt på den ene siden av kjørebanelen og kabler på den andre siden.

Gater og veger med separat gang-/sykkelveg: Vann- og avløpsledninger plasseres i gang-/sykkelveg. Kabler plasseres i trafikkdelene, eventuelt grøft. Se figurene 401.1 og 401.2.

Gang-/sykkelveger: Kabler plasseres normalt i gang-/sykkelvegen, mens ledninger delvis plasseres under gang-/sykkelvegen og delvis under skulderen og snølagringsarealet. Se figur 401.3.

Gater og veger med fortau: Kabler og ledninger skal primært plasseres under fortau. Når plassen er begrenset, plasseres ledningene i kjørebanelen og kablene i fortau/gangbane. Hvis plassen i fortau/gangbane ikke er tilstrekkelig eller tilrådelig for kabelanleggene, f.eks. på grunn av varmekabler i fortau, plasseres disse normalt på motsatt side av kjørebanelen som ledningene, se figur 401.4.

På skissene er det avsatt plass for sandfang, bredde 1,00-1,30 m. Lednings-traséen kan delvis legges inn på dette området.

401.22

De generelle retningslinjer i dette kapittel vil være mest aktuelle for adkomst- og samleveg i middels tett bebyggelse, men bør være utgangspunktet for de løsninger som er nødvendige ved andre standardklasser.

401.31

En vegtrasé er i større grad enn før også en korridor for mange typer infrastruktur. Dette gjelder først og fremst kommunale veier.

Vann- og avløpsledninger ligger relativt dypt, og de krever derfor ekstra avstand til andre anlegg for drift/reparasjoner. Ved vanskelige grunnforhold og ekstra dype grøfter vil også plassbehovet øke, med mindre det gjøres spesielle tiltak for å sikre tilgang.

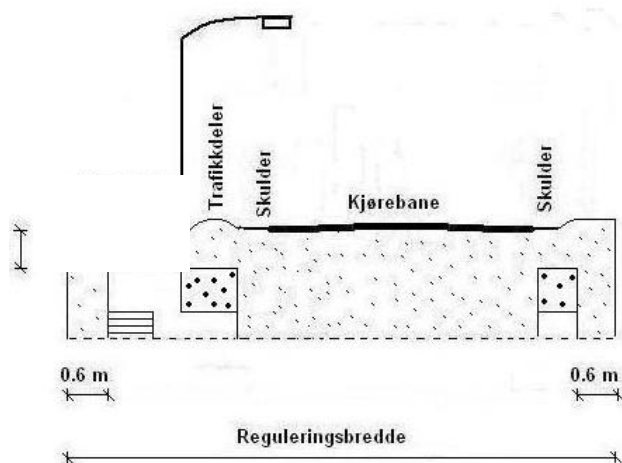
Kabler (kraftledninger) i eller ved veg bør utformes og plasseres slik at elektromagnetiske felt blir mest mulig redusert der det ferdes og oppholder seg mennesker, eksempelvis gang-/sykkelveger, fortau, skoleveg, etc.

Det bør tas kontakt med netteier og fagmyndigheter (Statens strålevern) for nærmere vurdering av plassering av kabler i forhold til arealbruken.

401.31

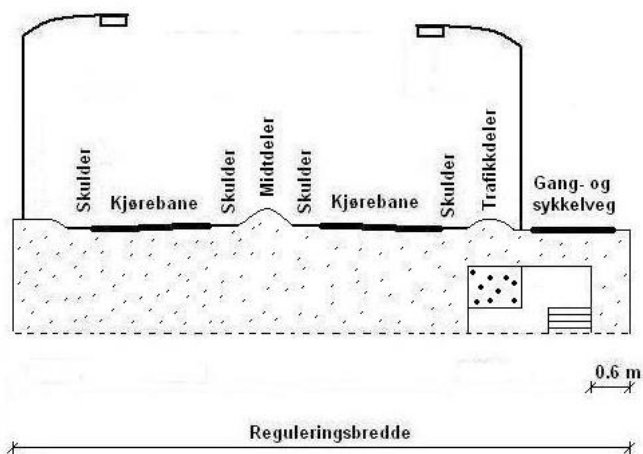
I prinsippkissene er det vist forslag til løsninger, men det er viktig at det ved detaljprosjekteringen tas hensyn til nødvendige sikkerhetsavstander og mulighet for å komme til ledningene for ulike situasjoner.

Generelt må man regne med stort plassbehov for infrastruktur-anlegg, spesielt i tettbygde strøk. I tillegg til kabel- og ledningstyper som vist her kan det være aktuelt å planlegge for utbygging av fjernvarme, avfallstransport ("bossug") mv.

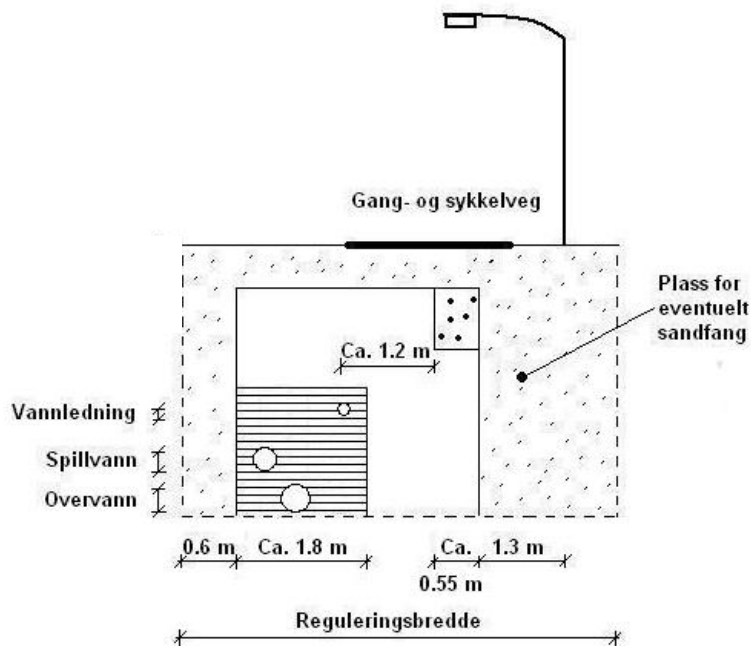


	Disponeres av vegetaten til f.eks. sandfang, overvanns- og drenasjeledninger, samt kabler for vegbelysning
	Disponeres av kabeltaten til fremføring av strøm og telefon / tele
	Disponeres av ledningsetaten til vann- og avløpsledninger

Figur 401.1 Prinsippkisse, plassering av kabler og ledninger i 2-feltsveg med separat G/S-veg



Figur 401.2 Prinsippkisse, plassering av kabler og ledninger i 4-feltsveg

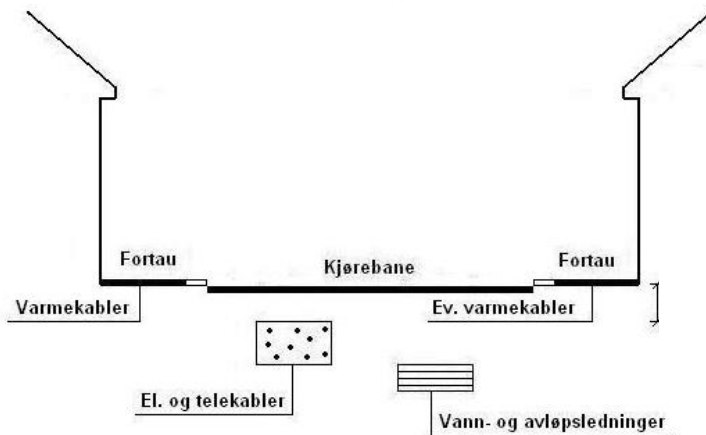


Figur 401.3 Prinsippkisse for kabler og ledninger i gang-/sykkelveg. I ledningsgrøften på figuren er det antatt plassert en 200 mm vann-, en 300 mm spillvann- og en 400 mm overvannsledning.

401.32 Varmekabler i fortau

Varmekabler i fortau bør ikke ligge nærmere kantsteinen enn 0,5-0,7 m.

Figur 401.4 viser plassering av varmekabler i fortau.



Figur 401.4 Prinsippkisse, plassering av kabler og ledninger i gate med mulighet for plassering av varmekabler i fortau

401.33 Masteplassering

Oppsetting av master innvirker på disponeringen av vegens tverrprofil. Trafikksikkerhet og vedlikehold bør vurderes ved plassering av master. 60 cm ved reguleringslinjen er disponibelt til master med fundamenter.

Mastetype	Plassering
Vegbelysning	Reguleringslinje/gjerdelinje ev. i trafikkdeker
Vanlig luftstrek (strøm og tele)	Reguleringslinje/gjerdelinje

Figur 401.5 Plassering av master

401.34 Kumpllassering

Der plassforholdene tillater det, bør kabler, ledninger og kummer plasseres utenfor kjørebanelen, eventuelt i vegskulder. Følgende anbefales for både nyanlegg og utbedringer:

- På ny veg med ÅDT > 5000 bør kumløkk ligge utenfor vegskulder
- På ny veg med ÅDT > 15000 bør fremmede installasjoner ligge helt utenfor vegområdet

Omfattende økonomiske eller trafikktekniske konsekvenser kan tilsi andre løsninger.

Ved kumpllassering i kryssområder skal det tas hensyn til trafikken framkommelighet ved eventuell reparasjon eller ettersyn av kummene. Kummer med brannventiler skal plasseres i brøytet område. Det skal påses at kumløkk ikke blir liggende i kantsteinslinje.

401.4 Kryssing av veg/gate

401.41 Generelt

Det bør ved nye kabelanlegg på alle vegtyper legges ned ekstra trekkerør for å dekke et antatt framtidig behov for veganlegget. Behov for rør til andre etater/aktører bør også vurderes (se kap. 44).

Ekstra trekkerør må dokumenteres mhp plassering og funksjon og informasjonen må lagres i et hensiktsmessig register.

Ved nyanlegg eller utbedring av eksisterende veg bør det framtidige behov for kryssing med kabler og ledninger, samt kryssingspunktene lokaliserings vurderes.

401.42 Kryssingsprinsipp

På veger med høyt fartsnivå (over 60 km/t) eller høy trafikkbelastning vil det normalt ikke bli gitt adgang til oppgraving. Dette må det tas hensyn til ved prosjektering av nye kabel- og ledningsanlegg.

Antall kryssingspunkter skal være færrest mulig. Spesielt i hovedveger og samleveger bør kryssingen skje vinkelrett på vegen og fortrinnsvis ved vegkryss. I de tilfeller hvor det foretas oppgravinger i eksisterende veg, i forbindelse med reparasjoner, utskiftninger, omlegginger etc., skal forholdene legges til rette for at framtidige gravearbeider skal unngås. Spesielt gjelder

401.34

Med fremmede installasjoner menes i denne sammenheng andre installasjoner enn de som eies av vegholder og som inngår i vegens funksjon

401.41

Spesielt på eksisterende veger representerer oppgravinger på tvers ulemper for trafikkavvikling og trafikksikkerhet, samt reduksjon av vegens kvalitet. Erfaringsmessig påløper det store kostnader til trafikkomlegging og reparasjon/flikking på gamle anlegg.

dette hvor det er naturlig å forvente ytterligere framføring av kabler og ledninger. Se forøvrig figur 401.6.

Ved større reparasjonsarbeider/omlegginger kan det settes krav som for nyanlegg av veg.

Vegtype	Nyanlegg av veg		Eksisterende veg	
	Kabler	Ledninger	Reparasjon, omlegging og nyanlegg	
			Kabler	Ledninger
Hovedveg	Kabelkanal/-trekkerør	Lukket kanal eller varerør	Boring, trykking av rør, ev. oppgraving	Boring, trykking av rør, ev. oppgraving
Samleveg	Trekkerør	Ikke spesielle krav	Boring, oppgraving samt nedlegging av ekstra rør	
Adkomstveg	Trekkerør	Ikke spesielle krav		
Gang-/sykkelveg	Ikke spesielle krav	Ikke spesielle krav		

Figur 401.6 Kryssingsprinsipp for kabler og ledninger

401.42

Det bør fortrinnsvis brukes kabelrør til all framføring av kabler

401.43 Kryssing med luftstrek

Kryssing med luftstrek over offentlig veg skal oppfylle kravene i *Forskrift om elektriske forsyningsanlegg* (Ref. 24), se www.lovdata.no. Kravene er konkretisert i den tilhørende *Veiledning til forskrift om elektriske forsyningsanlegg*. Se <http://oppslagsverket.dsb.no/content/el-tilsyn/forskrifter/elektriske-forsyningsanlegg/>

401.5 Plassering i grøftetverrsnittet

401.51 Kabler

Plassering av de enkelte kabler og oppbyggingen av grøftetverrsnittet i kabelsonen utføres etter kabeletatens leggesbeskrivelser. Grøftetverrsnitt og leggesbeskrivelse skal forelegges vegholder.

Hovedregelen er at elektriske kabler, både høyspent og lavspent, skal ha en overdekning på min. 0,4 m. For øvrig skal krav oppfylles slik de er gitt i *Forskrift om elektriske forsyningsanlegg* (Ref. 24), se www.lovdata.no. Kravene er konkretisert i den tilhørende *Veiledning til forskrift om elektriske forsyningsanlegg*. Se bl.a. §4-4 og 5-3 i veiledningen, se <http://oppslagsverket.dsb.no/content/el-tilsyn/forskrifter/elektriske-forsyningsanlegg/> Utførelsen av vann- og avløpsnett vil også være bestemmende for plasseringen av kabler. Se pkt. 401.52, se også pkt. 401.22. Ved bruk av kabelkanaler bør faren for ujevne setninger på kjørebanelen søkes redusert, for eksempel ved å bruke avlastningsplater eller økt overdekning.

401.52

Det stilles forskjellig krav til de tekniske anlegg i grunnen. I tillegg til en primær mekanisk beskyttelse av anleggene kan det være en rekke sekundære effekter en ønsker å oppnå, f.eks. gunstige avkjølingsforhold for el-kabler, frostsikring av ledninger, magasinering av overvann o.l.

NS-EN 1610 gjelder trykkløse rørsystemer (utførelse og prøving av avløpsledninger). NS-EN 805 gjelder trykkør (Vannforsyning – krav til systemer og komponenter utenfor bygning).

På www.va-norm.no finnes generelle kravspesifikasjoner for VA-systemene i norske kommuner. En del kommuner har også lokale bestemmelser som framkommer ved valg av gjeldende kommune.

På www.va-blad.no finnes ytterligere tekniske detaljer og løsninger presentert i VA Miljøblad.

Andre nyttige nettsteder: www.kommunalteknikk.no (Norsk Kommunalteknisk Forening, NKF)

www.norskvann.no (Norsk Vann, interesseorganisasjon for VA-sektoren)

401.52

Stikkledninger er som oftest private anlegg.

401.52 VA-ledninger

Generelt

Topografi, grunnforhold, dimensjoner, frostbelastning og frostsikringsmetode vil være bestemmende for overdekning og arealbehov. Andre forhold som for eksempel magasinering av overvann kan også bidra til å fastlegge plasseringen av anleggene i forhold til vegbanen. Utførelse av kabler m.v. kan også ha innvirkning på plassering og utførelse av vann- og avløpsnett, bl.a. når det benyttes fellesanlegg. Se pkt. 401.22 og 401.51.

Krav til utforming og utførelse av ledningsanlegg for vann og avløp finnes bl.a. i standardene NS3420, NS-EN 1610 og NS-EN 805. For ytterligere informasjon, se også kravspesifikasjoner og VA-informasjon fra kommunale ledningseiere på www.va-norm.no. Se for øvrig kap. 42-43 i denne normalen.

Disponering av grøftetverrsnittet for VA-ledninger

Plasseringen av de enkelte ledninger og oppbyggingen av grøftetverrsnittet i ledningssonen utføres etter ledningsetatens leggesbeskrivelser. Grøftetverrsnitt og leggesbeskrivelse skal forelegges vegholder.

Nødvendig grøftebredde avhenger av antallet og dimensjonene på rørene, samt ledningsetatens krav til innbyrdes avstand mellom rørene og avstand rør-/ grøfteside. Ved eventuelle fellesanlegg med vegens avvanningsystem, se også kap. 42 om utførelse av rørgrøfter, kap. 43 om utførelse av rørledninger. Se også kap. 44 om utførelse av rørsystem for kabelanlegg.

Stabil skråningsvinkel vil ha betydning for nødvendig horisontal avstand mellom VA-ledninger og andre infrastrukturprosjekter, likedan spiller høydedifferanse inn. Det er også av betydning hvor robuste kabelanlegg og lignende er bl.a. med hensyn til undergraving, og hvor lange strekk de tåler uten forsterkning og andre spesielle tiltak.

Av kap. 401.3 framgår det hvordan de enkelte deler av vegens tverrprofil er disponert. Normalt gis ledningene rettlinjert føring mellom kummene. På svingete veg medfører dette redusert plass for andre installasjoner og kortere maksimalavstand mellom kummene. Det vil derfor være anledning til å legge ledningstraséen delvis inn på det området som er reservert for sandfang etc. Det skal påses at ledningstraséen ikke kommer i konflikt med eksisterende eller framtidige sandfang. Maks. tillatt vinkelavvik i rørskjøtene kan også utnyttes til å legge ledningene i kurve.

Kummer

Plassering av kummer er behandlet i pkt. 401.34. Vann- og avløpskummer bør markeres med kumskilt (kumanviser).

Stikkledninger (vann og avløp)

Omlegging eller fornyelse av stikkledninger skal forsøkes koordinert med omlegging av hovedledninger for vann og avløp eller større vegarbeider, og omvendt. Ved nyanlegg av hovedledninger bør det for ubebygde tomter medtas stikkledninger fram til stoppekran. Avløpsledning og stoppekran som ikke straks tas i bruk, skal plugges. Avløpsledning og stoppekran innmåles og avmerkes på stedet. Ved vegutvidelse skal eksisterende stoppekran flyttes utenfor veggrunnen.

402. Dimensjoneringsgrunnlag og forutsetninger, drenering

402.1 Generelt

Vann som avledes fra vegområdet skal ikke slippes ut over tilstøtende eiendommer uten at det er ervervet rett til dette ved avtale eller ekspropriasjon. Ved utforming av avløpssystem skal det tas hensyn til arealer og installasjoner utenfor vegområdet som vil bli berørt. Avrenningssituasjonen, både på overflaten og i bakken, skal i så stor grad som mulig være slik den var før tiltaket ble gjennomført.

402.2 Drensplan

402.21 Generelt

All drenering skal utføres i samsvar med forutgående planlegging. Prinsipp-løsninger bør vurderes på oversiktsplannivå, bl.a. ved valg av lengdeprofil.

For å få grunnlag for å presentere omfanget av så vel permanente som midlertidige inngrep bør drensløsningene føres så langt i reguleringsplanarbeidet (teknisk detaljplan) at også byggeproptørrelser er avklart.

402.22 Drensplanlegging på ulike plannivå

Ved planleggingen bør en bl.a. (bokstavene i parentes refererer til tema i figur 402.1):

- undersøke om veganlegget kan berøre forholdene i vassdrag og grunnvann. En utredning av disse forholdene legges fram for vassdragsmyndigheten som vil avklare om tiltaket er konsesjonspliktig i henhold til vannressursloven. (a, b, c, d og e)
- undersøke behov for avløp for eksisterende dremsledninger. Enkeltledninger kan føres inn i veggrøftene. Større drenssystem bør gis avløp via separat samleledning. (c)
- undersøke behov for særskilt bortledning av overflatevann fra arealer som støter til vegen, som følge av inngrep i eksisterende avrenning fra disse arealene. Ofte kan dette vannet samles opp i veggrøftene og ledes bort sammen med vann fra vegområdet. Behov for tiltak som hindrer at inngrepene fører til forsumping, erosjon, ras m.v. bør også undersøkes. (d)
- undersøke behov for tiltak som hindrer uttørking eller forurensning av brønner og andre vannforsyningsanlegg. (e)
- undersøke og identifisere mulige flomvannveger

Figur 402.1 viser når ulike drensoppgaver bør behandles i plansammenheng.

402.1

Kravet gjelder ny, planlagt situasjon, og berører ikke etablerte forhold. Erverv av grunn og rettigheter skjer med hjemmel i godkjent detaljplan eller reguleringsplan. Hvis detaljplan/reguleringsplan ikke inneholder drensløsningene som senere skal bygges, finnes det ikke hjemmel for å erverve grunn og rettigheter til å gjennomføre dreneringen. Håndbok V740 *Eigedomsinngrep* (Ref. 2) gir retningslinjer for grunnervet.

402.21

Drenssystemet er en viktig del av planene. Eks.: Valg av lengdeprofil kan få stor betydning for hvordan dreneringssystemet må bli. Lite lengdefall kan skape store problemer med å føre vann langs vegen.

Planleggingen skjer med hjemmel i plan- og bygningsloven-(Ref. 1). Lov om vannressursloven, forurensningsloven og lov om laksefisk og innlandsfisk m.v. er også aktuelle. Vannressursloven trådte i kraft 01.01.2001 og omfatter både vassdrag ("alt stillestående og rennende vann med årssikker vannføring") og grunnvann. I følge denne loven kan ingen uten konsesjon iverksette tiltak som kan være til skade eller ulempe for allmenne interesser i vassdraget. I praksis vil dette trolig innebære at det for alle tiltak som kan berøre forholdene i vassdrag (og grunnvann) må avklares med vassdragsmyndigheten om tiltaket er konsesjonspliktig. NVE vil gi nærmere retningslinjer om saksbehandlingen.

Tema	Plannivå			
	Utredning	Oversiktsplan	Reguleringsplan	Byggeplan
	Konseptvalg (KVU)	Kommune(del)plan	Teknisk detaljplan, bebygg.plan	Konkurransegrunnlag
(a) Elve- og bekkereguleringer (I samarbeid med vassdrags- og miljømyndighetene)	P	P	D	B
(b) Avvanning av veg- og skråningsareal (sees i sammenheng med bl.a. linjepålegg og ev. behov for dypdrenering)		P	D	B
(c) Grøfting og avvanning for landbruk og øvrige tilstøtende arealer		P	D	B
(d) Hindre/begrense endring i grunnvannsnivå		P	D	B
(e) Sikre mot forurensning av drikkevann, grunnvann og andre sårbare omgivelser		P	D	B
(f) Vurdere endringer i normalprofilen, f.eks. ved nedføring mellom vegger, ramper, G/S-veger			D	B
(g) Detaljering og dimensjonering ut fra: <ul style="list-style-type: none"> – generelle og lokale erfaringer – minimumsløsninger – beregning av avrenning, vannføring 		P	D	B

Symboler: P = prinsipløsning
 D = detaljering som viser forholdene når planen er gjennomført
 B = fullstendig detaljering for byggefasen

Figur 402.1 Drensplanlegging på ulike nivå

402.23 Drensplan på byggeplannivå

Dreneringsplaner med detaljer (G-tegninger) bør omfatte:

- stikkrenner
- drensledninger
- andre ledninger utenfor vegområdet
- kummer, sluk
- terrenggrøfter
- nedføringsrenner
- bekkereguleringer

Detaljer vises på egne tegninger. Disse kan omfatte:

- kumtyper, sluk
- rister og lokk
- grøftesnitt, materialer og plassering
- utkiling for stikkrenner mv.
- spesielle drens løsninger

402.23

For utarbeidelse av drensplan inkl. bruk av symboler, eksempler på tegninger, detaljopplysninger for ledninger og kummer mv., se Håndbok R700 *Tegningsgrunnlag* (Ref. 7).

Byggeplanens C-tegninger, ev. D-tegninger, danner grunnlag for dreneringsplaner (G-tegninger). Dreneringsdetaljer kan også være aktuelle på andre tegninger, for eksempel F-, H-, J-, K-, U-, X- og Y-tegninger.

F-tegningene viser typiske tverrprofil (normalprofil). H-tegningene viser alle offentlige og private VA-ledninger. For enkelte anlegg kan det være aktuelt å slå sammen G-tegningene og H-tegningene.

Planer for større vanngjennomløp i betong og andre konstruksjoner som krever særskilte statiske beregninger hører inn under K-tegninger.

Drensplanen skal angi dimensjoneringsmetode og datagrunnlag for den hydrauliske dimensjoneringen.

403. Funksjonskrav og andre viktige krav

403.1 Funksjonskrav

Veganleggets avvannings- og dreningssystem skal være funksjonsdyktig under aktuelle vær- og klimaforhold året gjennom, og i hele veganleggets levetid. Dreneringen skal:

- sikre planlagt bæreevne
- sikre avrenning fra kjørebane/skuldre
- sikre mot skader ved oversvømmelse
- sikre mot ras, utglidning, erosjon som følge av overflatevann eller vann i grunnen

Risikonivå og returperiode, og behov for alternative flomveger
Sikkerhetskravene (risikonivå) til avvanningssystem, dreneringssystem og sikringstiltak som bygges inn i veganlegg skal differensieres avhengig av hvor alvorlige konsekvenser en kan få av oversvømmelse, erosjon eller andre skader på vegkonstruksjon og vegområdet og tilstøtende arealer. Kravene skal være avhengig av den enkelte vegrutes samfunnsmessige betydning (trafikkmengde, trafikktype, reelle omkjøringsmuligheter og vegens betydning som trafikkåre m.v.). Se også NVE retningslinjer nr. 2/2011 Flaum- og skredfare i arealplanar (Ref. 20).

Ved beregning av dimensjonerende avrenning og flomvannstand bør minimum returperiode være som vist i figur 403.1. Ut fra lokale forhold bør en kritisk vurdere valg av returperiode og nedbørintensitet ved utforming og dimensjonering av avvannings-, drenerings- og sikringssystemene. Det er viktig også å vurdere alternative flomveger for avrenningstilfeller med større vannføring enn den dimensjonerende. Alternative flomveger bør også vurderes for det tilfelle at deler av den valgte løsningen mister kapasitet (for eksempel dersom en stikkrenne går tett).

Veg-/dreneringselement	Valg av returperiode for nedbør ¹⁾	
	Veg med omkjøringsmuligheter	Veg uten omkjøringsmuligheter
Rister, sluk, overvannsledning, terrenggrøfter - LANGS VEIEN	50 år	100 år
Kulvert, innløp, utløp, nedføringsrenne - PÅ TVERS AV VEIEN	100 år	200 år
Sikring av nye eller justerte elve- eller bekkeløp ²⁾	100 år	200 år

- 1) I områder hvor overvann fra veg skal tilknyttes kommunale/lokale overvannssystemer skal kommunale/lokale dimensjoneringsregler følges.
- 2) NVE skal kontaktes ved endring av vassdrag.

Figur 403.1 Returperiode (gjentaksintervall)

403.1

Flomveg

Flomveg er et alternativt "løp" som vannet kan ta dersom det ordinære dreningssystemet ikke klarer å ta unna for eksempel på grunn av gjentetting, eller uforutsette vannmengder.

Returperioder

Returperiode (gjentaksintervall) er uttrykk for hvor ofte (hvert n-te år) det inntreffer flom til et visst nivå eller nedbør med en viss intensitet, ut fra statistiske vurderinger av nedbørs- og avrenningsobservasjoner.

Se også kap. 405.

Nedbørintensitet og avrenning

Om nedbørintensitet og beregning av avrenning, se kap. 405.

403.1

Klimaendringer

Historiske data må ikke alene legges til grunn for beregning av returperioder. Dimensjoneringen skal ta hensyn til forventede klimaendringer.

Konsekvensene for veg og vegtransport er belyst i et arbeidsdokument for Nasjonal Transportplan 2010-2019: *Virkinger av klimaendringer for transportsektoren* (Ref. 30).

Se også rapport nr. 162/2008 *Klimatilpasset overvannshåndtering* fra Norsk Vann. Nærmere opplysninger, se www.norskvann.no

403.3

Noen aktuelle referanser:

- Veiavrenning og vannforurensning, Internasjonale krav til utslipp av overvann fra vei. Statens vegvesen/Geofuturum AS, november 1996
- Utslipp av overvann fra vei – miljømessige konsekvenser og aktuelle tiltak. Rapport fra studier støttet av NVF. Svein Ole Åstebøl, mars 1998

403.31

Lokale forhold kan omfatte biologiske forhold, tungmetaller i vann og i slitasjeprodukter (fra stein, asfalt etc.), mekanisk forurensning (slam, sand, leire fra grøfter og skråninger, etc.).

Returperioder skal baseres på anerkjente statistiske metoder. Nedbørdata med tilhørende returperiode skal være kvalitetssikret av Meteorologisk institutt. Returperioder for flom skal være godkjent av NVE. Om beregning eller måling av avrenning, se kap. 405.

403.2 Eksisterende nedstrøms drencsystem og vegens drenering

Det skal vurderes om det er nødvendig med tiltak nedstrøms for å bremse eller fordele vannet til områder som tåler belastningene.

Tiltak som medfører endringer i vassdrag er konsesjonspliktig i henhold til Vannressursloven, kfr. pkt. 402.1 og 402.2.

Ved inngrep som fører til endring i avrenningsforholdene og mulighet for overbelastning av etablerte, lukkede drenc- eller overvannssystemer nedstrøms, kan det være aktuelt å:

- opprettholde samme avrenningsforhold etter utbygging som før utbygging ved hjelp av avrenningshindrende tiltak som for eksempel fordrøyningsbasseng (åpent eller lukket), infiltrasjon osv.
- øke kapasiteten for nedstrøms system, for eksempel ved å anlegge parallell ledning langs kortere eller lengre deler av systemet eller ved å lede vannet via ledning til vassdrag.

403.3 Miljøtiltak

403.31 Generelt

Overvann fra veger er ofte forurenset. Mengden av forurensning varierer over året med trafikkbelastning, saltingsrutiner, type vegdekke, piggedekkebruk, klimatiske forhold mv. Forurensningen er vesentlig bundet til partikler. Forholdene i resipienten og trafikkmengden vil være viktige kriterier som utløser behov for rensing av overvann, og valg av løsninger.

Vannbeskyttelsestiltak iverksettes der avrenning fra veganlegget kommer i konflikt eller kan komme i konflikt med nasjonale lover og forskrifter, internasjonale konvensjoner, verneområder, områder med spesiell betydning mht. bruk av vannressurser kommersielt, potensielle drikkevannskilder eller områder med stor lokal betydning for dyrelivet.

Vannbeskyttelse skal skje i forståelse med lokale eller regionale forureningsmyndigheter.

Funksjonskrav for det enkelte anlegg skal fastsettes ut fra de lokale forhold og det formelle lov- og regelverk som er aktuelt på stedet.

403.32 Typer av tiltak

Rensetiltak

De mest aktuelle renssetiltak er naturbaserte løsninger som sedimentasjonsbasseng og infiltrasjon. I tillegg til renseseffekten gir slike basseng mulighet for å fange opp eventuelle uhellutslipp og har en avdempende virkning på videreført vannføring. Det kan også være aktuelt med renssetiltak for av-

renning under anleggsperioden, for eksempel partikkelavrenning fra massedeponier.

Salting av veger kan gi høye saltkonsentrasjoner i overvannet under mildværsperioder og snøsmelting. Salt fjernes ikke fra vannet ved vanlige rens tiltak. I tillegg vil salt øke løseligheten for mange metaller.

Krav til anleggsdrift og utslipp av overvann i anleggsfasen behandles av miljøvernmyndigheten og fastsettes i medhold av forurensningsloven. (For tunneler kreves det normalt tillatelse for utslipp fra anleggsfasen/drivingen og for utslipp av avløpsvann fra renhold i driftsfasen.)

Bortledning

Der hvor kravene til beskyttelse er spesielt strenge samtidig som det finnes en motstandsdyktig resipient med stor fortynningskapasitet i nærheten kan vannet ledes i grøfter eller rør utenom det området som skal beskyttes. Dette tiltaket kan kombineres med rensanlegg.

Sedimentasjonsanlegg

Sedimentasjonsbasseng er dammer eller grøfter hvor hovedpoenget er å gjennom dammens/grøftens utforming maksimere sedimentasjon av partikler. Sedimentasjonsbasseng består av et forkammer hvor de tyngste partiklene felles ut, og et hovedkammer hvor vannhastigheten er lav nok til at også små og lette partikler synker til bunnen.

Våtmarksanlegg

Våtmarksanlegg er i prinsippet et sedimentasjonsbasseng/grøft kombinert med en våtmark hvor vannet blir rensert både gjennom sedimentasjon og biologisk rensing.

Infiltrasjon

Infiltrasjonsanlegg kan deles i to grupper: infiltrasjon i grunn (filtrering gjennom sandmasser) og filterløsninger (for eksempel filter av spesialbehandlet tremasse, bark, kull eller lignende i kummer eller andre steder med begrenset og klart avgrenset vannstrøm).

Der hvor det er spesielle krav til rensing eller det er liten plass til andre typer rensanlegg kan tekniske løsninger som for eksempel filterløsninger eller lignende velges.

Tilrettelegging for fisk og småvilt

Langs vassdragene er det ofte forekomster av fisk og småvilt. Ved omlegging av bekkeløp og bekkelukking kan det være nødvendig å legge forholdene til rette for å opprettholde fiskeforekomsten og etablere passeringsmulighet for småvilt. Løsninger kan for eksempel bestå i å etablere strykstrekninger og kulper i bekkeløp og strømkonsentratorer og gangbar hylle ("catwalk") for mindre viltarter i kulverter.

Mange kulverter og stikkrenner står tørre i lengre perioder og kan gi utmerkede passeringsmuligheter for mindre viltarter som ellers ville ha krysset på vegbanen. Plassering og dimensjonering av stikkrenner/kulverter

403.32

Se også DN håndbok 22-2002 *Slipp fisken fram!* (Ref. 22). Håndboken gir mye nyttig informasjon:

- Lover og regelverk
- Fiskearter og –biologi
- Tiltak for å sikre at vanngjennomløp utformes slik at de ikke hindrer fiskens vandringsmuligheter
- Beregningsmodeller for vannføring og vannhastigheter
- Forslag til praktiske løsninger

403.33

Beskyttelse kan være aktuelt for eksempel for gyteplass for fisk, drikkevannskilde, vanningsplass for husdyr.

403.41

Overvann fra vegger er forurenset. Graden av forurensning varierer med blant annet trafikkmengde, type vegdekke, piggdekkbruk, saltingsrutiner og klimaforhold.

samt bruk av inntaksgitter og viltgjerder bør tilpasses en slik funksjon der dette er ønskelig.

403.33 Dimensjonering

Dimensjonering av vannbeskyttelsestiltak gjøres på bakgrunn av følgende kriterier:

- Behovet for beskyttelse/grad av beskyttelse (hva skal beskyttes)
- Vegens areal
- Forventet nedbør, avrenningsmengder
- Trafikkbelastning og kjemikaliebruk (for eksempel salt)
- Forventet masseføring (slam, sand mv.)
- Eventuelle spesielle forhold

Om utforming og dimensjonering av rensetiltak, se pkt. 403.4.

403.4 Rensetiltak: Utforming og dimensjonering

403.41 Generelt, grunnlag for valg av renseløsning

Rensetiltak for overvann etableres når avrenning fra veg kommer i konflikt med naturverdier som vassdrag, dyre- og planteliv. Avklaringer omkring tiltaksbehovet gjøres i planfasen for nye veganlegg.

I etterfølgende tekst beskrives den tekniske utformingen av aktuelle renseløsninger:

- Vått overvannsbasseng
- Infiltrasjons- og filterløsninger
- Våtmark
- Tekniske renseanlegg (lukkede, underjordiske anlegg)

Alle de omtalte renseløsninger har potensial for høy renseeffekt og lavt driftsbehov med unntak av drift av tekniske anlegg. Anleggstypene fjerner ikke vegsalt i overvannet. Renseløsninger for overvann fra veg er ytfyllende beskrevet i Statens vegvesens rapport nr. 295 (Ref. 31).

Valg av type løsning er avhengig av de stedlige forholdene. De våte løsningene (vått basseng og våtmark) forutsetter at anleggene har tett bunn for å opprettholde permanente vannspeil enten basert på stedege tette masser eller bruk av membran. Våtmark er mer arealkrevende enn vått basseng og det kan være gunstig å benytte fuktige arealer til dette formålet.

Infiltrasjonsløsning forutsetter stedege løsmasser med tilfredsstillende infiltrasjonskapasitet (egnet korngradering). Valg av infiltrasjon forutsetter at det ikke medfører konflikter med andre nærliggende brukere av grunnvann (vannforsyning etc). Filteranlegg forutsetter tilkjøring av filtermasse. Tekniske renseanlegg er særlig aktuelle i byområder med arealknapphet. Her vil hensynet til annen infrastruktur og behovet for driftstilsyn påvirke løsningsvalg.

403.42 Grunnlag for dimensjonering

Dimensjoneringen av anleggene baserer seg på data om tilrenningsareal (feltareal) og nedbørdata (kfr. kap 405). Dimensjonering av renseanlegg skal gi vannvolum (m^3) i motsetning til dimensjonering av ledninger som opererer med vannføring (l/s). Tilrenningsareal er det arealet (A) som har avrenning (tilfører vann) til renseløsningen. Dimensjoneringen baserer seg på en faktor kalt redusert areal (A_{red} , i hektar, ha).

$$\text{redusert areal } (A_{red}) = \text{tilrenningsareal } (A) \times \text{avrenningsfaktor } (C)$$

hvor C er lik avrenningsfaktor dvs. andel av nedbøren som renner av fra en flate. C varierer for ulike arealstyper (kfr. figur 405.2, C velges i nedre del av intervallene).

403.43 Funksjonskrav til renseløsninger

Viktige funksjonskrav til renseløsninger:

- Dimensjonering for fordrøyning tilpasses forholdene i nedstrøms vassdrag eller ledningsnett.
- Dimensjonering for rensing tilpasses resipientkravene
- Anlegget skal ha enkel adkomst for maskinelt utstyr for drift og vedlikehold. Anlegget utformes slik at drift kan utføres på en enkel og effektiv måte. Ordinær drift vil bestå av kontroll av inn- og utløpets funksjon, kontroll av overløp og fjerning av sediment fra forsedimenteringsbasseng.
- Anlegget skal fungere gjennom hele året (det må tas hensyn til betydningen av snø/is).
- Utforming av anlegg skal ivareta hensynet til sikkerhet for barn
- Utforming av anlegg skal gis en god landskapsmessig tilpasning - anleggene skal fremstå som naturlige elementer og ikke som tekniske anlegg. Masseforflytning, terrengforming og vegetasjonsetablering er sentrale faktorer i utformingen.
- Funksjonskrav til anleggselementer skal testes i anleggsfasen.
- Overvannssystemet skal sikre at alt vegvannet transporteres frem til renseanlegget. Transportsystemets tetthet testes i anleggsfasen
- Overvann fra naturområder (rent vann) avskjæres fra tilrenning til renseanlegget.
- Anlegget utformes med nødoverløp i forkant av anlegget for å beskytte anlegget ved ekstreme avrenningsforhold og overløp i anlegget som trer i funksjon når magasineringsvolumet er fullt.

403.44 Vått overvannsbasseng

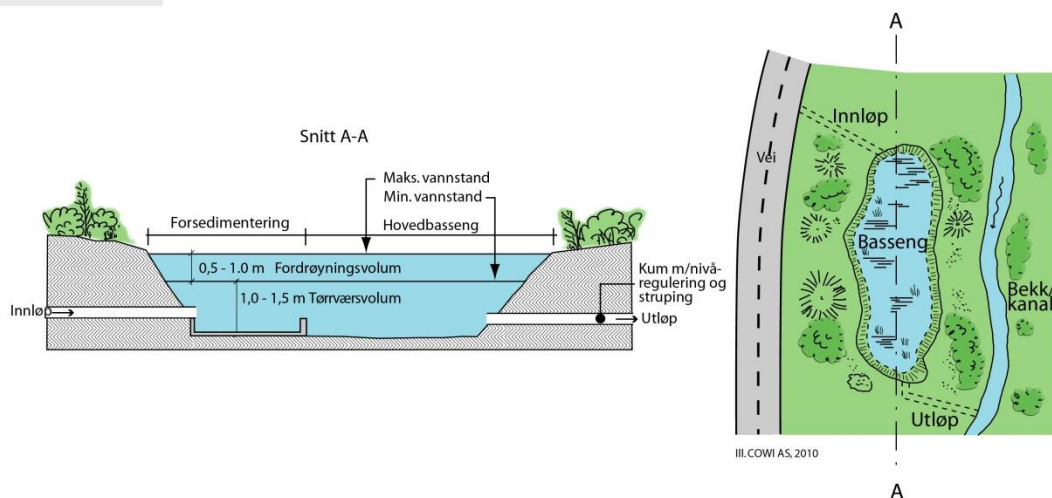
403.441 Utforming

Et vått overvannsbasseng består av 2 volum; tørrværsvolum og fordrøyningsvolum (magasineringvolum), se figur 403.2. Tørrværsvolum er det permanente vannvolum i dammen (viktigst for rensingen). Fordrøyningsvolum er det volum som kan magasinere/fordrøye vann mellom høyeste og laveste vannstand.

403.42

Tilrenningsareal er det arealet som har avrenning til et gitt punkt (= nedbørfelt).

Nedbørdata kan hentes fra <http://eKlima.met.no>



Figur 403.2 Utforming av vått overvannsbasseng

Krav til utforming:

- Dybde 1-1,5 m i tørrvær
- Dykket inn- og utløp (islegging, oljeavskilling akutte utslipp), struping av utløp (kfr. VA/miljøblad nr 70)
- Forsedimentering m/energidreper (med utforming og tilgjengelighet som muliggjør slamfjerning), integreres i hoveddammen eller anlegges separat
- Lengde/breddeforhold 3:1 – 4:1
- Fall sideskråninger over vannspeil 1:4 (pga. sikkerhet for barn)
- Tett bassengbunn
- Landskapsmessig tilpasning av dammen
- Overløp i forkant av bassenget og fra selve bassenget

403.441

God landskapsmessig tilpasning er viktig. Alt for mange anlegg har dårlig utforming pga. dårlig landskapstilpasning.

403.442 Dimensjonering av tørrvæsvolum

Bestemmelse av hovedbassengets tørrvæsvolum (permanente vannvolum) baseres på midlere regnepisode på det stedet anlegget skal plasseres. Sammenhengen mellom tørrvæsvolum (V), avrenningsvolum fra middelregn (v) og renseseffekt er vist i figur 403.3. Middelregn (midlere regnepisode) beregnes ut fra flerårige målinger av enkeltregnepisoder som er tilgjengelig fra met.no sitt stasjonsnett for korttids nedbørmålinger. Definisjonen av regnhendelse som grunnlag for beregning av middelregnet er at hendelsen er $>0,4$ mm og at oppholdet mellom to hendelser er minimum 1 time.

Bestemmelse av tørrvæsvolum skjer ved at man for utvalgt stofftype (TSS eller TP) bestemmer ønsket rensesgrad og ut fra dimensjoneringskurven figur 403.3 bestemmer volumfaktoren $n=V/v$. Med kjennskap til middelregnet kan man følgelig bestemme tørrvæsvolumet $V = n \times v$. Med nevnte dimensjonering vil forventet klimautvikling bare marginalt redusere renseseffekten i våte basseng.

I situasjoner med begrenset arealtilgang og/eller moderate resipientkrav, kan det være aktuelt å redusere volumet i hovedbassenget og samtidig oppnå en tilstrekkelig rensesgrad.

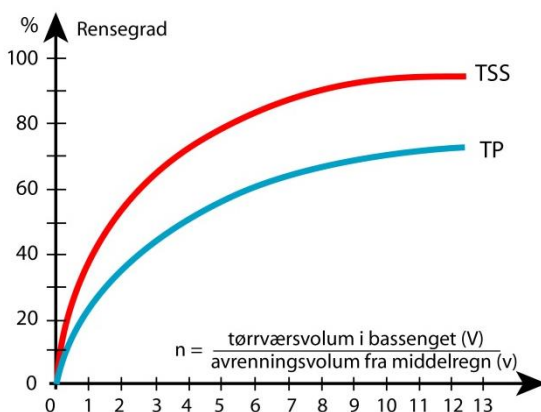
Rensegrad for suspendert stoff (TSS) ved redusert tørrværsvolum:

- Anbefalt volum for høy rensing (n=6) gir rensing på 80-85%
- 50 % av anbefalt volum (n=3) gir 65 % rensing
- 25 % av anbefalt volum (n=1,5) gir 45 % rensing

Tørrværsvolumet i forsedimenteringsenheten beregnes normalt til 10% av hovedbassengets tørrværsvolum.

Rensegrad for andre typer forurensningsstoffer (figur 403.3):

- PAH og olje tilsvare kurven for TSS
- tungmetaller tilsvare kurven for TP



Figur 403.3 Sammenheng mellom volumfaktor (n) og rensing (%) for ulike typer forurensning, TSS (suspendert stoff, partikkelmengde) og TP (total fosformengde). 1 mm nedbør gir avrenningsvolum 10 m³ pr. redusert ha.

403.443 Dimensjonering av fordrøyningsvolum

I forhold til rensfunksjonen er det ikke behov for fordrøyningsvolum i et vått basseng. Behovet er hydraulisk betinget av forholdet til nedenforliggende resipient eller ledningsanlegg. Utløpsmengden fra bassenget tilpasses den naturlige avrenningen fra feltet før utbygging eller til kapasiteten til nedstrøms ledningsanlegg. Volumet bestemmes av forskjellen mellom dimensjonerende innløps- og utløpsmengde. Det henvises til beregningsmetode i VA-miljøblad nr 69.

403.45 Infiltrasjon i stedlige masser

403.451 Utforming

Et infiltrasjonsbasseng består av en infiltrasjonsflate og et magasineringsvolum. Overvannet infiltreres og renses i stedegne løsmasser (figur 403.4).

403.442

middelregn = midlere regneperiode (Meteorologisk Institutt kan bistå med å beregne middelregnet).

Hvilken rensing som skal velges avhenger av de lokale forhold.

Eksempel på bruk av middelregnet

Basert på tilrenningsareal og avrenningskoeffisient beregner man det reduserte arealet (A_{red}) for rensanlegget.

Ønsker man eksempelvis en dimensjonering som svarer til høy rensing tilsvarende 80-85% rensing av suspendert stoff (TSS), fremgår det av figur 403.3 at n=6. Figuren viser at økning av n (>6) gir relativt sett liten økning i rensingen i forhold til økningen i volum.

For Oslo (nedbørstasjon Øvrevoll) og Vestfold (nedbørstasjon Torp) er middelregnet henholdsvis 3,6 mm og 4,5 mm ($v = 36$ og 45 m³ avrenning pr redusert ha).

Beregnet tørrværsvolum blir:

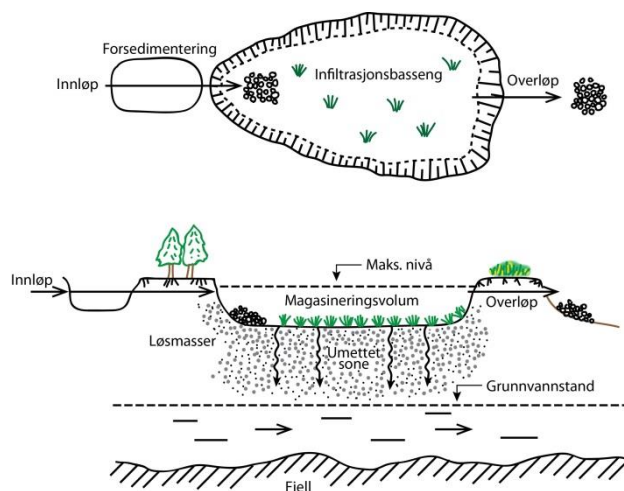
Oslo:

$$V = n \times v = 6 \times 36 = 220 \text{ m}^3 \text{ pr red. ha}$$

Vestfold:

$$V = n \times v = 6 \times 45 = 270 \text{ m}^3 \text{ pr red. ha}$$

Hovedbassengets tørrværsvolum (m³) = V (m³/ha_{red}) x A_{red} (ha_{red})

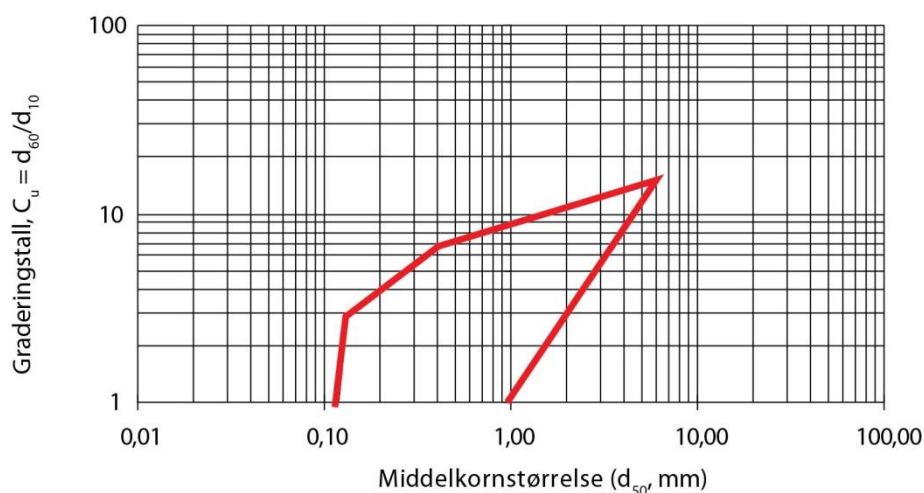


Figur 403.4. Utforming av infiltrasjonsbasseng (plan og tverrsnitt)

Krav til utforming:

- Infiltrasjonsmasser i grunnen iht. infiltrasjonsdiagram (figur 403.5)
- Grunnvannet bør ligge min. 1 m under infiltrasjonsflaten
- Forsedimenteringsdam m/dykket utløp for tilbakeholdelse av slam og olje
- Overløp fra bassenget (flomveg)
- Grasdekt infiltrasjonsflate
- 5 volum-% organisk materiale blandes inn i øverste jordsjiktet (30 cm)
- Landskapsmessig tilpasning av anlegget
- Infiltrasjonsoverflaten må ikke pakkes under bygging

Infiltrasjonsdiagram



Figur 403.5 Grensekurver for anbefalte filtermasser i infiltrasjonsanlegg. Filtermasser som ligger innenfor rød grensekurve samt har $d_{10} > 0,1$ mm og maks 2-3 % $< 0,063$ mm, er tilfredsstillende.

403.452 Dimensjonering

Dimensjoneringen av magasineringsvolumet baseres på tilført overvannsmengde fra regneepisode med et gjentakintervall på 1-2 år. Bassengets over-

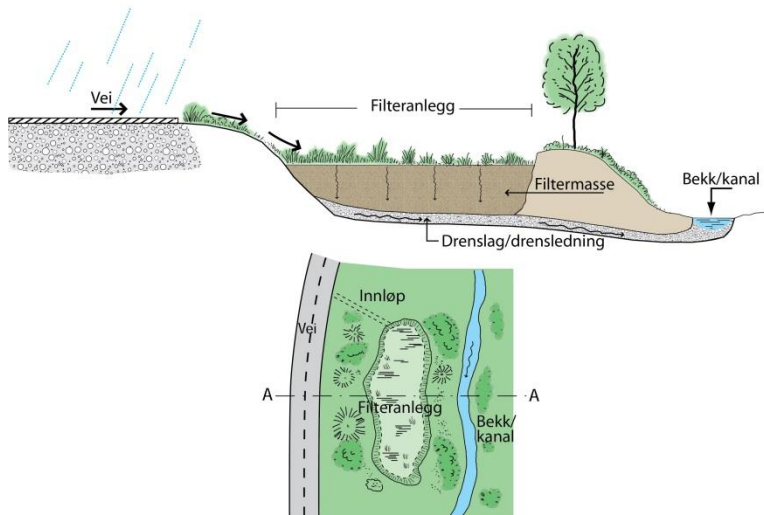
flateareal er bestemt av magasineringsvolum og vanddybden i bassenget. I beregningene kan infiltrasjonskapasiteten settes til 2-4 m/døgn. I denne faktoren er det tatt hensyn til virkningen av tilslamming av infiltrasjons-overflaten over tid.

I figur 403.5 er det tatt hensyn til at massene innenfor grensekurven skal ha minst like høy infiltrasjonskapasitet som overflatelaget. Infiltrasjonskapasiteten avtar mot venstre i diagrammet, mens renseevnen øker.

403.46 Åpen filterløsning

403.461 Utforming

Et åpent filterbasseng har samme utforming, funksjon og dimensjonering som et infiltrasjonsbasseng. Forskjellen er at filteret er bygd opp av tilførte masser i stedet for stedege masser. Normalt må det rensede vannet dreneres ut under filteret hvis undergrunnen ikke har tilstrekkelig dreneringsevne (figur 403.6). For øvrig beskrivelse, se pkt. 403.45.



Figur 403.6. Utforming av åpent filterbasseng (plan/snitt)..

403.47 Filtergrøft

403.471 Utforming

I filtergrøfter infiltreres overflatevannet i grøfta. Toppsjiktet i grøfta bygges opp av jordmasser med god dreneringsevne (figur 403.7). Kravet til filtermassenes sammensetning fremgår av figur 403.5. Filtermassen tilsettes vekstmedium bestående av 5 volum-% næringsfattig lite omdannet torv. Grøfta tilsås med gras. Grasdekke er viktig for å opprettholde infiltrasjons-evnen over tid. Mellom filtermassen og underliggende masser legges det et separasjonslag/filterlag (se kap. 521). Det anbefales å benytte naturlige masser som separasjonslag. Bruk av fiberduk kan medføre fare for gjentetting av duken og redusert infiltrasjonskapasitet.

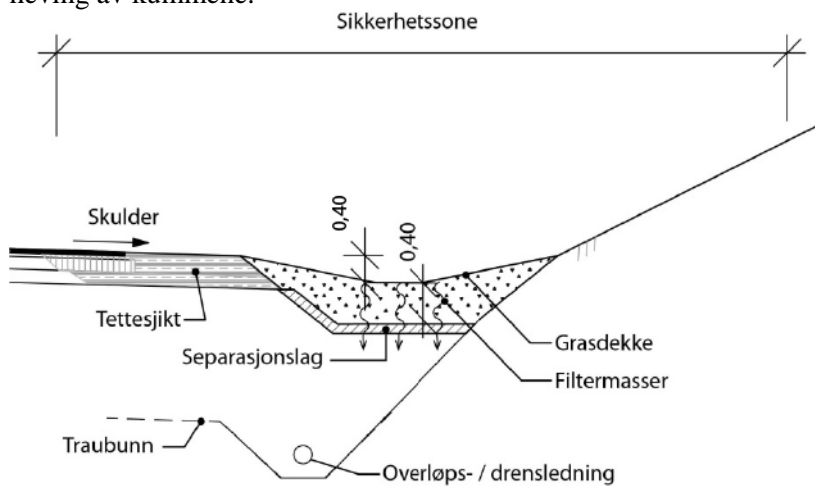
I byggefasen må man unngå at filtermassen i grøfta komprimeres (pakking ved utlegging, kjøring med maskiner etc). Det er viktig å få til vegetasjons-etablering i skjæringer før filtermassen legges ut slik at man unngår

403.452

Infiltrasjonsevne eller vann-gjennomtrengelighet navnesettes ulikt, her er det valgt å benyttes *infiltrasjonskapasitet*. Vanlig enhet er lengde pr tidsenhet (mm/time, m/døgn = synkehastighet for et fritt vannspeil). Dette kan omregnes til arealbelastning: $1 \text{ m/døgn} = 1 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{døgn})$.

tilslamming med erosjonsmateriale. I skjæringer må terregnvann avskjæres på skjæringstopp for å begrense tilrenningen til grøfta.

Grøfta må ha overløp som trer i funksjon når avrenningen til grøfta overskrider grøftas infiltrasjonskapasitet. Overløpet kan bestå av utledning til terreng i lavbrekk eller overløp via sandfang som er tilknyttet kombinert overløps- og drensledning. For å oppnå fordrøyning (magasinerings) utformes grøfta med lave terskler i grøfta nederst i hvert kumstrek kombinert med heving av kummene.



Figur 403.7. Eksempel på utforming av infiltrasjonsgrøft

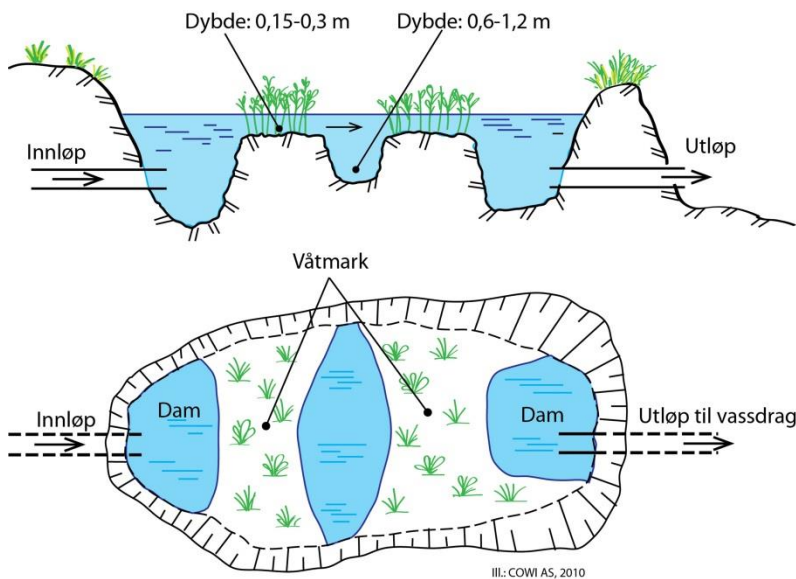
403.472 Dimensjonering

Grøftearealet (bredde/dybde) er bestemt av gjeldende krav til grøfte-utforming (sikkerhetskrav mv). Infiltrasjonskapasiteten kan økes ved å øke bunnbredden i grøfta. Fordrøyningsvolumet bestemmes av grøftetverrsnittet, høyden på terskler i grøfta og lengdefallet i grøfta.

403.48 Våtmark

403.481 Utforming

En våtmark er kjennetegnet ved tett vegetasjon på våte områder med generell liten og varierende vanndybde (15-30 cm). I en våtmark kan det forekomme arealer med fritt vannspeil og dybder tilsvarende vått basseng og arealer over vannspeilet, men de våte grunne områdene med tett vegetasjon er dominerende (60-80% av overflaten) (figur 403.8).



Figur 403.8. Prinsippskisse av kunstig anlagt våtmark (plan/snitt).

403.482 Dimensjonering

I en våtmark er det store variasjoner i de fysiske og biologiske forhold. En våtmark er komplisert mht renseprosesser og dette gjør løsningen vanskeligere dimensjonerbar som rensetiltak. Anleggstypen er mer arealkrevende enn vått basseng. Anleggets overflateareal dimensjoneres tilsvarende minimum det dobbelte av arealet for vått overvannsbasseng. Ved en slik dimensjonering vil rensegraden ligge på minst samme nivå som for vått basseng. Fordrøyningsvolumet dimensjoneres tilsvarende som for vått basseng.

403.483 Landskapsutforming

Anlegget tilpasses de lokale omgivelsene mht. landskapsutforming og vegetasjonstyper. Våtmarka skal ha et magasineringsvolum og det er hensiktsmessig at anlegget har en bassenglignende utforming. Anleggstypen er egnet til å utnytte lavtliggende og forsumpede områder.

403.49 Tekniske rensanlegg

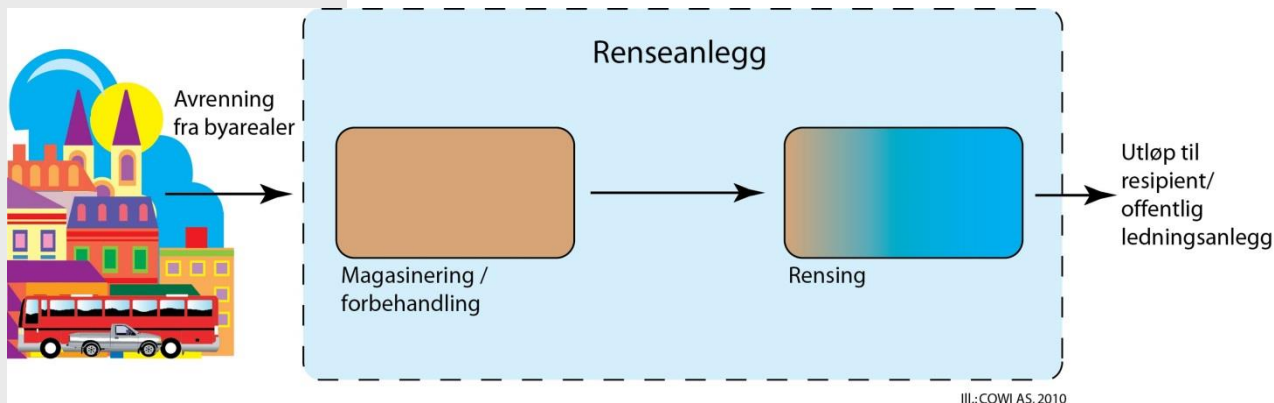
403.491 Generelt

Situasjoner med arealknapphet som i byområder, setter krav om kompakte løsninger for rensing. Løsningene får en mer teknisk utforming og vil for enkelte løsninger kreve mer vedlikehold. Følgende hovedtyper av renseløsninger er aktuelle i områder med begrenset arealtilgang (figur 403.9):

- Vått overvannsbasseng og filterløsning (sandfilter) utformet som lukkede tekniske løsninger
- Ballastet flokkulering (kjemisk felling) utformet som lukket kompakt rensanlegg

403.481

Figuren har noe forregnede proporsjoner. Andelen grunne områder må være relativt store.



Ill.: COWI AS, 2010

Figur 403.9. Rensing av vegvann i byområde.

403.492

Man vil ofte kunne få god effekt av å behandle kun "first flush"-mengdene dersom det er vanskelig å få til rensing av etterfølgende avrenning.

403.492 Dimensjonering

Vått basseng og filterløsning kan dimensjoneres som beskrevet under pkt. 403.44 og 403.46. Der arealkravet blir kritisk, anbefales at fenomenet "first flush" legges til grunn for dimensjoneringen dvs. at første del av avrenningen fra vegen er mer forurenset enn den senere avrenningen. Første del av avrenningen ledes til rensing mens etterfølgende avrenning ledes i overløp uten rensing eller bare gjennomgår forbehandling.

Dimensjoneringen av magasineringsvolumet baseres på arealmulighetene på stedet og kravet til rensing (resipientkravet):

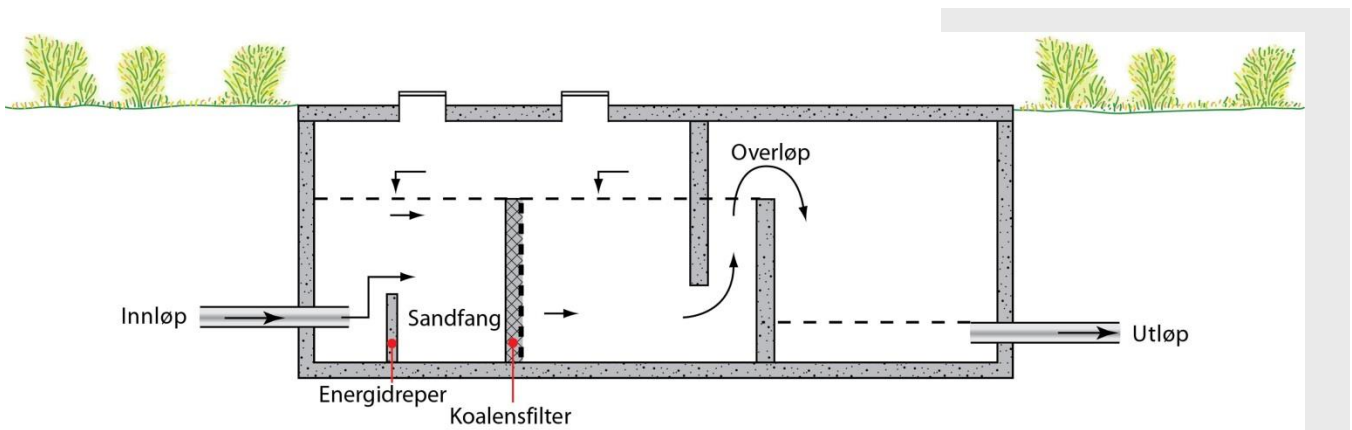
- *Begrenset rensing er påkrevet (moderate resipientkrav).*
De første 6-8 mm av regnmengden renses.
- *Utvidet rensing er påkrevet (høye resipientkrav).*
Minimum de første 10-15 mm av regnmengden renses.
- *Rensing i forhold til valgt gjentakperiode (høyt nivå for rensing).*
Kapasiteten i anlegget bestemmes ut fra rensing av alt avløp for en valgt gjentakperiode (for eksempel 1 år).

403.493 Forbehandling

Tekniske renseløsninger krever en forbehandling av overvannet før hovedrensetrinnet. I forbehandlingen tilbakeholdes partikler og olje som bidrar til å redusere vedlikeholdsbehovet i hovedrenseløsningen. Aktuelle forbehandlingensløsninger er olje- og sandfang og hvirveloverløp.

Olje- og sandfang:

Løsningen utformes som et lukket bassenganlegg (figur 403.10).

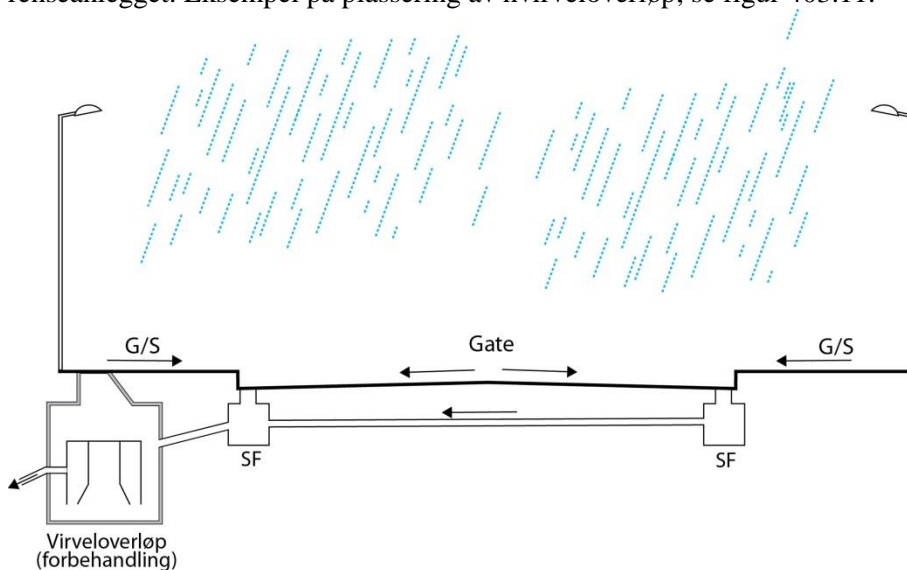


Figur 403.10. Skisse av et sentralt olje- og sandfang med koalensfilter for fjerning av oljepartikler i vannet.

Dimensjoneringen av sandfanget baseres på en oppholdstid på 3-5 minutter under de dimensjonerende betingelser som legges til grunn for rensenanlegget. Dette tilsvarer en vannhastighet på 0,5-0,7 m/minutt.

Hvirveloverløp:

Hvirveloverløp benyttes til fjerning av suspendert stoff (partikler). Det finnes to hovedtyper av løsninger og en rekke undertyper. Dimensjoneringen av anlegget baseres på de dimensjonerende betingelser som legges til grunn for rensenanlegget. Eksempel på plassering av hvirveloverløp, se figur 403.11.



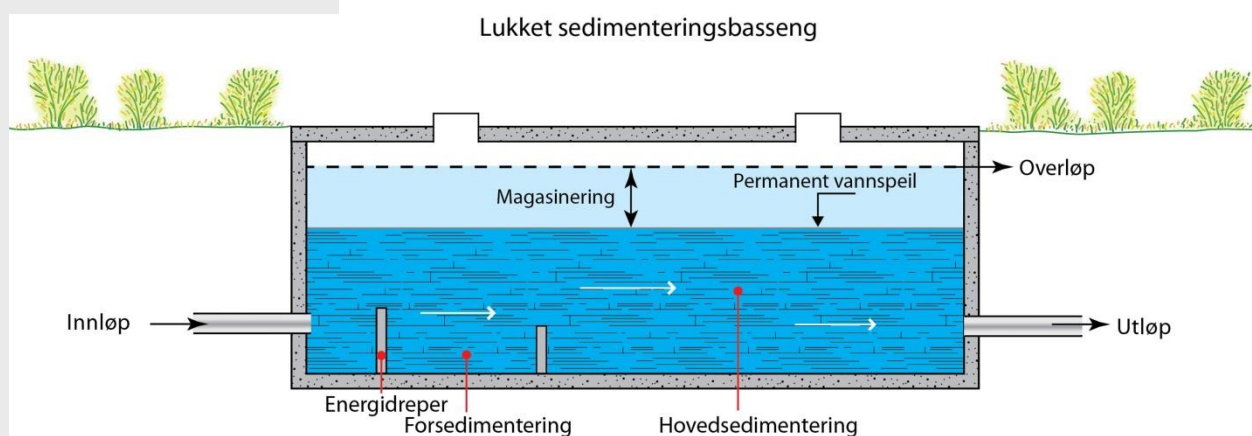
Figur 403.11. Eksempel på plassering av hvirveloverløp i gatesnitt.

403.494 Renseløsning

Lukket overvannsbasseng:

Disse anleggene fungerer etter samme prinsipp som de åpne løsningene (pkt. 403.44), men bygges som tekniske lukkede løsninger (figur 403.12).

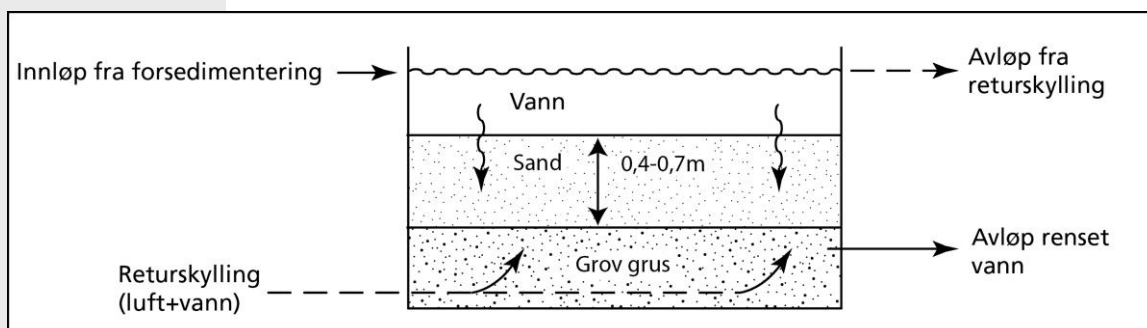
Tørrværsvolumet i bassenget vil tilsvare avrenningsmengden (first flush) multiplisert med det reduserte tilrenningsarealet. Forutsettes rensing av de første 10 mm av regnmengden vil tørrværsvolumet være 10 mm multiplisert med det reduserte tilrenningsarealet. Pr. ha redusert areal blir volumet i dette eksemplet $10 \text{ (mm)} \times 1,0 \text{ (ha)} = 100 \text{ m}^3$.



Figur 403.12. Skissemessig utforming av lukket basseng i betong. Forbehandlingsenhet er integrert i renseløsningen.

Lukket filterløsning:

Lukket sandfilter utformes i prinsippet som åpen filterløsning (figur 403.13). Sand er vanligste filtermateriale, men aktive filtermedier kan kombineres med sand for å binde oppløste forurensninger (tungmetaller). Driften som følge av tilslamming av filteret reduseres ved en effektiv forbehandling og returskylling av filteret. Med returskylling vil den hydrauliske overflatebelastningen ligge på 5-15 m/time, avhengig av forbehandling og rensekraft. Vann fra returskyllinger vil inneholde forurensninger som er samlet opp og må håndteres ut fra dette.



Figur 403.13. Prinsipp for et enkelt nedstrøms sandfilter med returskylling.

Ballastet flokkulering:

Renseløsningen fjerner partikulære og løste forurensninger i overvannet. Metoden består av kjemisk felling med koagulering og flokkulering og etterfølgende sedimentasjon av partiklene. Renseløsningen er basert på tilsetning av fellingskjemikalier. Slike anlegg er normalt automatiserte og

rensprosessene er optimalisert slik at arealkravet til anlegget er lite. Anlegget kan bygges for høy kapasitet og igangsettingen av anlegget til effektiv funksjon (ved regn) oppnås i løpet av få minutter. Vannets oppholdstid i anlegget er ca 10-20 minutter. Anleggstypen kan gi høy renseseffekt. Anlegget krever daglig tilsyn under drift.

Referanser for pkt. 403.4

- COWI AS, 2007: Rensing av overvann i byområder - kompakte renseløsninger (Rapport utarbeidet for Statens vegvesen Vegdirektoratet)
- COWI AS, 2008: Undersøkelse av infiltrasjon og forurensing i veggrøft. Rapport utarbeidet for Statens vegvesen Region øst, E6-prosjektet Gardermoen – Biri
- COWI AS, 2009: Rensing av overvann fra vei i fremtidens klima, 2071 – 2100.
- VA/Miljø-blad nr 69: Dimensjonering av fordrøyningsvolum i dammer (Stiftelsen VA/Miljøblad).
- VA/Miljø-blad nr 70: Utforming av inn- og utløpsarrangementer i overvannsdammer (Stiftelsen VA/Miljøblad).

404. Kvalitetssikring

404.1

Grunnlaget for kvalitetssikring ligger, i plansammenheng, bl.a. i Håndbok R700 *Tegningsgrunnlag* (Ref. 7).

404.2

Konsekvensområder ved valg av dreussystem:

- anleggskostnader
- vedlikeholdskostnader
- trafiksikkerhet
- miljø
- andre konsekvenser
- arealinngrep
- naboforhold
- levetid

Konsekvensområder ved valg av rør- og kumtyper:

- anleggskostnader
- vedlikeholdskostnader
- levetid

404.3

Kontrollomfanget er i prinsippet uavhengig av vegtype og område-type, men vanligvis vil flere forhold berøres i områder med tett og middels tett bebyggelse enn i områder med spredt eller ingen bebyggelse.

404.1 Generelt

Følgende elementer vurderes spesielt:

Prinsippavklaringer

Det skal kontrolleres at valgt løsning er i samsvar med prinsippene i pkt. 401. og 406. Konsekvensvurderinger, se pkt. 404.2. Se også pkt. 402.

Miljøtiltak

Det skal kontrolleres at miljøtiltak er ivaretatt, se pkt. 403.3.

Utsetting og innmåling

Kabler og ledninger legges etter en plan godkjent av vegholder. Kabel- og ledningsanlegg skal innmåles og registreres før grøftene lukkes. Vann- og avløpskummer bør markeres med kumskilt.

404.2 Konsekvensvurdering

Ved valg mellom alternative løsninger (dreussystem, materialer, utførelse) bør det gjennomføres konsekvensvurderinger. Generelt om konsekvensvurderinger og beregning av levetidskostnader, se kap. 032. og 012. Metodikk for beregning av levetidskostnader er gitt i vedlegg 11.

Eksempler på konsekvensvurderinger:

Valg av dreussystem, se pkt. 406.1

- åpent dreussystem
- lukket dreussystem
- fellesanlegg eller separate anlegg for kabler og ledninger

Valg av rør- og kumtyper:

- betong
- plast
- stål
- andre typer

404.3 Kontrollomfang og toleranser

Dokumentasjon av materialer til drenering (rørmateriell, materialer til fundament, sidefylling, beskyttelseslag m.v.) skal foreligge innen de leveres til anlegget.

Drenselementene skal kontrolleres mht. krav og toleranser i byggeplanen (materialer, dimensjoner, prosjektert plassering, høyder, fall, fundamentering, tetthet). Om akseptkriterier, se kap. 0.

Kontrollomfang (hyppighet av kontroll) og toleranser ved bygging er angitt i de enkelte delkapitler 41 t.o.m. 47. Det skal foretas en konkret vurdering av om prosesskodens kontrollomfang (hyppighet av kontroll) og toleranser er de

mest egnede for det aktuelle arbeid, eller om det bør suppleres med spesiell beskrivelse. Spesiell beskrivelse kan utarbeides på grunnlag av kontrollomfang og toleranser gitt i denne normalen.

404.4 Dokumentasjon av utført kvalitet

Om krav til dokumentasjon og datalagring generelt, se kap. 0.

Hvilke data og forhold som skal dokumenteres ved bygging av drenssystemet er gitt i delkapitlene 41-47. I tillegg til dokumentasjon fra byggefaseen bør de viktigste grunnlagsdata og plandata dokumenteres og lagres, så som:

- hydrauliske data og dimensjoneringsforutsetninger
- beregninger ved store og kompliserte konstruksjoner
- avrenningsberegning (ved store felt) for bekkelukking, stikkrenne etc. hvor beregninger er utført pga. nedslagsfeltets størrelse
- spesielle løsninger/forhold

405. Hydraulisk dimensjonering

405.1 Generelt

Ulike beregningsbehov

Hydraulisk dimensjonering utføres med ulike metoder:

- Forenklet dimensjonering, bruk av minimumsdimensjoner.
- Beregning av vannmengder og dimensjoner med standard formler, kjent risiko og pålitelige inngangsdata.
- Spesielle beregninger:
 - ved store, kompliserte konstruksjoner dersom konsekvensene av feildimensjonering er store.
 - for kulverter i store bekker med sterkt varierende vannføring

Dimensjonerende vannmengder varierer med avrenningsegenskapene til nedbørfeltet. Ved dimensjonering bør det foretas undersøkelser om det foreligger utbyggingsplaner som det må tas hensyn til i dimensjoneringen av overvannsanlegget. Se også neste avsnitt som gir ytterligere grunnlag som kan øke sikkerheten i vannføringsberegninger.

Vannføringsmålinger kan øke sikkerheten i beregningene

I vegprosjekter blir ofte større og mindre bekker berørt og må legges om eller føres i rør over en strekning. Nedslagsfeltene har varierende størrelse, opp mot 10 km² eller enda større. Det er ofte problematisk å bestemme dimensjonerende vannføring i slike vassdrag fordi det er store usikkerheter i alle ledd i beregningsgrunnlaget. For å øke sikkerheten ved valg av dimensjonerende vannføring bør det benyttes flere metoder.

Registrering av vannføring i det aktuelle vassdraget vil være til god hjelp for å "kalibrere" vassdraget mot andre vassdrag hvor det foreligger målinger over lengre tid. Derved er det mulig å utnytte statistiske data fra det målte vassdraget til å få sikrere bestemmelse av vannføring ved en ønsket retur-

405.2

Bruk av minimumsdimensjoner og forenklet dimensjonering i henhold til pkt. 405.2 benyttes bare når konsekvenser ved underdimensjonering er små, eller det er åpenbart at minimumsdimensjon vil være tilstrekkelig.

periode. Måling av korttidsnedbør som kan sammenholdes med målt nedbør i nedbørstasjoner i nærheten kan sammen med vannføringsmåling være en annen metode å sammenlikne opptredende vannføring mot statistiske nedbørdata.

Det er en fordel med så lang måleperiode som mulig og det er viktig at man får med nedbørepisoder med mye nedbør og stor vannføring. Måling kan utføres med enkle metoder, f.eks. innløpsvannstand for stikkrenner (med innløpskontroll). I en bekk/kanal med rolig strøm kan vannføringen beregnes på grunnlag av hastighet, vått tverrsnitt.

405.2 Minimumsdimensjoner for korte stikkrenner

For følgende overvannsanlegg kan det benyttes minimumsdimensjoner i henhold til figur 405.1:

- stikkrenner som dimensjoneres på grunnlag av eksisterende ledningsanlegg med tilstrekkelig kapasitet
- stikkrenner for små nedbørfelt (< 1 ha) i eller nær vegområdet og hvor konsekvenser av underdimensjonering er små

I tvilstilfeller foretas en vanlig dimensjonering i henhold til kap. 405.3 t.o.m. 405.5. Korte stikkrenner bør legges med fall som angitt i figur 405.4

Vegtype	Minimumsdimensjon (innvendig diameter)
H, S	600 mm
A, G/S	400 mm
Avkjørsler	300 mm

Figur 405.1 Anbefalt minimumsdimensjon, stikkrenner

Anbefalingen om minimumsdimensjon som vist i figur 405.1 er begrunnet ut fra kapasitetsmessige og vedlikeholdsmessige forhold. Dimensjonene bør ikke reduseres med mer enn 5 %. Av hensyn til vedlikehold og rensking kan det være aktuelt å øke dimensjonen ved stikkrenner som er lengre enn ca. 15-20 m.

En skjønnsmessig dimensjonering må baseres på god oversikt over og kjennskap til lokale forhold. En bør være oppmerksom på forutsetninger som kan ha endret seg siden eldre/opprinnelig anlegg ble dimensjonert. Øket avrenning kan oppstå ved inngrep og endringer i tilstøtende områder (ulike former for utbygging, bl.a. skogsbilveger, snauhogst, omlegging av bekker o.l.). Øket nedbør avrenning i forhold til dagens dimensjoneringsgrunnlag på grunn av klimavariasjon bør vurderes (se kap. 403.1 og 405.4).

Kulverter og stikkrenner for større bekker o.l. med sterkt varierende vannføring bør alltid dimensjoneres særskilt.

Minimumsdimensjon for overvannsledninger og slukledninger, se pkt. 405.7.

405.2

Spesielle grunner for å bruke mindre dimensjoner enn angitt i figur 405.1 kan f.eks. være:

- at visse rørtypen leveres i standarddimensjoner som er fastsatt i de ulike produktstandarder, f.eks. Norsk Standard eller andre standarder/normer, og som ikke angis i hele 100 mm
- at stikkrennens kapasitet og mulighet for vedlikehold ikke blir vesentlig nedsatt som følge av mindre dimensjon, ev. at det gjennomføres tiltak for å sikre kapasitet og vedlikeholdsmulighet (f.eks. mindre avstand mellom rennene, god utforming av innløp mv.)
- nødvendig tilpasning til eksisterende anlegg
- når sidegrøftens dybde medfører at stikkrenne under avkjørsel ikke får avløp.

405.3 Avrenning fra store felt

For store felt baseres flomberegning på målte vassføringer og statistiske metoder i flomfrekvensanalyser. Ved behov for flomberegninger for større nedslagsfelt anbefales å kontakte NVE's nærmeste distriktskontor eller andre med hydrologisk kompetanse (rådgivende ingeniører mv).

Ved felt større enn 10 km² kan dimensjonering med den rasjonelle formel gi store usikkerheter.

Tiltak i vassdrag kommer inn under vannressursloven og skal utredes og behandles av NVE, evt. konsesjonsbehandles. Kfr. nærmere orientering i kap. 408.

405.4 Avrenning fra små felt

Generelt

Ved avrenningsfelt mindre enn 2-5 km² kan den rasjonelle formel brukes. Den rasjonelle formelen baserer seg på målt nedbør. Avrenningen (Q) er gitt ved:

$$Q = C \times i \times A \times K_f$$

der C = avrenningsfaktor, ubenevnt
i = dimensjonerende nedbørintensitet, l/(s × ha)
A = feltareal, ha (1 hektar = 10 000 m²)
K_f = klimafaktor

Avrenningsfaktoren skal velges ut fra sannsynlig arealbruk i framtida. Det vil si at dersom det er utbyggingsplaner for området så skal det reflektere valget av C-verdi. Figur 405.2 gir noen veiledende verdier for C. Ved sammensatte felt finnes en avrenningsfaktor for hvert enkelt delfelt, og en midlere, veiet avrenningsfaktor beregnes for hele feltet. Se kommentarfeltet.

Overflatetype	Avrenningsfaktor, C
– Betong, asfalt, bart fjell og lignende	0,6 – 0,9
– Grusveger	0,3 – 0,7
– Dyrket mark og parkområder	0,2 – 0,4
– Skogsområder	0,2 – 0,5

Figur 405.2 Avrenningsfaktor C for ufrosset overflate, returperiode 10 år.

For nedbør med returperiode lengre enn n = 10 år økes C-verdiene etter følgende retningslinjer (opp til en maks. koeffisient C = 0,95):

25 år: legg til 10%
50 år: legg til 20%
100 år: legg til 25%
200 år: legg til 30%

Regn på frosset og islagt område og vannmettet grunn, f.eks. etter lengre nedbørsperioder, kan gi avrenning som for "bart fjell".

405.3

Den rasjonelle formel, som ofte brukes for små felt, har svakheter og begrensninger ved store felt. Andre metoder må derfor brukes.

I store nedbørfelt er det ønskelig å ha avrenningsmålinger, eller bygge på tidligere erfaringer fra flomsituasjoner, og sammenligne dette mot forventet nedbørv utvikling.

405.4

Avrenningsfaktor

Valg av avrenningsfaktor C, se figur 405.2. For nærmere vurdering av faktorene kan følgende framgangsmåte brukes:

1. For flate og permeable overflater med stor avstand ned til grunnvannet brukes de laveste verdier i figuren. For mer bratte og tette overflater eller der grunnvannspeilet ofte går opp til overflaten brukes de høyeste verdiene.
2. De lave C-verdiene i figur 405.2 gjelder for regn med varighet kortere enn 1 time og de høye verdiene gjelder for regn med varighet lengre enn 3 timer.

Midlere avrenningsfaktor

Midlere, veiet avrenningsfaktor C for et felt med totalt areal A:

$$C = (C_1 \cdot A_1 + \dots + C_n \cdot A_n) / A$$

der C₁, ..., C_n er avrenningsfaktorene og A₁, ..., A_n er arealene for de ulike delfelt.

405.4**Konsentrasjonstid t_c**

Konsentrasjonstid for naturlige felt (f.eks. skogsområder, ikke utbygde felt):

$$t_c = 0,6 \times L \times H^{-0,5} + 3000 \times A_{se}$$

Konsentrasjonstid for urbane felt (utbygde felt):

$$t_c = 0,02 \times L^{1,15} \times H^{-0,39}$$

der

t_c = konsentrasjonstid, minutter

L = lengde av feltet, m

H = høydeforskjellen i feltet, m

A_{se} = andel innsjø i feltet, forholdstall

Lengden og høydeforskjellen i feltet regnes fra hhv. fjerneste punkt i feltet til utløpet og fra høyeste punkt i feltet til utløpet. Veiledning i bruk av formlene er gitt i litteraturen (Ref. 15).

Nedbørintensitet, IVF-kurver

Om returperioder og klimaendringer, se kap. 403.1. I dag er det få intensitet-varighet-frekvenskurver (IVF-kurver) som går lengre enn til 100 år. Data for 200 års returperiode må i tilfelle bestilles fra Meteorologisk institutt (met.no).

Ved overslagsberegninger kan nedbørintensitet for 200 års returperiode finnes ved å legge til 10% på 100 års nedbørintensitet.

Uansett bør met.no kontaktes for å få opplysninger om nyere, oppdaterte IVF-kurver som er representative for området som skal dimensjoneres. Usikkerheten er stor ved lange returperioder. Det er også viktig å sjekke at nedbørstasjonen som brukes er representativ for det aktuelle området.

Som figur 405.3 viser er nedbørstatistikken for den aktuelle stasjonen basert på en periode på 25 sesonger (1970-1995). Met.no arbeider kontinuerlig med å øke antall nedbørmålere som publiseres på eKlima. En generell regel er at god statistikk for 100-års nedbør kan utarbeides dersom det er basert på nedbørobservasjoner for en periode på minst 25 år (dvs. 25 sesonger).

Dimensjonerende nedbørintensitet (i) finnes på eKlima (se framgangsmåte nedenfor). En forutsetning for å bruke den rasjonelle formel for beregning av maksimalavrenning er at regnvarigheten, t_r , settes lik konsentrasjonstiden, t_c .

Klimafaktoren (K_f)

For hvert prosjekt må det tas et standpunkt til hva klimafaktoren skal være. Klimafaktoren kan ha verdier fra 1,0 og oppover. Klimafaktorer for installasjoner som har en forventet levetid på 100 år er 1,3 for 10 år returperiode for nedbør, 1,4 for 100 år og 1,5 for 200 år returperiode for nedbør. Enkelte kommuner har tatt et aktivt valg om klimastrategi som bør legges til grunn ved valg av klimafaktor for det aktuelle prosjektet.

Usikkerheter ved bruk av den rasjonelle metoden

Det må tas hensyn til usikkerheter når den rasjonelle formelen benyttes. Jo mindre feltet er desto mindre blir usikkerheten. Derfor er metoden best egnet for små felt.

Usikkerhet i frekvenskurven for nedbør:

- Korte dataserier gir usikkerhet for lange returperioder
- De fleste stasjonene måler ikke korttidsnedbør om vinteren

Usikkerhet i overføring av frekvenskurver for nedbørintensitet fra nedbørstasjon til aktuelt felt:

- Kan være lokale forskjeller selv innenfor et relativt begrenset område

Usikkerhet i fastsettelse av avrenningsfaktoren (C):

- Faktoren varierer avhengig av helning på feltet, innsjøareal, avstand til grunnvannet mv.

Usikkerhet fordi frekvenskurvene for nedbør er forskjellige fra frekvenskurvene for avrenning:

- Det er ikke alltid en direkte sammenheng mellom nedbør og avrenning slik formelen viser

Nedbørintensiteter

Nedbørintensiteter som skal benyttes ved dimensjonering av veganlegg skal være kvalitetsgodkjente data fra Meteorologisk institutt (met.no). Nedbørdata hentes fra eKlima (www.eklima.no) dersom representative data for det aktuelle området er tilgjengelig.

For å velge den aktuelle nedbørintensiteten som skal benyttes gjelder følgende inngangsparametere;

- Returperiode i år (n , se figur 403.1)
- Regnvarighet i minutter (regnvarigheten settes lik feltets konsentrasjonstid for beregning av maksimalavrenningen).

Eksempel på utskrift/nedbørdata fra eKlima er vist i figur 405.3.

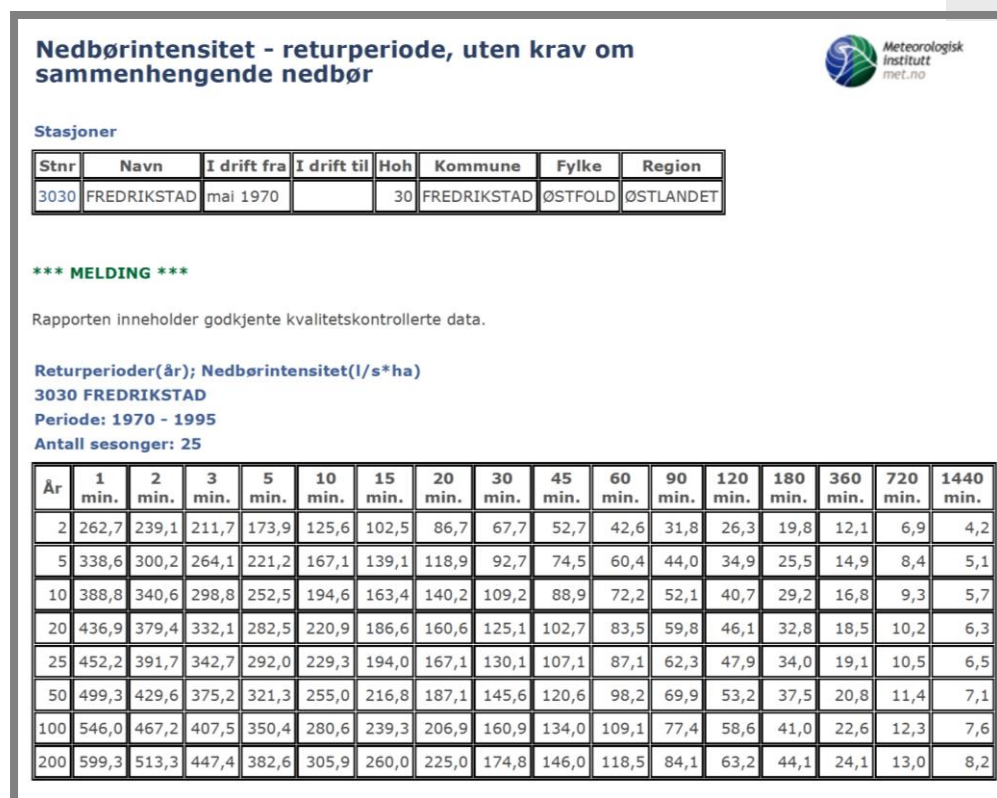
For å komme i gang med eKlima kan man bruke følgende framgangsmåte:

Kort beskrivelse for bruk av eKlima

Denne framgangsmåten gjelder for å hente IVF kurver / tabeller for bruk ved dimensjonering av overvannssystemer for veganlegg.

1. Gå til www.eklima.no og velg "Ny bruker" øverst til venstre. Brukernavn (= din e-postadresse) og passord blir sendt til din e-postadresse.
2. Logg inn på www.eklima.no med e-post og passord mottatt til din e-postadresse. Det vises at du er logget inn øverst til venstre skjermbilde.
3. Velg "Statistikk" i fanene øverst i skjermbildet, velg deretter "Hyppighet for nedbør"
4. Under 1. Velg rapport I nedtrekksmenyen; velg: "*Nedbørintensitet – returperiode, uten krav om sammenhengende nedbør".
5. Under 2. Tilpass rapporten Intervall og Returperiode skal være merket "Alle". Trykk "Neste"
6. Under 3a. Velg fylke/... Velg fylke og trykk på "Hent stasjoner fra fylker".
7. Under 3b. Velg stasjoner Velg stasjonen du ønsker data fra ved å klikke i boks til venstre for stasjonsnavn. Trykk "Neste"
8. Under 4. Velg egenskaper... Ikke gjør endringer her, trykk "Neste".
9. Under 5. Velg bestillings... Ikke gjør endringer her, trykk på "Fullfør - > Kjør rapport"
10. Trykk "Lukk vinduet"
11. Oppe til venstre i det bildet du nå er i vil du finne valgt IVF kurve/tabell under "Resultat" eller "Rapportliste".

Dersom det velges mer enn en stasjon vil IVF-kurve ikke være tilgjengelig, kun tabell.



Figur 405.3 Eksempel på nedbørintensiteter (Fredrikstad), fra eKlima.

Sjekkliste for avrenningsberegninger

Følgende sjekkliste kan være nyttig ved avrenningsberegninger:

1. Undersøk først med Meteorologisk institutt / eKlima hva som finnes av nedbørobservasjoner i nærheten av feltet som skal beregnes. Har de oppdaterte IVF-kurver (intensitet/varighet-frekvenskurver) som er representative for det aktuelle feltet?
2. Finn feltarealet og avrenningsfaktoren (C) for feltet. Dersom feltet er større enn ca. 10 km² bør ikke den rasjonelle formel brukes. Avrenningsfaktoren er et mål for hvor mye av den totale nedbøren som dreneres gjennom det aktuelle stedet. Den C-verdi som velges skal være en veiet middelerverdi for hele feltet. Ved store variasjoner av avrenningsfaktorene innen feltet kan det tenkes at avrenning fra bare en del av nedslagsfeltet (med høy avrenningsfaktor) kan være dimensjonerende.
3. Vurder hva som vil skje ved en eventuell underdimensjonering (for eksempel når det kommer regn på frossen mark). Er det en alternativ flomveg som kan ta unna vannet slik at skader ikke oppstår?

Eksempel på bruk av den rasjonelle formel

Det skal beregnes dimensjonerende vannmengde for en kulvert med returperiode (fra figur 403.1) på 100 år.

Feltets areal (A) er målt til 150 ha (1,5 km²). For å finne arealet må man ha kart i egnert målestokk slik at nedslagsfeltet kan avgrensnes og måles opp.

Avstand (L) fra fjerneste punkt i feltet til utløpet er 1,5 km = 1500 m. Høydeforskjellen (H) er 25 meter. Feltet består hovedsakelig av skog, med noe dyrket mark. Det er ingen innsjøer i feltet ($A_{se} = 0$).

Nærmeste nedbørstasjon er sjekket med Meteorologisk institutt / eKlima som har oppgitt at dette er stasjon 3030 Fredrikstad.

Ut fra figur 405.2 velges en avrenningsfaktor på 0,3. Siden returperioden (n) er satt til 100 år økes avrenningsfaktoren med 25 % opp til 0,38.

Tidsfaktoren bestemmes:

$$t_c = 0,6 \times 1500 \times 25^{-0,5} + 3000 \times 0 = 180 \text{ minutter}$$

Returperioden (n) er 100 år og med tidsfaktor på 180 minutter finnes intensiteten fra IVF-tabellen / -kurven for Fredrikstad (se figur 405.4): $i = 41$ liter / (sekund \times hektar).

Avrenningen (Q) korrigert for klimaendring blir da:

$$Q = C \times i \times A \times K_f = 0,38 \times 41 \times 150 \times 1,4 = 3272 \text{ liter/sekund}$$

405.5 Dimensjonering - kulverter og stikkrenner

Generelt

Kapasitet avhenger bl.a. av utforming av innløp. Ved utforming av innløp og utløp er det flere forhold som tillegges vekt, se kap. 453.

Sirkulære renner med innløpskontroll

Rette kulverter (rørstikkrenner) med lengde mindre enn ca. 15-20 m bør dimensjoneres slik at man får strømmingssituasjon med innløpskontroll. Minimum fall bør da være som angitt i figur 405.4. Kapasitet, se figur 405.5.

Rørmaterial	Mannings tall, M	Diameter (mm)	Fall (‰)	
			Min. ¹⁾	Maks. ²⁾
Betong	80	400 – 600	6	10 – 15
		> 600	5	
Plast	100	400 – 800	4 – 5	10 – 15
		> 800	4	
Korrugert stål	40	> 800	4 ³⁾	20 ³⁾

- 1) Min. fall ut fra krav til innløpskontroll og selvrensing.
- 2) Maks. fall mht. erosjon. Sikring er som regel nødvendig.
- 3) Min. fall gir ikke innløpskontroll. Maks. fall pga. fare for stor vannhastighet og rørsliktasje.

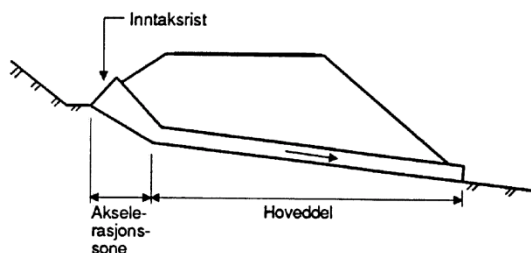
Figur 405.4 Anbefalt fall for korte stikkrenner

Stikkrenner og kulverter uten innløpskontroll

Dimensjonering av kulverter med fall mindre enn vist i figur 405.4 og kulverter med helt eller delvis dykket utløp, samt kulverter med ikke-sirkulært tverrsnitt, dekkes ikke av figur 405.5. Særskilt dimensjonering bør foretas.

Kulverter med spesialutforming

Store og lange kulverter med store rørkostnader og kompliserte strømningsforhold (retningsendringer o.l.) bør dimensjoneres individuelt og skreddersys for å gi øket innløpskapasitet og best mulig utnyttelse av hovedløpets kapasitet. Dersom forholdene ligger til rette, kan kulverten bygges med traktformet, bratt innløp (akselerasjonssone) for å øke kapasiteten, slik at hovedløpet kan reduseres i tverrsnitt. Inntaket bør sikres med rist (varegrind). Prinsippskisse for slik kulvert er vist i figur 405.6. Vannhastighetene kan bli store, og det vil oftest være nødvendig å bygge hastighetsdemper ved utløpet (energisdreper).



Figur 405.6 Kulvert med akselerasjonssone (eksempel, se Ref. 15)

405.5

Hydraulisk dimensjonering av stikkrenner og kulverter er beskrevet mer fullstendig i litteraturen (Ref. 15). Dersom stikkrennene bygges med minimum fall som vist i figur 405.4, vil man som regel få innløpskontroll. Kapasiteten for rennene (se figur 405.5) vil da bare være avhengig av diameteren og innløpsutformingen. Ved dimensjonering ut fra nomogrammer (innløpskontroll) kan innløpsvannstand (IV) vanligvis settes lik innvendig rørdiameter (D), dvs. IV/D = 1,0. Stikkrennene har da en viss reservekapasitet, idet kulverten først dykkes ved IV/D = 1,2.

Innløps- utforming	Diameter (mm)				
	300	400	500	600	800
A	67	135	232	361	726
B	65	132	228	357	723
C	57	117	204	320	652
	1000	1200	1400	1600	
A	1247	1940	2818	3895	
B	1250	1954	2851	3956	
C	1133	1780	2607	3628	

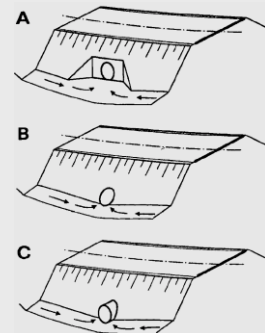
Figur 405.5 Hydraulisk kapasitet (l/s) for rørstikkrenne med innløpskontroll og IV/D = 1,0 (Ref. 15).

Innløpsutforming:

A = frontmur, ca. vinkelrett på rørets lengdeakse, rett rør. (Utforming tilsvarende A og med vingemurer gir ikke vesentlig kapasitetsøkning for rørførmede kulverter).

B = Innløpet formet etter helningen på grøfteskråningen.

C = Utstikkende rørende.



Kapasitet for andre kulverttyper (firkantkulverter etc.) og andre strømmingssituasjoner finnes i litteraturen (Ref. 15). Ved store og kompliserte kulverter kan det spares betydelige beløp ved spesialutformede innløpselement og redusert dimensjon i hovedløpet (Ref. 15). Beregning med alternative utforminger er aktuelt for å finne den gunstigste løsning.

405.6

Maks. vannhastighet (m/s) i rør kan illustreres som vist i figur 405.7 (omtrentlige verdier).

Fall ‰	Kulvertlengde		
	15 m	20 m	25 m
5	1,2	1,4	1,6
10	1,7	2,0	2,2
15	2,1	2,4	2,7
20	2,4	2,8	3,1

Figur 405.7 Maks. vannhastighet i rør med innløpskontroll (m/s)

Stikkrenner/kulverter av korrugert stål legges med lite fall for at ikke vannhastigheten og slitasjen på røret blir for stor. Eventuelt kan rørene beskyttes spesielt, f.eks. ved utstøping i bunnen.

405.7

Om prosjektering og utførelse av avløpsledninger, se også (Ref. 9).

Dimensjonsområde 200-400 mm er mest aktuelt.

Selvrensing kan oppnås ved mindre fall enn angitt, men av hensyn til normal nøyaktighet ved utførelsen anbefales minimum fall å være som vist i figur 405.4. Maks. fall vil avhenge av dimensjoner og utforming av systemet forøvrig (skjøter, avvinkling, inn- og utføring i kum, erosjonsbeskyttelse).

Ved eksisterende systemer vil det ofte være nødvendig å vurdere utbedring av eventuelle "flaskehals" og begrensende deler av systemet.

405.8

Ved ujevne grunnforhold anbefales det å legge drensledningene med minst 10 ‰ fall.

Spyling av betongrør som er mindre enn 150 mm, kan være vanskelig fordi spyleutstyret kan kile seg fast.

Ved drenering av skråninger med grøfter i fiskebeinsmønster kan rør med diameter 50-100 mm være nok.

405.6 Sikring mot slitasje og erosjon

Dimensjoner, fall, rørmaterialer m.v. skal velges slik at det ikke oppstår fare for unormal slitasje i rør (stikkrenner/kulverter) som følge av at sand og grus transporteres gjennom rørene. Se figur 405.4. Om nødvendig må rørene beskyttes spesielt mot slitasje.

Behov for erosjonssikring ved innløp og utløp skal vurderes. Ved vannføring tilsvarende rørets kapasitet, vil det ofte være behov for erosjonssikring. Om vannhastighet og erosjon, se figurene 405.7 og 405.8. Se også håndbok V220 *Geoteknikk i vegbygging* (Ref. 4).

405.7 Dimensjonering av overvannsledninger og slukledninger

For avvanningssystemer som også kan inneholde kommunale ledninger, eller der drens- og overvann fra vegen skal ledes inn på kommunalt system, må det avklares om kommunene har egne regler og krav for dette.

Nødvendig rørdimensjon velges ut fra dimensjoneringsnomogram (finnes i litteraturen) med basis i dimensjonerende vannføring for vedkommende ledningsstrekning. Fall og dimensjoner skal velges slik at ledningene i størst mulig grad blir selvrensende og slik at det ikke oppstår problemer med erosjon ved utløp eller turbulens i kummer.

Minimumsdimensjon for slukledninger fra ett enkelt sandfang i lukket avvanningssystem er 150 mm. Minimumsdimensjon for overvannsledning i lukket avvanningssystem er 200 mm.

Fall for overvannsledninger og kombinerte drens- og overvannsledninger bør være minimum 5 ‰. Der det er mulig økes minimum fall til 10 ‰.

Fallforholdene bør vurderes med hensyn på mulige setninger. Ved risiko for setninger bør fallet velges slik at setningene ikke vil få vesentlig betydning for systemets funksjon.

Toleranser for fall er gitt i kap. 43.

405.8 Dimensjonering av drensledninger

Separate drensledninger av betong bør ha diameter minst 150 mm.

Separate drensledninger av plast bør ikke ha mindre diameter enn ca. 100 mm. Ved forhold med mye vann i grunnen bør dimensjonen økes til ca. 150 mm.

Kombinerte ledninger for drensvann og overvann bør ikke ha mindre diameter enn ca. 200 mm.

Fall for drensledninger skal være minimum 5 ‰. Toleranser er som for overvannsledninger.

405.9 Dimensjonering av åpne grøfter og kanaler

Normalprofilene for sidegrøft gir vanligvis tilstrekkelig kapasitet for bortledning av overvann. Er kapasiteten for liten, bør enten grøftas tverrsnitt økes, stikkrenner plasseres tettere, eller det legges overvannsledning.

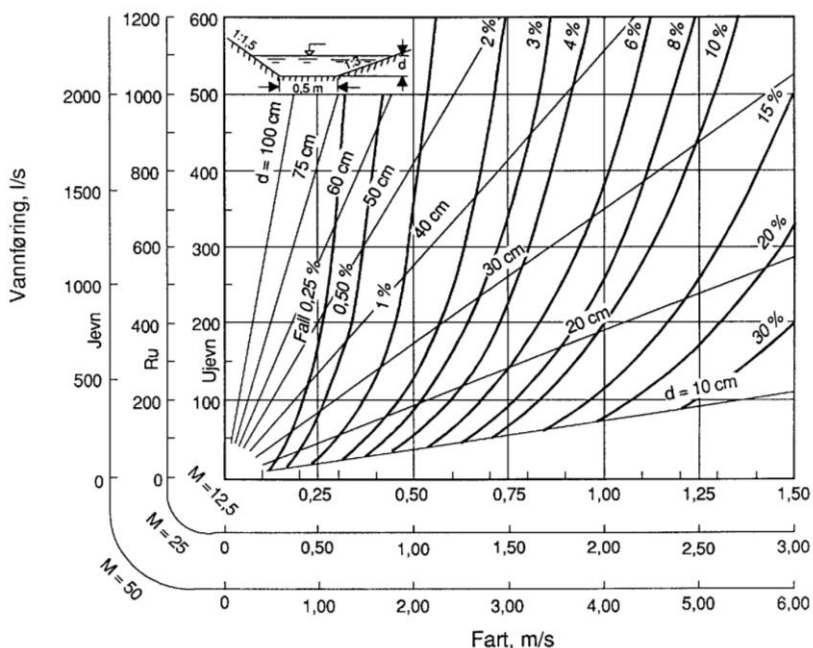
Kontrollberegning av kapasitet og vannhastighet bør foretas ved store avrenningsflater og ved særlig stort eller lite lengdefall på grøfta. Lengdefall bør være minimum 5 ‰.

For renner, kanaler og bekkeomlegginger foretas kontrollberegning av tverrsnittet for å sikre tilstrekkelig kapasitet.

Figur 405.8 og figur 405.9 kan benyttes til kontrollberegningene. Diagram for andre typer grøfter finnes i litteraturen.

Kledningsmateriale i grøft	Mannings tall, M	Vannhastighet uten fare for erosjon
	m ^{1/3} /s	m/s
Betongkledning	50 – 80	2,5 – 5,0
Asfaltert dekke	60 – 75	2,0 – 5,0
Steinsetting (jevnt utlagt)	30 – 60	2,0 – 5,0
Grus	30 – 50	1,0 – 1,5
Småstein	30 – 50	1,2 – 2,0
Jord uten vegetasjon	25 – 30	0,5 – 0,8
Jord med lett vegetasjon	20 – 30	0,5 – 1,2
Ujevn steinkledning	25 – 30	1,5 – 3,0
Jord med kraftig vegetasjon	15 – 25	1,0 – 2,0
Naturlig bekk og elv	5 – 40	–

Figur 405.8 Mannings tall for grøfter. Vannhastighet uten fare for erosjon



Figur 405.9 Vannføringsdiagram for grøft med flat bunn

405.9

Åpne sidegrøfter dimensjoneres og bygges slik at vann ikke trenger inn i overbygningen. Vannhastigheten (v , m/s) beregnes etter formelen $v = Q/(A \times 1000)$. Kapasiteten (Q) beregnes med Mannings formel:

$$Q = M \times A \times R^{2/3} \times I^{1/2} \times 1000$$

Der

Q = grøftens vannføring, l/s

M = Mannings tall, m^{1/3}/s

A = tverrsnitt av grøfta, m²

R = hydraulisk radius = A/P , m

I = lengdefall av grøfta, m/m

P = våt omkrets av grøfta, m

Mannings tall og tillatt vannhastighet for forskjellige kledningsmaterialer, se figur 405.8. Kontroll av kapasitet og vannhastighet kan også foretas med diagram, se figur 405.9.

Verdier for Mannings tall finnes for en rekke ulike erosjonssikringsprodukter. Disse kan benyttes til tilsvarende dimensjonering.

NVE kan kreve vannlinje-beregning.

406. Dreneringsprinsipper

406.1

Det skilles mellom åpent drens-system (dyp sidegrøft) og lukket drens-system. Et lukket system kombinerer ofte åpne overvanns-grøfter og lukkede drens- og transportledninger (overvanns- ledninger). Noen fordeler med henholdsvis lukket system og åpent system er vist i figur 406.1. Figur 406.2 antyder hvilket drens-system som kan velges avhengig av vegens standardklasse og trafikkmengde.

406.1 Valg av drens-system

Valg av drens-system, dimensjonering og detaljutforming bør foretas for det enkelte prosjekt etter vurdering av:

- trafikkmengde, trafiksikkerhet
- vanntilsg og behov for frostsikker avrenning
- nedbørmengder, snø og snøsmelting
- bebyggelse
- terrengforhold, avrenning
- grunnforhold
- kostnader, anlegg og vedlikehold
- estetikk

Noen fordeler med de ulike drens-system (åpen eller lukket drenering) er vist i figur 406.1.

Drens-system	Fordeler
Lukket system	<ul style="list-style-type: none"> – bedre trafiksikkerhet (slake grøfteskråninger) – redusert arealinngrep og mindre masseuttak – redusert erosjon over lengre grøftestrekninger ved bruk av nedføringskummer – gunstigere mht. estetikk og miljø – bedre mht. innspenningsforhold (kantbæreevne)
Åpent system	<ul style="list-style-type: none"> – generelt lite vedlikehold ved stabile grøfteskråninger – ofte lavere anleggskostnader – ekstra sikt i kurver pga. større terrenginngrep – bedre plass til snølagring – mindre behov for tilførsel av byggematerialer, som rør og gjenfyllingsmasser – lettere å fastslå behov for eventuelt vedlikehold – normalt har åpent system bedre reservekapasitet og sikkerhet ved flom

Figur 406.1 Åpent eller lukket system - fordeler med de ulike systemene

Vegtype	ÅDT	Bebyggelse		
		Spredt	Middels	Tett
H	> 5000	Å/L	L	L
H	< 5000	Å	Å	L
S, A	< 5000	Å	Å/L	L
G/S		Å/L	Å/L	L

Å= Åpent system
L= Lukket system

Figur 406.2 Veiledning for valg av drens-system

406.2 Utforming av tverrprofil, generelt

Utforming av skjæringsprofiler i fjell og jord er omhandlet i kap. 2, som viser normalprofiler, skråningshelninger og grøftebredder i fjellskjæring og jordskjæring. Dypsprengning er også omtalt.

Plassering av drenggrøfter, ledninger m.v. er omhandlet i kap. 406.3 t.o.m. kap. 406.7.

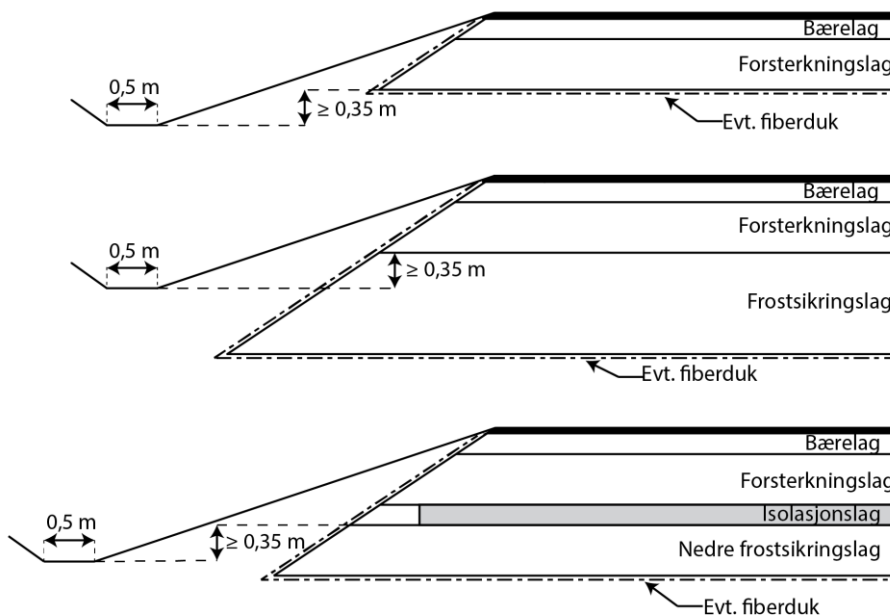
406.3 Drenering av vegoverbygning

406.31 Åpen drenering - dyp sidegrøft

Minimum grøftebredde er avhengig av overbygningstykkelsen. Skråningshelningen skal ikke være brattere enn 1:2. Grøfta skal ha dybde 0,35 m under bunnen av forsterkningslaget.

Ved anvendelse av isolasjonslag som en del av frostsikringen, skal bunnen av grøften ligge 0,35 m under isolasjonslaget. Bunnen av grøften skal være horisontal i tverrprofilen og være 0,5 m bred, se figur 406.3.

Det skal ikke stå igjen terskler i grøfta som demmer opp og som kan lede vann inn i trauret eller overbygningen.



Figur 406.3 Åpen drenggrøft ved ulike overbygninger

406.2

Se kap. 2, samt Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder.

406.3

Kontrollberegning av kapasitet og vannhastighet, se pkt. 405.9. Sidegrøftens utforming angis i byggeplanen med normalprofiler på F-tegning og detaljutforming på G-tegning (kledningsmaterialer, lengdefall mv.).

Sidegrøftens dybde kan innvirke på frostdimensjoneringen av vegoverbygningen, se kap 511.

406.32

Plasseringen av drenggrøfter avhenger bl.a av vegens skulderbredde og geotekniske forhold. I middels tett og bebygelse hvor det nyttes kantstein plasseres dreng- og avløpsledning/overvannsledning normalt under skulder/kantstein.

For beregning av frostdybden h_{10} se kap 511.

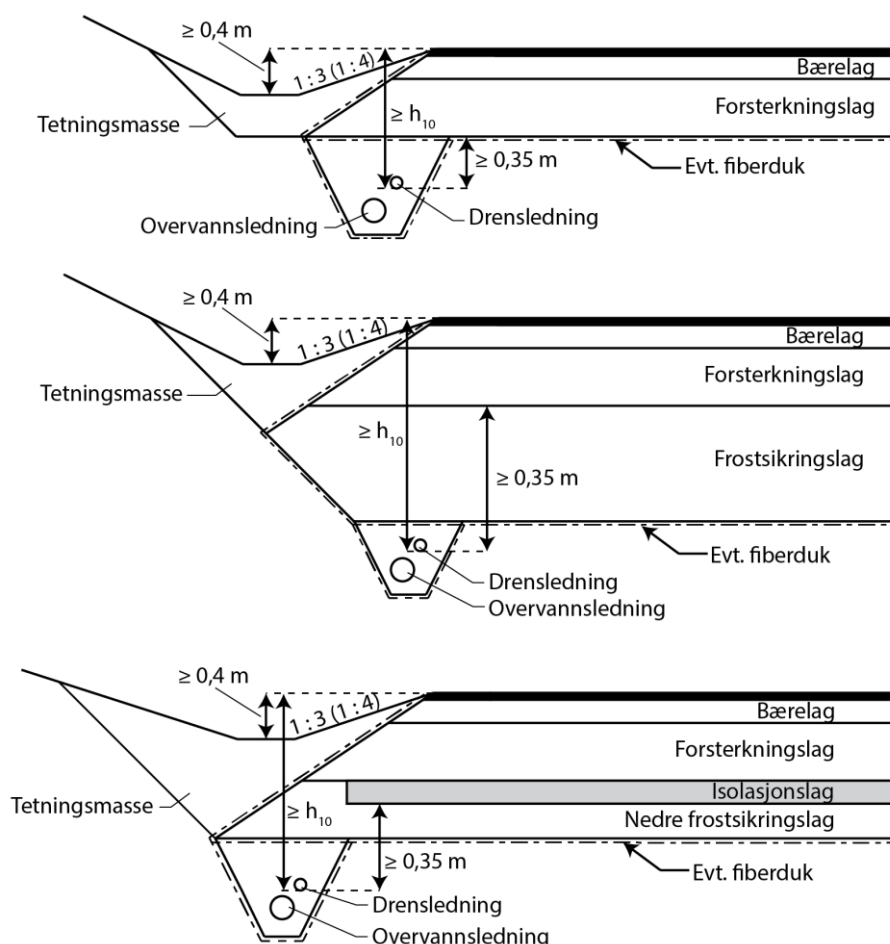
406.32 Lukket drenering

Lukket drenggrøft skal legges i frostfri dybde.

Eksempler på utforming av lukket, dyp drenggrøft er vist i figur 406.4. Drengledningens dybde (h), og utførelse forøvrig skal planlegges ut fra lokale forhold for hvert enkelt tilfelle. Bunnen av grøften skal være horisontal i tverrprofil og være 0,5 m bred, se figur 406.4.

Ved bruk av fiberduk i stedet for filterlag i overbygningen bør fiberduken og forsterkningslaget legges slik at det blir god forbindelse mellom overbygningen og drenggrøften.

Hvis det ikke er spesielle grunner for andre løsninger, skal avløps-/overvannsledning normalt plasseres lavere enn drengledning og eventuelle andre typer ledninger.



Figur 406.4 Grunne overvannsgrøfter og lukket drenering

Figur 406.4 viser drenggrøft som er plassert under sidegrøften. Dersom drengledning og overvannsledning er plassert lenger inn i vegkonstruksjonen, regnes frostdybden h_{10} fra veg-/terrengoverflaten over ledningsgrøften.

Grøften kan utvides avhengig av:

- massebalanse
- siktforhold
- faren for nedfall, utglidning, iskjøving
- behov for snølagring

406.4 Drenering i fjellskjæring

Normalprofiler for overvannsgrøfter (sidegrøfter) i fjellskjæring er vist i kap. 225.

Ved korte skjæringer (< ca. 50 m) og halvskjæringer vil dypsprengning til forutsatt dybde normalt gi tilstrekkelig drenering. Ved stor avrenning og lange dreinsveger bør det legges egne ledninger.

406.5 Drenering ved forsterkning

406.51 Generelt

Forsterkning bør vurderes i sammenheng med effekten av eventuell drenering. Dersom dreneringen blir omfattende, kan det være aktuelt å utsette øvrige forsterkningsarbeider til effekten av dreneringen kan bedømmes.

For å vurdere dreneringsbehov og mulig bedring av vegens bæreevne ved drenering bør det skaffes data om vegens tilstand mht. bl.a. telehiv, grunnvannstand, massetyper, bæreevne.

Dreneringen skal utføres slik at det ikke oppstår utilsiktet senking av grunnvannstanden der dette kan gi skade, f.eks. drenering av brønner og setninger på nærliggende byggverk.

Dreneringen bør utføres ett år før det eventuelt iverksettes andre tiltak, for eksempel forsterkning eller dekkefornyelse. Utdreneringen bestemmes i noen grad av overbygningens materialkvalitet. Teleskader kan dempes, men som oftest ikke elimineres. Drenstiltak er aktuelt på steder med oppbløtt overbygning og derav følgende bæreevnesvikt.

Noen aktuelle drenstiltak er beskrevet i kap. 406.52 og 406.53. For andre drenstiltak og generelle forsterkningstiltak, se vedlegg 9.

406.52 Åpen drenering

Åpen, grunn sidegrøft vil være tilstrekkelig for å lede bort overvannet der vegen har ligget lenge uten skader.

Etablering av åpen, dyp sidegrøft krever god kartlegging av forholdene langs vegen mht. mulige partier som har behov for sikring slik at vann fra grøfta ikke trenger inn i traue og overbygning.

I forbindelse med større utbedringsarbeid bør åpen drenering bygges med normalprofil som for nye anlegg.

406.53 Lukket drenering, dypdrenering

Lukket dreinsgrøft bør plasseres og utformes avhengig av om grøfta drenerer underbygningen, overbygningen eller grunnvann fra sideområdene.

Ved avskjæring av grunnvann bør det vurderes om det er nødvendig med ytterligere tiltak for drenering og sikring av skråninger, se kap. 2. Det kan være nødvendig å etablere åpen, grunn sidegrøft for å lede bort overvannet.

406.4

I korte skjæringer vil løssprengt fjell sørge for drenering. Overvannsgrøft tettes med subbus eller andre tette materialer, eventuelt med filter.

406.5

Generelt om forsterkning av veg, se kap. 53 og vedlegg 9.

406.51

Effekten av drenering ved forsterkningsarbeid er vanskelig å forutsi. Den bæreevnemessige effekt av dreneringen vil ofte vise seg først etter 1-2 år.

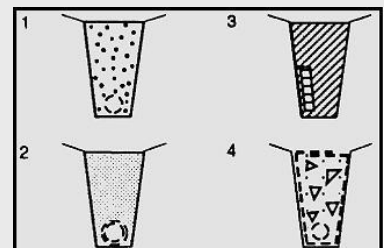
OBS: Telehiv forårsaket av kapillært vann kan ikke fjernes med drenering, men det kan ventes en reduksjon av telehivet.

406.52

Dyp sidegrøft kan redusere bæreevnen og innspenningen på vegskuldrene.

406.53

Aktuelt graveutstyr er fresehjul, kjedegraver eller gravemaskin med smal skuff. Laserstyring e.l. for kontroll av gravedybde/fall er ønskelig.



Figur 406.5 Eksempler på utforming av dreinsgrøft - utførelser ifølge figur 406.6.

Utførelse nr. 1 er ofte egnet i morenemasser. Ved utførelse nr. 2 og nr. 4 kan det brukes fiberduk klasse 2 (gjenfylling av grøfta må ikke skade duken). Ved utførelse nr. 4 fylles det pukk med $D_{maks} = 50$ mm i grøfta ($D_{maks} = 22$ mm inntil rør); rør brukes ved grøftelengde >ca. 25 m. Filterkriterier, se kap. 521.

Fall for lukket drengroft bør være minimum 10 ‰.

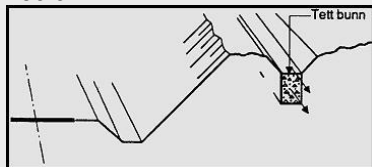
Tilbakefyllingsmasser bør velges i forhold til masser i grunnen og type dren, se figur 406.6. Filterkriteriene mellom drengsrør, tilbakefyllingsmaterialer, materialer i grunnen og eventuell fiberduk bør kontrolleres (se kap. 521).

Utførelse nr.	Type dren	Tilbakefyllingsmasse
1	Drengsrør	Grus
2	Drengsrør med fiberduk omkring røret	Finsand
3	Drengmatte (drengskjerne + fiberduk)	Stedlig masse
4	Pukkfylt fiberduk ev. med rør	Pukk

Figur 406.6 Tilbakefyllingsmasser for drenggrøfter

For utførelse nr. 3 (bruk av drengmatte), se kap. 433.5. Metoden forutsetter bl.a. at man har kjennskap til overbygningens tykkelse og materialkvalitet for vurdering av nødvendig elementhøyde og forventet effekt. Drengt bør ha minst 5 ‰ lengdefall (ved flate strekninger kan det om nødvendig anlegges synkekummer). Drengt bør være i kontakt med overbygningen og bør stikke 5-10 cm ned i undergrunnen for å få utdrenering av traubunn og bedre kanalisering av drengsvann.

406.61



Figur 406.7 Kombinert åpen/lukket terrenggrøft.

406.62

Vannressurslovens § 7 annet ledd angir at utbygging og annen grunnutnytting bør fortrinnsvis skje slik at nedbøren fortsatt kan få avløp gjennom infiltrasjon i grunnen. Vassdragsmyndigheten kan gi pålegg om tiltak som vil gi bedre infiltrasjon i grunnen dersom dette kan gjennomføres uten urimelige kostnader”

Infiltrasjonsanlegg kan f.eks. bestå av:

- sidegrøfter fylt med grus eller stein (ev. større steinreir) som danner lokale magasin før vannet infiltreres i grunnen, og som består av permeable masser.
- spesielle infiltrasjonsgrøfter i terrenget ved siden av vegen
- infiltrasjonskummer eller infiltrasjonsbrønner, ev. i kombinasjon med spesiell infiltrasjonsgrøft (singel- eller pukkstreng) under bunn av veggrøft.
- fordrøyningsmagasiner med infiltrasjon

406.6 Drenering av vegens sideområder

406.61 Lukket drenering

Behovet for lukket drenering av sideområder bør vurderes av hensyn til:

- stabilitet av skråninger, erosjon og undervasking, se kap. 2.
- iskjøving
- eksisterende drenganlegg

I spesielle tilfeller kan det være behov for å sikre at vannet ikke fryser før det kommer fram til nedføringsrenner og stikkrenner (hindre kjøving). Det kan da bygges terrenggrøft med en lukket del og en åpen del.

For den lukkede delen er det krav til materialer og utførelse som for vanlig lukket drenering. Øverste del av grøfta utføres som åpen grøft. Behov for erosjonssikring bør vurderes som for vanlig åpen terrenggrøft.

406.62 Infiltrasjon

Infiltrasjon av avløpsvann (overvann og grunnvann) bør vurderes f.eks. ved:

- ønske om å opprettholde grunnvannstanden i området
- lang veg for avløpsmulighet via overvannsledning
- liten fallhøyde, dårlig «avtrekk»
- relativt små mengder avløpsvann

Infiltrasjon skal ikke brukes slik at det bidrar til ustabilitet eller skade på vegkonstruksjonen og omgivelsene, f.eks. pga. undervasking av fyllinger eller vannansamling i forsenkninger under vegen som øker risiko for telehiv og iskjøving.

Infiltrasjonsanlegg skal bygges slik at det ikke oppstår fare for forurensning av grunnvannet (drikkevannskilder mv.) eller fare for flom og ukjent strømming ut fra anlegget.

Massene som det infiltreres i, bør bestå av sterkt oppsprukket eller løssprengt fjell, grus, sand eller siltig sand uten spesielt tette lag.

Anlegget bør bygges slik at utskifting eller vedlikehold (rensing) av infiltrasjonsmassene er mulig. Alternativt anlegges nye synkbrønner mellom de gamle (kan være vanskelig ved flatt terreng der fallet er dårlig fra før).

406.63 Terrenggrøfter, nedføringsrenner

Hvor naturlige dreinsveger i terrenget skjæres over av vegskjæring eller for å hindre avrenning fra terrenget ovenfor skjæringen, skal det anlegges langsgående terrenggrøft langs skjæringstopp for å hindre erosjonsskader ved at vann renner ut over skjæringsskråningen. Terrenggrøften føres til naturlig vassdrag eller føres ned over skråningen i en nedføringsrenne.

Nedføringsrenner utføres med solid steinsetting for å sikre mot erosjon og redusere hastigheten til vannet. Steinsetting i et armert betongfundament gir en stabil og solid nedføringsrenne. Ved sterkt fall og/eller stor vannføring kan det bli aktuelt med særskilt energidreper foran innløpet til stikkrenne.

Terrenggrøft og nedføringsrenne bør gis rikelige dimensjoner for å sikre varig hydraulisk kapasitet. Bunnbredde bør være minimum 0,5 m.

Om bygging av åpne grøfter, bl.a. terrenggrøfter, se kap. 41. Om kontrollberegning av kapasitet og vurdering av fare for erosjon, se kap. 405.9.

406.7 Avvanning av kjørebane og vegområde

406.71 Kjørebane

Om krav til tverrfall generelt, se håndbok N100 (Ref. 5). Om krav til tverrfall på grusdekker og asfaltdekker, se kap. 6.

406.72 Kantstein og sluk

På gater og veger med fortau bør vannet ledes til sluk eller rist ved hjelp av renne (rennestein). Slukrist plasseres normalt i flukt med fallet på vegoverflaten. Risten og rammen skal ikke stikke over omkringliggende belegning (dekke).

Slukavstand og utforming av rennestein bør velges ut fra bl.a. vannmengder (avrenning), vegens lengdefall og tverrfall. Ved moderate vannmengder kan 2-3 sandfang seriekoples før vannføringen avlastes til overvannsledning. Stor vannføring gir liten avsetning av partikler i sandfanget.

Slukene plasseres med inntil ca. 70 m avstand. Ved avvanning av større arealer reduseres slukavstanden i samsvar med slukristens kapasitet. Kapasiteten avhenger av gjennomløpsarealet og tillatt oppstuvning over risten. (Vanlige gatesluk har kapasitet på ca. 15 l/s.)

406.62

Massenes infiltrasjonsevne vurderes ut fra kornkurve eller infiltrasjonstest. Kapasiteten for magasinet avhenger bl.a. av volum, avstand mellom eventuelle synkbrønner samt avstand til grunnvannstand.

Tilslamming av infiltrasjonsmassene vil etter hvert redusere kapasiteten for anlegget. Det er nødvendig med klausuler som sikrer arealdisponering f.eks. til vedlikehold og oppgraving. Arealbehovet er større enn ved vanlig grøfterensik (viktig for ytterpunkt på grunnervervet).

406.71

For å oppnå tilfredsstillende avvanning bør tverrfall på rettlinjé være min. 4 % for grusdekker. For asfalt- og betongdekker bør tverrfallet være min. 3 % ved ÅDT < 5000 og økes til min. 4 % ved ÅDT > 5000. Det er viktig at tilsvarende tverrfall blir ivaretatt i bærelaget. Om krav til tverrfall på traubunn, se kap. 2.

Krav til minste resulterende tverrfall S_R (0,5-1,0 % avhengig av vegtype, se Håndbok N100) i overgangssone (overhøyderampe) mellom strekninger med forskjellige tverrfall blir ikke oppfylt dersom vegen har lengdefall (S) mindre enn ca. 12-15 ‰.

406.72

Av sluk/rist finnes det flere typer. Det er rennesteinsrister med flytende ramme beregnet på å ligge i rennesteinsområdet, tilpasset både asfalt og brostein/storgatestein. Alternativt kan kjeftsluk eller en kombinasjon av kjeftsluk og rennesteinsrist benyttes. Kjeftsluket er beregnet på montering i kantsteinsområdet, mens kombinasjonen kjeftsluk og rennesteinsrist – såkalt kjeftsluk med frontrist – monteres med en del i kantsteinsområdet og en del i rennesteinsområdet. Hvilken type sluk eller rist som velges har betydning for kumklasseringen.

Type sluk/rist som velges bør også ses i forhold til bruken av den ferdige vegen. Kjeftsluk er aktuelt der det er sykkelfelt langs kjørebanelen. Velges sluk/rist i flukt med vegdekket bør ristene ha skråstilte åpninger.

406.72

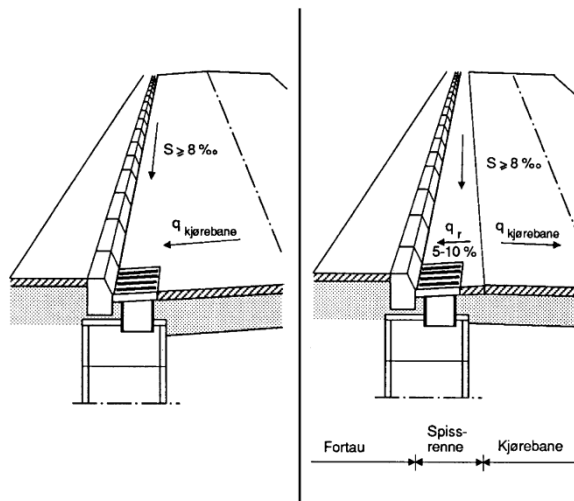
Om bruk av kantstein, se håndbok N100 (Ref. 5). Se også kap. 7 i denne normalen. Enkel rennestein har samme tverrfall som kjørebaneldekket. Spissrenne med tverrfall ca. 5-10 % kan brukes for å unngå at vann fra fortau og sideområde renner til motsatt side av vegen.

På gate eller veg med lengdefall mindre enn 8 ‰ kan det være behov for rennestein med pendelende fall, dvs. delstrekninger med lengdefall 8 ‰ og vekslende fallretning, se figur 406.10. Kantsteinhøyden kan da varieres mellom ca. 80 og 180 mm, som tilsvarer 25 m slukavstand ved horisontal veg. Slukavstanden økes ved økende lengdefall på vegen.

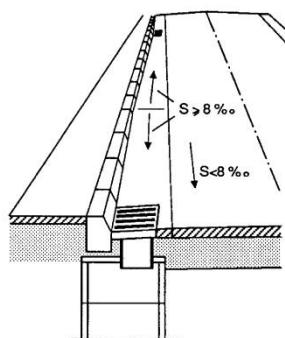
406.73

Krav til fall på skulder i ytterkurve, se Håndbok N100 (Ref. 5).

Lengdefall for renne (rennestein) anbefales å være minimum 8 ‰. Eksempler på utforming av rennestein er vist i figur 406.8, 406.9 og 406.10.



Figur 406.8 Enkel rennestein Figur 406.9 Spissrenne



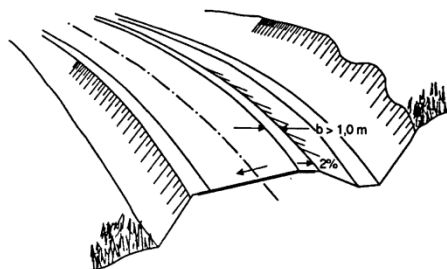
Figur 406.10 Pendelrenne

406.73 Vegskulder

Skulder

Skulderen skal ha samme fall som kjørebanelen, med følgende unntak:

- I ytterkurver med asfaltert skulder bredere enn 1 m, bør skulderen ha 2 % fall utover, se figur 406.11.



Figur 406.11 Kneking av skulder i kurve.

406.74 Parkeringsplasser og terminalanlegg

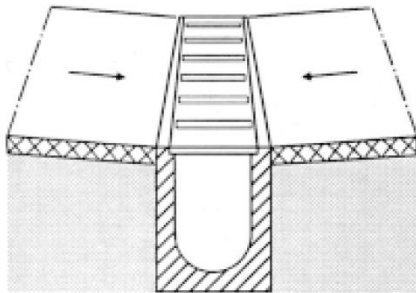
Tverrfall på dekke

På plasser med slitelag av asfalt bør fallet være 3 %.

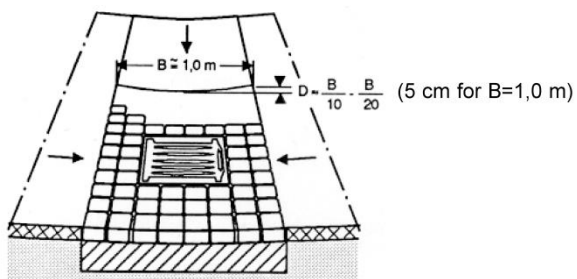
Store plasser bør deles opp i mindre områder med fall som for alle deler sikrer god avrenning til overvannsystemet. Der grunnen ikke er godt drenerende og i tilfeller hvor slitelaget består av grus eller drensasfalt kombinert med et drenerende bærelag bør det bygges lukket drensssystem.

Møtende avrenningsflater

I grunne forsenkninger mellom møtende avrenningsflater kan vannet ledes til sluk/rist ved hjelp av kasserenne eller renne formet som sirkelsegment, se figur 406.12 og 406.13.



Figur 406.12 Kasserenne



Figur 406.13 Grunn overflaterenne for åpne plasser

407. Frostsikring av drensssystem

407.1 Frostsikring av kulverter/stikkrenner

Frostsikring foretas for å redusere/eliminere problemer med iskjøving og telehiving under/rundt røret.

Frostdybder, materialer og utforming for eventuell frostsikring bestemmes for den aktuelle situasjon.

406.74

Kasserenner kan være et effektivt tiltak for å sikre god avrenning for parkeringsplasser, lagerarealer o.l.

Kasserenner kan driftsmessig være krevende på grunn av komplisert slamtømming.

407.1

Stikkrenner med diameter 600 mm eller mindre krever normalt ikke frostsikring. Isingsfare pga. kaldlufttrekk gjennom lengre kulverter/ledninger med stort lengdefall (skorsteinseffekt) kan reduseres ved tiltak som reduserer luftgjennomstrømning. Eksempel på slike tiltak er:

- ledningen “brytes opp” med noen åpne grøfter
- montering av gardiner av plaststrimler e.l. ved innløp og utløp

Det er viktig å utforme utløpet slik at det er rom for iskjøving uten at røret stenges.

407.2

Frostsikring kan i mange tilfeller bestå i å utforme systemene slik at minst mulig skader og ulemper oppstår selv om vannet fryser i systemet. Det anbefales å unngå at vann kan renne fra et frostfritt system til et system som i perioder kan være frosset.

Stikkrenner og kulverter med diameter større enn 600 mm bør frostsikres. En bør regne med at frosten virker i hele gjennomløpets lengde.

Tykkelsen av frostsikringen (h_f) bør beregnes som vist i figur 407.1. Inngangsparameteren (h_{10}) er avhengig av frostmengde og type frostsikringsmateriale, se kap 511.

Kulvert diameter, d (m)	Tykkelse på frostsikringen, h_f (m)
$0,6 < d \leq 1,0$ $d > 1,0$	$0,3 \times d \times h_{10}^{1)}$ $(0,3 + 0,1 \times d) \times h_{10}^{1)}$

1) h_{10} og d innsettes med tallverdien i meter (m)

Figur 407.1 Nødvendig tykkelse på frostsikring, h_f , for kulverter

Utforming av stikkrenner og kulverter er vist i figur 407.2. Ved isolasjon med plater bør det legges et avrettingslag av sand, inntil 50 mm tykt, som underlag for platene. Ved større konstruksjoner bør underlaget vurderes spesielt (f.eks. mager betong avrettet med et tynt sandlag).

407.2 Frostsikring av overvannsledning

Overvannsledninger bør bygges frostfritt. Lukkede drenggrøfter som forutsettes å drenere også om vinteren, skal ha frostfri dybde. Det skal sikres at vannet fra drenggrøftene får avløp.

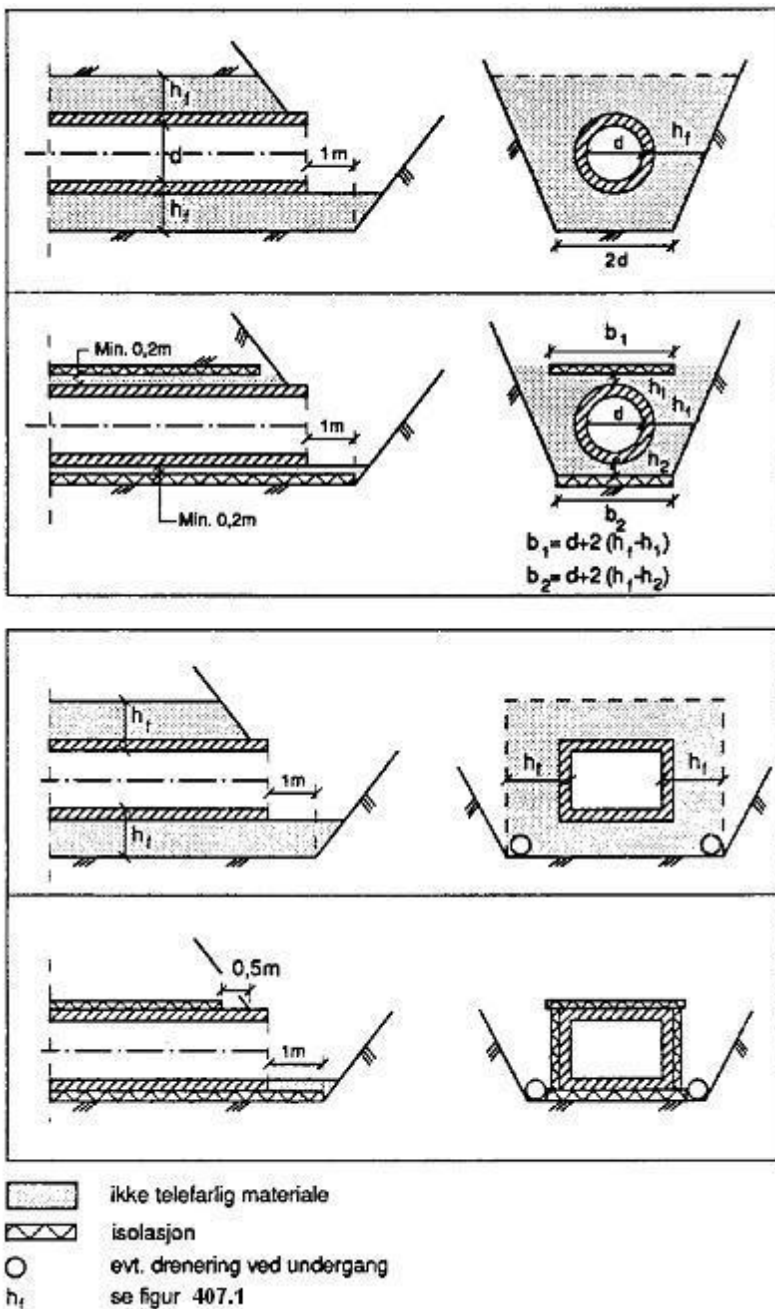
Frysedybder, materialer og utforming for eventuell frostsikring bestemmes for den aktuelle situasjon.

407.3 Kryssende ledningsgrøfter, sikring mot telehiv

Stikkrenner/kulverter, underganger, overvannsledninger og ledninger for øvrig, som krysser veg skal sikres mot ujevne telehiv. Utførelsesmetoder er vist i kap. 5, figurene 512.5 til 512.7.

Ved tilbakefylling med ikke telefarlige masser der undergrunnen ellers består av telefarlige masser bør utkilingslengden være som vist i kap. 5, figur 512.8.

Stikkrenner som legges under frostsone og som overfylles med stedlige masser bør ha et beskyttelseslag på minst 300 mm over topp rør dersom tilbakefyllingsmassene inneholder stein som kan skade røret.



Figur 407.2 Frosstikring av underganger og kulverter/stikkrenner

407.4 Materialer til frosstikring

Se kap. 5, pkt. 511 og 524.

Materialer til frosstikring av kulverter og stikkrenner bør være:

- sand, grus, steinmaterialer
- skumglass, lettklinker (ekspandert leire)
- skumplast (vanligvis ekstrudert polystyren, XPS)

Andre materialer kan vurderes spesielt.

407.4

Om valg av isolasjonsmaterialer, se kap. 51 og 52.

Ved bruk av varmeisolasjonsmaterialer er det særlig viktig å kontrollere minstetykkelsen. For ekstrudert polystyren (XPS) forutsettes minimumstykkelser 40 mm på platene, se vedlegg 1.

408.1

Se NVEs Veileder nr 1/2002 *Behandling etter vannressursloven m.v. av vassdragstiltak og tiltak som kan påvirke vassdrag og grunnvann*. Veilederen har som målgruppe den offentlige forvaltning og de som planlegger og utfører vassdragstiltak og tiltak som kan påvirke vassdrag og grunnvann. Nytt i forhold til tidligere, er behandling av grunnvann og tiltak utenfor vassdragene. Veilederen gir oversikt over vassdragsretten generelt og vannressursloven spesielt. Videre gir den oversikt over en del andre lover som tiltakshavere kan komme i berøring med. Hovedinnholdet er en beskrivelse av hvilke tiltak som er konsesjons-pliktige og framgangsmåten ved vurdering av om en del andre nærmere angitte tiltak trenger konsesjon etter vannressursloven § 8. Det omtales også krav til søknader og rutinene for søknadsbehandlingen, og forholdet til plan- og bygningsloven.

Veilederen ligger på internett, se <http://www.nve.no/no/Konsesjoner/Andre-vassdragsinnrep/Grunnvann/>

På NVEs nettsider finnes også forskrifter og annen relevant informasjon om saksområdet.

408.2

De aktuelle regler for det enkelte vernede vassdrag kan skaffes gjennom miljøvernvedlingen i fylket (fylkesmannen).

Materialene skal velges og brukes slik at vanlige krav til fundament, sidestøtte og beskyttelse av ledningskonstruksjonene oppfylles.

408. Tiltak i vassdrag

408.1 Generelt

Alle arbeider i vassdrag med årssikker vannføring er *vassdragstiltak* og skal planlegges og gjennomføres i samsvar med bestemmelsene i ”*Lov om vassdrag og grunnvann*” (vannressursloven). Tiltakene skal planlegges og gjennomføres slik at de er til minst mulig skade eller ulempe i vassdraget for private eller allmenne interesser. Tiltakene skal fylle alle rimelige krav til sikkerhet for mennesker, miljø eller eiendom.

Praktisk og eventuell formell behandling i forhold til ”*Lov om vassdrag og grunnvann*” kommer i tillegg til normal planbehandling for vegprosjektet.

Planer for vegutbedringer eller nybygging som medfører behov for større eller mindre justeringer av vassdragenes naturlige løp som: omlegging, opprensning, erosjonsforebygging, terskler, fangdammer eller andre provisoriske omlegginger bør utarbeides i samråd med vassdragsmyndighetene, som tar stilling til om allmenne interesser berøres i slik grad at det kreves konsesjonsbehandling av tiltaket, jfr. vannressurslovens §§ 8 og 18.

”*Vassdragstiltak*” i gjeldende lovverk er mer omfattende enn tidligere. Det omfatter nå grunnvann og konsekvenser for grunnvann. Tiltak som foretas utenfor selve vassdraget, men som kan ha virkninger for vassdraget eller for interesser som er knyttet til vassdraget, er *vassdragstiltak* og skal behandles i forhold til vannressursloven. Dette vil være spesielt viktig for vernede vassdrag der ”*vassdraget*” også omfatter en 100 meter bred sone på hver side av det naturlige vannløpet.

§ 11 i vannressursloven skal sikre hensynet til kantvegetasjon langs vassdragene. Langs bredden av vassdrag med årssikker vannføring skal det opprettholdes et begrenset naturlig vegetasjonsbelte som motvirker avrenning og gir levested for planter og dyr. Dette betyr at fyllingsskråninger ikke kan legges direkte ut i vassdraget, unntatt der det er gitt spesiell tillatelse fra vassdragsmyndighetene.

408.2 Vernede vassdrag

”*Vernede vassdrag*” er vassdrag som er vernet mot kraftutbygging ved Stortingets vedtak om ”*Verneplan for vassdrag*” eller ved annet stortingsvedtak. Bestemmelser om vernede vassdrag er forankret i vannressurslovens kap. 5 (§§32, 33, 34 og 35). Det er gitt ”*Rikspolitiske retningslinjer for vernede vassdrag*” hjemlet i Plan- og bygningsloven (hovedmålet er å unngå inngrep som reduserer verneverdiene i vassdraget). Det kan også være bestemmelser i vedtak etter lov om naturvern.

Generelt gjelder strengere regelverk for ”*vernede vassdrag*” enn for andre vassdrag. Hvilke regler som gjelder for det enkelte vassdrag må undersøkes i

hvert tilfelle. Vegbygging eller vegutbedring innenfor 100-metersbeltet langs et vernet vassdrag er tiltak som skal vurderes i forhold til gjeldende bestemmelser for det aktuelle vassdraget.

”Vannressursloven” har bl.a. også bestemmelser om sikring mot skade (vedlikehold av vassdragstiltak), grunnvann, erstatningsansvar, hjemmel for forskrifter o.a. Ved planlegging og gjennomføring av tiltak på vegnettet som berører vassdrag, skal tiltakene utformes slik at både vegkonstruksjonene, vassdraget og alle private og allmenne interesser sikres mot skader og ulemper.

Ved planlegging langs alle vernede vassdrag og ved øvrige vassdrag der deler av planene får klar karakter av *vassdragstiltak*, er det viktig at planene utarbeides i samråd med vassdragsmyndighetene, som tar stilling til om allmenne interesser berøres i slik grad at det kreves konsesjonsbehandling. Det er viktig at vassdragsmyndighetene blir varslet på et tidlig stadium i planleggingsprosessen.

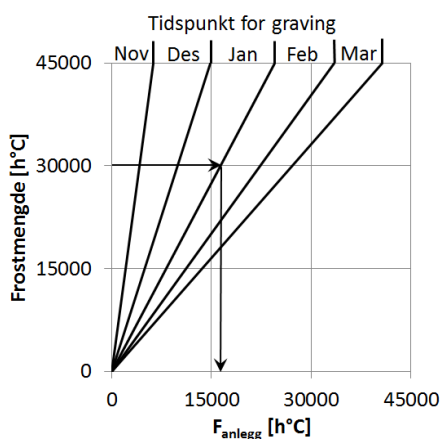
409. Anleggsmessige grep

409.1 Midlertidig vinterdekking

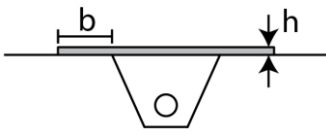
Ved beregning av isolasjonsbehovet for vinterdekking for en bestemt tidsperiode benyttes figur 409.1. Frostmengde F_2 , F_5 eller F_{10} (se vedlegg 2) for hele vintersesongen antas etter den sikkerhet som velges. Ved isolasjon fra start av vintersesongen fram til en bestemt dato brukes figur 409.1 til å bestemme dimensjonerende frostmengde F_{anlegg} med utgangspunkt i for eksempel F_2 . En viss gjennomfrysing kan tillates avhengig av graveutstyr og grunnforhold. Isolasjonstykkelse ved bruk av ekspandert polystyren samt nødvendig isolasjonsbredde er vist i figur 409.2. Korreksjon av isolasjonstykkelse for andre materialer er vist i figur 409.3.

409.1

Lokal frostmengde finnes i kommunetabellen (vedlegg 2). De oppgitte verdier er vanligvis knyttet til kommunesenteret. Innen de enkelte kommuner kan det være store lokale variasjoner som man bør ta hensyn til, se maks. og min.verdier i tabellen.



Figur 409.1 Bestemmelse av F_{anlegg} ut fra frostmengde og tidspunkt for graving

$F_{\text{Anlegg}} (h^{\circ}\text{C})$		10.000	20.000		Merknad
Årsmiddeltemperatur ($^{\circ}\text{C}$)		3 - 6	3	4 - 7	
Jordart	Tillatt frostdybde, (m)	Isolasjonstykkelse h, (mm)			
Leire	0,1	40	80	70	
Silt	0,3	25	45	45	
Sand	0,1	60	110	100	
Grus	0,3	40	80	70	
Isolasjonsbredde utenfor grøftekant b, (m)		0,75			

Figur 409.2 Isolasjonstykkelse for ekspandert polystyren og nødvendig isolasjonsbredde utenfor grøft

Materiale	Korreksjonsfaktor
Halm	4
Flis	3
Snø, løs	2
Vintermatte	1

Figur 409.3 Korreksjonsfaktor ved bruk av andre isolasjonsmaterialer enn ekspandert polystyren

409.2 Drenering under vegfylling

Pukkstreng som midlertidig drenering

Ved fylling i bekkedaler, raviner o.l. (høye fyllinger) kan det i anleggsperioden være aktuelt å legge en drenerende pukkstreng i bunnen av fyllingen, gjerne i kombinasjon med transportveg som legges oppå pukkstrengen.

Pukkstrengen legges f.eks. i gammelt bekkeleie og dimensjoneres med et tverrsnitt som kan ta unna vannmengdene som dreneres ut under anleggsperioden. Pukkstrengen skal ligge med filter mot omgivende masser, f.eks. fiberduk. Til pukkstreng kan brukes:

- rundstein og fiberduk kl. 3
- kult/pukk og fiberduk kl. 4

Pukkstreng skal ikke brukes som permanent vanngjennomløp. Når fyllingen er ført så langt opp at vannet kan ledes til permanent gjennomløp (kulvert), skal pukkstrengen tettes oppstrøms f.eks. med leire.

409.2

Tverrsnitt for pukkstreng kan være f.eks. 2-5 m².

Om valg av fiberduk, se også kap. 52.

41. Åpne grøfter

411. Generelt

Dette kapittel omhandler utførelse av åpne grøfter:

- Sidegrøft
- Terrenggrøfter
- Nedføringsrenner

Sidegrøfter omfatter åpne/dype grøfter til drenering av vegkroppen og til bortledning av overvann, samt snødeponi, og åpne/grunne grøfter til snødeponi og bortledning av overvann der vegkroppen for øvrig dreneres gjennom dype/lukkede grøfter.

412. Materialer

Om valg av kledningsmateriale til grøft, i forhold til vannhastighet og fare for erosjon, se pkt. 405.9.

For grøfter som forutsettes å ha tett bunn og tette sider kan det kles med tette masser (for eksempel leire). Bruk av membran kan være aktuelt i spesielle tilfeller.

412

I spesielle tilfeller kan membran el.l. være aktuelt, for eksempel ved sikring mot forurensning av underliggende grunn (bl.a. grunnvannreservoar).

413. Utforming og utførelse

413.1 Sidegrøft

Om grøftedybder og –bredder, se kap. 406. og kap. 2.

Om dimensjonering (kapasitet) og kledningsmaterialer i grøft, se kap. 405.9.

413.2 Terrenggrøft

Generelt

Utforming og plassering av terrenggrøfter (avskjærende grøfter) skal tilpasses lokale behov for å kontrollere vann som krysser vegområdet både under sommer- og vinterforhold.

Terrenggrøfter skal tilpasses terrenget slik at det blir minst mulig sår i landskapet, og slik at overflatevann hindres i å renne ned langs skjærings-skrånninger og forårsake erosjonsskader eller iskjøving.

Terrenggrøfter skal plasseres og bygges slik at de ikke fører til nedsatt stabilitet i skråninger og sideområder.

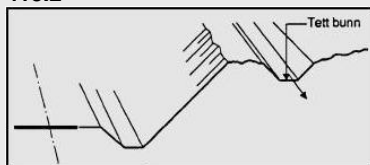
413.2

Trange, dype terrenggrøfter kan gi tilstrekkelig sikring mot iskjøving. Ekstra brede terrenggrøfter kan bygges for å lagre iskjøvinger på egnede steder, aktuelt der vanntilsiget og iskjøvingen er liten.



Figur 413.1 Plassering av terrenggrøft

413.2



Figur 413.2 Åpen terrenggrøft

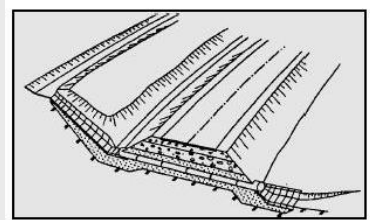
Vannet bør ledes til nedføringsrenne, eventuelt direkte til kulvert, vassdrag eller sideområde der vannet ikke kan forårsake skade.

For å redusere belastningen på nedføringsrenne og kulvert kan det i spesielle tilfeller være aktuelt å lede vannet via naturlige dammer eller kunstige fordrøyningsbasseng innenfor skjæringstopp.

Dimensjonering og utførelse

Terrenggrøft bør bygges med tett bunn og tette sider, eventuelt også med erosjonssikring. Behov for erosjonssikring bestemmes av vannhastighet. Erosjonsfaren kan reduseres ved å bygge fartsdempere i grøfta.

Kontrollberegning av kapasitet og vannhastighet, samt valg av materialer til erosjonssikring, foretas som for åpne sidegrøfter. Se kap. 405.9.



Figur 413.3 Terrenggrøft med nedføringsrenne

413.3 Nedføringsrenner

Nedføringsrenne bør brukes for å avskjære bekkeløp eller der terrenggrøft munnar ut i jordterrenget. Rennene kan føres til stikkrenne eller sidegrøft e.l.

Rennene bør fundamenteres frostfritt ved større vannmengder, varierende telehiv og/eller sterkt fall.

Eksempler på utførelse:

- sprengt stein med steinstørrelse 0-300 mm, ca. 0,7 m dyp. Fiberduk mot grunnen
- nettingkurver som stables slik at de danner en renne. Kurvene fylles med stein som har gradering større enn maskevidden. For å få pent resultat bør steinen håndlegges i fronten av kurven. Det kan brukes galvaniserte eller plastbelagte kurver
- renner av betong som svinnarmeres og støpes på stedet

414

Kontrollomfanget er i prinsippet uavhengig av veg- og område-type, men vanligvis vil flere forhold berøres i områder med tett og middels tett bebyggelse enn i områder med spredt eller ingen bebyggelse.

414. Kontroll

For åpne sidegrøfter langs veg kontrolleres at høyder er riktige og at grøfta har jevnt og riktig fall. Det skal ikke være oppstikkende bergnabber el. som forårsaker vannlommer. For grøfter som er forutsatt kledd/erosjonssikret skal det kontrolleres at dette er tilfredsstillende utført.

Det skal påses at grøftebunn har riktig fall inn mot rister/kulvertinnløp.

For kontroll av geometri (høyder) bør minimum kontrollomfang være som vist i figur 414.1.

Drenselement	Kontrollomfang pr. 500 m	
	Fall ≤ 10 ‰	Fall > 10 ‰
Åpen sidegrøft, terrenggrøft og lignende	25	10

Figur 414.1 Kontrollomfang pr. 500 m grøft

415. Toleranser

Toleranser for graving og sprenging: Grave-/sprengeprofilet skal ikke avvike fra prosjektert høyde med mer enn +50/-200 mm.

416. Dokumentasjon

Grøftas plassering og øvrige data skal dokumenteres på ferdigvegtegninger. Avvik fra gitte toleranser skal dokumenteres.

Spesielle løsninger/forhold med betydning for drift, vedlikehold og eventuelt gravearbeid (eller andre inngrep) skal dokumenteres og lagres, for eksempel bruk av membran (opplysninger om type, plassering m.v.).

Plandata, for eksempel grunnlagsdata og kontrollberegninger for kapasitet og vannhastighet, bør dokumenteres og lagres.

42. Lukkede rørgrofter

421. Generelt

421.1 Innholdsbeskrivelse

Delkapitlet inneholder generelle krav til materialer, utførelse, kontroll, toleranser og dokumentasjon for grøfter til dremsledninger, overvannsledninger, stikkrenner/kulverter samt grøfter til installasjoner for andre etater (VA-ledninger, andre kommunale ledninger, mv.).

Beskrivelsen omfatter kun arbeidet med opparbeidelsen av selve grøftene, dvs. graving, sprenging, sikring av grøftene, eventuell bunnforsterkning, utlegging av fundament, sidefylling og beskyttelseslag samt gjenfylling. Om sikring/forsterkning av grøfter, se også kap. 47. Utforming, dimensjonering, materialvalg, utførelse og kontroll av selve ledningene, kummer mv. er beskrevet i kap. 40 og i kap. 43, 44, 45 og 46.

421.2 Hensyn til andre installasjoner

Forut for alt arbeid med rørgrofter skal det tas kontakt med berørte etater for å kartlegge eksisterende installasjoner i og ved vegen (kabler, rørledninger, andre konstruksjoner). Se også kap. 132. Nødvendige hensyn og tiltak vurderes sammen med eier av installasjonene. Eksempler på tiltak:

- Redusert belastning ved komprimering (bruk av lettere utstyr)
- Begrensede belastninger i forbindelse med anleggstrafikk
- Omlegging og/eller utskifting av kabler og rør
- Bruk av varerør
- Bruk av lastfordelingsplater

For eldre installasjoner som kun kan nås fra veg eller gate bør utskifting, omlegging eller bruk av varerør vurderes.

Framtidige behov for kabler og rørledninger i grunnen bør også kartlegges og en reserve med tanke på framtidige kabler bør installeres (kabelrør) hvis alternative traséer ikke er hensiktsmessig. Se kap. 44.

422. Materialer

Materialer til fundament, sidefylling og beskyttelseslag bør ikke være telefarlige, og skal være egnet til vinterarbeid dersom situasjonen krever det. Det er ikke spesielle krav til steinkvalitet (mekaniske egenskaper mv.), men materialene bør være slik at materialene ikke knuses unødig mye ned under utlegging og komprimering, og materialene skal ikke skade rørmateriellet som det kommer i kontakt med. Materialer til ledningssonen for dremsledninger skal tilfredsstillende filterkriterier mot dremsåpningene (bruk av fiberduk kan være et alternativ).

421.2

Ved omfattende arbeider i veg eller gate er det viktig å ta hensyn til eksisterende installasjoner i og ved vegen. Særlig i byområder er det gamle, svekkede og underdimensjonerte konstruksjoner som kan ta skade ved graving, sprenging, komprimering og annet anleggsarbeid.

Eldre installasjoner som kun kan nås fra veg eller gate vil før eller senere kreve vedlikehold eller utskifting, som medfører ulemper for trafikkavvikling og redusert kvalitet av vegkonstruksjonen ved oppgraving.

Pukk i ulike sorteringer er vanlig brukt. Resirkulert tilslag, for eksempel knust betong eller blandet masse (se kap. 52 og vedlegg 3) kan brukes. Resirkulerte gravemasser og/eller stedlige masser kan brukes i den grad de er egnet. Velgradert masse (grus) kan være aktuelt til visse typer fundament- og sidefyllingsarbeider, for eksempel ved bygging av store/fleksible kulverter. For øvrig bør materialet for omfylling tilpasses til de aktuelle ledningsmaterialer og leverandørens leggeanvisninger.

Øvre siktstørrelse, i forhold til rørtype og rørdimensjon, bør maksimalt være som vist i figur 423.3 og 423.5.

423. Utforming og utførelse

423.1 Byggegrop

Graving og sprengning

Grave-/sprengeprofilet skal ligge i eller utenfor prosjektert kontur. Om toleranser, se pkt. 425.

Arbeidsbredden fra grøfteside til rør avhenger av rørdiameteren, og skal ikke være mindre enn vist på figur 423.1. For grøft i løs silt eller bløt leire må avstanden økes, dersom tilstrekkelig sidestøtte ikke sikres på annen måte.

For avstivede grøfter der spunt eller avstempling trekkes etter at grøften er gjenfylt, skal avstanden fra grøfteside til rør ikke være mindre enn 3 ganger rørdiameteren. Om avstiving og stempling av grøft, se kap. 47.

Rørdiameter, utvendig (mm)	Arbeidsbredde på hver side av røret (mm)
≤ 400	150
401-600	250
601-800	400
801-1000	500
> 1000	750

Figur 423.1 Minimum arbeidsbredde i grøft

Dersom det er nødvendig med spesielle tiltak for arbeidssikring ved grave- og grøftarbeid, se Ref. 14, skal dette angis i drengplanen. Sikringstiltak skal vurderes av geoteknisk sakkyndig. Spesielle tiltak kan være aktuelt ved f.eks:

- store grøftedyp
- graving i bløte leirer
- graving av grøft langs skråningsfot
- graving langs byggkonstruksjoner

Bunnforsterkning

Ved ledningsgrøft og byggegrop med svært ujevne eller bløte grunnforhold (torv, bløt silt eller leire m.v.) bør omfang og metode for bunnforsterkning, masseutskifting/utkiling, stabilisering e.l. vurderes spesielt av geoteknisk sakkyndig.

423.1

For å oppnå god sidestøtte for ledningen vil det ofte være en fordel med smal grøft, men det er viktig at det er nok plass på siden av røret til å foreta tilstrekkelig komprimering.

423.1

Generelt om grunnforsterkning, se kap. 2.

423.1

Plankeseng benyttes kun som arbeidsplattform for å hindre omrøring pga. tråkk.

423.1

Et godt resultat er avhengig av at faren for ujevne setninger er redusert mest mulig, og av at det velges rørtyper som er tilpasset forholdene og som legges med riktig utførelse.

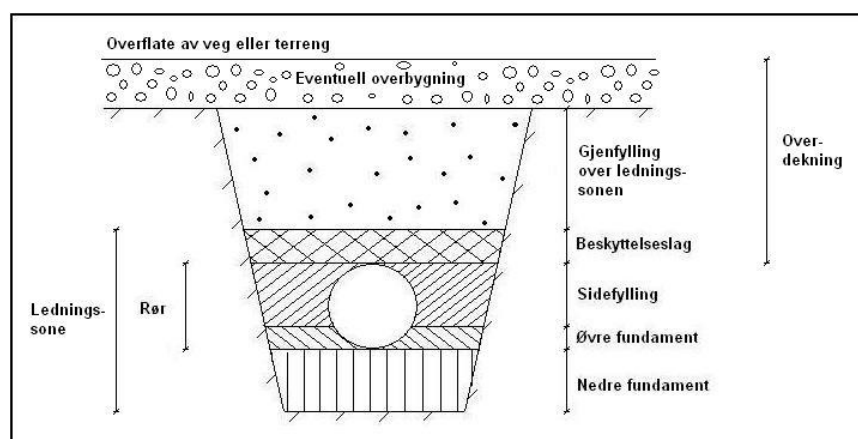
Bunnforsterkning med plankeseng skal ikke nyttes. Ved bunnforsterkning med betongplate bør det legges fundamentmaterialer med tykkelse som for ”meget fast grunn” oppå bunnforsterkningen, se figur 423.3.

Dersom grøftebunnen består av telefarlige materialer og kulverten forventes å bli tørr eller bunnfryse om vinteren, bør det masseutskiftes med velgradert grus under hele kulverten eller frostsikres på annen måte. Se også kap. 407. Bunnforsterkning/masseutskifting komprimeres i henhold til figur 425.1 eller tilsvarende.

Er massene bløte, er det fare for setninger selv om bunnen er forsterket. For å redusere små, men likevel problematiske setninger på rørledninger bør det velges et rør med god stivhet i lengderetning. Rør med liten stivhet i lengderetning, eller rør med mange skjøter, kan i slike tilfeller gi plagsomme småsvanker med avleiringer.

423.2 Fundament

Soneinndeling av grøftetverrsnittet er vist i figur 423.2.



Figur 423.2 Soneinndeling av grøftetverrsnittet

Valg av massetyper og utførelse bør være som i figur 423.3. Fundamentmassene, inkl. eventuell avretting av grøftebunnen, legges ut og komprimeres til prosjektert høyde for topp fundament. Toleranser, se kap. 425.

423.2

Om stikkrenner/kulverter i fylling, breddeutvidelser mv., se også kap. 45.

Fundamentering av rør i fylling ved breddeutvidelse eller flytting av veg skal utføres slik at det ikke oppstår deformasjoner som kan skade rørene. Utkiling i rørets lengderetning kan være aktuelt ved overgang mellom gammel og ny fylling.

Fylling under stikkrenne/kulvert i breddeutvidelse bør bestå av stein, eventuelt grusmaterialer, som legges ut og komprimeres lagvis.

Fundament, materialer og utførelse	Grunnforhold		
	Meget fast grunn - Fjell, stein - Betong - Meget fast og hard morene el. leire	Fast grunn - Grus/sand - Fast og tørr leire - Jevne grunnforhold	Bløt grunn - Torv - Bløt silt, leire - Masser som lett bløtes opp - Ujevne grunnforhold
Fundamenttykkelse v/rørdiameter DN < 400 mm DN = 400-1200 mm DN > 1200 mm (Gjelder for alle rørmaterialer)	≥ 200 mm **) ≥ 300 mm **) ≥ 400 mm **)	≥ 150 mm *) ≥ 200 mm *) ≥ 250 mm *)	- Ved masseutskifting med ≥ 500 mm friksjonsmasser kan disse massene utgjøre fundamentet dersom de øverste 200 mm fyller vanlige krav til fundament. - Ved stabilisering, støpt bunnforsterkning e.l. skal fundamentet være som for "Meget fast grunn"
Massetyper i fundament, øvre siktstørrelse ¹⁾	Velgradert		Ensgradert
	Betongrør DN < 400 mm:	Maks. 32 mm	Maks. 22 mm
	Betongrør DN ≥ 400 mm:	Maks. 53 mm	Maks. 32 mm
	Plastrør DN ≤ 300 mm:	Maks. 22 mm	Maks. 22 mm
	Plastrør DN > 300 mm:	Maks. 32 mm	Maks. 32 mm
	Stålrør alle diametre:	Maks. 32 mm	Maks. 22 mm
Komprimering ²⁾	Fundamentet komprimeres til 95% St. Proctor, se figur 425.1. De øverste 50 mm av fundamentet rakes opp i bredde av ca. 0,3 x rørdiameteren etter at hele fundamentet er komprimert.		

1) Massene bør ikke være vannømfintlige, og vurderes iht. krav til frostsikring.

2) Ved riktig utførelse gir dette en «myk» sone som hjelper til å fordele trykket mot rørets nedre kvartssirkel.

Figur 423.3 Tykkelser, materialvalg og utførelse av fundament for rørledninger

423.3 Sidefylling, beskyttelseslag og gjenfylling

Generelt

Sidefylling, beskyttelseslag og gjenfylling skal planlegges og utføres slik at ledningene ikke skades eller får uakseptable deformasjoner og forskyvninger. Det skal spesielt kontrolleres at det ikke foretas komprimering eller trafikkering over ledningene før det er tilstrekkelig overdekning i forhold til utstyret (valser, massetransportutstyr mv.).

Generelt bør krav til sidefylling, beskyttelseslag og komprimering av materialene være i samsvar med denne normalen. Leverandørens leggeanvisninger kan være et supplement når de tilfredsstillende generelle krav.

Sidefylling og beskyttelseslag

Se figurene 423.4 og 423.5. Sidefyllingsmasser bør legges ut med gravemaskin e.l. langs røret fra minst mulig høyde og jevnes ut med håndredskap før komprimering. Tipping av masser direkte på røret skal ikke forekomme. Ved legging i fylling eller grunn grøft bør sidefyllingsmassene legges ut slik at det blir kronebredde minst 1,0 m på hver side i rørets 90 %-høyde.

423.2

Der ensgraderte pukkmaterialer benyttes kan Standard Proctor ikke benyttes som referanse. For krav til komprimering henvises det også til NS 3458

Det er viktig at fundamentet ikke komprimeres for hardt, spesielt rett under røret.

423.3

Tungt anleggsutstyr (dumpere, tunge vibrasjonsvalser mv.) kan forårsake store belastninger som det må tas hensyn til.

Eksempel: Dimensjonerende aksellast for betongrør ved 0,5 m overdekning er 260 kN, av dette er 150 kN statisk last og 110 kN dynamisk tillegg fra støt. På en ujevn og/eller dårlig vedlikeholdt anleggsveg kan støttillegget bli vesentlig større. Ved større laster må rørene dimensjoneres spesielt eller overdekningen økes.

423.3

Kronebredde er den horisontale toppen av sidefyllinga, som det komprimeres på.

423.3

Der ensgraderte pukkmaterialer benyttes kan Standard Proctor ikke benyttes som referanse. Nødvendig komprimering kan fastsettes som antall passeringer med gitt utstyr, avhengig av bl.a. lagtykkelse og masstype. Kontroll kan utføres på forskjellige måter. Se også NS 3458.

Det skal fylles opp og komprimeres lagvis og samtidig på hver side av røret. For fleksible rør skal komprimeringen tilpasses slik at deformasjonene holdes innenfor det akseptable. Største tillatte deformasjon for plastrør er angitt i figur 435.2, se også NS 3420 del U (Ref. 8). Største tillatte deformasjon for stålrør skal beskrives i det enkelte tilfelle.

Ved komprimering på siden av rør/ledninger skal det ikke benyttes tyngre utstyr enn angitt i figur 423.4.

Rørtype	Nominell diameter millimeter	Største masse kg
Betong, stål- og støpejernsrør	DN ≤ 1000	100
	DN > 1000	200
Plastrør og korrugerte stålrør		60

Figur 423.4 Største tillatte masse for komprimeringsutstyr (etter NS 3420 del F, tabell F14. Gjengitt med tillatelse fra Pronorm AS.)

Sidefylling/-beskyttelseslag, materialer og utførelse	Rørmateriale (diameter DN, mm)					Stål
	Betong		Plast			
Materialer, øvre siktstørrelse	DN < 400	DN ≥ 400	DN < 300	300 ≤ DN < 600	DN ≥ 600	Maks. 32 mm
	Maks. 63 mm	Maks. 120 mm	Maks. 16 mm	Maks. 22 mm	Maks. 32 mm	
Lagtykkelse	Maks. 200 mm	Maks. 300 mm	Maks. 200 mm			Maks. 200 mm
Komprimering, se også figur 425.1	95 % St. Proctor ¹⁾		95 % St. Proctor ^{1) 2)}			95 % St. Proctor ^{1) 2)}
Lagtykkelse over rør før trafikk ³⁾	Min. 0,5 m dersom annet ikke er angitt		3 x rørdiameter (min. 0,5 m, maks. 1,2 m, dersom annet ikke er angitt)			Min. 0,5 m dersom annet ikke er angitt

- 1) 1-2 passeringer per lag med vibrasjonsstamper gir normalt tilstrekkelig komprimering når det benyttes pukk eller grus. Ved bruk av platevibrator bør antall passeringer økes til 2-4 for å oppnå tilstrekkelig komprimering.
- 2) Ved fleksible kulverter bør komprimering avpasses i forhold til krav til tillatt deformasjon.
- 3) Anleggstrafikk på ujevnt underlag gir større belastninger enn på et jevnt underlag. Dette kan kreve en økning av minste lagtykkelse over rør.

Figur 423.5 Materialer og utførelse for sidefylling/beskyttelseslag til rørledninger (stikkrenner og overvannsledninger)

Minimum overdekning over rør som angitt i figur 423.5 kan være vanskelig å oppfylle der den generelle utformingen tilsier at rørene må ligge spesielt grunt (avkjørsler og G/S-veger). Det kan da være aktuelt å bruke rør med større styrke enn vanlig for den aktuelle dimensjon.

Gjenfylling

Maksimal tillatt kornstørrelse i masser til gjenfylling over ledningssonen er 300 mm, og maksimalt 2/3 av lagtykkelsen ved oppfylling. Stein større enn 100 mm skal være jevnt fordelt i massene. For stikkrenne/kulvert som helt eller delvis ligger i frostsonen skal massene være ikke-telefarlige (T1).

Gjenfyllingsmaterialene skal legges ut lagvis og komprimeres i henhold til krav.

Komprimering med tungt utstyr rett over røret skal ikke foretas før lagtykkelsen over røret er som vist i figur 423.6. Det skal påses at skadelige deformasjoner ikke oppstår.

Minste tykkelse over topp rør før komprimering (m)	Komprimeringsutstyr
0,20	Vibrerende plate 50-200 kg
0,30	Maskinell stamper < 70 kg Vibrerende plate 201-500 kg
0,40 ¹⁾	Vibrerende vals 10-15 kN/m
0,50	Vibrerende plate > 500 kg
0,60 ¹⁾	Vibrerende vals 16-25 kN/m
1,20 ¹⁾	Vibrerende vals 26-40 kN/m
1,80 ¹⁾	Vibrerende vals 41-55 kN/m
2,40 ¹⁾	Vibrerende vals > 55 kN/m

1) For betongrør merket med tillatt overdekning 4 m eller mer skal lagtykkelsen før komprimering minst være som gitt i tabellen. For rør merket med tillatt overdekning mindre enn 4 m skal lagtykkelsen økes med ett nivå (1 linje ned i tabellen). Eksempel: For et betongrør merket med 3 m tillatt overdekning, hvor vals 16-25 kN/m ønskes brukt, skal minste tykkelse over røret før komprimering være 1,2 m.

Figur 423.6 Minste tykkelse over topp rør før komprimering med tungt utstyr

423.4 Grøfter til ledningsanlegg for andre etater

Utførelse av grøfter for andre etater (for VA-ledninger, andre kommunale ledninger, mv.) avtales med ledningseier. Se også kap. 103 og kap. 44. For ledninger mv. som skal krysse vegen eller ligge i vegområdet for øvrig, skal kravene minst tilsvare det som gjelder for vegholders egne installasjoner.

423.4

Ofte vil kommunale etater ha egne regler og normer for utførelse av ledningsanlegg.

424. Kontroll

Kontrollomfang for grave- og sprengprofil bør være som for åpne grøfter, se kap. 414. Kontrollomfang for fundament, sidefylling og beskyttelseslag settes slik at utført plassering, sidestøtte og deformasjoner for ledningene kan dokumenteres (se kap. 43, 44, 45 og 46).

Kontroll av komprimering skal tilpasses massetypene som benyttes og kravene som er satt.

Der det er aktuelt å benytte tungt anleggsutstyr skal det utarbeides prosedyre for hvordan ledninger/installasjoner beskyttes mot overbelastning i anleggsfasen, og hvordan det dokumenteres. Dette skal framgå av kontrollplan.

424

Komprimeringskontroll med referanse til Standard Proctor er kun aktuelt ved bruk av relativt finkornige/velgraderte materialer. For grove og/eller ensgraderte materialer er andre kontrollmetoder aktuelle, for eksempel platebelastning, nivellering (før og etter komprimering), dokumentasjon av antall passeringer med utstyret.

Om kontroll av deformasjon på rør/ledninger mv., se kap. 43, 44, 45 og 46.

425

Toleransene for graving og sprenging av rørgrofter tilsvarer toleransene for opparbeiding av åpne grøfter (kap. 41).

For komprimering av pukk eller andre grove og ensgraderte materialer (hvor Standard Proctor ikke er aktuelt) foreligger det ikke generelle toleranser. Toleranser kan utarbeides i det enkelte tilfelle. Se for øvrig NS 3458.

425. Toleranser

Toleranser for graving og sprenging

Grave-/sprengeprofilet skal ikke avvike fra prosjektert høyde med mer enn +50/-200 mm.

Toleranser for fundament

Høydetoleranser for fundament skal settes slik at toleransene for plassering av ledninger, kummer mv. kan overholdes, se kap. 43, 44, 45 og 46.

Toleranser for komprimering

Ved komprimering av velgraderte masser til fundament og sidefylling bør toleransene være som vist i figur 425.1.

Komprimering av	Dimensjonerende krav	Antall målinger		
		5 eller flere		Mindre enn 5
		Krav til middelvei	Krav til enkeltverdi	Krav til enkeltverdi
Fundamenter, kummer/rør ¹⁾	Min. 95 %	Min. 96 %	Min. 91 %	Min. 94 %
Sidefylling, kummer	Min. 95 %	Min. 96 %	Min. 91 %	Min. 94 %
Sidefylling, betongrør	Min. 95 %	Min. 96 %	Min. 91 %	Min. 94 %
Sidefylling, plast og stålrør ²⁾	Min. 95 %	Min. 96%	Min. 91 %	Min. 94 %
Ev. bunnforsterkning	Min. 90 %	Min. 90 %	Min. 86 %	Min. 89 %
Over ledningssonen	Som for vegen for øvrig, se figurene 203.3 og 520.6			

1) Gjelder alle typer. Vær OBS på at det ikke skal komprimeres for hardt under rør.

2) Ved fleksible kulverter bør komprimering avpasses i forhold til krav til tillatt deformasjon. Se også figur 423.5 og figur 435.2.

Figur 425.1 Toleranser for komprimering av velgraderte masser, Standard Proctor

426. Dokumentasjon

Virkelig utførelse (typiske grøftesnitt) vises på ferdigvegtegninger. Avvik fra byggeplan skal dokumenteres (markeres på ferdigvegtegningene). For visse typer arbeid, for eksempel fundamentering og sidefylling for store/fleksible kulverter, bør detaljerte data om fundament- og sidefyllingsmasser, inkludert data om komprimering, dokumenteres og lagres. Spesielle løsninger og forhold, samt forhold som har betydning for senere drift/vedlikehold, gravearbeid og andre inngrep, skal også dokumenteres.

43. Rørledninger

431. Generelt

431.1 Innholdsbeskrivelse

Kap. 43 omfatter beskrivelse av rørmateriell, legging (unntatt grøftarbeid), kontroll og dokumentasjon av rørledninger for drens- og overvann. Om ledningsgrøfter, fundamentering, sidefylling, beskyttelseslag og gjenfylling, se kap. 42.

431.1

Om rørsystemer for kabelanlegg, se kap. 44. Om utforming av stikkrenner og kulverter, se kap. 45. Om kummer, sluk, rister og lokk, se kap. 46.

432. Materialer

432.1 Generelt

I dette kapitlet omtales betongrør og plastrør.

432.1

Til drens- og overvannsledninger benyttes betongrør og plastrør. Korrugerte stålrør benyttes normalt ikke. Rørmateriell til stikkrenner og kulverter, se kap. 45.

432.2 Rør og rørdeler av betong

Generelt

Rør og rørdeler av betong skal minst tilfredsstillende kravene i NS 3121 (Ref. 11). Til spesielle konstruksjoner, for eksempel ved rørpresing, kan det brukes produkter med andre spesifikasjoner. Spesifikasjonene skal da vurderes i hvert enkelt tilfelle og kravene settes slik at rør/rørdeler vil tåle de påkjenninger som kan oppstå. For utarbeidelse av slike spesifikasjoner, se NS-EN 1916 (Ref. 25).

432.2

For informasjon om godkjente produsenter av betongrør, kontakt Kontrollrådet www.kontrollbetong.no

Ved fare for skade på rørene pga. kjemisk påvirkning (f.eks. fra alunskifer) skal betongsammensetningen vurderes spesielt.

Om krav til kummer av betong, se kap. 46.

Tetthet

Aktuelle rør er med eller uten dokumentert tetthet. Rør med dokumentert tetthet skal være T-merkede. Det skal brukes godkjente gummipakninger som leveres sammen med rørene og som monteres iht. leverandørens anvisninger. For krav til ledningssystemer, se kap. 433.

Tetthetsprøving av selvføllsledning utføres i henhold til NS 3420 del UB8 (Ref. 8).

Styrke

Krav til rørens styrke er fastsatt i NS 3121. Største tillatte fyllingshøyde (i meter) over rør skal være stemplet på rørene i hht. standardens bestemmelser. Minste fyllingshøyde er 0,5 m dersom ikke annet er angitt. For styrkemessig dimensjonering av rør til spesielle formål, for eksempel ledninger under høye fyllinger, se Intern rapport nr. 1521 (Ref. 16).

Beregningsregler og forutsetninger for styrkedimensjonering av betongrør, samt prøvingsregler og tabeller for prøvelast og tillatte fyllingshøyder, er gitt i litteraturen (Ref. 11 og 16).

432.3

Ordningen med det fellesnordiske sertifiseringsmerket Nordic Poly Mark administreres av organisasjonen Insta-Cert der Nemko er medlem, se www.insta-cert.org for oppdatert oversikt over hvilke produkter som kan sertifiseres og for å se sertifiseringsunderlag. Se også www.nordicpolymark.com

Ordningen med det norske sertifiseringsmerket NS-kronemerket administreres av Nemko.

432.3 Rør og rørdeler av plast

Generelt

Rør og rørdeler skal oppfylle de tekniske bestemmelsene i angitt produktstandard med tilhørende spesielle bestemmelser for sertifisering (SBC). Dette skal være kontrollert gjennom tredjepartskontroll bestyrt av INSTA-Cert (eller Nemko AS) og produktene skal være merket med sertifiseringsmerket Nordic Poly Mark (eller NS kronemerket) - eller tredjepartsverifisert til samme kvalitetsnivå. Til ledninger med lite gjennomsnittlig fall bør det velges rør med god stivhet i lengderetning, for å redusere problemer med små svanker som kan oppstå, spesielt ved rør med liten diameter.

Overvannsledninger

Aktuelle standarder for plastrør til overvanns- og drensledninger (trykkløse ledningssystemer) er følgende:

- NS-EN 13476 Rørledninger for trykløse rørsystemer i grunnen. Rørsystemer med konstruert rørvegg av PVC-U, PP og PE. Standarden består av flere deler. Den omfatter også rør hvor rørveggen inneholder sjikt uten materialkrav. Slike rør skal ikke brukes.
- NS-EN 14364:2006+A1:2008 Avløpsledninger av plast med eller uten trykk – Glassfiberforsterket herdeplast (GRP) basert på umettet polyesterharpiks (UP) – Krav til rør, deler og skjøter. (Omfattes ikke av norske eller nordiske sertifiseringsordninger)
- NS-EN 1401 Rørledninger av plast for trykløse grunnavløpssystemer – Polyvinylklorid uten mykner (PVC-U) – Del 1: Krav til rør, rørdeler og system
- NS-EN 1852 Rørledninger av plast for trykløse grunnavløpssystemer – Polypropylen (PP).) – Del 1: Krav til rør, rørdeler og system
- NS-EN 14758-1 Rørledninger av plast for trykløse grunnavløpssystemer – Polypropylen modifisert med mineraler (PP-MD).) – Del 1: Krav til rør, rørdeler og system

Produkter etter NS-EN 13476, NS-EN 1401, NS-EN 1852 og NS-EN 14758 skal ha snøkrystallmerke (betegner slagfasthet), ringstivhetsklasse SN 8 og som overvannsrør skal rørene ha svart farge.

Produkter etter NS-EN 13476 skal ha brukskodeområde 'UD' for dimensjoner mindre enn eller lik 315 mm/300 mm og 'U' for dimensjoner større enn eller lik 400 mm.

Produkter etter NS-EN 1401, NS-EN 1852 og NS-EN 14758 skal ha brukskodeområde 'UD' for dimensjoner mindre enn eller lik 200 mm og 'U' for dimensjoner større enn eller lik 250 mm.

Drensledninger

Aktuelle standarder for plastrør til drensledninger er følgende:

- NS 3065 Plastrør – Drensrør og drensrørdeler. (Omfatter kun korrugerte og glatte drensrør)
- NS 2961 Plastrør – Rør og rørdeler med konstruert rørvegg av polyetylen (PE) for trykløse overvannsledninger i grunnen
- NS 2962 Plastrør – Rør og rørdeler med konstruert rørvegg av polypropylen (PP) for trykløse overvannsledninger i grunnen

- NS 2963 Plastrør – Rør og rørdeler med konstruert rørvegg av polyvinylklorid uten mykner (PVC-U) for trykkløse overvannsledninger i grunnen

Slissede rør etter standardene NS 2961, NS 2962 og NS 2963 benyttet som dreneledninger skal ha snøkrystallmerke (betegner slagfasthet), brukskodeområde 'overvann' og ringstivhet minimum 8 kN/m². Alle produkter skal ha NS-kronemerke (beskyttet sertifiseringsmerke) eller likeverdig og som drenerør skal rørene ha svart farge.

Rørsystem for kabelanlegg

Aktuelle standarder for trekkerør til kabelanlegg er omtalt i kap. 44.

Vann- og spillvannsledninger mv.

Valg av type plastrør til ledningsanlegg for andre etater (VA-ledninger, andre kommunale ledninger) avtales med ledningseier. Se også kap. 103. De mest aktuelle standarder er følgende:

- NS-EN 12201 Rørledninger av plast for vannforsyning – Polyetylen (PE). Flere delstandarder (Del 1 – 5).
- NS-EN ISO 1452 Rørledninger av plast for vannforsyning og for grunnavløp og avløp over terrengnivå under trykk – Polyvinylklorid uten mykner (PVC-U). Flere delstandarder (Del 1 – 5).
- NS-EN 1401 Rørledninger av plast for trykkløse grunnavløpssystemer – Polyvinylklorid uten mykner (PVC-U). Delstandarder (Del 1 – 2). (Det finnes også en Del 3, som vil inngå i ny revidert utgave av CEN/TR 1046 Rørledninger og kabelrør/varerør av plast – Systemer utenfor bygningen for føring av vann eller avløp – Veiledning for installering over og under grunnen.
- NS-EN 1852 Rørledninger av plast for trykkløse grunnavløpssystemer – Polypropylen (PP). Består av to delstandarder (Del 1 og Del 2). Ny utgave av del 1 kom i 2009. Del 2 er en CEN/TS og kom i ny utgave i 2009.

Stikkrenner og kulverter

Standardene for plastrør til overvanns- og drene-systemer (se over) kan brukes også for rør til stikkrenner (vanngjennomføring på tvers av vegen). Noen av standardene har imidlertid begrenset diameterområde. For større rørdimensjoner (utover det som er beskrevet i standardene) skal spesifikasjoner utarbeides i det enkelte tilfelle, og kravene settes slik at rør/rørdeler vil tåle de påkjenninger som kan oppstå.

432.4 Geotekstilbasert drene-matte for kantdrenering

Drenselementer (drene-matter eller lignende) basert på fiberduk bør tilfreds-stille filterkriteriene mot jordmassene som skal dreneres. Filterkriterier for fiberduk er vist i kap. 521.

Drense-mattenes størrelse (høyde) tilpasses formålet med dreneringen. Ulike tykkelser på overbygningen kan ivaretas ved at det kan velges mellom ulike standardhøyder på mattene. Om utførelsen for øvrig, se kap. 433.5.

432.3

Rør etter NS-EN 1401 og NS-EN 1852 skal fortrinnsvis ha rødbrun farge. For kommunale overvannsledninger er det ofte vanlig med svart farge på rørene for å skille dem fra spillvannsledninger.

432.4

En type drene-matte består av fiberduk som er spunnet (viklet) rundt en åpen "kjerne" av polyetylen eller annet plastmateriale som kan transportere vannet til et kontrollert avløp.

433. Utforming og utførelse

433.1 Overvannsledninger, generelt

Plassering av overvannsledninger bør velges ut fra bl.a.

- vegbredde
- tilgjengelighet for reparasjon etc.
- plassering av ledninger for andre offentlige og private etater
- plassering av dreinsledninger (dreinsbehov for undergrunn og sideområder)
- risiko for skade når tilrenningen overstiger kapasiteten

Ledningene bør plasseres slik at de kan omlegges eller repareres uten at trafikken forstyrres. Kumavstander bør tilpasses lokale/topografiske forhold, vannmengder og slukenes kapasitet, se kap. 406, se også kap. 42. Avstanden bør ikke være mer enn ca. 100 m, men kan etter faglig skjønn økes. Det bør til overvannsledningen også plasseres kummer i alle vinkelpunkter (retningsendringer) i grunnplanet og i vertikalplanet.

Det bør unngås å kople mer enn 2-3 sandfang i serie. I stedet koples sandfangene til overvannsledningene ved bruk av grennrør, eller til inspeksjonskummer for overvann.

433.2 Dimensjonering og utforming

Overvannsledninger bør bygges frostfrie, se kap. 407. Valg av fall og dimensjonering, se pkt. 405.7 og 405.8. Ved avløp (grennrør) fra sandfang til gjennomgående overvannsledning bør grennrøret ikke være mindre enn ca. 150 mm. Innløp til sandfang bør ligge minst 50 mm høyere enn utløpet. Om bruk av dykker, se kap. 46.

433.3 Tetthetskrav

Generelt

Valg av rørmaterialer mv. foretas ut fra bl.a. krav til tetthet av ledningene. Ved krav om tetthet skal leverandørens (rørprodusentens) monteringsanvisning følges. Entreprenøren har ansvar for å skaffe seg kunnskap om riktig montering av de ulike rørsystemer ved å skaffe seg utførlig monteringsanvisning eller be om opplæring fra leverandør/produsent.

Overvannsledninger

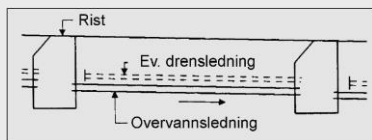
Krav til tetthet for ledningene vurderes ut fra lokale forhold, avløpsvannets sammensetning og konsekvenser av eventuelle lekkasjer, ut av eller inn i systemet.

Redusert krav til tetthet (a), se figur 433.2, kan brukes der lekkasjer ikke har vesentlig betydning for vegkonstruksjonen eller omgivelsene. Ved redusert krav til tetthet av ledningssystemet kan det bygges kombinert dreins- og overvannsledning. Dersom vannet skal ledes inn på kommunale overvannsledninger bør grennrør o.l. fra sandfangene ha tetthetskrav som for ledningene

433.1

Se også NS-EN 1610 Utførelse og prøving av avløpsledninger.

Overvannsledninger (avløpsledninger, transportledninger) er ledninger som leder dreinsvann og overvann fra oppsamlingssteder (sandfangkummer) til stikkrenner og "endelig" avløp, ev. infiltrasjon, i eller utenfor vegområdet.



Figur 433.1 Overvannsledning og eventuell dreinsledning

Sandfang i serie gjør at virkningen av sandfangene blir stadig mindre etter hvert som tilrenningen øker.

433.3

Standarden NS-EN 1610 (Ref. 13) beskriver 4 prøvemetoder med ulike prøvetrykk, prøvetider og tillatt trykkfall. Metodene anses som likeverdige med hensyn til oppfyllelse av tetthetskravet. Valg av metode vil være avhengig bl.a. av rørdimensjon.

de skal tilkoples. Dersom vannet ledes inn på kommunale ledninger må kommunens tillatelse innhentes.

Vanlig tetthetskrav (b), se figur 433.2, bør brukes der lekkasjer kan føre til skader eller forurensning, f.eks. ved ledninger under grunnvannsnivå i setningsømfintlig grunn, eller der avløpsvannet har slik sammensetning at det forutsetter spesiell oppsamling og videre behandling.

Høyt tetthetskrav (c), se figur 433.2, kan være aktuelt ved spesielle forhold, f.eks. nær byggverk eller konstruksjon som er særskilt ømfintlig for skader eller forurensning pga. lekkasjer.

Tetthetskrav skal normalt gjelde for ledningsnett som et komplett system, dvs. at det stilles samme tetthetskrav, og krav om tetthetsprøving, til kummer som til ledninger. Ved lav grunnvannstand kan det i enkelte tilfeller være hensiktsmessig med redusert tetthetskrav (a) for kummene, mens ledningene utføres med vanlig tetthetskrav (b).

Krav til tetthet	Tilfredsstilles normalt ved
a) Redusert tetthetskrav	Bruk av pakninger ¹⁾ . Ikke krav om tetthetsprøving.
b) Vanlig tetthetskrav	Bruk av pakninger ¹⁾ . Tetthetsprøving i henhold til NS 3420-UB8.
c) Høyt tetthetskrav, må angis særskilt	Utførelse og tetthetsprøving angis særskilt (skjerpede krav vil være aktuelt)

1) Det forutsettes bruk av pakninger, og montering og legging av rørene etter produsentens/leverandørens leggeanvisninger.

Figur 433.2 Tetthetskrav og tilhørende forutsetninger

Drensledninger

Separate drensledninger som drenerer gjennom spesielle åpninger langs røret eller i spalter ved rørskjøten, bør ha tetting på nedre halvdel av skjøten. Dersom undergrunnen tillater infiltrasjon, kan nedre halvdel også være åpen.

Kombinerte drens- og overvannsledninger skal skjøtes med pakninger.

433.4 Legging

Leverandørens leggeanvisninger bør legges til grunn for gjennomføring av arbeidene.

Rørmaterialer skal kontrolleres for skader og rengjøres i skjøter (muffer, spissende) før legging. Skadde rør skal ikke brukes. Tetningsringer/pakninger skal monteres etter leverandørens anvisninger. Det skal kontrolleres at tetningsringene er av riktig type og dimensjon. Montering/sammenskyving skal skje slik at rør og rørdeler ikke skades. Monteringsutstyr bør benyttes.

Rørstamme og eventuelle muffer skal ha jevnt anlegg mot fundamentet. Rør med muffe og spissende legges med spissenden i grøftens fallretning. Eventuell vinkelendring foretas etter at røret er skjøvet på plass.

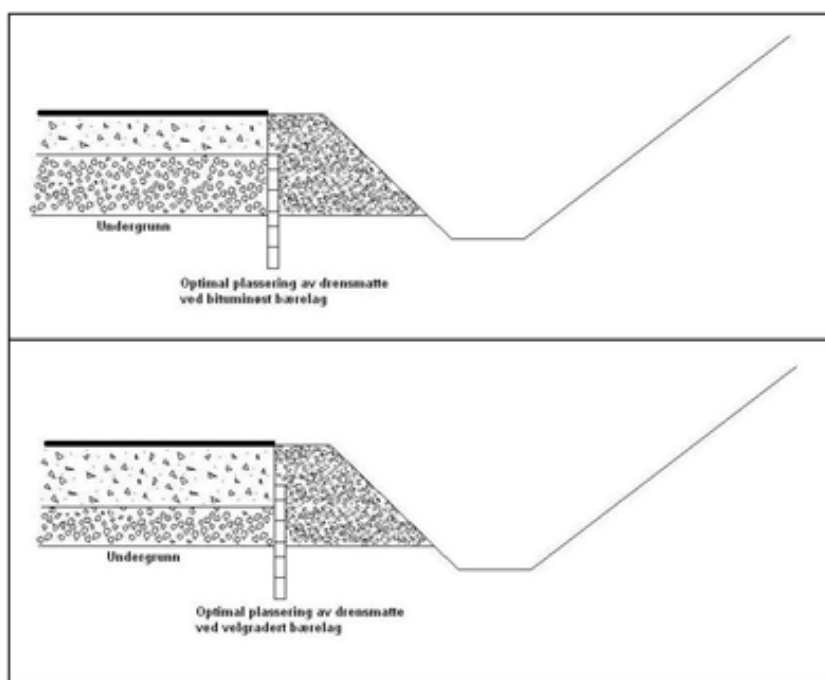
433.5

Geotekstilbasert drensmatte er et prefabrikkert drencsystem som normalt installeres maskinelt ved hjelp av freseutstyr. Hensikten er å drenere vegens overbygning ved at det plasseres utenfor dekkekanten, med god kontakt til overbygningsmaterialene.

Toleranser for ledningsplassering, se figur 435.1. Tetthetsprøving og deformasjonskontroll skal foretas dersom det er forutsatt i byggeplanen.

433.5 Kantdrenering med drensmatte

Kantdrenering med drensmatte er mest aktuelt ved utbedring av eksisterende veg. Det utføres ved at det freses en smal grøft (10-20 cm) hvor drensmatte legges ned og det fylles tilbake med stedlige ev. tilførte materialer. Massenes beskaffenhet (herunder overbygningens tykkelse og materialkvalitet) og metodens egnethet for en slik drencmåte skal være vurdert på forhånd. Se kap. 406.5. Eksempel på plassering, se figur 433.3.



Figur 433.3 Anbefalt plassering av drensmatte ved kantdrenering

Forut for installasjon kontrolleres det at minst 5 ‰ fall oppnås. Ved flate strekninger kan det om nødvendig etableres avløp til synkekum.

Uansett valgt høyde på drenet (matten) skal dette stikke 5 – 10 cm ned i undergrunnen. Det gir utdrenering av traubunnen og bedre kanalisering av drens vannet.

Det monteres avløp med stive rør fortløpende, helst innen 2-3 døgn etter at hovedrør (dren) er installert. Avstanden mellom avløpene tilpasses lokale forhold, men bør ikke være større enn ca. 100-150 m.

Ved frittliggende utløp beskyttes dette med halvkjegle, omstøp eller lignende for å unngå framtidig skade ved kantslått og grøfterensk.

434. Kontroll

Rørmateriell

Kontroll av rørmateriell omfatter gjennomgåelse av forhåndsdokumentasjon (jf. kap. 03) og ev. mottakskontroll og stikkprøving. Før legging kontrolleres at rørene ikke har skader, ev. at skader er utbedret. Videre kontrolleres at pakninger er på plass og at rørene monteres forskriftsmessig.

Tetthetsprøving

Tetthetsprøving skal foretas dersom det er forutsatt i byggeplanen. Utførelse av tetthetsprøving er nærmere beskrevet i NS 3420 del UB8 (Ref. 8) og NS-EN 1610 (Ref. 13).

Dersom ikke annet er bestemt anbefales det å benytte kravnivå LC (tetthetsprøving ved 1,0 mVS med luft) i henhold til NS-EN 1610. Ved tetthetsprøving av store ledninger og kummer kan det benyttes et lavere kravnivå (LA eller LB) for å redusere kreftene som oppstår ved prøvingen. Alternativt kan tetthetsprøvingen utføres med vakuüm som angitt i NS 3420 del UB8. Tetthetsprøving med vann kan også benyttes, men unngås gjerne (for rør) på grunn av arbeidsomfanget og begrensninger i høydeforskjellen. Metoden er imidlertid aktuell for prøving av kummer (se NS 3420, del UB8).

Deformasjonskontroll

Deformasjonskontroll vurderes for alle fleksible rør. Tillatte deformasjoner, se kap. 435. Deformasjonsmåling med tolk eller lignende utføres normalt bare dersom det er tvil om kravene er tilfredsstillt. Rørinspeksjon med TV-kamera er en effektiv kvalitetskontroll av ferdig lagte rørsystemer. Videofilmen oppbevares som dokumentasjon, bl.a. med tanke på senere påkoblinger og omlegginger.

Innmåling

Ledningenes plassering skal måles inn før lukking av grøften. Innmålingen gjøres med totalstasjon og dataene lagres digitalt.

435. Toleranser

Plassering

Toleranser for ledningsplassering skal være som vist i figur 435.1. Kravene gjelder i forhold til prosjektert ledningsplassering, og de gjelder både for enkeltrør og for hele ledningsstrekningen.

Type kontroll	Toleranse
Plassering i høyde	± 30 mm
Plassering i sideretning	± 100 mm
Tillatt avvik i ledningsfall ved fall < 10 ‰ (1:100)	± 2 ‰
Tillatt avvik i ledningsfall ved fall > 10 ‰ (1:100)	± 3 ‰

Figur 435.1 Toleranser for ledningsplassering

434.

Deformasjon (radiell sammenpressing) kan måles med tolk e.l. som trekkes gjennom ledningen, men utføres normalt bare når det er tvil om kravene er oppfylt.

TV-kontroll kan være mindre egnet for rør med svart innervegg.

435

Om prinsipp for måling av deformasjon, se NS 3420 del U (Ref. 8).

Deformasjoner

Ledninger av plastrør, ferdig lagt i gjenfylt grøft, skal ikke ha større relativ deformasjon enn vist i figur 435.2. Punktdeformasjon tillates inntil 1/3 av kravene til relativ deformasjon.

Rørmateriale		Tid etter legging		
		0 år	2 år	5 år
Termoplastrør (PVC-U, PE, PP)	Normale krav	5	8	10
	Reduserte krav	8	11	13
GRP		3	4,2	4,5

Figur 435.2 Maksimum tillatt relativ deformasjon for ledninger av plastrør, normale krav, verdier i % (etter NS 3420 del U, tabell U4)

436. Dokumentasjon

Kvalitet og egenskaper for alt rør- og ledningsmateriell skal være dokumentert før levering til anlegget, jfr. kap. 03.

Plassering av ledningene dokumenteres på ferdigvegtegninger og/eller egne ledningsoversikter (rørtabeller).

I den grad det er ønskelig med lager av rørdeler bør også type rørsystem registreres, da en del rørsystem/leveranser ikke går om hverandre.

Spesielle løsninger og forhold skal dokumenteres og lagres.

44. Rørsystem for kabelanlegg

441. Generelt

Kapittelet omfatter arbeider med trekkerør for kabler. Omfanget av arbeidene skal avtales internt hos vegholder og med andre aktuelle etater/aktører. Herunder bør det vurderes om det skal bygges inn reservekapasitet for å dekke framtidig behov. Se også kap. 1.

Vegholder skal ha tegninger av traséen og rør/grøftesnitt til gjennomsyn/-uttalelse før utførelse, jfr. kap. 1. Tegninger som skal følge med er I- og N-tegninger. Ved sluttdokumentasjon skal rørene være innmålt og dokumentert tolket (se kap. 446).

Før trekkerørtraséen tas i bruk av den aktuelle kabeletat skal det foreligge en kabelplan som definerer utnyttelse og fordeling av sterkstrøm-, svakstrøm- og fiberkabler i kabelrørene. Det bør ikke forekomme kryssing av kabler underveis i kabelrørtraséen.

442. Materialer

442.1 Rør til Vegvesenets installasjoner

Generelt

Rørene skal ha fargekode for den aktuelle bruken (sterkstrøm, styring, osv.). Merking av rørene med etatens navn (Statens vegvesen) eller annen kode anbefales der flere aktører har rør i samme trasé. Merking vil være unødvendig på strekninger der Vegvesenet eier alle rørene.

Vanlige kabelrør

Som nedgravde kabelrør i grøft skal det benyttes rette rør av PP, PVC eller PE i henhold til prNS 2967 eller NS 2968, med ringstivhet SN8. Som rør innstøpt i kanaler skal det benyttes rør i henhold til prNS 2970 med minimum ringstivhet SN4. Rørene skal være merket med NS-kronemerke. Rørene skal ha pakning i skjøtene. Om tetthetskrav og tetthetsprøving, se kap. 444.

Kabelrør bør normalt ha utvendig diameter 110 mm. For enkelte formål kan det være aktuelt med rør i andre dimensjoner.

Bend skal ha glatt, homogen rørvegg med samme veggtykkelse som røret.

Flerkammer-rør

Flerkammer-rør (for eksempel 3 x 40 mm eller 3 x 50 mm) benyttes for fiberkabel. Kabelen fløtes inn i røret ved hjelp av trykkluft eller trykkvann.

441

Telekommunikasjonsbedrifter, elkraftleverandører og andre aktører bør gis anledning til å delta i felles kabeløranlegg. Forutsetningen er at det inngås kostnadsfordelingsavtale og at man aksepterer Vegvesenets krav når kabler skal ligge i eller ved vegen.

Se Håndbok R700 *Tegningsgrunnlag* (Ref. 7):
I-tegninger for kabelanlegg,
N-tegninger for belsningsplaner.

Hensikten med krav om kabelplan er at tilfeldig bruk av rør skal unngås. Det er erfaring for at tilfeldig bruk av rør inn/ut av kummer medfører mye kryssende kabler i kummene.

442.1

Systemer med rør etter NS 2968 kan medføre problemer med hensyn til å unngå innvendige kanter.

Ordningen med det fellesnordiske sertifiseringsmerket Nordic Poly Mark administreres av organisasjonen Insta-Cert der Nemko er medlem, se www.insta-cert.org se også www.nordicpolymark.com Se også kap. 432.

442.1

Et flerkammer-rør består av f.eks. 3 enkeltrør i en pakke som kan legges direkte i grøften. Denne er spesielt egnet for fiberkabel.

Merking med navn/logo til kabelrørenes eier kan være nyttig, men vil bli feil dersom rørene selges unna til andre aktører.

442.2

Vanligvis benyttes følgende farger på kabelrør:

- Gul – telekabler (Telenor)
- Rød – el-kabler
- Grønn – TV-kabler (brukes av visse selskaper)

443.1

Den angitte kumavstanden gjelder primært vegetatens egne installasjoner. Av hensyn til ulike systemers sårbarhet kan det være lite ønskelig å ha mange typer kabler i samme kum.

Kummer uten bunn brukes normalt, men kan være problematiske ved at vann trenger opp i kummen.

Det skal benyttes rør produsert av original råvare dokumentert fra råvareprodusent og produktene skal være dimensjonert for en ringstivhet på minst 50 kN/m^2 . Rør og skjøter skal tåle et innvendig arbeidsstrykk på minimum 12 bar i løpet av 30 minutter. Rørpakkene skal kunne forlegges slik at rørene både kan plasseres flatt ved siden av hverandre alternativt i en rund formasjon for å trekkes inn i større varerør. Rør som skal trekkes inn i andre rør (sub-rør) skal ha samme krav til arbeidsstrykk, men kravet til ringstivhet er lavere.

442.2 Rør til installasjoner for andre etater

Rør for andre etater som legges i vegareal skal tilfredsstillende samme krav som stilles til rør for Vegvesenets behov. Rørene skal være merket med fargekode for den aktuelle bruken. Merking med eiers firmanavn eller logo anbefales der flere aktører har rør i samme trasé.

442.3 Kummer med tilbehør

Kummer

Aktuell standard for sirkulære kummer av betong er NS 3139. Spesiellagde kabelkummer og evt. kummer av plast kan også benyttes.

Kumløkk m.v. (gategods)

Aktuelle standarder for kumløkk m.v. ("gategods"), se kap. 462.

443. Utforming og utførelse

443.1 Kummer, kumløkk, bend mv.

Kummer plasseres med en avstand på maksimum 250 meter langs traséen, og i tillegg ved kryssende veg. Der hvor det er ramper og planfrie kryss skal det være kum ved splitten før og etter krysset.

Ved retningsforandring tillates bruk av bend med radius minimum 2,0 m (langbend). Fleksible bend skal ikke brukes.

Kummene skal stå på selvdrenerende masse og bør være uten bunn. Der rørene kommer inn i kummen skal de ligge slik at det er mulig å trekke kabler rett gjennom kummen uten å skade rør og kabel. Alle kabelrør (unntatt flerkammer-rør) som kommer inn i kummene bør avsluttes like innenfor kumkanten, men bør ha plass til skjøtemuffe. Rørene kan føres kontinuerlig gjennom kummene der det er hensiktsmessig. Der det brukes flerkammer-rør bør rørene gå rett igjennom kummen (skjøting etter behov).

Ved rørrinnføring bør det være minimum 200 mm fra bunn til underkant rør. Gjenstående utsparing i kumvegg skal tettes med gjenstøping slik at det ikke kan komme løsmasser eller dyr (smågnagere) inn mellom rør og kum. Alle rør skal blendes med endeløkk for ikke å få løsmasser i rørene.

Det kan benyttes runde eller rektangulære kummer av betong som finnes i ulike størrelser. Ved valg av kumstørrelse bør følgende momenter vurderes:

- antall rør gjennom kummen
- om flere etater deltar i kabelanlegget
- behov for skjøting av kabler i kummen
- lagring av kabelkveil i kummen
- plassbehov ved ev. framtidig sub-kanalisering av rør
- plassbehov for kabeltrekking

En vanlig kumstørrelse er 900 x 1600 x 900 mm (B x L x H, utvendige mål). For ekstra dype kummer (> 1 m) bør tverrsnittet økes for å gi arbeidsrom.

Kummer ved rørkryss: Ved rørtraséer hvor kryssing av veg er nødvendig settes det ned kum med utsparing i sideveggene.

Kumlokk: Det skal benyttes lokk på alle kummer. I fast dekke skal det benyttes flytende ramme. Om materialvalg (gategoods mv.), utforming og utførelse for øvrig, se kap. 46.

Ved kumlokk med flytende ramme som legges jevnt med overflaten i asfalterte flater, bør det være 70-100 mm klaring mellom flytende ramme og kumtopp. Faste rammer brukes på kummer utenfor vegbanen dersom betonglokk ikke brukes. Åpning mellom ramme og lokk skal smøres (settes inn med fett) for å hindre fastrusting.

443.2 Rørgrøfter: Dybder, fundament, sidefylling og gjenfylling

For rør som krysser veg bør overdekningen være minst 1,0 m. Kabelrør for lavspenningsanlegg skal ha minimum overdekning på 0,4 meter fra topp rør til ferdig veg eller terreng. Ved høyspenningskabler er større overdekning aktuelt. Se pkt. 401.51 om forskrifter for elektriske forsyningsanlegg.

Behov for masseparasjonslag av fiberduk mot omliggende masser bør vurderes.

Fundament: Det skal benyttes granulerte masser med øvre siktstørrelse (D) inntil 16 mm, med lagtykkelse minimum 150 mm og normal komprimering (se også kap. 42). De øverste 50 mm av fundamentet bør løsgjøres før legging av rør.

Sidefylling og beskyttelseslag: Det skal benyttes granulerte masser med kornstørrelse inntil 16 mm til minimum 150 mm over topp rør, normal komprimering. Største masse for komprimeringsutstyr bør være 60 kg. Lagtykkelser ved oppfylling og minste overdekning før maskinell komprimering over rør, se kap. 42.

Gjenfylling over ledningssonen: Det skal benyttes friksjonsmasser. Massene skal ikke inneholde stein som er større enn 1/3 av avstanden fra toppen av røret, eller 2/3 av lagtykkelsen, maksimalt 200 mm.

443.2

For informasjon om kabelforlegging, se for eksempel REN-blad. Nærmere informasjon, se internett www.ren.no, menyvalg 'Publikasjoner'. (REN AS – Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet).

443.3

For informasjon om kabelforlegging, se for eksempel REN-blad. Nærmere informasjon, se internett www.ren.no, menyvalg 'Publikasjoner'. (REN AS – Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet).

443.4

Om kabelkanaler og –kulverter, se også NS 3420.

Til omfylling av rør for kabler som avgir varme, kan kabeleier ha spesielle krav.

443.3 Legging av rør

Kabelrør skal generelt legges i henhold til rørleverandørens anvisning, og gjeldende regelverk.

Det vises også til REN-blad for nærmere informasjon og anvisninger på legging av rør og kabler.

Om trekking av kabler, se også kap. 76. Alle kabler som trekkes inn i rør og legges i grøft skal være beregnet for denne forleggingen. Trekkingen utføres i henhold til kablenes spesifikasjoner og gjeldende regelverk.

443.4 Kabelkanaler med innstøpte kabelrør

Omstøp av trekkerør bør vurderes ved kryssing av veg, eller hvor rørene kan bli utsatt for ekstraordinære belastninger. Omstøp gir også sikker beskyttelse av rørene i anleggsperioden.

Det er vanlig å legge større ”rørpakker” (rør i flere lag) i kabelkanaler, dvs. med omstøp. Løsningen vil normalt være plassbesparende i tillegg til beskyttelsen av rørene, men gjør det noe vanskeligere å etablere avgreninger.

Det tillates brukt rør med ringstivhet SN4, men for øvrig bør det være samme krav som til rør i løsmasser. Rørene monteres slik at muffene er forskjøvet i lengderetningen. Rørene holdes i side- og høydeposisjon ved bruk av avstandsholdere. Det må treffes tiltak for å hindre at rørene flyter opp under støpingen.

Det kan benyttes betong B 30. Tilslagets øvre siktstørrelse bør ikke være større enn 8 mm. Tilslag av singel anbefales.

Ved rør i flere lag støpes etappevis med første etappe til like over nedre rørlag. Neste etappe støpes når betongen har tilstrekkelig fasthet til å holde de øvrige rørene nede.

Øverste rørlag skal ha 50 mm betongoverdekning. Etter støpingen avrettes toppen slik at det ikke ligger betong ut over kanalens sider. Betongen skal herde minimum 1 døgn før gjenfylling.

Kanalen kan armeres med kamstål Ø10 i hjørnene. Armeringen forankres inn i kumvegg. Kanaler som fører høyspentkabler bør ikke armeres når det ikke er strengt nødvendig pga. indusert spenning i stålet som fører til varmgang.

443.5 Nummerering av kabelrør

For kabelrør i skulder, skal kabelrør nr. 1 være det nærmest vegbanen. Hvis det ligger kabelrør fra før og i flere høyder, skal rør nr. 1 være nederst

nærmest vegbanen. For kabelrør i neste høyde skal første nr. være tilsvarende nærmest vegbanen.

Ved trasé i midtdeler, vil kabelrør nr. 1 være det nærmest vegbanen med stigende kilometrering.

443.6 Lyttebånd

Når alle rørene i grøfta er planlagt for fiberoptiske kabler, skal det legges et ”lyttebånd” over det midterste røret. Lyttebåndet skal legges høyt (0,1-0,2 m under terreng).

443.6

Lyttebånd er varselbånd med metalltråd som muliggjør søking etter røret fra overflaten.

444. Kontroll

Alle rør og kummer skal kontrolleres mht. plassering i x-, y- og z-retning ved innmåling som leverer data på digital form.

Alle kabelrør skal deformasjonsprøves ved trekking av tolk med diameter tilpasset tillatt deformasjon for aktuell rørdimensjon og rørtipe. Se kap. 43. Om deformasjonsprøving, se også NS 3420 del U. Tolking skal skje ved at man drar tolken gjennom rørene med håndmakt. Det bør alltid foreligge trekketråd i kabelrørene. Dette brukes ved tolkingen og bak kulen festes et nytt tau av samme type, slik at det da legges igjen tilsvarende trekketråd som før tolkingen. Kontrollen utføres etter gjenfylling og komprimering av grøft.

Behov for tetthetsprøving av ferdig lagt rør (utenom flerkammer-rør) kan vurderes. Tetthetskrav kan stilles tilsvarende som til overvannsledninger, se kap. 433. Se også NS-EN 1610, krav til avløpsledninger.

Behov for trykkprøving av ferdig lagt flerkammer-rør kan vurderes, tetthetskrav kan stilles tilsvarende som til trykkledninger i hht. NS-EN 805.

445. Toleranser

445.1 Toleranser for rør- og kumplassering

Krav til toleranser for plassering av kabelrør og tilhørende kummer skal være som vist i figur 445.1 dersom annet ikke er angitt.

Type kontroll	Toleranser
Plassering i vertikalplanet, kummer	± 20 mm
Plassering i vertikalplanet, kabelrør	± 50 mm
Plassering i horisontalplanet, grøft med en ledning	± 100 mm

Figur 445.1 Toleranser for rør og kumplassering i kabelanlegg

445.2 Toleranser for lokk

Se også kap. 46. Toleranser for vertikal plassering (avvik fra prosjektert høyde) for lokk i nivå med fast dekke bør være +0/-10 mm. På grøntanlegg og i grøfter er toleransene +0/-100 mm. Alle rister og lokk skal kontrolleres.

446. Dokumentasjon

Ved sluttdokumentasjon skal kabelrørene være innmålt (x-, y- og z-retning) med totalstasjon. Data skal leveres på digital form. Etter at traséen er tolket dokumenteres dette på trasé-tegningene med eventuelle merknader hvor oppgraving ble utført pga. deformasjon og skjøting for utbedring.

45. Stikkrenner/kulverter

451. Generelt

Kap. 45 omhandler utforming og utførelse av stikkrenner/kulverter. Dimensjonering mht. vannføringskapasitet utføres som angitt i kap. 405. Utforming, spesielt av innløpet, vil påvirke kapasiteten. Utforming av innløp (og utløp) må dessuten foretas ut fra flere andre hensyn, se kap. 453.2 og 403.3. Om utførelse av byggegrøp/grøft, fundament, sidefylling, beskyttelseslag og gjenfylling, se kap. 42. Om legging av rør/ledninger, se kap. 43.

452. Materialer

452.1 Generelt

Rørmateriell til stikkrenner og kulverter omfatter dimensjoner fra ca. 300 mm til ca. 2500 mm.

452.2 Rør og rørdeler av betong

Se kap. 43.

452.3 Rør og rørdeler av plast

Se kap. 43.

452.4 Rør og rørdeler av korrugert stål

Stålrør til vanngjennomløp bør ikke brukes i områder der det er registrert store korrosjonsskader og/eller slitasje på slike rør. Stålrør kan i slike tilfeller likevel brukes dersom det blir gjort særskilte tiltak for å hindre korrosjon og slitasje. For å fastlegge faren for korrosjon bør jordartene og vannets aggressivitet undersøkes, bl.a. mht. pH. Vannhastighet bør søkes redusert for å unngå slitasje pga. massetransport, se kap. 405.

Stålrør som kun har metallisk korrosjonsbeskyttelse, f. eks. varmforsinking, bør bare benyttes i konstruksjoner med prosjektert levetid inntil 20 år.

Ved prosjektert levetid over 20 år, bør det brukes kombinert korrosjonsbeskyttelse med dokumentert levetid på minimum 100 år.

Stålrør som kun har metallisk korrosjonsbeskyttelse, bør legges slik at middelvannstanden ikke ligger høyere enn det nivå hvor røret er bredest. Rør som ligger med bunnens nivå lavere enn 3 m under ferdig veg, bør ha stor nok rørdiameter til å muliggjøre eventuelle reparasjoner.

451.

Kulverter er vanngjennomløp på tvers av vegen med overliggende fylling og åpent innløp og utløp. Stikkrenner er kulverter med maksimum 1 m fri åpning. Rør og kulverter defineres som bru når fri åpning er lik eller større enn 2,5 m.

452.4

Metallisk korrosjonsbeskyttelse består av sink, ev. aluminium pluss sink, eller bare aluminium. Kombinert korrosjonsbeskyttelse består av metallisk korrosjonsbeskyttelse pluss organisk overflatebeskyttelse, for eksempel epoksymaling, plastbelegg eller elastisk belegg. Beskyttelse kan også oppnås ved å støpe ut bunnen av rørene. Vannets hardhet, alkalitet og ledningsevne anbefales undersøkt i tillegg til pH.

Noen aktuelle standarder for metallisk korrosjonsbeskyttelse:

- NS-EN ISO 1461 Varmforsinkede belegg på produkter av jern og stål – Spesifikasjoner og prøvingsmetoder
- NS-EN 10142 Kontinuerlig varmforsinkede lavkarbon-tynnplater og bånd for kaldbearbeiding – Tekniske leveringsbetingelser
- ASTM 742 (amerikansk standard for laminering av stålrør dvs. kombinert korrosjonsbeskyttelse)

453.1

Prosjekteringsgrunnlag, se kap. 40.

Ved sidegrøft med stort lengdefall kan det under forhold med kraftig regnvær skje at stikkrenner tettes igjen og at vann, stein og grus renner i grøfta med økende mengde og hastighet og eroderer og tetter til rennene etter hvert ("domino-effekten").

Det kan oppstå store påkjenninger i konstruksjoner under høye fyllinger, bl.a. strekk og deformasjoner i lengderetningen som betinger spesielle tiltak. Det anbefales ikke omstøping av rør under høye fyllinger.

For rør under høye fyllinger er det i mange tilfeller økonomiske og tekniske fordeler ved å benytte et jordtryksreducerende lag av ekspandert polystyren over topp rør (Ref. 4). Generelt om fylling ved breddeutvidelse, se kap. 257.

Gamle stikkrenner med utette skjøter og/eller dårlig fundamentering av nytt, påskjøtt rør kan skape store problemer. Deformasjonene kan "klippe" av skjøten, eller dra gammelt og nytt rør fra hverandre. Se også kap. 453.22.

453.2

Utforming av frontmur er avhengig av vannføringen og kulvertens beliggenhet i forhold til terrenget. Som alternativ til frontmur/vingemur kan jordarmering være aktuelt.

Alternativt kan innløpet være åpent for å gi best mulig kapasitet. Dette kan være aktuelt ved spredt bebyggelse. I boligområder anbefales det alltid å benytte rist. Det er viktig at inntaksrista bygges slik at den kan fjernes på en enkel måte (rista kan f.eks. gå på skinner og slik at den ikke kiler seg fast i innløpet).

452.5 Materialer til fundament og sidefylling

Materialer til fundament, sidefylling og beskyttelseslag, se kap. 42.

453. Utforming og utførelse

453.1 Plassering og utforming m.v.

Tetthet

For stikkrenner skal det benyttes pakning i alle skjøter, men det er generelt ikke krav om tetthetsprøving. For vanngjennomløp som er slik plassert at manglende tetthet kan medføre skader på vegkonstruksjon og omgivelser bør det være krav om tetthetsprøving. Om tetthetskrav, se kap. 43.

Plassering og utforming

Stikkrenner plasseres så vidt mulig slik at tidligere vannveger opprettholdes. Avstanden mellom rennene bør vanligvis ikke være større enn ca. 100 m, men kan etter faglig skjønn økes.

Ved veg med stort lengdefall bør det vurderes å legge renner med rikelig dimensjon, eventuelt flere renner med mindre avstand, samt rister og innløp med stor kapasitet. Bygging av terskler (stoppere) i sidegrøft kan være aktuelt for å hindre vannet i å fortsette langs grøfta dersom rennene går fulle eller tettes til.

Rør i høye fyllinger

Kulverter og stikkrenner som ligger med mer enn 8 m fyllingshøyde over topp rør, skal prosjekteres av geoteknisk sakkyndig. Det skal da utarbeides en beskrivelse som omfatter krav til rørmaterialer, fundamentering, sidefylling, beskyttelseslag og eventuelle spesielle tiltak.

Bruk av gamle renner

Påskjøting og bruk av gamle renner som ikke graves opp, for eksempel ved breddeutvidelser, bør skje bare dersom rennene har:

- Tilstrekkelig dimensjon til å ta eventuell øket vannføring
- Kurant dimensjon for påskjøting
- God tilstand og tette skjøter
- Riktig dybde og fall

453.2 Innløp og utløp

453.21 Innløp

Generelt

Innløpsutformingen skal i størst mulig grad:

- sikre tilstrekkelig kapasitet
- hindre gjentetting (kvist, greiner, løv, stein o.l.)
- hindre erosjon og sikre at vannet ikke går inn i overbygning og trau
- sikre dyr og mennesker fra å komme ned i kummer og rør, men være slik at stikkrenner egner seg som passasje for mindre viltarter (opp til størrelse som grevling/rev)

- hindre frostskafer
- gi mulighet for opptining og generelt vedlikehold
- være slik at det ikke er behov for rekkverk ved/forbi konstruksjonen
- sikre fiskens vandringsmuligheter

Innløpsutformingen har betydning for rennes kapasitet, se kap. 405.5.

Inntakskum for stikkrenne

Egne inntakskummer for stikkrenner brukes ved dype renner (dypere enn bunn av sidegrøft) og ved lukket system for drens- og overvannsledning.

Det bør benyttes sandfangkum med slamrom som gitt i kap. 46. Ved større kulverter kan det benyttes plasstøpte kummer eller kummer muret av stein, betongblokker, nettingkurver o.l. Ved murede kummer bør det vurderes om det er behov for tetting mot innvasking av materialer eller utlekking av vann. Inntakskummens innvirkning på stikkrennes kapasitet skal inngå i den hydrauliske dimensjonering.

Frontmur, vingemur

Vingemurer kan utføres med skrå eller skålformede vinger.

Frontmur og vingemur ved kulverter bør bygges av betong eller som tørrmur av stein og slutte godt til både fyllingsskråning, grøftebunn og sideskråning. Dersom det er fare for utvasking av masser gjennom tørrmur bør murens bakside tettes med et 0,3-0,4 m tykt lag av grus. Fiberduk brukes etter behov.

Inntaksrist og grovryst

Ved sandfangkum bør det brukes rist. Ved bruk av skjold/støtteelement for sandfangkum o.l. kan god innløpskapasitet oppnås ved bruk av rist som dekker hele støtteelementet.

Ved bekker med sterkt varierende vannføring og masseføring (grus, stein, rekved, vindfall, is o.l.) bør behov for grovryst i bekkeløpet og i kum og rist ved selve innløpet vurderes. Før man velger å bruke rist i selve innløpet bør følgene av at rista kan gå tett under flom vurderes nøye. Planlegging av alternativ flomveg bør vurderes. Grovrysta bør dekke hele bekkeløpet og være plassert et stykke fra kulvertinnløpet. Grovryst og inntaksrist bør kunne betjenes under flomsituasjon.

Der det er behov for å ta vare på mindre jordskred og løsmasser som fraktes i bekken under flom, kan det være aktuelt å bygge en fangdam foran kulvertinnløpet.

Ved tilnærmet horisontale stikkrenner/kulverter i utmark bør behovet for inntaksrister vurderes opp mot behovet for å sikre kryssingsmuligheter for mindre viltarter.

Erosjonssikring, frostsikring m.v.

Dersom det er fare for erosjon og utvasking skal det utføres sikring. Behov for erosjonssikring oppstrøms i bekkeløpet bør også vurderes. Kratt o.l. langs bekkeløpet bør ikke fjernes.

453.21

Fangdam eller utflating av innløpspartiet har ulemper i form av større masseuttak og grunnerverv, og kan betinge tiltak mot erosjon. Tetting med lite permeable masser rundt røret og plastring av bekkeløpet foran innløpet er vanligvis effektivt som sikring mot erosjon.

Ved fare for undervasking av kulvert kan det spuntes ved inn- og utløp. Spunten rammes til 0,5-1,0 m dybde og ca. 1,0 m bredde til hver side for røret. Se kap. 47.

Ved sterkt masseførende bekker (breelver m.m.) kan det støpes en "bunn" foran innløpet for at massene kan passere lettere gjennom kulverten. (Massetransport gjennom røret er ugunstig ut fra slitastypen).

Ved fare for stor sedimenttransport kan det også være aktuelt å vurdere behov for sedimentasjonsbasseng og/eller reserveløp.

453.22

I spesielle tilfeller kan det være aktuelt å bygge lukkede systemer med renner og fallkummer (styrkummer).

Fundamentet er spesielt viktig ved stikkrenne/kulvert som munner ut i høy fylling ved breddeutvidelse av veg.

Ved særlig stor vannhastighet (kulverter med stort tverrsnitt og/eller stort fall) kan det være aktuelt med spesialbygde utløpskonstruksjoner, energidrepere m.v.

DN-håndbok 22-2002 *Slipp fisken fram! Fiskens vandringsmulighet gjennom kulverter og stikkrenner* (Ref. 22) gir nyttig informasjon. Se også kap. 403.3.

Omfang og metode for frostsikring og erosjonssikring skal bestemmes ut fra stedlige forhold (massetyper, vannhastighet).

453.22 Utløp

Generelt

Utløpet bør være utformet med hensyn til å:

- sikre mot setninger og andre skader pga. erosjon/undervasking i skråning og ved rør og rørfundament
- hindre vannhastighet og -retning som kan skade tilstøtende areal
- gi mulighet for vedlikehold
- sikre oppgang av fisk

Dersom fallhøyden og/eller vannhastigheten ved utløpet er for stor, kan dette hindre oppgang av fisk. En noe dypere kulp under utløpet vil både kunne redusere erosjon fra utløpet og gi fisken større mulighet til å komme seg opp. Se også DN håndbok 22-2002 (Ref. 22). Behov for sikring mot at personer eller dyr faller uti, skal vurderes. Se *Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk*, kap. VII samt veiledning til forskriften (Ref. 26).

Rørfundament på fylling

Fylling under rørfundament, spesielt ved breddeutvidelser, skal være slik at det ikke oppstår setninger som kan forårsake skader (brekkasje, utglidning, nedfall) på skjøter eller rør. Massene under fundamentet bør bestå av godt komprimerte materialer, ev. steinfylling avrettet med finsprengte masser. Som direkte fundament for rørene skal materialer og utførelse være som angitt i kap. 42.

Nedføringsrenner i fyllingsskråning

Se også kap. 41. Det skal sikres at vannet ikke renner ned i fyllingen og forårsaker setning eller erosjon. Nedføringsrenner kan bygges av for eksempel sprengt stein. Der det er fare for erosjon/skader pga. stort fall og store vannmengder bør vannhastigheten dempes, for eksempel med avtrappet kulvertløp med støpte trinn eller oppmurte/sammenboltete steinheller.

Utløp i fyllingsfot

Behov for frostsikring av utløpet skal vurderes, se pkt. 407. Utløp i fyllingsfot kan bygges med fri høyde ca 0,3-0,5 m over terreng for å hindre gjenslamming og tetting pga. iskjøving.

Erosjonssikring ved utløpet bør som regel utføres. Steinplastring kan benyttes. Prefabrikerte elementer kan også være aktuelt.

453.3 Utførelse

Byggegrøp, fundament, sidefylling og gjenfylling av grøfter

Om utførelse, valg av materialer til fundament, sidefylling og beskyttelseslag, se pkt. 423. Toleranser bør være som vist i pkt. 425.

Legging av ledninger

Se kap. 43.

454. Kontroll

Generelt om kvalitetssikring og dokumentasjon, se kap. 03, se også kap. 404. Kontroll av rørmateriell vil bl.a. omfatte mottakskontroll, ev. stikkprøving.

Geometri: Alle rennene kontrolleres mht. angitt plassering og innmåles.

Det kontrolleres ved legging/montering at det brukes pakninger i skjøter (der dette er aktuelt). Korrekt montering for øvrig skal også kontrolleres.

Tetthetskontroll og deformasjonskontroll utføres dersom det er krevet.

455. Toleranser

Toleranser for komprimering av fundament og sidefylling, se pkt. 425.

Toleranser for geometri (plassering i side- og høyderetning), se pkt. 435.

Krav/toleranser for maksimum deformasjon av plastrør, se pkt. 435.

Krav/toleranser for maksimum deformasjon av korrugerte stålrør utarbeides for det enkelte tilfelle.

456. Dokumentasjon

Generelt om dokumentasjon, se kap. 03. Se også kap. 404.

Materialer skal dokumenteres før de leveres anlegget.

Dokumentasjon av geometri (ledningenes plassering i høyde og side, fall) skjer ved ferdigvegtegninger.

Dokumentasjon av tetthet og deformasjonskontroll skal framlegges der dette er krevet.

Spesielle løsninger og forhold skal dokumenteres og lagres.

46. Kummer, sluk, rister og lokk

461. Generelt

Kapitlet omhandler krav til materialer, utforming og utførelse av kummer, sluk, rister og lokk.

Ved planlegging av overvannssystemer med kummer, sluk, rister og lokk er det viktig at disse utformes slik at de ikke blir ”feller” for små dyr (spesielt amfibier). Hvis utformingen er slik at små dyr kan komme inn i drens- eller overvannssystemene, må de også ha en mulighet for å komme ut igjen.

462. Materialer

462.1 Generelt

Kummer skal generelt tilfredsstillende krav i henhold til NS-EN 476 (Ref. 27).

Kummer bør tilfredsstillende styrke- og tetthetskrav som for de rørsystemer de er ment å brukes sammen med. Se også kap. 433.

462.2 Kummer av betong og plast

Prefabrikerte kummer og kumelementer av betong skal tilfredsstillende kravene i NS 3139 (Ref. 28). Til kummer med krav om tetthetsprøving skal det minimum benyttes elementer med falsskjøt og glidepakning. I tilfeller med behov for høyt tetthetskrav, se figur 433.2, bør kummer med innstøpt pakning vurderes.

Prefabrikerte kummer og kumelementer av plast skal tilfredsstillende kravene i NS-EN 13598-2. Til kummer med krav om tetthetsprøving skal det benyttes tetningsselementer mellom kumringene.

462.3 Kumlokk, rister m.v.

Sluktopper, kumtopper m.v. (gategods) skal generelt tilfredsstillende krav i henhold til NS-EN 124 (Ref. 29).

Aktuelle standarder for kumlokkrammer, kumlokk og ristlokk er NS 1990, NS 1991, NS 1992 og NS 1995, se også NS 3420-UF (Ref. 8).

461

Hensyn til små dyr bør tas også ved utforming av annet vegutstyr, for eksempel ferister. Dette er ikke nærmere beskrevet i normalen.

462.2

For informasjon om godkjente produsenter av betongkummer og -rør, kontakt Kontrollrådet www.kontrollbetong.no

463. Utforming og utførelse

463.1 Kummer, generelt

Kummer bør fundamenteres frostfritt og bygges med tette skjøter.

Tetthetskrav bør være det samme som for ledningssystemet kummen knytter sammen.

Montering og gjennomføring

Hulltaking for innføring av ledninger m.m. skal utføres som kjerneboring.

Kumgjennomføringer utføres slik at tetthetskravene kan oppfylles. Pakning skal benyttes ved alle rørgjennomføringer. Ledning utføres med muffe i flukt med kumvegg.

Hvis det benyttes kum med plasstøpt bunnseksjon skal kumrennen utføres slik at løpene får en glatt overflate. Rennene skal ha rørformet bunn og rennedybde minimum lik rørdiameteren. Renne skal ha større fall enn ledningene. Renner for ledninger med diameter ≥ 600 mm skal dekkes med rister.

Alle kummer avsluttes med justeringsringer eller teleskopløsning på toppen av kummen. Samlet høyde av justeringsringer bør i prosjekterings- og anleggsfasen være minimum 200 mm. Det anbefales også at øverste ring er av type kombitoppring som har et gummibelegg eller en plastring på toppen. Dette beskytter mot brekkasje.

463.2 Rister og lokk

Det skal benyttes rister eller lokk på alle kummer. I fast dekke skal det benyttes flytende ramme. I flytende ramme bør det fortrinnsvis benyttes kulegrafittjern.

Rister skal ha god kapasitet og bør være utformet slik at de effektivt hindrer løv, kvister o.l. i å komme inn i drengssystemet. Inntaksrist/kuppel bør ha utforming som sikrer en viss bevegelse i vannstrømmen rundt rista, og kan ev. ha en grov utforming som slipper gjennom løv mv. (medfører større behov for tømning/rensk av kummer). Rister skal også være utformet slik at de hindrer dyr og mennesker i å falle ned i kummene, jf. krav i NS-EN 124.

Rister med flytende rammer (justerbar slukrist) monteres etter leverandørens anvisning. Det er viktig at asfalten rundt rammen og flensen har samme komprimeringsgrad. Faste rammer brukes på kummer utenfor vegbanen dersom betonglokk ikke brukes.

Rister som ligger der det ferdes syklistene bør ha skråstilte lysåpninger.

463.1

Kummer har store energitap ved feil utforming. Utformingen er viktig for å gi god kapasitet.

463.2

Det er viktig at rister etc. utformes slik at de ikke kan falle ned i rennen.

463.3

Isdannelse i slamrommet unngås som regel dersom sandfangkummen fundamenteres frostfritt og har anbefalt dybde.

Kummer med mål som vist i figur 463.1 har ca. 0,8 m³ slamrom. Dersom mindre kummer ønskes benyttet må det vurderes mot behovet for hyppigere tømning og rensk.

Sandfang kan inngå som del av renseløsning (sedimentasjon). Antall og utforming av sandfangene må da vurderes spesielt og optimeres for formålet.

Fordeler med dykker:

- Hindrer gjentetting av rørsystemet
- Hindrer massetransport/slitasje
- Hindrer lukt ved fellessystem (eller når spillvann feilkobles på overvannsledning)
- Hindrer skorsteinseffekt og tilfrysing om vinteren

Ulemper med dykker:

- (Noen typer) kan vanskeliggjøre slamsuging, tining, staking og spyling

463.3 Sandfangkummer

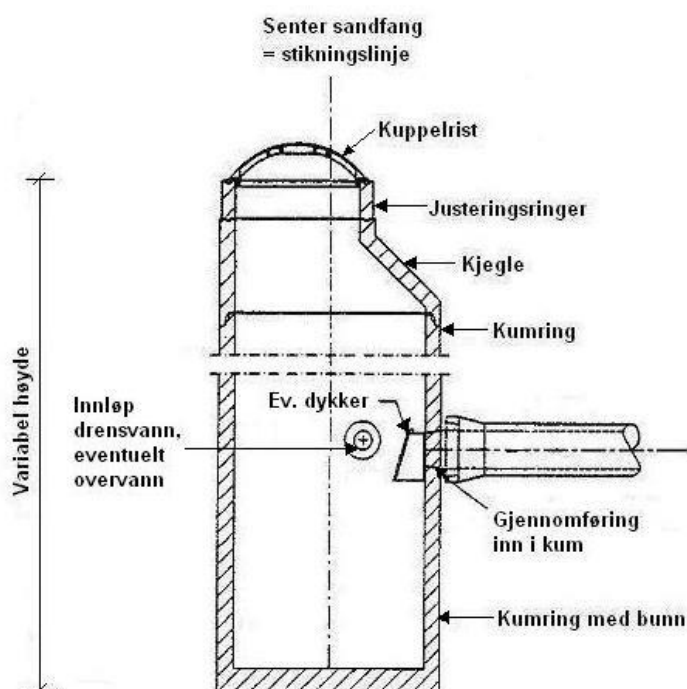
Sandfangkum bør ikke ha mindre diameter enn 1,0 m. Minimum dybde under utløp kan være som vist i figur 463.1. Eksempel på sandfangkum er vist i figur 463.2. Det bør benyttes pakning mellom kumringene.

Innvendig diameter på kum	Minimum dybde under utløp
1,0 m	1,0 m
1,2 m	0,75 m

Figur 463.1 Slamrom i sandfangskum

Sandfang skal normalt ikke ha dykker. Bare der det er spesielle krav til utslippet fra kummen eller andre spesielle forhold som for eksempel forventede luktproblemer eller fare for frostgjennomgang i ledningen, kan dykker benyttes.

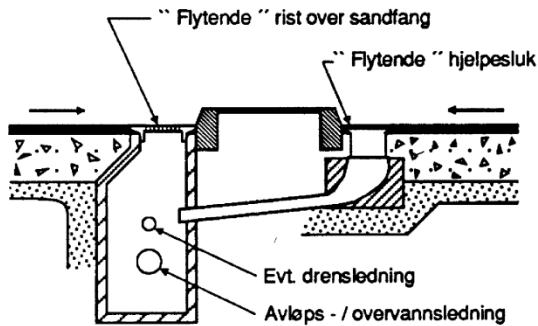
Dykker skal ha utforming som sikrer adkomst (via toppen av dykkeren) for tining, spyling, staking, slamsuging mv.



Figur 463.2 Eksempel på sandfang ("standardkum")

463.4 Hjelpesluk

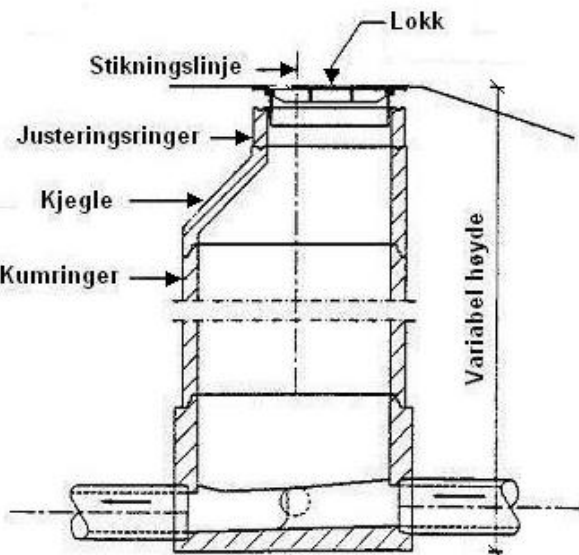
Hjelpesluk bør bare brukes dersom det ikke er praktisk mulig å ha nedføring direkte i sandfangkum. Hjelpesluket plasseres tett inntil eventuell kantstein og fundamenteres på avrettet pute av sand eller finpukk. Eksempler på hjelpesluk og kum med hjelpesluk er vist i figur 463.3 og 463.4.



Figur 463.4 Kum med hjelpesluk

463.5 Overvannskummer

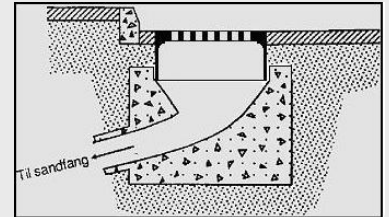
Overvannskum bygges opp som sandfangkum (se kap. 463.3), men vanligvis uten slamrom. Eksempel er vist i figur 463.5. Kummene fundamenteres på pute av sand eller finpukk.



Figur 463.5 Eksempel på overvannskum

463.4

Hjelpesluk er aktuelt ved midtdeler og andre spesielle forhold for kumplasseringen. Det er viktig å utforme hjelpesluket og innløpet til kummen slik at spyling og annet vedlikehold kan gjennomføres.



Figur 463.3 Eksempel på hjelpesluk

463.5

Overvannskummer er kummer uten sandfang, men med rennegjennomføring. Kummene kan også bygges med sandfang.

463.6

Kommunale ledninger: Spillvann (kloakk) og gråvann (avløpsvann fra kjøkken, bade- og vaskerom) kjøres ofte inn på samme system.

463.6 Øvrige kumtyper

Øvrige kumtyper kan omfatte følgende:

- Spillvannskummer (for avløpsvann/kloakk)
- Vannkummer
- Kombinerte kummer (vann- og overvannskummer)
- Kummer for vanningsanlegg
- Prefabrikerte pumpekummer (pumpestasjoner)
- Prefabrikerte spesialkummer
- Plasstøpte spesialkummer

Videre beskrivelse av disse kumtypene inngår ikke i normalen.

463.7

Pumper i pumpekummer bør plasseres slik at det er plass til noe sandsedimentering i bunnen.

463.7 Plasstøpt spesialkum

Spesialkummer kan omfatte for eksempel:

- Pumpestasjoner
- Bassenger (rensing/sedimentering av overvann)
- Oljeutskillere (plasstøpte ev. prefabrikerte)

Videre beskrivelse av disse kumtypene inngår ikke i normalen.

464. Kontroll

Kontroll av geometri: Alle kummer, rister og lokk skal kontrolleres mht. angitt plassering.

465. Toleranser

465.1 Toleranser for kummer

Toleranser som vist i figur 465.1 skal oppfylles.

Type kontroll	Toleranse
Plassering i vertikalplanet	± 20 mm
Plassering i horisontalplanet, grøft med en ledning	± 50 mm

Figur 465.1 Toleranser for kumplassing

465.2 Toleranser for rister og lokk

Toleranser for vertikal plassering (avvik fra prosjektert høyde) for rister og lokk i nivå med fast dekke bør være +0/-10 mm. På grøntanlegg og i grøfter er toleransene +0/-100 mm.

466. Dokumentasjon

Generelt om dokumentasjon, se kap. 03. Se også kap. 404.

Materialer skal dokumenteres før de leveres anlegget.

Alle punkter (grøfteprofilen) skal være digitalt innmålt i hht. angitt kontrollomfang.

Om avviksmelding, se kap. 03.

Om dokumentasjon/lagring av data og beregninger for den hydrauliske dimensjonering (plandata), se kap. 404.

47. Forsterkning av grøfter og elve- og bekkereguleringer

470. Innholdsbeskrivelse

Den temamessige inndelingen av kapitlene 471 t.o.m. 478 tilsvarer inndelingen av prosess 47 i Håndbok R761 Prosesskode-1 (Ref. 19).

Viktige forhold ved grøftearbeid er beskrevet. Se også kap. 42. For tiltak i vassdrag kan det være aktuelt å søke om konsesjon. Se kap. 475 t.o.m. 478.

471. Stempling, avstiving av grøfter

Med avstivet byggegrop (grøft mv.) forstås byggegrop hvor grøftesidene anses tilstrekkelig stabile umiddelbart etter utgraving, men ikke under hele byggeperioden.

Behov for og planlegging av sikring (avstivning mv.) av grøfter fastlegges ut fra Forskrift om utførelse av arbeid (Ref. 14).

472. Spunting

472.1 Generelt

Spunt benyttes i de tilfellene geotekniske undersøkelser viser at det er fare for oppressing av grøftebunn eller grunnbrudd i byggetiden. Spunten skal normalt rammes fra terreng før gravearbeidene starter.

Se også Håndbok R762 Prosesskode-2 (Ref. 23), prosess 83.6. Spuntplan med angivelse av dimensjoner på spunt, ev. fjellfeste, avstivninger, ev. forankringer, rammemetode og med tilhørende graveplan skal for midlertidige spuntvegger utarbeides av den utførende hvis ikke annet er angitt i den spesielle beskrivelsen. Beregninger og planer skal forelegges byggherren før arbeidene tar til.

472.2 Materialer

Det kan benyttes både stål- og trespunt. Dimensjonering utføres i det enkelte tilfelle.

471

Hvor grøftesidene er stabile med sideskråning 1:1,25 og der tilstøtende byggverk, anlegg eller naboforhold ikke gjør det påkrevet med brattere sider, er det ofte ikke påkrevet med noen spesiell avstivning. Enklere tiltak som bruk av grøftekasser kan være aktuelt. Se også kap. 42.

Se også Håndbok R762 Prosesskode-2 (Ref. 23), prosess 83.6. Materialene skal ikke være skadd eller beheftet med feil. Materialer skal transporteres, håndteres og lagres på en slik måte at det ferdige produkt ikke forringes. De skal dessuten oppbevares eller merkes slik at det ikke kan oppstå forveksling eller sammenblanding av forskjellige typer og kvalitet.

For permanent stålpunt skal det anvendes z-profiler. For midlertidig spunt kan det anvendes u-profiler. Kravet til motstandsmoment skal da økes med 20 %.

Trespuntvegger skal utføres av pløyd virke med minst 45 mm tykkelse. Trevirke som brukes til avstivning skal oppfylle generelle krav i hht. gjeldende standarder. Nødvendig styrke (klasse el.l.) skal vurderes særskilt.

472.3 Utførelse

For nærmere beskrivelse av utførelse av spunting, se Håndbok R762 Prosesskode-2 (Ref. 23). Før graving eller ramming begynner skal den utførende undersøke om grunnen inneholder ledninger, kabler, kanaler osv. hvor det skal rammes. Andre hindringer (byggrester, flåter, blokker mv.) skal fjernes på forhånd. Det skal fylles tilbake med egnede materialer (sand, leire).

Spuntarbeider dokumenteres fortløpende i spuntprotokoll, se kap. 472.6.

Graving i spuntet grøft skal utføres på en slik måte at det ikke oppstår fare for grunnbrudd i utgravingen og slik at avstivningen ikke skades.

Før trekking av spunt skal det vurderes om det kan medføre fare for skade (setninger mv.) på nærliggende ledninger eller andre konstruksjoner. Om nødvendig skal det iverksettes tiltak for å unngå skader, for eksempel ved å la noe av spunten stå igjen. Det bør eventuelt vurderes om spunting kan unngås, for eksempel ved å benytte rørpressing i stedet for tradisjonelle ledningsgrøfter.

472.4 Kontroll

Kontroll foretas som driftskontroll (egenkontroll).

472.5 Toleranser

Se også Håndbok R762 Prosesskode-2 (Ref. 23), prosess 83.6. Krav til loddavvik og helningsavvik skal oppfylles ved måling fra toppen til et vilkårlig punkt på spunten. Normalt gjelder følgende toleransekrav for spuntarbeid og resultatet etter innpressing:

- Maksimalt tillatt horisontalt avvik for topp spuntvegg: +/- 0,10 m.
- Maksimalt tillatt loddavvik for vertikal spunt: 2 %.
- Maksimalt tillatt helningsavvik for skrå spunt: +/- 5 %.

472.2

Kravene til trevirke bør minst tilsvare klasse T24 i NS 3080. Standarden er trukket tilbake og erstattet av ny standard NS-INSTA 142.

472.3

Beskrivelse av, arbeid med og dokumentasjon av utførelse av spunting omfatter bl.a.:

- Rigg og oppstilling
- Ramming av spunt (utstyr, rammeplan, rammemetode)
- Kapping, skjøting av spunt (hvilke spunttyper tillates skjøtt, krav til skjøting)
- Annet arbeid med spunt (forholdsregler ved innspyling etc., utbedring av skader og utettheter, låsing av spunt, etablering av fjellfeste, avstivning/stempling, restriksjoner på belastninger bak spuntvegg, tiltak for å oppfylle krav til begrensning av støynivå, etc.)
- Føring av protokoll for spunting og forankring av spunten

472.5

Farlige situasjoner kan oppstå hvis toleransene ikke overholdes. Toleransene er satt for å sikre at arbeidet utføres faglig forsvarlig.

472.6 Dokumentasjon

Det skal føres protokoll for spunting og forankring av spunten. Protokollen skal inneholde tilstrekkelige opplysninger for identifikasjon av arbeidssted, utførelsesmetode, lengde og nivå på spuntnål/forankring, opplysninger om resultat ved innboring eller innmeisling for fordybning av forankring i fjell.

473. Bunnforsterkning

Ved ledningsgrøft (byggegrøp) med svært ujevne eller bløte grunnforhold (torv, bløt silt eller leire m.v.) må det utføres bunnforsterkning for å forhindre ujevne setninger (og ledningsbrudd), sikre jevnt fall og andre funksjonskrav til ledningen(e). Der grunnforholdene er vanskelige og/eller konsekvensene av svikt blir store, bør metoder og omfang av tiltak vurderes spesielt av geoteknisk sakkyndig.

Noen forsterkningsmetoder som kan være aktuelle:

- Masseutskifting
- Utkiling
- Jordarmering
- Stabilisering med kalk eller sement
- Magerbetong
- Pelefundamentering
- Kalkstabilisering/kalkpeler

Plankeseng eller tilsvarende løsninger vil normalt bare være aktuelt der forsterkningsbehovet er størst i byggefasen. Dersom bunnforsterkningen vil bli utsatt for frost må det ikke brukes vannømfintlige materialer, eller forsterkningen må frostsikres på annen måte.

Et alternativ til omfattende bunnforsterkningstiltak kan være flytting av ledningstraséen vekk fra de vanskeligste grunnforholdene, der dette er praktisk og økonomisk mulig.

474. Avlastning av grøftesider

Der plassforhold og andre lokale forhold gjør det mulig kan avlastning av grøftesider være et alternativ til spunt, avstiving eller andre fysiske tiltak. Der grøftedybden er stor, grunnforholdene er vanskelige og konsekvensene av svikt blir store, bør alternativene vurderes av geoteknisk sakkyndig.

475. Fangdammer og provisoriske omlegginger

475.0 Generelt om tiltak i vassdrag

Alle arbeider (tiltak under kapitlene 475, 476, 477 og 478) i vassdrag med årssikker vannføring er *vassdragstiltak* og skal planlegges og gjennomføres i samsvar med bestemmelsene i ”Lov om vassdrag og grunnvann” (vannressursloven). Det vises til nærmere orientering under kap. 401.21 og kap. 408. Særlig for ”*Vernede vassdrag*” er det svært viktig å avklare aktuelt regelverk og planlegge tiltak i samarbeid med vassdragsmyndighetene. Ved større tiltak (også i ikke spesielt vernede vassdrag) bør vassdragsmyndighetene tas med på råd fra starten av planleggingen.

475.1 Fangdammer og provisoriske omlegginger

Ved planlegging og gjennomføring av vegtiltak i og ved vassdrag skal det tas hensyn til at det i byggefasen kan være behov for midlertidige løsninger som kan avvike mye fra de permanente sikringsløsningene etter at tiltaket er slutført. Omfanget av de provisoriske tiltakene vil avhenge en del av årstiden når tiltaket skal utføres. Hvis mulig bør de kritiske deler av tiltaket gjennomføres ved lav vannstand.

Det skal vurderes behov for sikring dersom vannspeil/vannfylte dammer etableres, jf. *Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk*, kap. VII (Ref. 26). Arealbehov for dette skal være med i reguleringsplan/-grunnerverv.

476. Opprensning/omlegging av elver og bekker

De geometriske krav til bilveger som bygges eller utbedres langs eller i kryssing med vassdrag, medfører ofte behov for større eller mindre justering av vassdragenes naturlige løp. Praktiske planer for slike tiltak – særlig i litt større vassdrag – bør utarbeides i samråd med fagkyndige i vassdragsvesenet.

Tiltaksomfanget kan variere fra mindre justerings- og sikringsarbeid til helt nytt elv- eller bekkeløp. Typer og omfang av sikringstiltak vil variere med størrelsen på vassdraget, fallforhold, i hvilken grad vassdraget er masseførende, faren for isproblemer, flomforhold m.v.

475.

Noen aktuelle referanser:
NVE retningslinjer 1/2008 *Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag* (Ref. 20)

NVE veileder 3/1999 *Arealplanlegging i tilknytning til vassdrag og energianlegg* (Ref. 21).

NVE's *Vassdragshåndboka. Håndbok i forbygningsteknikk og vassdragsmiljø* (Ref. 18), inneholder omfattende stoff om teoretisk grunnlag, praktiske råd, løsningseksempler, saksbehandlingsregler, hjelpemidler og erfaringer for ulike tiltakstyper. Håndboka har bl.a. kapitler om hydrologi, hydraulikk, isproblematikk, erosjon og massetransport, flom- og erosjonssikring, terskler, kulverter, bruer og veger.

DN Håndbok 22-2002 ”*Slipp fisken fram!*” (Ref. 22) gir mye nyttig informasjon:

- Lover og regelverk
- Fiskearter og -biologi
- Tiltak for å sikre at vanngjennomløp utformes slik at de ikke hindrer fiskens vandringsmuligheter
- Beregningsmodeller for vannføring og vannhastigheter
- Forslag til praktiske løsninger

477. Erosjonsforebyggende tiltak

Veganlegg eller utbedringstiltak i eller i nær tilknytting til vassdrag medfører ofte inngrep i vassdrags-området som gir behov for erosjonsforebyggende tiltak. Vassdragenes naturlige graving, massetransport, masseavleiring og endringer av elveløpene, kan også gi behov for sikringstiltak. Ofte vil det være aktuelt med kombinasjoner av flere typer sikringstiltak og -materialer.

Noen aktuelle tiltakstyper og -materialer:

- Steinplastring av elvesider/-skråninger og/eller elvebunn.
- Ulike typer murer.
- Buner (utstikkere) som styrer/bryter/reducerer strømkreftene.
- Sikringsvoller.
- Støttefyllinger.
- Gabioner, matter, nett, fiberduk, trepeler, spunt og andre spesielle løsninger.
- Vegetasjonstiltak.
- Terskler (se pkt. 478.)

478. Terskler

Terskler er en aktuell tiltakstype bl.a.: i regulerte vassdrag, som erosjonsforebyggende tiltak og som biotop- og miljøtiltak. I samband med vegtiltak er terskel kanskje mest aktuell der det er et samarbeid mellom vegholder, vassdragsmyndighetene og andre interesser.

Det finnes en rekke typer terskelløsninger i tre, stein, blokk, betong og ulike materialkombinasjoner til bruk under ulike forhold i store og små vassdrag.

Terskelløsninger sammen med steinplastring kan være aktuelt som sikring ved brukar, pilarer og vegfyllinger. Terskelløsninger kan bidra til å regulere eller stabilisere grunnvannsnivå. Buner (strømstyrere) er en form for terskel som dekker bare en del av elveløpet. Sikringsbuner kan brukes til sikring av svake elveskråninger (mot veg) og vegfyllinger.

Referanser

Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelig fra <http://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker>.

1. Miljøverndepartementet: *Retningslinjer for planlegging av riks- og fylkesveger etter plan- og bygningsloven*. T-1057. SFT, Oslo 1994. http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/lover_regler/retningslinjer/1994/t-1057-riks-og-fylkesveger.html?id=107727
2. Statens vegvesen: *Eigedomssinngrep*. Håndbok V740. Vegdirektoratet, Oslo 2005.
3. [Ledig nr. Tidligere referanse utgår]
4. Statens vegvesen: *Geoteknikk i vegbygging*. Håndbok V220. Vegdirektoratet, Oslo 2010.
5. Statens vegvesen: *Veg- og gateutforming*. Håndbok N100. Vegdirektoratet, Oslo 2013.
6. [Ledig nr. Tidligere referanse utgår.]
7. Statens vegvesen: *Tegningsgrunnlag*. Håndbok R700. Vegdirektoratet, Oslo 2007.
8. Standard Norge: *Beskrivelsestekster for bygg, anlegg, installasjoner, del U: Rør- og sanitærinstallasjoner*. NS 3420-U. Standard Online, 2008.
9. Direktoratet for byggkvalitet: *Veiledning om tekniske krav til byggverk*. DIBK, 2011. <http://www.dibk.no>
10. Basal AS: *Rør- og kumsystemer av betong*. Basal AS, Oslo, 2007.
11. Standard Norge: *Rør og rørdeler av betong. Uarmert, stålfiberarmert og armert betong*. NS 3121. Standard Online, Oslo 2003.
12. [Ledig nr. Tidligere referanse utgår.]
13. Standard Norge: *Utførelse og prøving av avløpsledninger*. NS-EN 1610. Standard Online, Oslo 1998.
14. Arbeidsdepartementet: *Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav*(forskrift om utførelse av arbeid). FOR-2011-12-06-1357. <http://www.arbeidstilsynet.no/forskrift.html?tid=236081>
15. Berg, A.: *Flomberegning og kulvertdimensjonering*. SINTEF/NHL, Trondheim 1992. (Se også NVEs *Vassdragshåndboka* kap. 9 *Kulverter*.)

16. Myhre, Ø.: *Dimensjonerende laster og prøvelaster for betongrør til vegkonstruksjoner*. Intern rapport nr. 1521. Vegdirektoratet, Veglaboratoriet, Oslo 1992.
17. [Ledig nr. Tidligere referanse utgår.]
18. Norges vassdrags- og energidirektorat: *Vassdragshåndboka; Håndbok i vassdragsteknikk*. NVE, Oslo 2010.
19. Statens vegvesen: *Prosesskode 1 Standard beskrivelsestekster for vegkontrakter*. Håndbok R761. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
20. Norges vassdrags- og energidirektorat: *Flaum og skredfare i arealplanar*. Retningslinjer 2/2011.
21. Norges vassdrags- og energidirektorat: *Arealplanlegging i tilknytning til vassdrag og energianlegg*. Veileder 3/1999. NVE, Oslo 1999.
22. Direktoratet for naturforvaltning: *Slipp fisken fram! Fiskens vandringsmulighet gjennom kulverter og stikkrenner*. DN-håndbok 22-2002. Trondheim, 2002.
23. Statens vegvesen: *Prosesskode 2 Standard beskrivelsestekster for bruer og kaier*. Håndbok R762. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
24. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap: *Forskrift om elektriske forsyningsanlegg*. FOR-2005-12-20-1626 www.lovdata.no
25. Standard Norge: *Rør og rørdeler av uarmert betong, stålfiberarmert betong og armert betong*. NS-EN 1916. Standard Online, Oslo 2002.
26. Kommunal- og moderniseringsdepartementet: *Forskrift om tekniske krav til byggverk-(TEK 10)*, FOR-2010-03-26-489. www.lovdata.no
27. Standard Norge: *Generelle krav til komponenter brukt i avløpsledninger*. NS-EN 476. Standard Online, Oslo 2011.
28. Standard Norge: *Kummer av betong; Uarmert, stålfiberarmert og armert betong*. NS 3139. Standard Online, Oslo 2003.
29. Standard Norge: *Sluktopper og kumtopper for kjøre- og fotgjengerområder – konstruksjonskrav, typeprøving, merking og kvalitetskontroll*. NS-EN 124. Standard Online, Oslo 1997.
30. Avinor, Jernbaneverket, Kystverket, Statens vegvesen: *Virkninger av klimaendringer for transportsektoren*. Arbeidsdokument for Nasjonal transportplan 2010-2019. Rapport fra en tverretattlig arbeidsgruppe. Oslo, mai 2007.
31. Statens vegvesen: *Vannbeskyttelse i vegplanlegging og vegbygging*, Statens vegvesen rapport nr. 295, Vegdirektoratet, Oslo 2014. <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Publikasjoner>

Kapittel 5

Vegfundament

INNHOOLD

50. GENERELT	207
501. INNHOLDSBESKRIVELSE.....	207
502. KVALITETSSIKRING.....	207
502.0 Generelt	207
502.1 Dokumentasjon av kvalitet.....	208
51. DIMENSJONERING AV VEGOVERBYGNING	209
510. DIMENSJONERINGSGRUNNLAG	209
510.1 Krav til overbygningen	209
510.2 Trafikk.....	209
510.3 Undergrunn	211
510.4 Materialer til vegoverbygning	213
510.41 Bruksområder.....	213
510.42 Lastfordelingskoeffisienter for ulike materialer.....	214
510.5 Klimatiske forhold	215
510.6 Andre dimensjoneringsmessige vurderinger	215
511. FROSTSIKRING.....	217
511.1 Behov for frostsikring	217
511.2 Valg av frostsikringsmetode	217
511.3 Frostsikring med steinmaterialer	218
511.4 Frostsikring med lettklinker og skumglass	220
511.5 Frostsikring med isolasjonsplater (ekstrudert polystyren)....	221
512. BÆREEVNEMESSIG DIMENSJONERING, VEG MED BITUMINØST DEKKE.....	223
512.1 Generelt	223
512.2 Lastfordelingskoeffisienter, generelt	223
512.3 Dekke	223
512.4 Bærelag.....	224
512.5 Forsterkningslag.....	224
512.6 Dimensjonering med lab.bestemte lastfordel.koeffisienter	226
512.7 Utkiling	227
513. DIMENSJONERING AV VEG MED BETONGDEKKE	230
513.0 Dimensjoneringsforutsetninger	230
513.1 Dimensjonering	231
513.2 Frostsikring	233
514. DIMENSJONERING AV VEG MED BELEGNINGSSTEIN	235
514.0 Dimensjoneringsforutsetninger	235

514.1	Dimensjonering.....	235
515.	DIMENSJONERING AV PARKERINGSPLASSER OG TERMINALANLEGG	237
515.0	Dimensjoneringsforutsetninger.....	237
515.1	Dimensjonering.....	237
516.	DIMENSJONERING AV GANG- OG SYKKELVEG	240
516.0	Dimensjoneringsforutsetninger.....	240
516.1	Dimensjonering.....	240
517.	DIMENSJONERING AV VEGOVERBYGNING I TUNNEL	242
517.0	Generelt.....	242
517.1	Dimensjoneringsforutsetninger.....	242
517.2	Dimensjonering, veg med asfaltdekke.....	242
517.20	Generelt	242
517.21	Overbygning ved $F_{DimT} \leq 10\ 000\ h^{\circ}C$	242
517.22	Overbygning ved $F_{DimT} > 10\ 000\ h^{\circ}C$	243
518.	DIMENSJONERING AV VEG MED GRUSDEKKE	246
518.0	Dimensjoneringsforutsetninger.....	246
518.1	Dimensjonering og materialvalg.....	246
52.	MATERIALER OG UTFØRELSE	248
520.	GENERELT.....	248
520.1	Kvalitetssikring	248
520.2	Funksjonskrav.....	249
520.3	Kontrollomfang og toleranser, materialer og geometri.....	249
520.31	Generelt	249
520.32	Geometri, jevnhet, lagtykkelser.....	251
520.4	Komprimering	253
520.41	Generelt om utførelse av komprimering.....	253
520.42	Utarbeidelse av komprimeringsplan.....	254
520.43	Dokumentasjon av utført komprimering	256
520.44	Spesielle tilfeller	257
520.5	Dokumentasjon av utført kvalitet.....	257
521.	SEPARASJONSLAG OG FILTERLAG.....	259
521.0	Generelt.....	259
521.1	Fiberduk.....	259
521.10	Generelt	259
521.11	Fiberduk med hovedsakelig separasjonsfunksjon	259
521.12	Fiberduk med hovedsakelig filterfunksjon.....	260
521.2	Sand/grus	261
522.	FORSTERKNINGSLAG	263
522.0	Generelt.....	263
522.01	Materialtyper og dimensjonering	263
522.02	Funksjonskrav	263
522.1	Krav til materialet.....	263
522.11	Grus og knuste materialer.....	263
522.12	Gjenbruksmaterialer av betong og tegl.....	266
522.13	Forkiling av forsterkningslag	267
522.2	Krav til utførelse	267
522.21	Utlegging og transport.....	267
522.22	Komprimering	267
523.	BÆRELAG	269
523.1	Bærelag av mekanisk stabiliserte materialer.....	269
523.10	Generelt	269

523.11	Knust grus (Gk) og knust fjell (Fk).....	269
523.111	Krav til materialet og kontrollomfang	269
523.112	Produksjon og utlegging	272
523.113	Komprimering	272
523.114	Kontroll og funksjonskrav	272
523.12	Forkilt puk (Fp).....	272
523.120	Generelt	272
523.121	Krav til materialet og kontrollomfang	272
523.122	Utlegging	273
523.123	Komprimering	273
523.124	Kontroll og funksjonskrav	273
523.13	Gjenbruksbetong – ren knust betong (Gjb I)	274
523.131	Krav til materialet	274
523.132	Produksjon og utlegging	274
523.133	Komprimering	274
523.2	<i>Bærelag av bitumenstabiliserte materialer.....</i>	<i>275</i>
523.20	Generelt.....	275
523.21	Asfaltert grus (Ag)	275
523.22	[Ledig nr.]	277
523.23	Asfaltert puk (Ap).....	277
523.24	Penetrert puk (Pp)	278
523.25	Emulsjonsgrus (Eg).....	279
523.26	Emulsjonspuk (Ep).....	280
523.27	Skumgrus (Sg)	281
523.28	Bitumenstabilisert grus (Bg)	282
523.29	Knust asfalt (Ak).....	282
523.3	<i>Bærelag av sementstabiliserte materialer</i>	<i>284</i>
523.30	Generelt.....	284
523.31	Sementstabilisert grus (Cg).....	284
523.310	Generelt	284
523.311	Krav til materialet og kontrollomfang	284
523.312	Produksjon og utførelse	287
523.313	Komprimering	287
523.314	Etterbehandling.....	287
523.32	Sementstabilisert puk (Cp).....	287
523.320	Generelt	287
523.321	Krav til materialet og kontrollomfang	287
523.322	Produksjon og utførelse	289
523.323	Komprimering	289
523.324	Etterbehandling.....	289
523.33	Kontroll.....	289
524.	FROSTSIKRING.....	290
524.0	<i>Generelt</i>	<i>290</i>
524.01	Funksjonskrav	290
524.02	Materialvalg og dimensjonering	290
524.1	<i>Sand, grus- og steinmaterialer</i>	<i>290</i>
524.11	Materialkvaliteter	290
524.12	Anleggsteknisk utførelse.....	290
524.13	Kontrollomfang og toleranser	291
524.2	<i>Isolasjonsmaterialer</i>	<i>291</i>
524.21	Plater av ekstrudert polystyren (XPS).....	291
524.22	Lettklinker.....	292
524.23	Skumglass	293

525.	ARMERING	293
525.1	<i>Formål og plassering</i>	293
525.2	<i>Materialvalg</i>	294
53.	FORSTERKNING AV VEG	295
530.	GENERELT	295
530.1	<i>Innledning</i>	295
530.2	<i>Kvalitetssikring</i>	295
530.21	Generelt	295
530.22	Dokumentasjon av utført kvalitet	296
531.	DIMENSJONERING	296
531.0	<i>Generelt</i>	296
531.1	<i>Når er det behov for forsterkning?</i>	296
531.2	<i>Bestemmelse av forsterkningsbehov</i>	297
531.21	Forsterkningsbehov ved unormal lav dekkelevetid	297
531.22	Forsterkningsbehov ved økning av tillatt aksellast	298
531.23	Andre metoder for fastlegging av forsterkningsbehov	299
531.231	Oppgraving	299
531.232	Nedbøyningsmålinger	300
531.233	DCP/CBR-målinger	300
531.24	Forsterkningsbehov ved oppgradering fra grusveg til veg med fast dekke	300
532.	GRUNNLAGSDATA	301
533.	TILTAK	301
	REFERANSER	302

50. Generelt

501. Innholdsbeskrivelse

Kapittel 5 om Vegfundament er delt i fire delkapitler:

- Generelt
- Dimensjonering av overbygning
- Materialer og utførelse
- Forsterkning av veg

Kap. 51 om dimensjonering av overbygning omhandler generelle dimensjoneringsforutsetninger, valg av vegoverbygning, dimensjonering av veg, inklusive tunnel, med ulike dekketyper og dimensjonering av parkeringsplasser, terminalanlegg og gang- og sykkelveger.

Kap. 52 om materialer og utførelse omhandler filterlag, isolasjonslag, frostsikringslag, forsterkningslag, bærelag, samt armering av vegoverbygningen.

Kap. 53 omhandler forsterkning av eksisterende veger. Forsterkningsarbeidene består som regel av arbeider som tilhører flere av kapitlene i denne normalen. Vedrørende krav til materialer, geometri, toleranser osv. gjelder kravene i hvert enkelt kapittel, med mindre det er gitt egne krav i kap. 53.

502. Kvalitetssikring

502.0 Generelt

For å sikre kvaliteten av vegfundamentet må en ha god kjennskap til inngangsparametrene for dimensjoneringen. Dette innbefatter kunnskap om:

- trafikkpåkjenninger
- klimapåkjenninger
- grunnforhold
- egenskaper for overbygningsmaterialer
- innbyrdes påvirkningsfaktorer mellom materialer

Om kvalitetsplan generelt, se kap. 0. Følgende elementer vurderes spesielt:

Lokale forhold

Den som planlegger og prosjekterer, bør kjenne til hvilke materialer som er lettest tilgjengelig samt tidligere praksis og eventuelle overbygningsproblemer i det aktuelle området.

Valg av alternativ

For ett og samme anlegg bør man etterstrebe mest mulig lik overbygningstype (tykkelsen kan variere). For små anlegg bør man velge overbygningstyper som er enkle å utføre.

502.

Utgangspunktet for beregning av trafikkpåkjenninger er årsdøgntrafikk, ÅDT, i tiltaksåret (ny veg: ÅDT i året vegen åpnes for trafikk), forventet trafikkvekst og en rekke andre faktorer. Om beregning av trafikkpåkjenning, se pkt. 510.2.

Dimensjonering av en vegoverbygning må baseres på flere forutsetninger som påvirker resultatet. Dette er bl.a.:

- Dybden til lukket drenering påvirker beregnet frostsikrings-tykkelse.
- Valg av materiale til frostsikringslag innvirker på kravene til forsterkningslagets tykkelse.
- Anleggstekniske forhold innvirker på tykkelsen til nedre frostsikringslag som igjen innvirker på kravene til isolasjonslagets tykkelse

I prosessen med dimensjonering av vegoverbygning må man hele tiden kontrollere at beregningsforutsetningene er riktige, evt. korrigerer for endringer.

Arbeidsgangen ved dimensjonering er nærmere beskrevet i Vedlegg 1. Her finner man også eksempler på dimensjonering.

Kvalitetskrav

For alle veger (med veg menes her også delstrekninger, G/S-veger, parkeringsplasser, busslommer m.v.) innen et prosjekt skal det kontrolleres at dimensjoneringen er i samsvar med kravene i kap. 51.

Etter at dimensjoneringen er foretatt, skal selve dimensjoneringen og forslaget til overbygningskonstruksjon på større prosjekt kontrolleres.

Ved utførelsen skal det sikres at forutsatte egenskaper for materialene oppnås.

Se også generelle krav til kvalitetssikring i kapittel 0, og spesifikke krav i kapittel 520 og 530.

502.1 Dokumentasjon av kvalitet

For dokumentasjon av utført dimensjonering skal følgende registreres (minimumsdokumentasjon):

- Dimensjoneringsforutsetningene
 - utførte grunnundersøkelser (inkl. bæreevnegruppe)
 - årsdøgntrafikk (ÅDT lette og tunge, trafikkvekst)
 - aktuelle materialer for overbygningen
- Dimensjonering for de ulike vegene
 - dimensjoneringsmetode
 - materialer og lagtykkelser
 - spesielle løsninger/forhold

Dokumentasjon av dimensjoneringsforutsetningene og dimensjoneringen skal inngå i vegprosjektets ferdigstillelsesdokumentasjon, jfr. håndbok R760 Styring av vegprosjekter (Ref. 18).

For dokumentasjon av utført kvalitet, se pkt. 520.5. For kvalitetssikring og dokumentasjon ved forsterkning, se pkt. 530.2.

51. Dimensjonering av vegoverbygning

510. Dimensjoneringsgrunnlag

510.1 Krav til overbygningen

Overbygningen skal fordele laster fra trafikken til undergrunnen slik at det ikke oppstår skadelige eller uakseptable deformasjoner. Overbygningen vil bestå av vegdekke, bærelag og forsterkningslag, evt. også isolasjonslag og frostsikringslag, samt filterlag eller fiberduk. Overbygningen skal ha tilstrekkelig bæreevne hele året. Viktige veger skal i tillegg frostsikres, det vil si at vegoverbygningens frostmotstand er tilstrekkelig til å hindre frosten i å skape problemer med ujevne telehiv når vegen bygges på telefarlig grunn.

510.2 Trafikk

En viktig parameter for bæreevnemessig dimensjonering er dimensjonerende trafikkbelastning, N . N er summen av ekvivalente 10 tonns aksler pr. felt i dimensjoneringsperioden.

Hoved-, samle- og adkomstveger skal normalt dimensjoneres for 10 tonns aksellast og 20 års dimensjoneringsperiode, jfr. Forskrift om anlegg av offentlig veg (Ref. 17).

Ved valg av konstruksjonstype og materiale i overbygningen skal det tas hensyn til trafikkmengden, det vil i første rekke si antallet tunge kjøretøy og tungtrafikkens sammensetning. For valg av slitelag vil antallet lette kjøretøy også være viktig.

ÅDT-T i åpningsåret skal benyttes som inngangsparameter for bestemmelse av trafikkgruppe, se figur 510.2. Normalverdier for andre inngangsparametere til figur 510.2 er vist i figur 510.1 (verdier som velges dersom annet ikke er bestemt). Ved et tilfredsstillende, dokumentert grunnlag for å benytte andre verdier for inngangsparametrene, kan beregningsmetoden i vedlegg 4 benyttes.

Parameter	Hovedveg	Samleveg	Adkomstveg
Andel tunge kjøretøy (%)	15	10	5
Dimensjoneringsperiode (år)	20	20	20
Trafikkvekst (%)	2	2	2
Aksellast (tonn)	10	10	10

Figur 510.1 Normalverdier for inngangsparametere til figur 510.2

Diagram for beregning av trafikkbelastning, N , er vist i figur 510.2. Tabell for dimensjonering av hoved-, samle- og adkomstveger med asfaltdekke er vist i figur 512.2.

510

Bæreevneparametrene for undergrunnen og de enkelte lagene i overbygningen, E-modul, skjærstyrke osv. kan bestemmes direkte ved måling i felt. Bæreevnen vil imidlertid variere gjennom året og fra år til år. Et dimensjoneringsystem må ta hensyn til slike variasjoner.

Bak den forenkledte formuleringen "dimensjonering for 10 t aksellast" ligger innebygde forutsetninger knyttet til bl.a. tillatt drivaksellast (11,5 t), boggi-last (19 t), ringtrykk (0,9 MPa) og et regelverk for behandling av overlast.

Trafikkbelastning N kan beregnes ved hjelp av figur 510.2 eller med likning vist i vedlegg 4.

Årsdøgntrafikk, tunge (ÅDT-T) er gjennomsnittlig antall tunge kjøretøy (tillatt totalvekt 3,5 tonn eller mer) pr. døgn og regnes i %-andel av årsdøgntrafikk, ÅDT. Man må være oppmerksom på at trafikkteilingene som regel angir årsdøgntrafikken for lange kjøretøy (kjøretøy med lengde > 5,5 meter). Man kan som regel akseptere at det settes likhetstegn mellom lange og tunge kjøretøy.

Hensikten med å uttrykke trafikkbelastningen som antall ekvivalente 10 tonns aksellaster, jfr. figur 510.2, er å fange opp ulike tilleggsfaktorer (utenom ÅDT) som påvirker den dimensjonerende belastningen, så som antall kjørefelt, tillatt aksellast, trafikkvekst og dimensjoneringsperiode.

510.2

VIKTIG: Det er årsdøgntrafikk for tunge kjøretøy (ÅDT-T) som benyttes i diagrammet. Eksempel: Dersom ÅDT (alle kjøretøy) er 1000 og andel tunge er 10 %, er ÅDT-T lik 100.

Sammenheng traf.gruppe/ÅDT

Sammenhengen mellom trafikkgruppe og ÅDT er ikke fast. Den varierer med parametrene i figur 510.2.

Eksempel: For 2-felts veg med andel tunge kjøretøy 15 % (av ÅDT), tillatt aksellast 10 tonn, 2 % årlig trafikkvekst og dimensjoneringsperiode 20 år er det følgende omtrentlige sammenheng mellom trafikkgruppe og ÅDT:

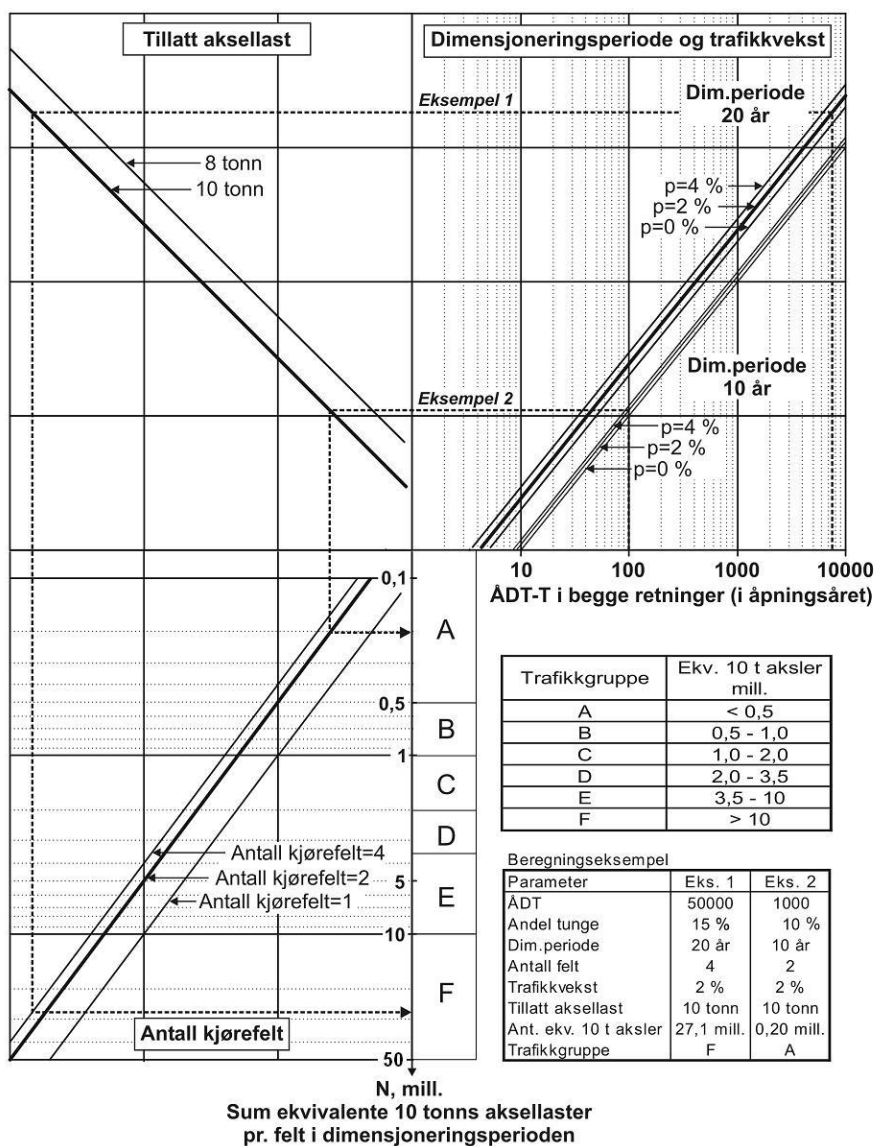
Traf.gr.	N(mill.)	ÅDT (ca.)
A	< 0,5	< 750
B	0,5-1,0	750 - 1500
C	1,0-2,0	1500 - 3000
D	2,0-3,5	3000 - 5000
E	3,5-10	5000 - 15000
F	> 10	> 15000

NB: Med andre forutsetninger om antall kjørefelt, andel tunge kjøretøy, tillatt aksellast, trafikkvekst og dimensjoneringsperiode kan sammenhengen bli helt annerledes.

N

DIAGRAM FOR BEREGNING AV TRAFIKKBELASTNING, N

(sum ekvivalente 10 tons aksler pr. felt i dimensjoneringsperioden)



Figur 510.2 Beregning av trafikkbelastning, N

510.3 Undergrunn

Materialklassifisering

Undergrunnen er inndelt i 7 bæreevnegrupper som vist i figur 510.3. Bæreevnegruppene er knyttet til materialenes bæreevne og telefarlighet.

Vegen skal deles inn i parseller med noenlunde ensartede forhold. Det skal ikke brukes så fin inndeling at en rasjonell arbeidsdrift blir hindret. Ved inndeling i parseller med ensartet dimensjonering skal man ta hensyn til variasjoner i grunnens fasthet, styrke og telefarlighet, vegens geometri i forhold til omkringliggende terreng, dreneringsforhold og annet som innvirker på dimensjonering av vegoverbygningen.

Dersom andelen av materiale mindre enn 0,063 mm er større enn 7 %, regnet i forhold til andel mindre enn 22,4 mm, betegnes materialet som vannømfintlig.

Telefarlighetsklassifisering				
Telefarlighetsgruppe		Av materiale < 22,4 mm		
		Masse-%		
		< 2 µm	< 20 µm	< 200 µm
Ikke telefarlig	T1		< 3	
Litt telefarlig	T2		3 - 12	
Middels telefarlig	T3	¹⁾	> 12	< 50
Meget telefarlig	T4	< 40	> 12	> 50
Bæreevneklassifisering				
Undergrunn		Bæreevnegruppe		
Fjellskjæring, steinfylling,	T1	1		
Grus, Cu ≥ 15,	T1	2		
Grus, Cu < 15,	T1	3		
Fjellskjæring, steinfylling,	T2	3		
Sand, Cu ≥ 15,	T1	3		
Sand, Cu < 15,	T1	4		
Grus, sand, morene,	T2	4		
Grus, sand, morene,	T3	5		
Leire, silt, morene	T4	6		
Myr ²⁾		7		
Andre materialer				
Lettklinker, skumglass		4		
Ekstrudert polystyren (XPS)		4		
Ekspandert polystyren (EPS-blokker)		6		

1) Også jordarter med mer enn 40 % < 2 µm regnes som middels telefarlig T3.

2) Bæreevnegruppe 7 Myr inngår ikke i de forskjellige dimensjoneringstabellene og må behandles spesielt. Ofte vil tiltak bestå i forsterkning av grunnen, se kap 2.

Figur 510.3 Inndeling av undergrunnen i telefarlighets- og bæreevnegrupper

510.3

Begrepene vannømfintlighet og telefarlighet brukes en del om hverandre, ofte litt feilaktig. Begge begrepene knyttes til kornfordelingen for den andelen av materialet som er mindre enn 22,4 mm.

Et ikke vannømfintlig materiale har mindre enn 7% materiale mindre enn 0,063 mm, mens et ikke telefarlig materiale har mindre enn 3% materiale mindre enn 0,020 mm.

Det er ikke alltid slik at et ikke vannømfintlig materiale også er ikke telefarlig.

510.3

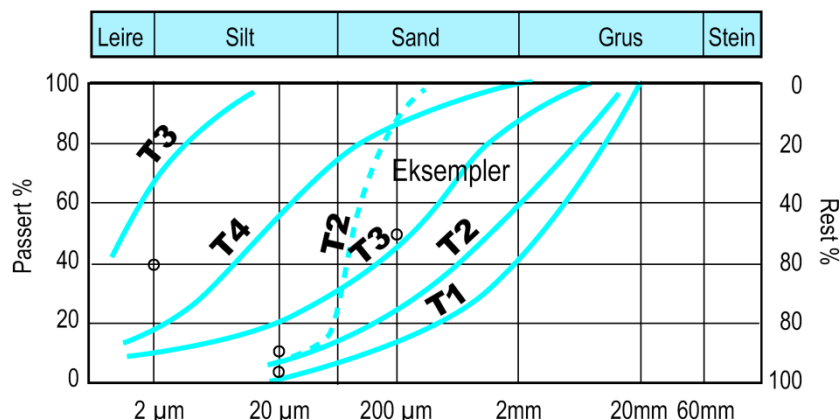
Nødvendig minimumstykking av overbygningen i anleggsfasen er avhengig av undergrunnens skjærfasthet, sensitivitet, anleggsmetode og utstyr. Ved bløt, sensitiv leire kan minimumstykkingen f.eks. reduseres noe ved uttrauing med gravemaskin i stedet for bruk av doser som gir mer omrørte masser i trauet.

På undergrunn av blandingsjordarter av silt/finsand kan det også være tilsvarende bæreevneproblem i anleggsfasen som på bløt leire. Problemet er her knyttet til oppbløting og tilgang på vann. Ekstra dreneringstiltak kan være aktuelt, men ofte vil en økning av forsterkningslagstykkingen være den beste løsningen. Planum vil vanligvis kunne etableres i leire med skjærfasthet $c_u > 20$ kPa og med sensitivitet mindre enn 5, forutsatt bruk av lett/egnet anleggsutstyr.

510.3

Grunnundersøkelser som en del av grunnlaget for geotekniske analyser og beregninger vil normalt kreve et større antall prøver. Så langt det er praktisk mulig, kan disse også inngå i grunnlaget for dimensjonering. Prøveserien bør gå ned til minimum 3 meters dybde under planlagt topp veg. Prøvetaking bør koordineres med ansvarlig geotekniker og utføres fortrinnsvis samtidig med ordinære geotekniske grunnundersøkelser.

For vurdering av behov for frostsikring, se pkt. 511.1 og 513.2, kan det være aktuelt å øke antall prøver, og/eller foreta spesiell kartlegging av områder med fare for stort eller ujevnt telehiv, for eksempel ved bløte partier, vannførende lag etc.



Figur 510.4 Eksempler på telefarlighetsklassifisering

Grunnundersøkelser

Grunnforholdene skal kartlegges ved prøvetaking og klassifisering av jordartene i veglinjen. Nødvendig behov for grunnundersøkelser, som grunnlag for dimensjonering av overbygningen, skal kartlegges med metodikken vist i figur 510.5.

Innenfor områder med behov for grunnundersøkelser skal minimum omfang være som vist i figur 510.6. I tillegg skal det minimum være 1 prøvetakingsprofil pr. homogen seksjon. Prøveomfanget er under forutsetning av at kvartærgeologiske forhold og terreng tilsier homogene grunnforhold. Kartlegging med tanke på behov for frostsikring skal inngå i undersøkelsen og omfatte en vurdering av grunnens telefarlighet se kap. 511.

	Grunnforhold: Sannsynlig T3-T4 materialer		Grunnforhold ¹⁾ : Sannsynlig T1-T2 materialer
Grunnforhold fra kvartærgeologisk kart	- Tykk morene - Randmorene - Elveavsetning - Breelv- og bresjø-/innsjøavsetning - Hav- og fjordavsetning, strandavsetning, tykt dekke - Marin strandavsetning - (Vindavsetning og fyllmasse – vurderes spesielt)		- Tynn morene ²⁾ - Hav- og fjordavsetning, strandavsetning, tynt dekke ²⁾ - Skred- og forvitningsmateriale - Tynt humus/torvdekke - Bart fjell - (Torv/myr - vurderes normalt av geotekniker)
Veglinje i fylling	Fyllingshøyde > Frostdybde	Fyllingshøyde < Frostdybde	Trenger ikke grunnundersøkes
	Trenger ikke grunnundersøkes	Skal grunnundersøkes	
Veglinje i skjæring	Skal grunnundersøkes		Begrenset grunnundersøkelse for å fastslå området med T1-T2

- 1) Hvis veglinjen går i grensen mellom grunnforhold T3-T4 og T1-T2 skal området klassifiseres som T3-T4 pga. kartenes unøyaktighet (+/- 50m på et 1:50 000 kart)
- 2) Forutsetningen for å ikke utføre grunnundersøkelser er at det skal beskrives rensk til fast fjell innenfor disse områdene

Figur 510.5 Behov for grunnundersøkelser for dimensjonering av overbygning

Vegtype	Antall profiler pr. km hvor det tas prøver
Hovedveger ÅDT > 1500	8
Hovedveger ÅDT ≤ 1500 Samleveger og atkomstveger	4 ¹⁾

1) Det bør fokuseres på områder der spesielle problemer knyttet til bæreevne og/eller ujevne telehiv er ventet. For eksempel overganger mellom fylling/skjæring og undergrunn med ulik telefarlighet (fra kvartærgeologisk kart), fundamentering på bløt undergrunn eller erfaringer med eksisterende veg som tilsier problemer.

Figur 510.6 Minste antall prøver for bestemmelse av bæreevnegruppen innenfor området med behov for grunnundersøkelser iht. figur 510.5.

510.4 Materialer til vegoverbygning

510.41 Bruksområder

Figurene 510.7, 510.8 og 624.2 viser bruksområder for de mest aktuelle materialer til bærelag, forsterkningslag og vegdekke.

Til bærelag bør det benyttes stabiliserte materialer eller åpne pukkbærelag. Bruk av knust grus bør begrenses, som vist i figur 510.7.

Bærelagstype	Øvre bærelag						Nedre bærelag					
	Trafikkgruppe ¹⁾						Trafikkgruppe ¹⁾					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Knust grus ²⁾	Gk	2)										
Knust fjell	Fk											
Asfaltert grus	Ag											
Asfaltert pukk	Ap											
Penetrert pukk	Pp											
Gjenbruksasfalt ³⁾	Gja											
Knust asfalt	Ak											

1) Nedre grense er økonomisk betinget. Øvre grense er satt av funksjonsmessige årsaker.

2) Knust grus brukes ikke på riksveg eller som øvre bærelag på veier med $N > 0,2$ mill.

3) Bruken av Gja bør vurderes i hvert enkelt tilfelle, se pkt 512.6.

Figur 510.7 Bruksområder for materialer i bærelag

	Trafikkgruppe					
	A	B	C	D	E	F
Grus G						
Pukk, kult P, K						
Gjenbruksbetong Gjb						

Figur 510.8 Bruksområder for materialer i forsterkningslag

510.42

Lastfordelingskoeffisienter er også omtalt i pkt. 512.2.

510.42 Lastfordelingskoeffisienter for ulike materialer

Figur 510.9 gir en oversikt over lastfordelingskoeffisienter som ligger til grunn for den bæreevnemessige dimensjonering av vegoverbygning. En mer komplett tabell, som inkluderer materialer i en eksisterende vegoverbygning med behov for forsterkning, er gjengitt i vedlegg 4.

a	Material- betegn- elser	Bindemiddel Kvalitet vegbitumen Kvalitet myk bitumen	Lastfordelings- koeffisient, normalverdi	Vannømfintlig materiale
				7-15 % < 63 µm
Vegdekker				
Varmblandet asfalt unntatt drensasfalt	Sta, Top, Ab, Agb, Ska	Vegbitumen 35/50 50/70-160/220 ≥ 250/300	3,5 <u>3,0</u> 2,5	
Drensasfalt	Da	Vegbitumen, PMB	2,0	
Mykasfalt	Ma	Myk bitumen V≥6000 V<6000	<u>1,5</u> 1,25	
Emulsjonsgrus, tett	Egt	Vegbitumen Myk bitumen V≥6000 V<6000	2,0 <u>1,5</u> 1,25	
Asfaltskumgrus	Asg	Vegbitumen Myk bitumen V≥6000 V<6000	1,75 <u>1,5</u> 1,25	
Enkel/dobbel overflatebehandling	Eo/Do	Vegbitumen Myk bitumen	1,5 <u>1,25</u>	
Enkel/dobbel overflatebehandling med grus	Eog/Dog	Myk bitumen V≥6000 V<6000	<u>1,5</u> 1,25	
Gjenbruksasfalt, kaldprodusert	Gja	Vegbitumen Myk bitumen	<u>1,75</u> 1,5	
Bærelag				
Asfaltert grus	Ag	Vegbitumen 50/70-160/220 ≥ 250/300	<u>3,0</u> 2,75	
Asfaltert pukkk	Ap	Vegbitumen	2,0	
Penetrert pukkk	Pp	Vegbitumen,	1,5	
Gjenbruksasfalt, kaldprodusert	Gja	Vegbitumen Myk bitumen	<u>1,75</u> 1,5	
Gjenbruksbetong	Gjb I		1,25	
Forkilt pukkk	Fp		1,25	
Knust fjell	Fk		1,35	
Knust asfalt	Ak		1,35	
Knust grus	Gk		1,25	
Forsterkningslag				
Grus, Cu ≥ 15			1,0	
Pukkk, kult			1,1	
Knust asfalt	Ak		1,1	
Gjenbruksbetong	Gjb I Gjb II		1,0 0,9	
Isolasjonslag				
Skumglass			0,9	
Lettklinker			0,9	
Frostsikringslag				
Pukkk, kult			1,0	0,75
Sand, grus, Cu ≥ 15			1,0	0,75
Sand, grus, Cu < 15			0,75	0,5

510.42

Graderingstallet Cu er definert som forholdet mellom kornstørrelsene ved 60% og 10% gjennomgang i en kornkurve.

Figur 510.9 Lastfordelingskoeffisienter, a

For noen av materialene i figur 510.9 er det gitt forskjellige lastfordelingskoeffisienter avhengig av bindemiddeltype. Understrekede verdier anbefales benyttet dersom bindemiddeltype ikke er valgt. Dette er da en del av dimensjoneringsforutsetningene. Dersom man på et seinere stadium i planleggingen velger å benytte et annet bindemiddel, må dimensjoneringen kontrolleres og evt. justeres.

510.5 Klimatiske forhold

Dimensjonering av frostsikring i vegoverbygning baseres på de stedlige forhold med hensyn til årsmiddeltemperatur og frostmengde.

Dimensjonerende frostmengde er F_{10} eller F_{100} avhengig av vegens klassifisering, se kap 511.

Kommunetabeller for årsmiddeltemperatur og frostmengder er gitt i Vedlegg 2.

510.6 Andre dimensjoneringsmessige vurderinger

Dimensjonering av veg på særlig svak undergrunn

Forsterkningslagstykkelser med pluss foran er knyttet til anleggstekniske forhold, se figur 512.2. Dersom en benytter ordinært anleggsutstyr skal en bruke totale forsterkningslagstykkelser, dvs. summen av de to tallene. Ved bruk av lett anleggsutstyr kan en velge forsterkningslagstykkelser tilsvarende det en har foran plusstegnet, se figur 512.2.

På særlig svak undergrunn er det aktuelt:

- å øke tykkelsen av frostsikringslaget eller forsterkningslaget
- å forsterke undergrunnen ved grunnforsterkning for å kunne utføre byggearbeidene med tilfredsstillende kvalitet. Valg av tiltak vil være avhengig av det anleggsutstyr som benyttes og av stedlige og klimatiske forhold. Kap 23 *Grunnforsterkning* har omtale av en rekke aktuelle tiltak.
- ev. utføre andre tiltak som sikrer bæreevnen under anleggsperioden, se f.eks. kap. 235.

For leire med sensitivitet $St > 8$, bør minimumstykkelsen for anleggsfasen økes med 10-20 cm i forhold til det figur 512.2 viser.

Armering kan benyttes, som et geoteknisk tiltak, for å bedre bæreevnen for svak undergrunn og for å oppnå framkommelighet for anleggsmaskiner i anleggsfasen, se kap. 525.

Grunnforsterkning ved bruk av lokale materialer

I veglinja vil en ofte ha lokale materialer som ikke holder krav til overbygningmaterialer. Disse materialene kan med fordel benyttes til grunnforsterkning. Dette betyr at de lokale materialene legges ut i en spesifisert tykkelse på eksisterende grunn og at vegoverbygningen dimensjoneres for

510.5

F_{10} er den frostmengde som statistisk sett overskrides 1 gang i løpet av en 10-års periode. F_{100} er den frostmengde som statistisk sett overskrides en gang i løpet av en 100-års periode.

Sol-, vind-, nedbørsforhold er ikke en del av inngangsdataene ved dimensjonering av vegoverbygning. Slike forhold må ivaretas gjennom valg av materialer i vegfundament og dekke.

510.6

Krav til tykkelse på forsterkningslag reduseres ikke ved bruk av armering. Armeringen betraktes som et hjelpemiddel i anleggsfasen, men ikke som en permanent "del" av forsterkningslaget.

Grunnforsterkning med bruk av lokale materialer kan ha følgende fordeler:

- god utnyttelse av lokale materialer i veglinja
- reduserte overbygningstykkelser
- mer homogene og ensartede grunnforhold

Det er viktig at lokale materialforekomster kartlegges med tanke på å utnytte disse til grunnforsterkning.

510.6

Vedr. figur 510.10:

Grus og sand av telefarlighetsgrad T2 må eksempelvis legges ut i 40 cm på en undergrunn av leire med $c_u \geq 37,5$ kPa for at grunnforsterkingen skal kunne betraktes som ny undergrunn. Overbygningen dimensjoneres da for bæreevne-gruppe 4.

grunnforhold tilsvarende bæreevnegruppen for materialene til grunnforsterking. Dette er spesielt aktuelt der en har dårlige grunnforhold med silt og leire og lokale materialforekomster som tunnelstein, grus, sand av telefarlighetsklasse T2 eller T3. For å betraktes som dimensjonerende undergrunn skal tykkelsen av de lokale materialene være som vist i figur 510.10.

Undergrunn	Tykkelse utskiftningsmasse, cm		
	Grus $c_u < 15$ T1 Sand $c_u \geq 15$ T1 Sprengt stein, Steinfylling T2 (3)	Sand $c_u < 15$ T1 Grus, sand, morene T2 (4)	Grus, sand, morene T3 (5)
$c_u \geq 37,5$ kPa	40	40	40
$25 \text{ kPa} \leq c_u < 37,5$ kPa	60	50	40
$c_u < 25$ kPa	90	80	70

() Tall i parentes refererer til bæreevnegruppe

Figur 510.10 Nødvendig tykkelse (cm) av grunnforsterkningslaget for å kunne betrakte dette som undergrunn ved dimensjonering av overbygning

I figur 510.10 er det kun bæreevnemessige hensyn som ligger til grunn for nødvendig tykkelse av utskiftningsmassene. Det må i tillegg sjekkes at dybden til telefarlige masser i grunnen blir stor nok til å unngå fare for telehiv.

Bruk av fast overbygningstykkelse

Tykkelsen på vegoverbygningen avhenger både av trafikkbelastningen og undergrunnen. Hyppige endringer i planumshøyden på grunn av variasjoner i undergrunnstype kan være en anleggsteknisk ulempe, og det kan da vurderes om planum bør holdes konstant gjennom hele prosjektet uavhengig av undergrunnsvariasjoner.

Vegskuldre

På vegskuldre bør lagtykkelser og materialer i vegfundamentet være det samme som i kjørebanelen.

Grøfter/drenering

Dimensjoneringssystemet forutsetter at vegen har gode drenerings- og avrenningsforhold. Bruk av permeable og godt drenerende materialer i overbygningen bidrar til en sikrere drenering. Det kan velges mellom åpen og lukket grøfteløsning. For nærmere beskrivelse, jfr. kap. 4.

Dreneringens plasseringen i forhold til lagene i overbygningen innvirker på dimensjonering mot frost, se bl.a. pkt 511.3.

Anleggstekniske forhold

Figur 511.6 angir krav til tykkelsen til nedre frostsikringslag ut fra anleggstekniske forhold. Spesielt når materialene i grunnen består av leire med liten skjærfasthet er det vanskelig å få lagt ut det første laget i vegoverbygningen slik at planum beholder sin jevnhet og lagtykkelsene er i samsvar med hva som er beskrevet. Også seinere anleggstrafikk kan være ugunstig for planums jevnhet. kravene i figur 511.6 er derfor generelle og gjelder ikke bare for nedre frostsikringslag ved isolasjon men lettklinker og skumglass.

511. Frostsikring

511.1 Behov for frostsikring

Kravene til frostsikring som er angitt i figur 511.1, gjelder for steder hvor materialer i grunnen er i telefarlighetsklasse T3 eller T4.

For veger med ÅDT mindre enn 1500 skal behov for frostsikring vurderes på strekninger der problemer knyttet til ujevne telehiv kan forventes.

ÅDT	Ant. kjørefelt	Telefarlighetsklasse	Frostsikring	
			Dim. frostmengde	Maks ¹⁾ tykkelse overbygning
> 8000	4 eller flere	T3, T4	F ₁₀₀	2,4 m
> 8000	< 4	T3, T4	F ₁₀	2,4 m
1501 - 8 000		T3, T4	F ₁₀	1,8 m
≤ 1500		T3, T4	Tiltak for å unngå ujevnt telehiv skal vurderes ²⁾	1,8 m

- 1) Begrepet «maks» betyr i denne sammenheng at den angitte tykkelse normalt er tilstrekkelig til å unngå uakseptable telehiv selv om frostdybden er større.
- 2) Tiltak for å unngå ujevnt telehiv skal baseres på frostmengden F10.

Figur 511.1 Dimensjonerende frostmengde og maksimum tykkelse av overbygning.

Behovet for frostsikring skal vurderes ved planlegging av grunnundersøkelser, og skal inngå i grunnlaget for inndeling i homogene seksjoner se pkt. 510.3.

Overgangen mellom frostsikret og ikke frostsikret veg skal utkiles. Se pkt. 512.7.

511.2 Valg av frostsikringsmetode

Valg av frostsikringsmetode bør baseres på en vurdering av flere alternativer og bestemmes ut fra hvilken metode som gir den beste løsning med hensyn til kostnader, gjennomføring av arbeidene, samt forventet fremtidig vedlikehold av vegen.

Forutsatt noenlunde like kostnader for de forskjellige alternativer, bør valg av frostsikringsmetode/materiale gjøres etter følgende prioritering:

1. Sand- og grusmaterialer
2. Knust fjell
3. Lettklinker eller skumglass (granulære frostsikringsmaterialer)
4. Isolasjonsplater av ekstrudert polystyren (XPS)

511.1

Dimensjonering på grunnlag av figur 512.2 sikrer bæreevnen, men hindrer ikke nødvendigvis frosten å trenge ned i grunnen. I dette punktet settes krav til type og tykkelse av materialer for å redusere frostnedtrengningen i grunnen.

Arbeidsgangen ved dimensjonering er nærmere beskrevet i Vedlegg 1. Her finner man også eksempler på dimensjonering.

Om frostsikring av veg med betongdekke, se også kap. 513.2.

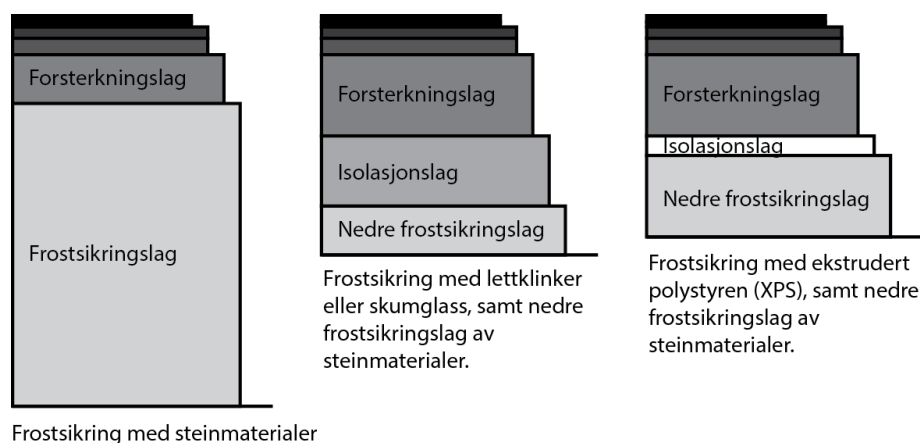
Når graden av forventede, ujevne telehiv skal bedømmes, er det ikke bare variasjon i materialer i grunnen som må vurderes, men også i hvilken grad det finnes bløte eller vannførende lag i området.

Grunnundersøkelsene (se pkt. 510.3) vil alltid danne grunnlaget for vurderingen, men i tillegg vil det kunne ligge mye informasjon i det en erfaren planlegger/geo-tekniker kan lese ut av terrenget.

511.2

Ved spesielt åpne steinmaterialer kan frosten gå dypt. Det er aktuelt å ta hensyn til dette ved dimensjoneringen.

Vurdering av isingsforhold kan tilsi at en begrenser bruken av isolasjonsmaterialer.



Figur 511.2 Overbygning ved ulike frostsikringsløsninger

511.3 Frostsikring med steinmaterialer

Bruk av sand, grus eller knust fjell som frostsikring vil normalt forutsette at det finnes materialer i veglinjen eller i nærheten av veglinjen, på grunn av transportkostnadene.

Frostmessig dimensjonering ved bruk av sand, grus eller knust fjell baseres på figur 511.4 og 511.5. Med drenert tilstand menes i denne sammenheng at frostsikringslaget ligger høyere enn dreneringen (sidegrøftens dybde ved åpen drenering, drensledningens dybde ved lukket drenering). Med udrenert tilstand menes at frostsikringslaget ligger lavere enn dreneringen.

Frostmessig dimensjonering basert på figur 511.4 og 511.5 forutsetter at man først har gjort en overslagsmessig dimensjonering av dekke, bærelag og forsterkningslag ut fra reglene i figur 512.2 basert på dimensjonerende trafikkmenge og valgt materiale i frostsikringslaget. Tykkelsen på frostsikringslaget skal settes lik differansen mellom total overbygningstykkelser og summen av tykkelsene på dekke, bærelag og forsterkningslag.

Figur 511.3 angir minste tykkelse på frostsikringslaget ut fra anleggstekniske forhold. Gjennom særlige anleggstekniske tiltak, f.eks. ved bruk av lett anleggsutstyr og skånsomme arbeidsprosedyrer, evt. bruk av armering, kan tykkelsene reduseres.

Materialtype i grunnen	Nødvendig tykkelse, cm
Grus, sand, morene, T3	30
Silt, leire, T4, $c_u \geq 50$ kPa	50
Silt, leire, T4, $c_u 37,5-50$ kPa	60
Silt, leire, T4, $c_u 25-37,5$ kPa	80
Silt, leire, T4, $c_u < 25$ kPa ¹⁾	110

1) For undergrunn av leire med $c_u < 20$ kPa skal sikkerhet mot grunnbrudd vurderes spesielt

Figur 511.3 Nødvendig tykkelse på nederste lag mot undergrunnen ut fra anleggstekniske forhold

511.3

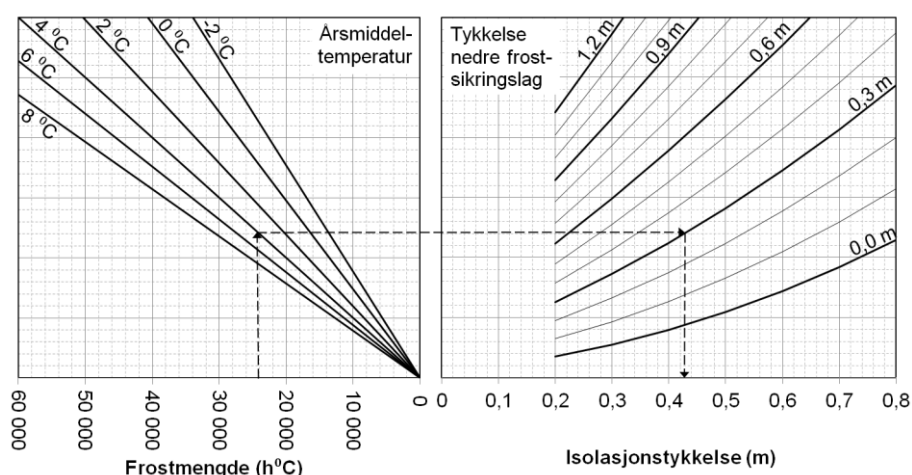
Total overbygningstykkelser bestemmes ut fra figur 511.4 og 511.5, men begrenses av maks.-tykkelser gitt i figur 511.1.

511.4 Frostsikring med lettklinker og skumglass

Frostsikring med lettklinker eller skumglass skal bestå av et øvre isolasjonslag av lettklinker eller skumglass og et nedre frostsikringslag av sand, grus eller knust fjell.

Bruk av lettklinker eller skumglass som frostsikring er særlig aktuelt når det ikke finnes steinmaterialer i veglinjen som kan benyttes til dette. Det er også aktuelt i skjæringer fordi det kan redusere behovet for utgraving ved at tykkelsen på overbygningen kan reduseres. Metoden krever visse anleggstekniske tilpasninger for at materialet ikke skal knuses ned unødvendig i anleggsperioden.

Frostmessig dimensjonering med lettklinker eller skumglass omfatter bestemmelse av isolasjonslag og nedre frostsikringslag, se figur 511.6.



Figur 511.6 Frostmessig dimensjonering med lettklinker eller skumglass

Frostmessig dimensjonering baseres på årsmiddeltemperaturer og dimensjonerende frostmengde gitt i Vedlegg 2.

Minstetykkelsen for isolasjonslaget av lettklinker eller skumglass er 20 cm. Det granulære laget over isolasjonslaget skal være minimum 50 cm tykt for å redusere risiko for differensiell ising.

Bæreevnemessig dimensjonering av overbygningen, se kap. 512. Ved dimensjonering av forsterkningslag skal man betrakte isolasjonslaget som undergrunn. I tillegg skal det kontrolleres at overbygningen har tilstrekkelig bæreevne, i forhold til bæreevnegruppen til materialet i grunnen. Også anleggsperioden og eventuell anleggstrafikk kan innvirke på kravene til materialtykkelsen over isolasjonsmaterialene.

Figur 511.3 angir minste tykkelse på nedre frostsikringslag ut fra anleggstekniske forhold. Gjennom særlige anleggstekniske tiltak, f.eks. ved bruk av lett anleggsutstyr og skånsomme arbeidsprosedyrer, evt. bruk av armering, kan tykkelsene reduseres.

Tykkelsen på nedre frostsikringslag skal minst være 30 cm.

511.4

Eksempel:

Frostmengde 24 000 h°C og årsmiddel 4 °C gir en tykkelse på isolasjonslaget med skumglass lik 0,43 m forutsatt et nedre frostsikringslag med tykkelse 0,30 m

511.4

Bruk av isolasjonsmaterialer kan øke isingsfaren på vegoverflaten om høsten. Isingstendensen vil minske med økende overbygningstykkelse og med minkende isolasjonstykkelse, men særlig er fuktinnholdet i materialet over platen avgjørende. Det er derfor en fordel, rent isingsmessig, å benytte materialer med et finstoffinnhold som ligger nær opp mot det tillatte.

511.5 Frostsikring med isolasjonsplater (ekstrudert polystyren)

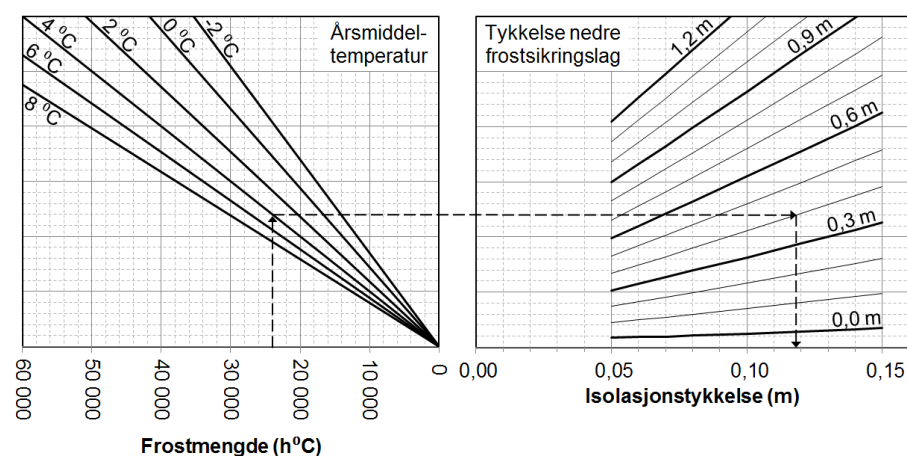
Bruk av isolasjonsplater som frostsikring er særlig aktuelt når det ikke finnes materialer i veglinjen som kan benyttes til dette. Metoden krever at spesielle hensyn tas for ikke å overbelaste platene i anleggsperioden og for at platene ikke skal forskyves før/når overliggende materiallag legges ut.

Bruk av andre isolasjonsplater enn ekstrudert polystyren (XPS), skal begrunnes særskilt, se pkt. 524.2.

Isolasjonsmaterialet skal plasseres under forsterkningslaget med et avrettingslag/ nedre frostsikringslag under isolasjonslaget. Det granulære laget på oversiden av platene skal være minimum 50 cm tykt. Krav til materialer og utførelse, se pkt. 524.2.

Veger som frostsikres med isolasjonsmaterialer, kan i større grad utsettes for ising enn når en bruker sand, grus eller steinmaterialer til frostsikring. Faren for ising skal være vurdert før isolasjonsmaterialer benyttes. Isolerte strekninger bør ikke avsluttes i eller nær kurver.

Frostmessig dimensjonering ved bruk av isolasjonsplater (ekstrudert polystyren) fremgår av figur 511.7.



Figur 511.7 Frostmessig dimensjonering med XPS

Frostmessig dimensjonering baseres på årsmiddeltemperaturer og dimensjonerende frostmengde gitt i Vedlegg 2.

Minstetykkelsen for isolasjonslaget av XPS er 5 cm.

Bæreevnemessig dimensjonering av overbygningen ved bruk av isolasjonsplater, se kap. 512. Ved dimensjonering av forsterkningslag skal man betrakte isolasjonslaget som undergrunn. I tillegg skal det kontrolleres at overbygningen har tilstrekkelig bæreevne i forhold til bæreevnegruppen til materialet i grunnen.

Figur 511.3 angir minste tykkelse på nedre frostsikringslag ut fra anleggstekniske forhold. Gjennom særlige anleggstekniske tiltak, f.eks. ved

511.5

Eksempel:

Frostmengde 24 000 h°C og årsmiddel 4 °C gir en tykkelse på isolasjonslaget med XPS lik 120 mm forutsatt et nedre frostsikringslag med tykkelse 0,40 m

bruk av lett anleggsutstyr, armering og/eller skånsomme arbeidsprosedyrer, kan tykkelsene reduseres.

Tykkelsen på nedre frostsikringslag skal minst være 30 cm.

512. Bæreevnmessig dimensjonering, veg med bituminøst dekke

512.1 Generelt

Valg av dekke gjøres ut fra ÅDT, mens bærelag og forsterkningslag bestemmes ut fra trafikkgruppe (sum ekvivalente 10 tonns aksler pr. felt i dimensjoneringsperioden), se figur 512.1 og 512.2.

512.2 Lastfordelingskoeffisienter, generelt

Materialene i overbygningen er tillagt lastfordelingskoeffisienter etter deres relative lastfordelende evne. Forsterkningslagsgrus med lastfordelingskoeffisient $a = 1,0$ er valgt som enhetsmaterial.

Dimensjoneringstabellen i figur 512.2 er basert på lastfordelingskoeffisienter som vist i figur 510.9, men med praktiske tillempninger. Se også figur V4.3 i vedlegg 4.

Understreket verdi angir standardverdi som skal benyttes når bindemiddelkvaliteten ikke er valgt, evt. at indirekte strekkstyrke ikke er bestemt for emulsjonsgrus, skumgrus og bitumenstabilisert grus.

For enkelte asfalterte materialer er det oppgitt flere verdier for lastfordelingskoeffisient avhengig av bindemiddeltipe. Valg av bindemiddeltipe skal skje i henhold til kap 6, se også vedlegg 10.

Emulsjonsgrus, skumgrus, kaldprodusert gjenbruksasfalt og bitumenstabilisert grus skal gis lastfordelingskoeffisient etter oppnådde verdier for indirekte strekkstyrke eller E-modul ved laboratorieforsøk. Lastfordelingskoeffisienten for kalde bitumenstabiliserte masser tilsatt sement skal vurderes særskilt, fordi slike masser kan over tid få reduserte lastfordelende egenskaper.

512.3 Dekke

Dekke (slitelag og bindlag) velges på grunnlag av ÅDT i åpningsåret. Figur 512.1 angir asfalttykkelser i cm for typiske dekkeløsninger. ÅDT-grenser gjelder både for spredt, middels og tett bebyggelse. Med hensyn til valg av dekketyper, se pkt 624.1.

Myke slitelag, som f.eks. Ma, er kun aktuelt når ÅDT < 3000 og øvre bærelag består av ubundne materialer. Minimum tykkelse er 4 cm.

Stive slitelagstyper (som Agb, Ab og Ska) krever en samlet tykkelse for de bituminøse lagene på minst 6 cm, og de bituminøse massene skal legges i minst to lag. Dersom øvre bærelag består av bituminøst materiale, skal alltid

512

Arbeidsgangen ved dimensjonering er nærmere beskrevet i Vedlegg 1. Her finner man også eksempler på dimensjonering.

Dimensjonering for å sikre tilstrekkelig bæreevne er basert på indeksmetoden. Ved denne metoden er det for en vegoverbygning satt krav til en Bærelagsindeks, B_i , og til en styrkeindeks, S_i .

Indeksverdiene er lik summen av produktet av de enkelte lags tykkelse (cm) og lastfordelingskoeffisienten til materialet i laget, som vist i uttrykket nedenfor.

$$= \sum_{i=1}^n a_i \cdot h_i$$

hvor a_i er lastfordelingskoeffisienten til lag i , og h_i er tykkelsen av lag i .

Bærelagsindeksen settes lik summen av indeksverdier for alle lag ned til det øverste laget som har en lastfordelingskoeffisient mindre enn 1,25.

512.2

Lastfordelingskoeffisienten gir bare uttrykk for lastfordelende evne. Andre materialeegenskaper som stabilitet, slitestyrke, drenerende egenskaper, overflatestruktur osv. er også viktige faktorer som må tas hensyn til ved valg av materialer.

Bruk av for stivt bindemiddel i vegdekker på mykt underlag kan medføre rask oppsprekking og nedbrytning.

512.3

Omregning av materialforbruk fra cm til kg/m^2 :
1 cm tilsvarer ca. 25 kg/m^2 .

For valg av slitelag og bindlag, se pkt 624.1

stive asfalttyper velges i bind- og slitelag. For $\text{ÅDT} < 3000$ kan bindlaget erstattes av økt tykkelse på øvre bærelag. Tykkelsen på øvre bærelag skal da økes tilsvarende bindlagets tykkelse.

D	DEKKE (SLITELAG OG BINDLAG) AV BITUMINØSE MASSER (lagtykkelser i cm)			
	ÅDT (i åpningsåret)			
Dekketype	0 - 1500	1500 - 3000	3000 - 5000	> 5000
Myke dekketyper	4,0	4,0		
Stive dekketyper	3,0 over 3,0	3,5 over 3,0	4,0 over 3,0	4,5 over 3,5

Figur 512.1 Valg av dekkeløsninger (slitelag og bindlag), lagtykkelser i cm

512.4 Bærelag

Figur 512.2 viser anbefalte materialer og korresponderende lagtykkelser for bærelag. Ved bruk av andre materialer skal alternative lagtykkelser beregnes på grunnlag av indeksskrav og lastfordelingskoeffisienten for materialet, se figur 512.1 og 512.2.

Dimensjoneringstabellen i figur 512.2 viser krav til bærelagsindeks (BI_k). Indeksverdien for et ev. øvre bærelag bør utgjøre minimum 50 % av hele bærelagets indeksverdi.

512.5 Forsterkningslag

Generelt

Tykkelsen på forsterkningslaget bestemmes ut fra trafikkgruppe og grunnens bæreevne uttrykt ved bæreevnegrupper, se figur 510.3 og 512.2. Tykkelsen på forsterkningslaget i figur 512.2 er basert på materialer med lastfordelingskoeffisient $a = 1,0$. Ved bruk av materialer med annen lastfordelende evne, se figur 510.9, skal tykkelsen endres tilsvarende (tykkelse = tabellverdi dividert med lastfordelingskoeffisient).

For fylkesveger kan forsterkningslagstykkelsen reduseres med 10 cm i forhold til tabellverdiene i figur 512.2.

Forsterkningslag på lette materialer, isolasjonsmaterialer m.v.

For lett fylling av ekspandert polystyren (EPS) forutsettes bæreevnegruppe 6 ved dimensjonering av overbygningen, se også kap. 234 og figur 510.3. Betongplate vil vanligvis bli benyttet direkte på fyllingen, for platen brukes da en lastfordelingskoeffisient på 3,0.

På et isolasjonslag av lettklinker eller skumglass skal forsterkningslagets tykkelse minst tilsvare den som er angitt for bæreevnegruppe 4. Ut fra anleggstekniske forhold kan det være aktuelt å øke kravene til forsterkningslagets tykkelse ut over det som er angitt i figur 512.2.

512.4

Det presiseres at en verifisering av at kravene til bærelagsindeks er oppfylt, er en del av dimensjoneringsprosessen. Se også vedlegg 1 og vedlegg 4.

512.5

Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref. 12) har krav til utførelse av lette fyllinger med EPS, skumglass og lettklinker

<h1>H/S/A</h1>		DIMENSJONERINGSTABELL FOR HOVED-, SAMLE- OG ADKOMSTVEGER (lagtykkelser i cm)					
		TRAFIKKGRUPPE (Antall ekvivalente 10 t aksler pr. felt i dimensjoneringsperioden, N, mill.) Beregning av trafikkgruppe, se pkt 510.2					
		A (< 0,5)	B (0,5 - 1)	C (1 - 2)	D (2 - 3,5)	E (3,5 - 10)	F (> 10)
DEKKE		Dekketype og tykkelse velges på grunnlag av ÅDT i åpningsåret, se pkt. 512.3 / figur 512.1					
BÆRELAG		Tykkelse (cm), bærelag					
Anbefalte materialer:		9	10	11	12	13	14
Ag		5 over 6	6 over 7	6 over 8	7 over 8	7 over 9	7 over 10
Ag over Ap		5 over 10	6 over 10	7 over 10	8 over 10		
Ag over Ak		6 over 5	6 over 7	6 over 9	6 over 10		
Ag over Gja ³⁾		5 over 10	6 over 10	7 over 10			
Ag over Fk		20					
Fk							
FORSTERKNINGSLAG PÅ							
Materialtype i grunnen:	Bæreevne gruppe	Tykkelse (cm), forsterkningslag med lastfordelingskoeffisient a = 1,0					
Fjellskjæring, steinfylling, T1 ⁶⁾	1	30	30	30	30	30	30
Grus Cu ≥ 15, T1	2	30	30	30	30	30	30
Grus Cu < 15, T1 Sand Cu ≥ 15, T1 Fjellskjæring, steinfylling T2 ⁶⁾	3	30	30	30	40	50	50
Sand Cu < 15, T1 ⁴⁾ Grus, sand, morene, T2	4 ⁷⁾	40	40	50	60	70	80
Grus, sand, morene, T3	5	50	60	70	70	80	90
Silt, leire, T4, c _u ≥ 50 kPa	6 ⁷⁾	60	70	70	80	90	100
Silt, leire, T4, c _u 37,5-50 kPa	6	60	70	80	80	90	100
Silt, leire, T4, c _u 25-37,5 kPa	6	60+20 ¹⁾	70+10 ¹⁾	80	80	90	100
Silt, leire, T4, c _u < 25 kPa ²⁾	6	60+50 ¹⁾	70+40 ¹⁾	80+30 ¹⁾	80+30 ¹⁾	90+20 ¹⁾	100+10 ¹⁾
BÆRELAGSINDEKS Bl _k ⁵⁾		39	45	50	54	62	65
<p>1) Tall med pluss foran er knyttet til anleggstekniske forhold.</p> <p>2) For undergrunn av leire med c_u < 25 kPa skal forsterkningslagstykkelse og sikkerhet mot grunnbrudd vurderes spesielt.</p> <p>3) Tykkelsene forutsetter en lastfordelingskoeffisient på min. 1,75. Ved lastfordelingskoeffisienter mellom 1,35 og 1,75 må tykkelsen økes for å overholde kravene til indeksverdier.</p> <p>4) Sand med Cu < 5 skal vurderes særskilt.</p> <p>5) Definisjon av bærelagsindeks (Bl_k), se vedlegg 4.</p> <p>6) Fjellskjæring omfatter både dyp- og grunnsprengning, for grunnsprengning er det krav om min 0,75 m fra vegoverflate til topp av knøler, se pkt. 226.3.</p> <p>7) Tykkelsen på forsterkningslag over isolasjonslag av XPS, lettklinker og skumglass må også vurderes ut fra anleggstekniske forhold.</p> <p>GRUNNFORSTERKNING: Nødvendig tykkelse av grunnforsterkningslag for at dette skal kunne betraktes som undergrunn ved dimensjonering av overbygning er vist i figur 510.10.</p> <p>FROSTSIKRING: Om bæreevnessig dimensjonering ved ulike typer frostsikring, se kap. 511.</p> <p>Cu og c_u: For velgraderte og/eller grove masser brukes <i>graderingstall</i> (C_u eller Cu, fra engelsk: Coefficient of uniformity) som er definert som d₆₀/d₁₀, se vedlegg 13. For leire brukes begrepet <i>udrenert skjærfasthet</i> (c_u, engelsk: cohesion, undrained).</p>							

Figur 512.2 Dimensjonering av vegger med asfaltdekke, lagtykkelser i cm

512.6 Dimensjonering med lab.bestemte lastfordelingskoeffisienter

Formål

Dimensjonering med laboratoriebestemte lastfordelingskoeffisienter er mest aktuelt i de situasjoner hvor man ønsker å utnytte den lastfordelende evne og styrke til de tilgjengelige materialer, i større grad enn det som er mulig ved standardiserte lastfordelings-koeffisienter som angitt i figur 510.9. Metoden kan anvendes både ved nyanlegg og ved forsterkningsarbeider. Metoden kan brukes for hele overbygningen og på utvalgte materialer og lag i overbygningen.

Begrensninger

Når dimensjonering med laboratoriebestemte lastfordelingskoeffisienter benyttes, bør det foretas en separat vurdering av overbygningstykkelsene i forhold til dimensjonering basert på standardiserte lastfordelingskoeffisienter. Ved større avvik bør lagtykkelsene vurderes særskilt.

Metoden forutsetter bruk av materialparametre bestemt ved laboratorie- og feltforsøk. Forsøkene skal utføres som vist i håndbøkene N210 og N211 (Ref. 6 og Ref. 1). Parametre bestemt i felten vil variere over året. Disse skal derfor bestemmes under kritiske forhold.

Metoden kan ikke fullt ut anvendes ved grove mekanisk stabiliserte lag i konstruksjonen.

De tykkelsene som framkommer ved dimensjoneringen, bør kontrolleres mot vanlige betraktninger om minste tykkelser for lag av anleggstekniske og materialtekniske årsaker.

Lastfordelingskoeffisienter

Lastfordelingskoeffisienten for bituminøse materialer bestemmes ved indirekte strekkforsøk. Det kan også benyttes enaksial- eller treaksialforsøk. Avhengig av metoden som er benyttet, bør lastfordelingskoeffisienten beregnes av ett av følgende uttrykk:

$$a = 0,38 \cdot \sqrt[3]{p} \quad \text{Likning 512.1}$$

$$a = 0,21 \cdot \sqrt[3]{E} \quad \text{Likning 512.2}$$

For mekanisk stabiliserte materialer:

$$a = 0,17 \cdot \sqrt[3]{E_{200}} \quad \text{Likning 512.3}$$

hvor: a = lastfordelingskoeffisient
 p = indirekte strekkstyrke i kPa ved 25°C
 E = E-modul i MPa ved temperatur 25°C og belastningsfrekvens 10 Hz
 E₂₀₀ = E-modul ved 200 kPa middelspenning, bestemt ved sykliske treaksialforsøk etter NS-EN 13286 del 7.

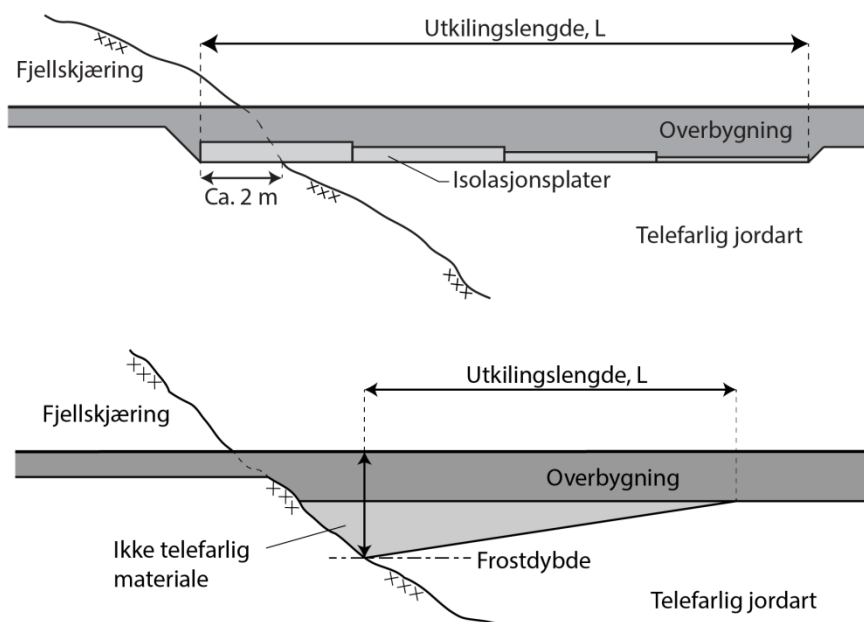
De oppgitte formler kan ikke benyttes for materialer som er tilsatt sement uten at dette er vurdert særskilt.

Ved testing i laboratoriet skal fire av fem resultater ligge over den verdien som benyttes som lastfordelingskoeffisient i dimensjoneringen. Koeffisienten skal avrundes til nærmeste 0,05. Det skal ikke brukes en lastfordelingskoeffisient som er større enn 0,75 over standardverdien for tilsvarende materiale i figur 510.9.

512.7 Utkiling

Ved frostsikret veg er det ikke behov for utkilinger.

For ikke frostsikret veg skal det bygges en utkiling med ikke telefarlige materialer eller med isolasjonsmaterialer for å unngå ujevn telehiv ved overgang mellom fjell og telefarlig jord. Isolasjonsmaterialene skal ligge drenert. Figur 512.3 viser utkiling med ikke telefarlige materialer og isolasjonsplater av XPS. Også skumglass og lettklinker kan benyttes til utkiling. Ved bruk av isolasjonsmaterialer må det sikres at overbygningens dimensjonering minst tilfredsstillende kravene i figur 512.2 basert på isolasjonsmaterialenes bæreevnegruppe. Isolerte vegkonstruksjoner bør avsluttes på ikke telehivende område. Utkilingslengde L beregnes fra figur 512.8.



Figur 512.3 Utkiling ved overgang fjellskjæring/telefarlig grunn eller underbygning

Ved overgang mellom skjæring og fylling i telefarlig jord, bør utkilingen utføres med det materialet fyllingen er bygget opp av, se figur 512.4. Største utkilingsdybde skal beregnes etter reglene i kap 511.

512.7

Kravene i dette kapittel gjelder utkilinger for å skape myke overganger mellom partier av veggen med telehiv og uten telehiv. Også andre forhold, som f.eks. risikoen for forskjeller i setningsforholdene, kan utløse behov for utkilinger.

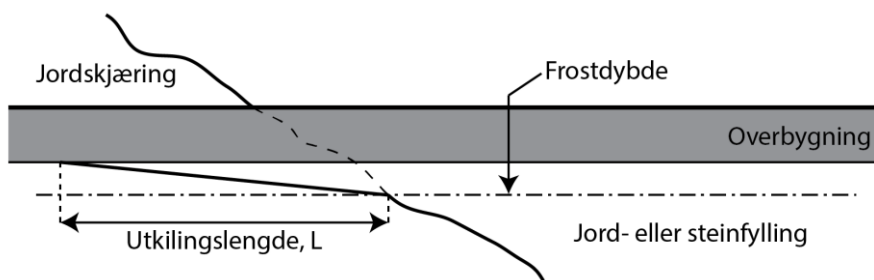
Se også kap 225, 242 og 25.

512.7

Utformingen i figur 512.4 bidrar også til å redusere ujevnhetene i overgangen fra jordskjæring til steinfylling som følge av setninger i fyllingen.

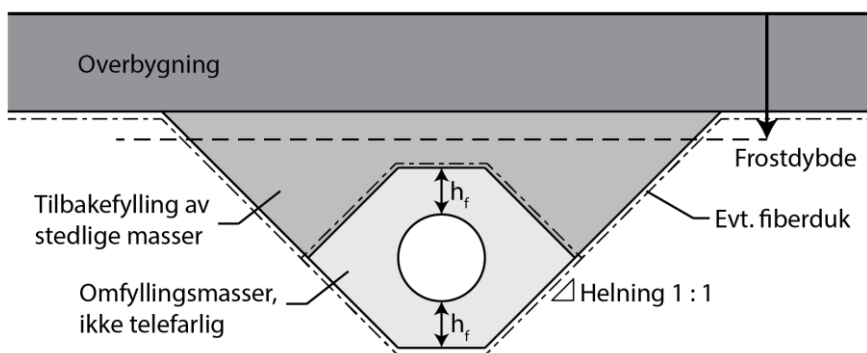
Om tykkelsen h_f på frostsikringen rundt stikkrenner/kulverter, se kap 407.

Om fundament, sidefylling, beskyttelseslag og gjenfylling av grøfter, se kap 423.

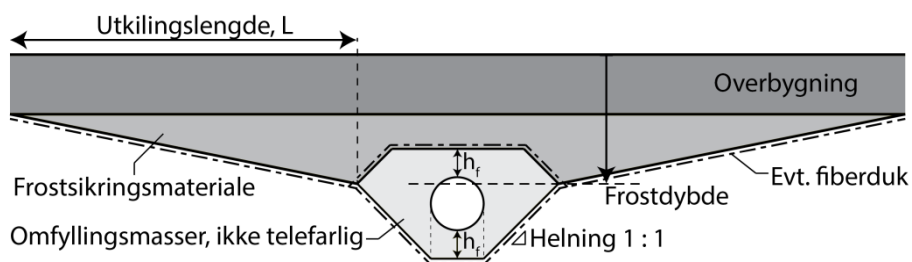


Figur 512.4 Utkiling ved overgang jordskjæring/fylling

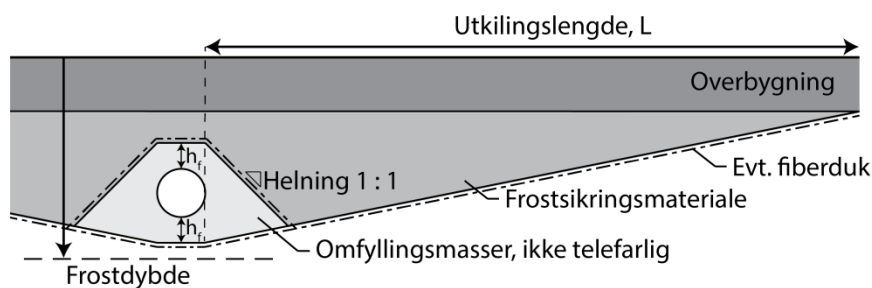
Utkiling i forbindelse med kryssende ledninger (kulverter m.v.) bør utføres som vist i figur 512.6 og 512.7. Under utkilingen og ved legging av ledninger under frostsonen (figur 512.5) bør sideveggene i grøften graves med en helning på minimum 1:1 for å redusere faren for setninger.



Figur 512.5 Stikkrenne med tilhørende frostsikring ligger dypere enn frostdybden h_{10} , ikke behov for utkiling



Figur 512.6 Stikkrenne med tilhørende frostsikring ligger i frostdybden, utkiling med sand, grus eller knust fjell



Figur 512.7 Stikkrenne med tilhørende frostsikring ligger høyere enn frostdybden, utkiling med sand, grus eller knust fjell

Valg av utkilingslengder er gitt i figur 512.8. Figuren kan benyttes både ved utkiling mellom frostsikret og ikke-frostsikret veg og ved kryssende ledninger (stikkrenner, kulverter m.v.) under ikke frostsikret veg.

Utkilingslengder gjelder både for nyanlegg og utbedring av eksisterende veg. Ved isolering mot lokale telehiv i lite telehivende områder, kan utkilingslengden reduseres.

Skiltet hastighet, km/t	Helning på utkilingen, maks
≤ 50 og g/s – veger	1:10
60	1:15
80	1:25
100	1:30

Figur 512.8 Krav til helning på utkilingen

512.7

Eksempel: Dersom $h_{10} = 1,5$ m og samlet overbygningstykkelse 0,7 m blir utkilingslengden til hver side

$$(1,5 - 0,7) \text{ m} \times 25 = \underline{20 \text{ m}}$$

når helningen er 1:25 (ved skiltet hastighet 80 km/t).

513.0

Se også Håndbok V263 Betongdekker (Ref. 13).

Betongdekket er stivt og vil fordele belastningene bedre enn et bituminøst vegdekke. Stivheten gjør imidlertid at det ikke kan følge bevegelser i underlaget på samme måte som et bituminøst vegdekke. Ujevne setninger eller telehiv kan føre til at betongdekket sprekker opp. Slike sprekker kan vanskelig repareres fullgodt. Setninger i underbygningen kan reduseres ved bruk av forbelastning eller andre tiltak. Komprimering av fyllinger kontrolleres som angitt i kap. 52. Ujevne telehiv kan unngås ved bruk av frostsikring, se pkt. 513.2.

Uarmerte plater er den mest vanlige dekketyper. Som oftest brukes dybler for å sikre lastoverføring i de tversgående fugene og forankringsjern i den langsgående fugen midt i veggen for å holde platene sammen. Det er denne typen dekker som behandles i dette kapitlet, men en del av stoffet vil også være gyldig for andre typer betongdekker. Utførelse av *armerte dekker* er behandlet i kap. 664. På grunn av høyere pris er armerte dekker mest aktuelt på korte partier med spesielle problemer f.eks. vanskelige grunnforhold. For beskrivelse av selve betongdekket, se kap. 66.

Et noe spesielt problem for betongdekker er pumping. Pumping oppstår når det er for høyt vanninnhold i ustabile lag under dekket. Når en tung bil passerer, vil betongdekket bøye seg litt ned, vannet klemmes ut og tar med seg finstoff. Utvaskingen er størst ved tverrfugene, og den reduserte understøttelsen kan lett føre til oppsprekking. Gode motiltak er å bruke asfalt eller sementstabiliserte materialer under dekket og å ha et tett dekke på skulderen.

513. Dimensjonering av veg med betongdekke

513.0 Dimensjoneringsforutsetninger

Et betongdekke dimensjoneres både for bæreevne og for slitasje av piggdekk og kjettinger. Den bæreevnemessige dimensjoneringen skal sikre at betongdekket ikke sprekker opp og brytes ned av trafikken og klima.

Dekket skal holde en akseptabel standard i hele dimensjoneringsperioden.

Drenering

Gode drenerings- og avrenningsforhold har betydning for vegens bæreevne og levetid. For nærmere beskrivelse, se kap. 4.

Grunnforhold

Ulike undergrunnstyper er delt inn i bæreevnegrupper etter den bæreevne disse erfaringsmessig har, se figur 510.3. Det er lagt vekt på materialenes telefarlighet som uttrykk for forholdene i teleløsningen, dvs. når materialene er oppbløtt.

Figur 513.1 viser representative E-moduler og K-moduler for ulike undergrunnstyper ved dimensjonering av veg med betongdekke.

Undergrunn	Bæreevne-gruppe	E-modul MPa	K-modul 10^{-2} N/mm ³
Fjellskjæring, steinfylling > 2 m, T1	1	110	9
Grus, Cu ≥ 15, T1	2	110	9
Grus, Cu < 15, T1	3	75	6
Fjellskjæring, steinfylling, T2	3	75	6
Sand, Cu ≥ 15, T1	3	75	6
Sand, Cu < 15, T1	4	50	3
Grus, sand, morene, T2	4	50	3
Grus, sand, morene, T3	5	30	2
Leire, silt, T4	6	20	1

Figur 513.1 Inndeling av undergrunnsmaterialer i bæreevnegrupper med veiledende E-modul og K-modul

I tunnel kan underlagets K-modul settes lik 25×10^{-2} N/mm³. På bløt leire, myr og annen særlig dårlig grunn skal det utføres spesielle tiltak for å forbedre undergrunnens bæreevne, se pkt. 512.13 og kap. 2.

513.1 Dimensjonering

Minstekravene til overbygningens totale tykkelse er vist i figur 513.2.

Bæreevnegruppe	ÅDT			
	0-1500	1500-5000	5000-15000	> 15000
3	40	40	50	50
4	40	40	60	70
5	50	55	70	80
6	60	70	90	100

Figur 513.2 Minste overbygningstykkelse, cm

Dersom grunnen består av leire eller silt i bæreevnegruppe 6, bør det foretas en separat dimensjonering mht. anleggstrafikken. Minimumstykkelser for forsterkningslaget avhengig av grunnens c_u -verdi, se figur 511.56.

Undergrunnens bæreevne korrigeres for forsterkningslag og eventuelt bærelag som legges ut. For denne korreksjonen er det utarbeidet diagram for materialer med forskjellig lastfordelingskoeffisient, se figur 513.4.

I figur 513.3 er det vist lastfordelingskoeffisient og veiledende E-modul for noen materialtyper. Ved andre lastfordelingskoeffisienter kan det interpoleres mellom diagrammene i figur 513.4.

Materialtype	E-modul, MPa	Lastfordelingskoeffisient, a
Asfaltert grus (Ag)	3000	3,00 ¹⁾
Sementstabilisert grus (Cg)	2000	2,50 ²⁾
Asfaltert pukk (Ap)	1000	2,00
Penetrert pukk (Pp)	375	1,50
Knust fjell (Fk)	250	1,35
Knust grus (Gk)	200	1,25
Kult, pukk	150	1,10
Forsterkningsgrus	110	1,00

1) Normalverdi for Ag (bindemiddel 50/70 – 160/220)

2) Gjelder ved betongdekke

Figur 513.3 Lastfordelingskoeffisient og veiledende E-modul for noen materialtyper i forsterkningslag/bærelag, jfr. figur 512.1.

Trafikkbelastning

I dimensjoneringsdiagrammet, figur 513.5, bestemmes dekketykkelsen ut fra trafikkmengde målt i "Sum ekvivalente 10 tonn aksler pr. felt i dimensjoneringsperioden". Trafikkmengden beregnes i figur 510.2. Normale parametre for veg med betongdekke vil være 15 % tunge kjøretøy (hovedveg), 2 % trafikkvekst pr. år og 20 år dimensjoneringsperiode.

Betongdekket

Bæreevnemessig dimensjonering av betongdekke gjøres ved hjelp av figur 513.5. Tykkelsen gjelder for betong i fasthetsklasse B35. For betong i andre fasthetsklasser skal tykkelsen multipliseres med en faktor som framgår av tabellen i figur 513.6. Dekketykkelsen i figur 513.5 gjelder ren bæreevnemessig dimensjonering og bør økes tilsvarende største tillatte

513.1

Ved dimensjonering av betongdekker blir undergrunnens og fundamentets bæreevne angitt ved en K-modul. K-modulen er et uttrykk for den understøttelsen betongdekket får fra underlaget og kan bestemmes ved platebelastningsforsøk med en plate på 762 mm i diameter. Platen belastes trinnvis til 70 kPa og K-modulen beregnes som platetrykket dividert med nedbøyningen (iht. metode 15.328 i håndbok R211. Ref. 1)

Denne målte K-modulen korrigeres ved hjelp av laboratorieforsøk der undergrunns materialet i henholdsvis naturlig og vannmettet tilstand belastes med et konsolideringstrykk. Den dimensjonerende K-modul beregnes fra den målte K-modulen korrigeret med en faktor som er forholdet mellom konsolideringssetningen på naturlig og vannmettet prøve.

513.1

Vegfundament

De fleste utenlandske dimensjoneringsmetoder legger relativt liten vekt på undergrunn og fundamentets tykkelse ved dimensjonering av dekketykkelsen. Det er imidlertid flere viktige argumenter for oppbygging av et skikkelig fundament. Det ene er rent anleggsteknisk.

Forsterkningslaget må ha en minste tykkelse for at anleggstrafikken og maskiner ikke skal sette hjulspor og deformere planum under utleggingen. Betongutleggeren må også ha et stabilt og tilstrekkelig jevnt fundament for å kunne legge dekket i riktig høyde og med riktig tykkelse. Det andre argumentet er forholdene i teleløsningen. Teleløsningen er nokså spesiell for de nordiske landene, og her må norske erfaringer tillegges stor vekt.

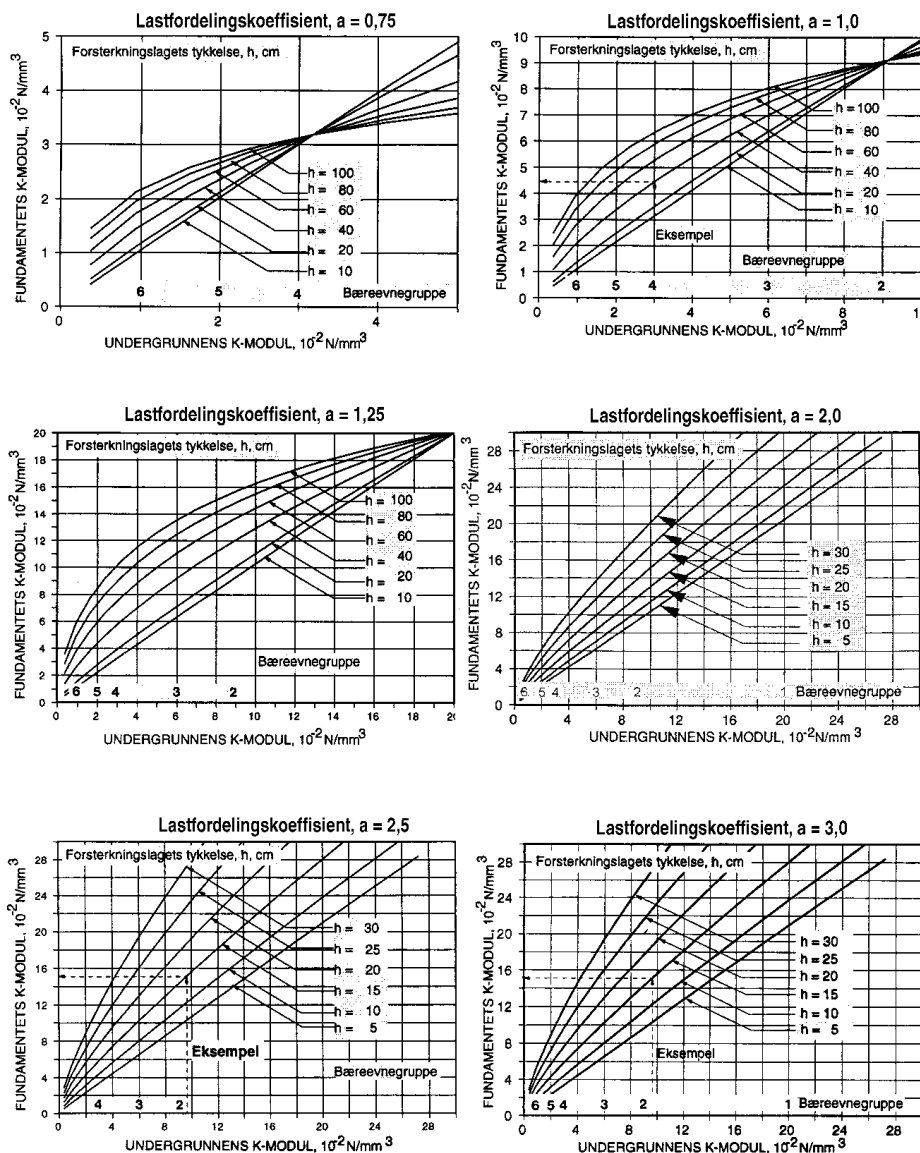
513.1

Undergrunnens E-modul har betydning for hvilken E-modul som kan regnes for forsterkningslaget. Den nedre delen av forsterkningslaget vil ikke kunne få en E-modul som er mer enn 2-3 ganger E-modulen for undergrunnen. På dårlig undergrunn kan det derfor være riktig å dele forsterkningslaget i et øvre og nedre lag og bruke forskjellig diagram (lastfordelingskoeffisient) for de to.

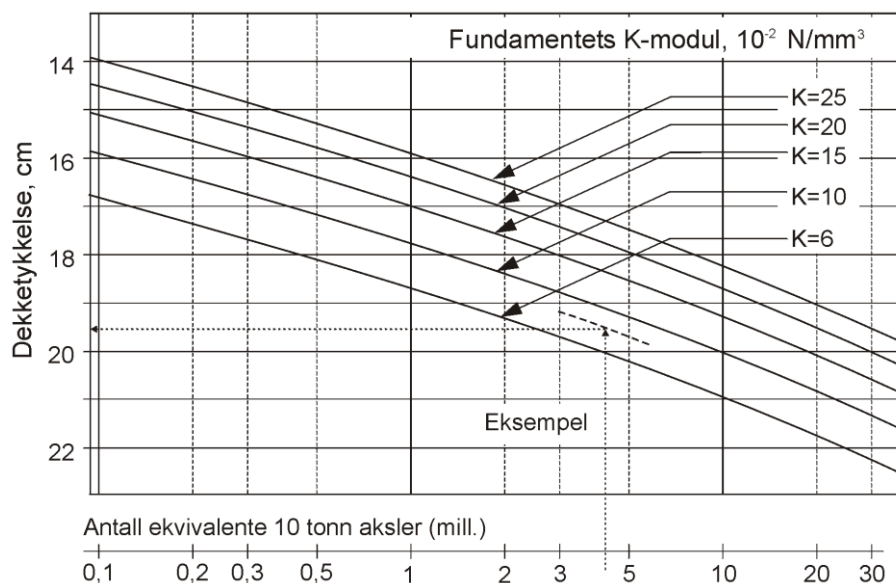
For å finne K-modulen for betongdekkets fundament finnes først riktig diagram i figur 513.4 for det aktuelle forsterkningslaget. Ta utgangspunkt i undergrunnens K-modul på horisontalaksen, gå opp til kurven for den aktuelle lagtykkelsen og les av den korrigerte K-modulen på vertikalaksen. Operasjonen gjentas ved bruk av flere lag.

Størrelsen av K-modulen for fundamentet er påvirket av betongdekkets stivhet. Diagrammene er utarbeidet for et dekke med tykkelse 200 mm og E-modul 30 000 MPa. Med den samme oppbygning vil et stivere dekke få lavere K-modul og et mykere dekke høyere K-modul. Det er tatt hensyn til dette ved dimensjonering av dekketykkelsen i figur 513.5.

spordybde, samt eventuelle framtidige vedlikeholdstiltak som reduserer dekkets tykkelse, se figur 513.7.



Figur 513.4 Beregning av korrigert K-modul for betongdekkets fundament ut fra undergrunnens K-modul, samt tykkelse og lastfordelingskoeffisient for forsterkningslaget



Figur 513.5 Dimensjonering av betongdekke med fasthetsklasse B35 ut fra trafikkmengde og stivheten på betongdekkets fundament

I figur 513.5 er det forutsatt en platelengde på 5 m. Ved å redusere lengden fra 5 til 4 m kan dekketykkelsen reduseres med 5 % eller ca. 10 mm. Lengre plater enn 5 m må dimensjoneres spesielt for å ta hensyn til temperaturspenninger.

ÅDT	Betongkvalitet	Korreksjonsfaktor				
		B35	B55	B65	B75	B85
0-1500		1,0	0,90	0,86	0,82	0,78
1500-5000		1,0	0,92	0,89	0,86	0,83
5000-15000		1,0	0,95	0,92	0,89	0,87
over 15000		1,0	0,97	0,95	0,93	0,92

Figur 513.6 Korreksjonsfaktorer for dekketykkelse ved fasthetsklasser høyere enn B35.

Valsebetong dimensjoneres som vanlig betong med samme fasthet.

Dimensjoneringsreglene er utformet ut fra forutsetninger om tykkelse som beskrevet i kap. 663.

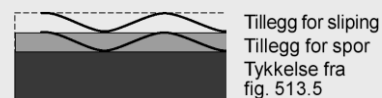
513.2 Frostsikring

Som en hovedregel skal fundamentet for et betongdekke alltid sikres mot telehiv dersom materialet i grunnen er i telefarlighetsklasse T3 eller T4. For dimensjonering av frostsikringen kan reglene i kap 511 benyttes. Med mindre det er særlig viktig å unngå risiko for telehiv (f.eks. motorveg med fire kjørefelt eller mer og ÅDT > 8000), gir en dimensjonering basert på frostmengde F10 og maks overbygningstykkelse 1,80 m en tilfredsstillende frostsikring.

513.1

Betongdekket kan utføres med forskjellige betongkvaliteter (fasthetsklasser). For å redusere piggdekkslitasjen mest mulig er det ønskelig med høy fasthet. Fasthet og slitasjemotstand tilpasses trafikkmengden og de tilslagsmaterialer som er tilgjengelig innen akseptabel transportavstand.

I de senere år har betongdekker i Norge vanligvis blitt utført med betong i fasthetsklasse B60-B75. Se også punkt 662.



Figur 513.7 Illustrasjon på total dekketykkelse som er delt opp i tykkelse for nødvendig bæreevne, tillegg for tillatt spordybde og tillegg for sliping av rygger mellom spor som vedlikeholdstiltak.

513.2

Ujevne telehiv er skadelig for betongdekke. Ved ujevne telehiv vil de stive platene forsterke inntrykket av ujevnhet for trafikantene i tillegg til at platene sprekker opp. Ulempene og omfanget av skader vil variere med grunnforholdene, tilgang på vann og frostmengden på stedet.

513.2

Når graden av forventede, ujevne telehiv skal bedømmes, er det ikke bare variasjon i undergrunns-type som må vurderes, men også i hvilken grad det finnes bløte eller vannførende lag i området. Grunnundersøkelsene (se pkt. 510.2) vil alltid danne grunnlaget for vurderingen, men i tillegg vil det kunne ligge mye informasjon i det en erfaren planlegger/geo-tekniker kan lese ut av terrenget.

Kjennskap til setningsforhold og telehiv på eksisterende veger i samme område kan også være til hjelp for vurderingene.

Et vegfundament uten frostsikring kan aksepteres dersom det foreligger en god dokumentasjon på at grunnforholdene med hensyn på materialer, vanntilgang og frost er så ensartede at risikoen for ujevnt telehiv er minimal.

Behovet for frostsikring må vurderes ved planlegging av grunnundersøkelser, se pkt 510.2, og skal inngå i grunnlaget for inndeling i parseller med ensartet dimensjonering, se pkt. 510.1.

Ved overgang fra frostsikker til ikke-frostsikker veg på telefarlig grunn skal det bygges en utkiling. Minste utkilingslengden fastlegges ut fra vegens skilte hastighet, se figur 512.8. Utkilingen skal også tilpasses betongdekkets fuger.

Frostsikring med sand, grus og steinmaterialer anbefales når massen finnes i rimelig transportavstand fra vegen.

Ved frostsikring med isolasjon skal det ligge et gruslag rett over isolasjonsplatene pga. økt isingsfare, se pkt. 511.4 og 511.5. Tykkelsen på det granulære laget skal minst være 50 cm.

514. Dimensjonering av veg med belegningsstein

514.0 Dimensjoneringsforutsetninger

Vegdekker av belegningsstein kan benyttes til adkomstveger, gang-/sykkelveger, parkeringsplasser, industriområder o.l. Det kan også benyttes til hovedveger og samleveger, men da begrenset til veger med skiltet hastighet 60 km/t eller lavere.

Det presiseres at containerterminaler, havneområder o.l. ofte utsettes for særlig store belastninger som ikke dekkes av kap. 514.

Dimensjoneringen skal gi tilstrekkelig bæreevne i teeløsningen. Dersom det er behov for å frostsikre mot uønsket telehiv, kan man gå fram som vist i kap 511.

Krav til materialer for dekker av belegningsstein er gitt i kap. 67. Krav til øvrige materialer i overbygningen er gitt i kap 52. Dersom asfaltert grus (Ag) benyttes i bærelaget, må man velge en sammensetning som gir tilstrekkelig permeabilitet til at det ikke blir stående vann i settelaget. En standard sammensetning av asfaltert grus (Ag) blir for tett med mindre problemene med vann i settelaget er ivaretatt på annen måte.

514.1 Dimensjonering

Veger og andre arealer med dekke av belegningsstein dimensjoneres med hensyn på bæreevne som vist i figur 514.1. Eventuell frostsikring dimensjoneres etter reglene gitt i kap 511. Med mindre det er særlig viktig å unngå risiko for telehiv, gir en dimensjonering basert på frostmengde F10 og maks overbygningstykkelse 1,80 m en tilfredsstillende frostsikring.

514

Belegningsstein brukes ofte på arealer med krav om gode tilpasninger til bygninger og andre installasjoner som er fundamentert frostfritt. I slike situasjoner vil det være viktig at også arealene med belegningsstein er uten risiko for telehiv. Hvorvidt frostmengden F10 eller F100 skal være dimensjonerende, må vurderes ut fra stedlige forhold.

B		DIMENSJONERINGSTABELL FOR VEGOVERBYGNING MED BELEGNINGSSTEIN (lagtykkelser i cm)					
Trafikkgruppe		A	B	C	D	Parkeringsplasser	
Antall ekvivalente 10 tonns aksler pr. felt i dimensjoneringsperioden (N, mill.)		< 0,5	0,5 - 1	1 - 2	2 - 3,5	lett trafikk ⁴⁾	tung trafikk
DEKKE							
Belegningsstein		8	8	8	8	6	8
Settelag		3	3	3	3	3	3
BÆRELAG							
Typiske materialer:		Tykkelse (cm)					
Ag ⁵⁾		5	6	8	9	5	8
Ap		6	9	12	15	6	12
Ag over Fk		-	3 over 10	4 over 10	4 over 10	-	4 over 10
Fk		10	15	-	-	10	15
FORSTERKNINGSLAG PÅ							
Materialtype i grunnen:	Bæreevne-gruppe	Tykkelse (cm)					
Fjellskjæring, steinfylling, T1	1	Avretting					
Fjellskjæring, steinfylling, T1	1	30	30	30	30	30	30
Grus $C_u \geq 15$, T1	2	30	30	30	30	30	30
Grus, $C_u < 15$, T1 Sand $C_u \geq 15$, T1 Fjellskjæring, steinfylling T2	3	30	30	30	40	30	30
Sand $C_u < 15$ ³⁾ og grus, sand, morene, T2	4	40	40	50	60	30	40
Grus, sand, morene, T3	5	50	60	70	70	40	60
Silt, leire, T4, $c_u \geq 50$ kPa	6	60	70	70	80	50	70
Silt, leire, T4, c_u 37,5-50 kPa	6	60	70	70	80	50+10 ¹⁾	70
Silt, leire, T4, c_u 25-37,5 kPa	6	60+20 ¹⁾	70+10 ¹⁾	80	80	50+30 ¹⁾	70+10 ¹⁾
Silt, leire, T4, $c_u < 25$ kPa ²⁾	6	60+50 ¹⁾	70+40 ¹⁾	80+30 ¹⁾	80+30 ¹⁾	50+60 ¹⁾	70+40 ¹⁾

514.1

For velgraderte og/eller grove masser brukes *graderingstall* (C_u eller C_u , fra engelsk: *Coefficient of uniformity*) som er definert som d_{60}/d_{10} , se vedlegg 13.

For leire brukes begrepet *udrenert skjærfasthet* (c_u , engelsk: *cohesion, undrained*).

- 1) Tall med pluss foran er knyttet til anleggstekniske forhold, se pkt 510.6.
- 2) For undergrunn av leire med $c_u < 25$ kPa skal forsterkningslagstykkelse og sikkerhet mot grunnbrudd vurderes spesielt.
- 3) Sand med $C_u < 5$ skal vurderes særskilt
- 4) Gjelder også gang/sykkelveg og innkjøringer
- 5) Tradisjonell Ag er for tett til å kunne benyttes under settelag for belegningsstein, massen må ha et åpent steinskjelett

Figur 514.1 Dimensjonering av overbygning med belegningsstein av betong, typiske materialer med lagtykkelser i cm

515. Dimensjonering av parkeringsplasser og terminalanlegg

515.0 Dimensjoneringsforutsetninger

Belastning

Parkeringsplasser, oppstillingsplasser og terminalanlegg kan dimensjoneres etter reglene i pkt. 515.1.

Konstruksjoner som utsettes for langvarige, store laster (ringtrykk $> 0,9$ MPa eller aksellast > 10 tonn) eller spesielle laster (kraner, containere m.v.) skal i tillegg vurderes spesielt.

Ved dimensjonering av terminalanlegg for belastninger tilsvarende aksellaster opp mot 20 tonn, kan figur 515.1 brukes som en grov veiledning. Sammensetningen av slitelag, bindlag og bærelag skal vurderes ut fra aktuelle belastninger.

Klima

Dersom materialene i grunnen er i telefarlighetsklasse T3 eller T4, må det for parkeringsplasser, industriarealer og terminalanlegg vurderes om frostsikring etter reglene i kap 511 er nødvendig. Med mindre det er særlig viktig å unngå risiko for telehiv, gir en dimensjonering basert på frostmengde F10 og maks overbygningstykkelse 1,80 m en tilfredsstillende frostsikring.

For å unngå ujevne telehiv i overgangen mellom telefarlig og ikke telefarlig masse i undergrunnen bør man bruke en kileformet utskiftning i overgangssonen, se pkt. 512.43. I sommerhalvåret kan høye temperaturer sammen med store og langvarige laster forårsake plastiske deformasjoner. I slike tilfeller skal stabilitetsegenskapene for dekke og bærelag vurderes særskilt. Det kan i slike tilfeller være aktuelt å bruke belegningsstein som dekke, se pkt. 514.1.

Drenering

Der grunnen ikke er godt drenerende og i tilfeller hvor slitelaget består av grus eller drensasfalt kombinert med drenerende bærelag og forsterkningslag, bør et eget drens-system under plassen vurderes. På plasser med slitelag av asfalt skal resulterende fall være minst 3 %. Store plasser bør deles opp i mindre områder med tilstrekkelig avrenning.

515.1 Dimensjonering

Ved dimensjonering av parkeringsplasser og terminalanlegg skal man ta hensyn til klimatiske betingelser, materiale i grunnen, trafikk under anleggsperioden og belastning på toppen av ferdig konstruksjon.

Ved valg av overbygning skilles det mellom plasser med grusdekke og plasser med fast dekke. Grusdekke kan brukes, dersom plassen i hovedsak benyttes av lette kjøretøyer. Valg av dekketype skal også sees i sammenheng med dekketyper på tilstøtende trafikkarealer. Plasser med grusdekke dimen-

515.0

For parkeringsplasser som for det meste benyttes av personbiler, vil anleggstrafikken i de fleste tilfeller være dimensjonerende.

Med sammensetning menes bindemiddeltypen og -mengde (ev. polymermodifisering), kornkurve og andel knust tilslag.

Dreneringssystemets oppgave er på en effektiv måte å lede bort overflatevann og eventuelt vanntilslag i form av grunnvann.

Drens-systemet tilpasses grunnens dreneringsegenskaper, dekketyper og klimatiske og topografiske betingelser.

515.1

Parkeringsplasser med lett trafikk er plasser som i hovedsak benyttes av lette kjøretøy.

Parkeringsplasser med tung trafikk er plasser som også har et innslag av tunge kjøretøy.

I tillegg til dekketyper nevnt i figur 515.1 kan det være aktuelt å bruke belegningsstein eller betongdekke, spesielt på plasser som utsettes for mye oljesøl, langvarige laster eller ekstremt store laster.

sjoneres som grusveg, se figur 511.1. Se også dimensjonering av veg med grusdekke, kap. 511.

Parkeringsplasser med dekke av belegningsstein dimensjoneres som angitt i kap. 514. Plasser med betongdekke krever særskilt dimensjonering.

For plasser med fast dekke skilles det mellom:

- parkeringsplasser med lett trafikk
- parkeringsplasser med tung trafikk og terminalanlegg med belastning tilsvarende en aksellast ≤ 10 tonn.
- terminalanlegg med belastning tilsvarende en aksellast mellom 10 og 20 tonn.

Materialtyper og lagtykkelser er gitt i figur 515.1. Dersom grunnen består av leire eller silt, skal det foretas en separat dimensjonering mht. anleggs-trafikken, se pkt. 512.13.

P	DIMENSJONERINGSTABELL FOR PARKERINGSPLASSER OG TERMINALANLEGG MED ASFALTDEKKE ⁶⁾ (lagtykkelser i cm)			
	TYPE ANLEGG			
VEGDEKKE ⁷⁾	Park.plass m/lett trafikk	Park.plass m/tung trafikk, Terminalanlegg Aksellast ≤ 10 t	Terminalanlegg aksellast 10 - 20 t ³⁾	
Slitelag over bindlag	3,0 over 3,0 ²⁾	3,0 over 3,0 ²⁾	4,5 over 3,5	
BÆRELAG	Gk	15		
Fk	15	15		
Ag over Ak/Fk	4 over 10	4 over 10		
Ag over Ap		4 over 5	7 over 5	
Ag		8	10	
FORSTERKNINGSLAG PÅ	Materialtype i grunnen:	Bæreevne- gruppe	Tykkelse	
Fjellskjæring, steinfylling, T1	1	30	30	30
Grus $C_u \geq 15$, T1	2	30	30	30
Grus $C_u < 15$, T1 Sand $C_u \geq 15$, T1 Fjellskjæring, steinfylling, T2	3	30	30	30
Sand $C_u < 15$, T1 ⁵⁾ Grus, sand, morene, T2	4	30	40	40
Grus, sand, morene, T3	5	40	60	75
Silt, leire, T4, $c_u \geq 50$ kPa	6	50	70	95
Silt, leire, T4, $37,5 \leq c_u < 50$ kPa	6	50+10 ¹⁾	70	95
Silt, leire, T4, $25 \leq c_u < 37,5$ kPa	6	50+30 ¹⁾	70+10 ¹⁾	95
Silt, leire, T4, $c_u < 25$ kPa ⁴⁾	6	50+60 ¹⁾	70+40 ¹⁾	95+15 ¹⁾
1) Tall med + foran er knyttet til anleggsfasen, se pkt 510.6. 2) Kan legges i ett lag ved bruk av bituminøst bærelag. 3) Tallverdiene er en grov veiledning, og en spesiell vurdering vil være nødvendig i hvert enkelt tilfelle. 4) Ved $c_u < 25$ kPa må forsterkningslagets tykkelse og sikkerhet mot grunnbrudd vurderes spesielt, se pkt.510.6. 5) Sand med $C_u < 5$ må vurderes spesielt. 6) For dimensjonering av vegoverbygning med belegningsstein, se figur 514.1. 7) Dekketype velges ut fra figur 624.2				

Figur 515.1 Dimensjoneringstabell for parkeringsplasser og terminalanlegg, typiske materialer med lagtykkelser i cm

515.1

For velgraderte og/eller grove masser brukes *graderingstall* (C_u eller C_u , fra engelsk: *Coefficient of uniformity*) som er definert som d_{60}/d_{10} , se vedlegg 13.

For leire brukes begrepet *udrenert skjærfasthet* (c_u , engelsk: *cohesion, undrained*).

516. Dimensjonering av gang- og sykkelveg

516.0 Dimensjoneringsforutsetninger

Gang- og sykkelveger skal tåle belastninger fra vedlikeholdsutstyr og sporadisk trafikk av utrykningskjøretøy, renovasjonsbiler, o.l.

Behovet for telesikring etter reglene i kap 511, spesielt risikoen for ujevnt telehiv, bør også vurderes ved dimensjonering av overbygningen for gang- og sykkelveger.

Dimensjoneringen skal gi tilstrekkelig bæreevne i teleløsningen, men noe telehiv kan opptre. Vegen bør dimensjoneres, eventuelt frostsikres, for å unngå telesprekker, se kap 511

516.1 Dimensjonering

Figur 516.1 gir dimensjonering og alternative utførelser av vegoverbygningen.

På undergrunn og fylling av materiale i bæreevnegruppe 1 og 2 trengs ikke forsterkningslag. Det er likevel nødvendig med et avrettingslag for å oppnå tilfredsstillende jevnhet.

Anleggsfasen kan være kritisk for overbygningen på gang- og sykkelveger. På undergrunn av silt eller leire er det dimensjonert for anleggstrafikken.

Myke slitelag, som f.eks. Ma, er kun aktuelt når øvre bærelag består av ubundne materialer. Minimum tykkelse er 4 cm.

Stive slitelagstyper (som Agb, Ab og Ska) krever en samlet tykkelse for de bituminøse lagene på minst 6 cm, og de bituminøse massene skal legges i minst to lag. Dersom øvre bærelag består av bituminøst materiale, skal alltid stive asfalttyper velges i bind- og slitelag.

516.1

Overbygningens tykkelse bestemmes ut fra grunnforholdene som kartlegges og klassifiseres. Gang- og sykkelveger kan være særlig utsatt for teleskader på grunn av relativt tynn overbygning. Unøyaktigheter under bygging vil også lett gi utslag i teleskader. Det er viktig at disse vegene har en tilfredsstillende jevnhet for at de skal bli brukt etter intensjonene. Utkiling mot grøfter og stikkerenner er særlig aktuelt.

G/S		DIMENSJONERINGSTABELL FOR VEGOVERBYGNING – GANG- OG SYKKELVEGER (lagtykkelser i cm)	
VEGDEKKE			
Myke dekketyper		4,0	
Stive dekketyper		3,0 over 3,0 ⁵⁾	
Grus ²⁾		5	
BÆRELAG			
Ag		4	
Fk		10	
Gjb I, Ak		10	
FORSTERKNINGSLAG PÅ			
Materialtype i grunnen:	Bæreevne- gruppe	Tykkelse	
Fjellskjæring, steinfylling, T1	1	Evt. avrettingslag	
Grus, $C_u \geq 15$, T1	2	Evt. avrettingslag	
Grus, $C_u < 15$, T1 Sand, $C_u \geq 15$, T1 Fjellskjæring, steinfylling, T2	3	30	
Sand $C_u < 15$, T1 ⁴⁾ Grus, sand, morene, T2	4	30	
Grus, sand, morene, T3	5	40	
Silt, leire, T4, $c_u \geq 50$ kPa	6	50	
Silt, leire, T4, $37,5 \leq c_u < 50$ kPa	6	50	
Silt, leire, T4, $25 \leq c_u < 37,5$ kPa	6	50+20 ¹⁾	
Silt, leire, T4, $c_u < 25$ kPa ³⁾	6	50+50 ¹⁾	
1) Tall med + foran er knyttet til anleggsfasen, se pkt. 510.6. 2) Vanligvis bør det benyttes fast dekke på gang- og sykkelveger. 3) For undergrunn av leire med $c_u < 25$ kPa skal forsterkningslagets tykkelse og sikkerhet mot grunnbrudd vurderes spesielt. 4) Sand med $C_u < 5$ må vurderes spesielt. 5) Bindlag kan sløyfes dersom bærelaget består av Ag. Tykkelsen på øvre bærelag skal da økes tilsvarende bindlagets tykkelse.			

Figur 516.1 Dimensjoneringstabell for gang- og sykkelveg, typiske materialer med lagtykkelser i cm

516.1

For velgraderte og/eller grove masser brukes *graderingstall* (C_u eller C_u , fra engelsk: *Coefficient of uniformity*) som er definert som d_{60}/d_{10} , se vedlegg 13.

For leire brukes begrepet *udrenert skjærfasthet* (c_u , engelsk: *cohesion, undrained*).

517. Dimensjonering av vegoverbygning i tunnel

517.0 Generelt

Dette delkapittel beskriver dimensjonering av vegoverbygningen i tunnel, dvs. krav til lagtykkelser for vegfundament og dekke ut fra trafikkmengde og andre forhold som innvirker på dimensjoneringen. Krav til valg av løsning, materialer og utførelse er beskrevet i håndbok N500, Kap. 9 (Ref. 9).

517.1 Dimensjoneringsforutsetninger

Overbygning for veg i tunnel dimensjoneres for trafikk etter de samme regler som for veg i dagen. Ved valg av løsning må det tas hensyn til at totalkostnadene for veg i tunnel normalt gjør det kostnadmessig optimalt å velge tynne overbygningsløsninger slik at kostnadene til sprengning etc. blir minst mulig. Dette innebærer først og fremst at det vil være lønnsomt å fjerne nedknuste og telefarlige fjellmasser i tunnelsålen før utlegging av forsterkningslag.

517.2 Dimensjonering, veg med asfaltdekke

517.20 Generelt

Overbygningen til veg i tunnel skal bygges uten risiko for telehiv. Dette innebærer at behovet for frostsikring skal vurderes i hvert enkelt tilfelle. Ved beregning av frostsone er det viktig at lokale forhold vurderes med hensyn til frostmengde, vindforhold, ventilasjon etc. Tunnelsålen skal sikres mot telehiv der frostmengden i tunnelen (F_{DimT}) er større enn 10 000 h°C. Dersom det kan dokumenteres tørre strekninger i sålen, kan det vurderes å sløyfe frostsikring på disse strekningene.

For motorveger med fire eller flere kjørefelt og $\dot{A}DT > 8000$ er dimensjonerende frostmengde i tunnel, F_{DimT} , lik F_{100T} , for andre veger F_{10T} .

Frostmengden i tunnel beregnes bl.a. ut fra frostmengden i dagen utenfor tunnel, tunnelens stigning, trafikk og ventilasjon i tunnelen. Der man med rimelig grad av sikkerhet kan anslå reduksjonen i frostmengde ved økende avstand fra tunnelmunning, kan tykkelsen på frostisolasjonen avtrappes tilsvarende.

Det skal også sikres mot at iskjøving kan oppstå på grunn av at vann fra berget kommer ut i tunnelen og fryser. Dette medfører behov for et drenerende lag nederst i overbygningen, samt tiltak for å sikre at vannet ledes til drensledningene uten å bli utsatt for frost.

517.21 Overbygning ved $F_{DimT} \leq 10\,000$ h°C

Overbygningen skal dimensjoneres som angitt i figur 517.1, forutsatt at materialet i tunnelsålen er i bæreevnegruppe 1. Dersom materialet i tunnel-

517.1

I tunneler er det ofte store mengder kabler og ledninger som ligger på sidene i tillegg til at de av og til krysser over fra en side til den andre siden. Dette vil være en faktor å ta hensyn til ved fastleggelse av sprengningsdybde, grøfter og tykkelse på overbygningen.

517.2

I denne sammenheng betraktes også finrensk av tunnelsålen som frostsikring. Finrensk av sålen krever normalt tosidige isolerte grøfter.

517.20

For beregning av frostsone lengde, se «Frostmengder i veg-tunneler», internrapport nr. 2301 fra Veglaboratoriet.

sålen ikke er i bæreevnegruppe 1, må det masseutskiftes for å sikre at denne forutsetningen er oppfylt.

Dersom bærelaget består av asfalt, betong eller andre tette materialer, skal overbygningen inkludere et kombinert forsterkningslag/drenslag med minste tykkelse 250 mm uansett trafikkmengde.

517.22 Overbygning ved $F_{DimT} > 10\,000\text{ h}^\circ\text{C}$

For de deler av tunnelen hvor $F_{DimT} > 10\,000\text{ h}^\circ\text{C}$, må det iverksettes tiltak som sikrer mot iskjøving og ugunstig telehiv. De mest aktuelle metoder er finrensk av tunnelsålen, eventuelt isolasjon med skumglass, lettklinker eller ekstrudert polystyren (XPS).

Finrensket tunnelsåle

Ved finrensket tunnelsåle skal det maksimalt bli liggende 5 cm tunnelmasse på sålen. Finrensk av tunnelsåle skal inkludere pigging av knøler og ujevnheter som medfører fare for vannansamlinger og dårlig drenasje mot drensgrøfter, inklusive sprengning av tverrgrøfter og andre nødvendige tiltak. Mengden vann som blir stående i fordypninger i sålen, skal være ubetydelig.

På rensket tunnelsåle bygges det opp til planum med tilførte, godt drenerende materialer som skal være i bæreevnegruppe 1.

Overbygningen skal dimensjoneres som angitt i figur 517.1.

Forsterkningslaget skal ha en minste tykkelse på 500 mm. Materialet skal være drenerende. Dekketype og tykkelse velges på grunnlag av ÅDT i åpningsåret, se pkt. 512.3 / figur 512.1.

Frostsikring med skumglass eller lettklinker

Det forutsettes at frostmessig dimensjonering følger reglene i kap 511. Den bæreevnemessige dimensjonering er gitt i figur 517.1. Dekketype og tykkelse velges på grunnlag av ÅDT i åpningsåret, se pkt. 512.3 / figur 512.1.

Frostsikring med isolasjonsplater av XPS

Dimensjoneringen av overbygningen er angitt i figur 517.2.

På avrettet planum legges det ut et drenslag med minste tykkelse 100 mm.

Over drenslaget legges isolasjonsplater av ekstrudert polystyren (XPS). Tykkelsen bestemmes ut fra F_{DimT} og reglene i kap 511. Minste tykkelse er 50 mm.

Som bærelag benyttes betong i tykkelse 220 mm.

På bærelag av betong bør vegdekket bestå av bindlag og slitelag og ha en samlet tykkelse på minst 80 mm, også ved trafikkmengder som etter figur 512.1 ikke krever dette.

517.22

For å sikre mot ukontrollert oppsprekking av betongbærelaget bør det sages rissanvisere, jfr. punkt 663.21. Platestørrelsen bør ikke overstige 5 – 6 meter.

Det vil normalt ikke være behov for dybler eller forankringsjern i fugene.

T	DIMENSJONERINGSTABELL FOR OVERBYGNING I TUNNEL (lagtykkelser i cm)						
	TRAFIKKGRUPPE (Antall ekvivalente 10 t aksler pr. felt i dimensjoneringsperioden, N, mill.)						
	A (< 0,5)	B (0,5 – 1)	C (1 – 2)	D (2 – 3,5)	E (3,5 – 10)	F (> 10)	
DEKKE	Dekketype og tykkelse velges på grunnlag av ÅDT i åpningsåret, se pkt. 512.3 / figur 512.1						
BÆRELAG	Tykkelse, bærelag						
Typiske materialer:							
Ag	9	10	11	12	13	14	
Ag over Ap	5 over 6	6 over 7	6 over 8	7 over 8	7 over 9	7 over 10	
Ag over Ak	5 over 10	6 over 10	7 over 10	8 over 10			
Ag over Fk	5 over 10	6 over 10	7 over 10		-	-	
Ag over Gja ²⁾	6 over 5	6 over 7	6 over 9	6 over 10	-	-	
Fk	20	20	-	-	-	-	
FORSTERKNINGSLAG							
Frostmengde F_{DimT}	Bæreevne- gruppe	Tykkelse forsterkningslag					
$F_{DimT} \leq 10000 \text{ h}^\circ\text{C}^{3)}$	1 ¹⁾	25	25	25	25	25	25
$F_{DimT} > 10000 \text{ h}^\circ\text{C}^{3) 4)}$	1 evt 4 ⁴⁾	50	50	50	50	50	50
BÆRELAGSINDEKS Bl_k		39	45	50	54	62	65
1) Dersom materialet ikke er i bæreevnegruppe 1 skal det masseutskiftes med ikke telefarlige materialer. 2) Tykkelsene forutsetter en lastfordelingskoeffisient på min. 1,75 Ved lastfordelingskoeffisient mellom 1,35 og 1,75 må tykkelsen økes for å overholde kravene til indeksverdier. 3) Forsterkningslaget skal bestå av drenerende masser dersom forsterkningslaget legges direkte på avrettet tunnelsåle 4) Gjelder forsterkningslag på frostsikringslag av skumglass eller lettklinker							

Figur 517.1 Dimensjonering av dekke, bærelag og forsterkningslag i tunnel, inklusive overbygning med frostsikringslag av skumglass eller lettklinker

TX	DIMENSJONERINGSTABELL FOR OVER-BYGNING I TUNNEL, ISOLASJON MED XPS (lagtykkelser i cm)					
	TRAFIKKGRUPPE (Antall ekvivalente 10 t aksler pr. felt i dimensjoneringsperioden, N, mill.)					
	A (< 0,5)	B (0,5 - 1)	C (1 - 2)	D (2 - 3,5)	E (3,5 - 10)	F (> 10)
DEKKE						
Asfalt	Min 4 + 4 cm					
BÆRELAG						
	Tykkelse, bærelag					
Betong	22	22	22	22	22	22
ISOLASJON						
XPS	Tykkelse bestemmes ut fra figur 511.7 ¹⁾ , min 50 mm					
DRENSLAG						
	Tykkelse, min					
Drenerende steinmatr.	10	10	10	10	10	10
1) Isolasjonslagets tykkelse skal baseres på nedre frostsikringslag med tykkelse 10 cm.						

Figur 517.2 Dimensjonering av vegoverbygning i tunnel ved bruk av isolasjon med XPS

En enkel beskrivelse av oppbyggingen av dimensjonering av veger er omtalt i kommentarene til kap 512. Her er også begrepene Styrkeindeks og Bærelagsindeks forklart. Se også Vedlegg 4.

518. Dimensjonering av veg med grusdekke

518.0 Dimensjoneringsforutsetninger

Atkomstveger (A) med $\text{ÅDT} < 300$ og lavtrafikkerte samleveger (S) med $\text{ÅDT} < 100$ kan bygges som grusveg.

Dimensjoneringstabellen er basert på:

- 10 tonns helårs aksellast.
- Det stilles bare krav til styrkeindeks, SI_k , som tilsvarer indeksskravet for trafikkgruppe A i figur 512.2, men med en reduksjon på 20. Styrkeindeksen er likevel ikke satt mindre enn tilsvarende kravet til bærelagsindeks, BI_k , etter figur 512.2.
- Grusdekke: 5 cm.
- Det skal normalt ikke brukes bitumen- eller sementstabiliserte materialer i bærelaget.

Knust asfalt, Ak, kan benyttes både som vegdekke og som bærelag.

518.1 Dimensjonering og materialvalg

Vegfundamentet (overbygningen under grusdekket) for grusveg skal dimensjoneres som vist i figur 518.1.

Krav til materialer for grusdekker er gitt i kap. 61. Øvrige krav til materialer i overbygningen skal være som for veg med bituminøst dekke, se kap. 52.

I det øverste laget under grusdekket bør et velgradert materiale benyttes, slik at man har et fuktmagasinerende lag under dekket, se pkt 612.1. Ved bruk av Ak i vegdekket er det ikke krav om et fuktmagasinerende lag.

Vegfundament i tykkelse 40 cm eller mer, kan splittes i et bærelag og et forsterkningslag. Bærelaget bør da ha en tykkelse på min. 15 cm. og bestå av velgradert knust grus eller knust fjell, f.eks. i sorteringen 0/32.

Anleggsfasen er ofte kritisk for oppbygningen av en grusveg. På særlig bløt undergrunn bør en ta hensyn til dette, som vist i figur 518.1.

Dimensjonering for anleggsfasen ved bæreevnegruppe 6 er også omtalt under pkt 510.6.

Ved vegbygging på myr (bæreevnegruppe 7) skal det tas spesielle fundamenteringsmessige hensyn, se kap. 2.

G	DIMENSJONERINGSTABELL FOR VEG MED GRUSDEKKE (lagtykkelser i cm)	
VEGDEKKE		Lagtykkelse
Grusdekke, se kap. 61		5
VEGFUNDAMENT (Bærelag og evt. forsterkningslag) PÅ		
Materialtype i grunnen:	Bæreevnegruppe	Tykkelse
Fjellskjæring, steinfylling, T1	1	10
Grus $C_u \geq 15$, T1	2	10
Grus $C_u < 15$, T1 Sand $C_u \geq 15$, T1 Fjellskjæring, steinfylling, T2	3	20
Sand $C_u < 15$, T1 Grus, sand, morene, T2	4	30 ²⁾
Grus, sand, morene, T3	5	40 ²⁾
Silt, leire, T4, $c_u \geq 50$ kPa	6	50 ²⁾
Silt, leire, T4, $37,5 \leq c_u < 50$ kPa	6	50 ²⁾
Silt, leire, T4, $25 \leq c_u < 37,5$ kPa	6	50+20 ^{1) 2)}
Silt, leire, T4, $c_u < 25$ kPa	6	50+50 ^{1) 2)}
1) Tall med + foran er knyttet til anleggsfasen, se pkt. 512.13 2) Dersom vegfundamentet splittes i to eller flere lag, skal øvre lag være min. 15 cm tykt, se også krav til fuktmagasinerende lag, pkt 612.2. Filterkriteriene mellom lagene må være oppfylt.		

518.1

For velgraderte og/eller grove masser brukes *graderingstall* (C_u eller C_u , fra engelsk: *Coefficient of uniformity*) som er definert som d_{60}/d_{10} , se vedlegg 13.

For leire brukes begrepet *udrenert skjærfasthet* (c_u , engelsk: *cohesion, undrained*).

Figur 518.1 Dimensjonering av grusveg, lagtykkelser i cm

52. Materialer og utførelse

520. Generelt

520.1 Kvalitetssikring

Entreprenøren skal for alle arbeider utarbeide en detaljert kvalitetsplan. Kvalitetsplanen skal være forelagt byggherren før arbeidene påbegynnes, se håndbok R760 (Ref. 18).

Følgende element vurderes spesielt:

Tilpasning til produksjonsplanleggingen

For å oppnå kvalitetskravene skal følgende forhold i produksjonsplanleggingen tillegges stor vekt:

- materialvalg
- tidspunkt for utførelse
- utstyr tilpasset materialer og årstid

Tilsyn

Overbygningsarbeidene skal ha kontinuerlig tilsyn, slik at avvik/mistanke om avvik umiddelbart blir kontrollert og rettet opp. Alle lag i overbygningen skal være kontrollert og godkjent før neste lag legges ut.

Materialkvalitet

Alle materialer i bærelag og forsterkningslag skal være ikke telefarlige (T1-materialer). Analyser for bestemmelse av kornstørrelsesfordeling (korngradering) inkludert finstoffinnhold skal utføres etter følgende prosedyrer:

- NS-EN 933-1 (sikteanalyse), som medfører vasking av materialet før det tørkes og siktes. Prosedyren brukes for alle produkter som faller inn under NS-EN 13242 (Ref. 15) og NS-EN 13043 (Ref. 16) (de mest relevante standarder for dette kapittel, dvs stort sett alle siktbare sorteringer)
- Håndbok N210 pkt. 14.434 (slemmeanalyse) brukes i tillegg når telefarlighet skal bestemmes (materiale <22,4 mm).

Steinmaterialet skal tilfredsstillere krav til mekanisk styrke, kornform og kornfordeling som gitt i figurene for materialkrav i kap. 52. Utfyllende beskrivelse av analysemetoder, dokumentasjon/deklarasjon, vanlige sorteringer, referanser til produkt- og prøvingsstandarder mv. er gitt i vedlegg 3.

Leverandører av tilslag til forsterkningslag og mekanisk stabiliserte bærelag som faller inn under omfanget til NS-EN 13242 skal utføre samsvarsattestering i henhold til standarden.

520.1

Definisjon av telefarlighet og vannømfintlighet, se pkt 510.3.

Materialer som sement- eller bitumenstabiliseres kan i utgangspunktet være telefarlige, men ved riktig utført stabilisering vil finstoff bindes opp slik at de blir ikke telefarlige.

520.1

NS-EN 13242 gjelder mekanisk stabiliserte materialer i vegoverbygningen, $D \leq 90$ mm.

520.2 Funksjonskrav

Materialene i overbygningen skal ha en slik kvalitet og lagtykkelse at det ikke oppstår uakseptable deformasjoner, sprekker eller andre skader i vegdekket i løpet av vegens dimensjoneringsperiode. Denne kvaliteten vil normalt oppnås om kravene i denne normalen overholdes.

Det enkelte lags lastfordelende evne kan dokumenteres gjennom tilbake-regning av nedbøyningsmålinger (fallodd). Falloddmålinger bør da utføres også på det tidspunktet vegen normalt har dårligst bæreevne.

Sammenhengen mellom elastisitetsmodul og lastfordelingskoeffisient er gitt i likning 512.2.

520.3 Kontrollomfang og toleranser, materialer og geometri

520.31 Generelt

Entreprenørens kontrollomfang skal være så stort at kvaliteten blir dokumentert på en tilfredsstillende måte.

Entreprenørens dokumentasjon av utført kvalitet skal minst være som beskrevet for hver materialtype. For materialer som omfattes av Byggevarerforordningens krav om samsvarserklæringer, aksepteres det at produsentens produksjonskontroll er en del av det totale kontrollomfang.

Kvalitetskontroll av materialer kan utføres ved inspeksjon og analyser av prøver fra materialene på leverandørens lager eller på materialene ferdig utlagt. For kvalitetsparametrene Los Angeles-verdi, mølleverdi, micro-Deval, andelen knuste korn og flisighetsindeks kan det aksepteres at kvalitetskontrollen fra leverandørens lager gjøres gjeldende for materialet på vegen. Det kan bli nødvendig med tilleggsprøver ut over det standarden krever ved produksjonskontroll. For de øvrige kvalitetsparametrene forutsettes det at kvalitetskontrollen utføres på prøver uttatt fra veg, og målinger utført på veg.

Generelt aksepteres for prøver uttatt på veg at 1 av 5 prøver (20 %) kan avvike fra gjeldende krav, men ingen prøver skal avvike mer enn angitt maksimalt avvik.

Hvilke parametre som skal kontrolleres, er angitt i figur 520.1 og 520.2, og kontrollomfanget er gitt i beskrivelsen av de enkelte materialtypene.

Angitt kontrollomfang er minstekrav til utførendes driftskontroll. Oppstartkontroll vil normalt være mer omfattende og omfanget vil være avhengig av materiale og produksjonsutstyr.

Byggherren skal vurdere behovet for egen stikkprøvekontroll i hvert enkelt tilfelle.

520.2

Om bruk av data fra nedbøyningsmålinger, se vedlegg 6.

520.3

Om ulike attestasjonssystem for samsvarsvurdering, se Vedlegg 3.

Med leverandørens lager menes i denne sammenheng både produktionssted og evt. mellomlager, avhengig av hvordan leverandøren har organisert sin materiallogistikk.

Kontroll av	Frostsikr. lag	Forsterkningslag ¹⁾		Mek. stab. bærelag			Bærelag av bitumenstabiliserte materialer								Gjb I	Gjb II
	S/G/P/K	G	P/K	Gk	Fk	Fp	Ag	Ap	Pp	Eg	Ep	Sg	Bg	Ak		
Materialegenskaper																
– Los Angeles-verdi		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	
– flisighetsindeks				X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	
– mølleverdi ²⁾		(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	X	X	X	X	X	X	X			
– micro-Deval-koeffisient ³⁾		X	X	X	X	X	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)			
– andel knuste korn				X			X	X	X							
– bindemiddelkvalitet							X	X	X	X	X	X	X			
– sammensetning (inkl. renhet)														X ⁴⁾	X ⁵⁾	
Korngradering																
– kornfordeling	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
– maks. steinstørrelse	X	X	X												X	
Vannømfintlighet	X	X	X	X	X	X									X	
Telefarlighet	X	X	X	X	X	X									X	
Bindemiddelmengde							X	X	X	X	X	X	X			
Asfalttemperatur																
– materialproduksjon							X	X								
– utlagt materiale							X	X	X							
Komprimering	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X	
Forbruk							X	X	X	X	X	X	X			
Indirekte strekkstyrke											X	X	X	X		

- 1) S, G, P og K betyr hhv. sand, grus, pukk og kult.
- 2) Parentes angir at mølleverdien tillates brukt i produksjonskontrollen som et alternativ til kontroll med micro Deval, men micro-Deval skal benyttes ved typeprøving/deklarasjon. Sammenheng micro-Deval og kulemåling må etableres. (Om korrelasjon mellom metodene, se også vedlegg 3.)
- 3) Parentes angir at dersom det foreligger resultater fra micro-Deval testing kan disse benyttes i stedet for kulemåling både for typeprøving og produksjonskontroll. Se Vedlegg 3.
- 4) Se pkt 622.4
- 5) Se pkt 522.12

Figur 520.1 Kvalitetskrav, frostsikringslag, forsterkningslag og bærelag

Kontroll av	Cg
Kornfordeling	X
Komprimering	X
Fryse-/tinebestandighet	X
Trykkfasthet	X

Figur 520.2 Kvalitetskrav, bærelag av sementstabilisert grus (Cg)

520.32 Geometri, jevnhet, lagtykkelser

For kontroll av høyde skal minste antall punkter i tverrprofilen være 3 (1 prøve = 1 profil, dvs. minst 3 målepunkter). Figur 520.3 angir kontrollomfanget, mens figur 520.4 angir toleranser.

Lag	Vegtype	
	Hoved- og samleveg	Atkomstveg
Frostsikringslag	1 profil hver 20. meter	1 profil hver 40. meter
Forsterkningslag	1 profil hver 20. meter	1 profil hver 40. meter
Bærelag	1 profil hver 20. meter	1 profil hver 40. meter

Figur 520.3 Kontrollomfang (minste antall prøver) for geometrisk kontroll og jevnhet.

Toleranse for		Hoved- og samleveger (H, S)		Andre veiger (A, G/S)	
		Enkeltverdi	Middelverdi	Enkeltverdi	Middelverdi
Traubunn/ planum på løsmasse ¹⁾	maks. min.	+ 40 - 40	+ 20 - 30	+ 60 - 60	+ 30 - 50
Traubunn/planum på steinfylling/fjellskjæring ¹⁾	maks. min.	+ 100 - 100	+ 30 - 30	+ 100 - 100	+ 30 - 50
Frostsikringslag/drenslag ²⁾	maks. min.	+ 30 - 30	+ 10 - 10	+ 50 - 50	+ 25 - 25
Isolasjonslag, av skumglass/lettklinker	maks. min.	+ 30 - 30	+ 10 - 10	+ 50 - 50	+ 25 - 25
Forsterkningslag (ferdig avrettet)	maks. min.	+ 30 - 30	+ 7 - 7	+ 50 - 50	+ 20 - 25
Jevnhet 3 m rettholt når overliggende lag er:					
– bituminøst bærelag	maks.	15		15	
– mekanisk stabilisert bærelag	maks.	25		30	
Bærelag ⁵⁾	maks. min.	+ 20 - 20	+ 5 - 5	+ 30 - 30	+ 10 - 15
Jevnhet 3 m rettholt ³⁾	maks.	10		15	
Bredde – alle lag ⁴⁾	maks. min.	+ 100 - 0		+ 100 - 0	

- 1) Gjelder enkeltpunkt i tverrprofilen/middelverdier pr. 500 m
- 2) Ved bruk av isolasjonsplater må underlaget være så jevnt at platene ligger stabilt og ikke knekker
- 3) Rettholtsverdier fra målebil med laserskanner kan på større arbeider benyttes til å velge punkter som kontrolleres med manuell rettholt
- 4) Horisontalt avvik fra de prosjekterte ytterbegrensningene
- 5) For krav til underkant betongdekke henvises det til krav i figur 604.1

Figur 520.4 Toleranser i mm for geometriske krav (høyde og bredde) og jevnhet pr. 500 m tofelts veg eventuelt 1000 m enfelts veg

Innmålte punkter i profilet skal registreres med tverrprofilnummer og x-, y- og z-koordinater og dokumenteres mot tilsvarende prosjekterte punkter. Differansen mellom det målte og prosjekterte skal framkomme og avvik synliggjøres. Krav til lagtykkelser vist i figur 520.5 skal være oppfylt for alle lag i vegoverbygningen.

Toleranse for	Hoved- og samleveg (H, S)		Andre veger (A, G/S)	
	Enkeltverdi	Middelverdi	Enkeltverdi	Middelverdi
Frostsikringslag				
- Maks. økning av lagtykkelsen	+ 20 %		+ 20 %	
- Maks. reduksjon av lagtykkelsen	- 10 %	- 5 %	- 15 %	- 10 %
Isolasjonslag av skumglass og lettklinker				
- Maks. økning av lagtykkelsen	+ 20 %		+ 20 %	
- Maks. reduksjon av lagtykkelsen	- 10 %	- 5 %	- 10 %	- 10 %
Forsterkningslag				
- Maks. økning av lagtykkelsen	+ 20 %		+ 30 %	
- Maks. reduksjon av lagtykkelsen	- 15 %	- 5 %	- 20 %	- 10 %
Bærelag				
- Maks. økning av lagtykkelsen	+ 20 %		+ 30 %	
- Maks. reduksjon av lagtykkelsen	- 10 %	- 5 %	- 15 %	- 10 %

Figur 520.5 Toleranser for lagtykkelser

520.4 Komprimering

520.41 Generelt om utførelse av komprimering

Beskrivelsene i dette avsnittet gjelder komprimering av mekanisk stabiliserte materialer. For forsterkningslag og bærelag, se også avsnittene om komprimering i kap. 522. og 523. Isolasjonsmaterialer av lettklinker og skumglass komprimeres som beskrevet i kapittel 234.

Figur 520.6 er en veiledning til valg av valseutstyr, lagtykkelser og antall overfarer for ulike massetyper.

Komprimeringsutstyr			Uknuste materialer Sand, grus		Knuste materialer Grus, pukk, kult, gjenbruksbetong	
Valsestype	Statisk lineær vekt [kg/cm] ¹⁾	Total vekt [tonn]	Lagtykk. [mm]	Min. antall passeringer ²⁾	Lagtykk. [mm]	Min. antall passeringer ²⁾
Vals med én trommel (anleggsvals)	15-25	6-8	≤ 400 -	8 -	≤ 200 200- 400	5 7
	25-35	8-10	≤ 400 500 -	7 8 -	≤ 200 200-400 400-500	4 7 8
	35-45	10-13	≤ 400 500 -	5 6 -	≤ 200 200-400 400-500	4 5 6
	> 45	> 13	≤ 400 500	3 4	≤ 400 400-500	3 4
Vals med to tromler ³⁾ (tandemvals)	(15-25)	2-4	200	6	200	6
	(15-25)	4-8	300	5	400	6
	(25-35)	8-13	400	5	400	5

1) Vekt på valseenheten regnet pr cm valsebredde pr valsetrommel.

2) Fram og tilbake i samme spor = 2 passeringer.

3) Vals med to tromler er ikke egnet til komprimering av forsterkningslag.

Figur 520.6 Veiledning for valg av komprimeringsutstyr og antall passeringer.

Steinmaterialet skal være fuktig ved komprimering, dette vil i de fleste tilfeller kreve vanning før og under komprimeringsarbeidet. Dette gjelder også grove materialer. Enkelte materialer, eksempelvis knust asfalt (Ak), krever mye vann ved komprimering (se pkt. 523.29).

Ved komprimering av pukk og kult skal man underveis i komprimeringsarbeidet forvise seg om at materialet ikke knuses unødvendig ned (visuell inspeksjon), før man fortsetter komprimeringen. Dersom nedknusning av betydning observeres, skal det utarbeides ny komprimeringsplan hvor type og størrelse av vals, evt. amplitude og frekvens justeres slik at nedknusningen blir minst mulig, samtidig som komprimeringskravene overholdes.

Steinmaterialet komprimeres jevnt, og det skal være overlapp mellom valsesporene for å sikre jevn stivhet på arealer som er bredere enn valsebredden. Anbefalt kjørehastighet er 3-5 km/t.

520.41

For bituminøse bærelag stilles egne krav til komprimering, disse er beskrevet for hver materialtype.

For vurdering av lagtykkelser ut fra hvilket materiale som skal komprimeres, og hvilket valseutstyr som er tilgjengelig, se rapporten Planlegging og utførelse av komprimering (Ref. 3).

520.41

En anleggsvals er en vals med ståltrommel foran, og drivende maskinhjul bak. Kalles også valsetog.

En tandemvals har valsetromler både foran og bak. Det kan enten være to ståltromler eller ståltrommel på den ene enden og tett plasserte gummihjul på den andre.

520.41

Noen generelle råd for valsing kan være følgende:

Lav amplitude brukes ved lagtykkelser opp til 400 mm. Ved større lagtykkelser kjøres de første passeringene med høy amplitude, de siste passeringene kjøres med lav amplitude. Komprimering av øverste mekanisk stabiliserte lag avsluttes med to statiske passeringer for å oppnå en fast overflate.

520.41

GNSS (Global Navigation Satellite System): Samlebetegnelse for stedfestingssystemer som bruker satellittposisjonering, f.eks. GPS.

Utarbeidelse av komprimeringsplan og komprimeringskontroll er omtalt i avsnittene nedenfor. Komprimeringsarbeidets utstrekning og omfang stedfestes i horisontalplanet ved hjelp av GNSS. Kravet om stedfesting gjelder også i tunnel og andre områder med manglende satellittdekning, men da kan annet utstyr som gir tilfredsstillende nøyaktighet brukes. Utstyret skal lagre resultatene, og stedfestingen skal ha nøyaktighet $\pm 0,2$ m eller bedre.

Dersom skade oppstår på ferdig veg og installasjoner mv. som følge av for dårlig komprimering evt. overkomprimering er entreprenøren ansvarlig for utbedring av skadene.

520.42 Utarbeidelse av komprimeringsplan

Ved alt komprimeringsarbeid skal det utarbeides en komprimeringsplan. Dersom man på et veganlegg har variasjoner i overbygning eller undergrunn skal komprimeringsarbeidet planlegges separat for hver homogene seksjon.

I komprimeringsplanen skal komprimeringsarbeidet planlegges for hvert enkelt lag.

Komprimeringsplanen skal inneholde opplysninger om

- underliggende masser
- materialtyper som skal komprimeres
- lagtykkelser
- vanning
- valseutstyr
- valsemønster
- hastighet
- vibrering
- antall overfarer
- kontroll/dokumentasjon
- spesielle hensyn som må tas ved komprimering over eller nær installasjoner (ledninger i grunnen, bygninger mv.).

Utarbeidelse og gjennomføring av valseprogram

For vegarbeider som omfatter 5000 m² vegareal eller mer, skal komprimeringsplanen også inneholde et valseprogram. Ved utarbeidelsen av valseprogram undersøkes det ved hjelp av målinger hvor mange overfarer som er nødvendig for å oppnå tilfredsstillende komprimering.

Valseprogrammet utarbeides ved at en strekning komprimeres i flere omganger, og det gjøres målinger på flere komprimeringsnivåer. Aktuelle målemetoder og måleomfang er vist i figur 520.7.

520.42

Ved utarbeidelse av valseprogram kan en tilpasse og fininnstille utførelsen i forhold til aktuelt utstyr, aktuelle masser og underlag.

Målemetode	Bruksområde	Måleomfang
Platebelastning	Maksimal kornstørrelse (D_{max}) \leq 150 mm	Minimum tre målinger ved minimum tre komprimeringsnivåer
Modifisert Proctor	Øvre siktstørrelse (D) \leq 32 mm	Minimum tre målinger ved minimum tre komprimeringsnivåer
Responsmålinger	Alle materialer	Kontinuerlig over minimum 50 m
Nivellement	Alle materialer	10 punkter i hver tverrprofil, minimum 5 profiler pr. homogen seksjon

Figur 520.7 Målemetoder for utarbeidelse av valseprogram

Resultatet av målingene er et minstekrav til antall valsepasseringer. Når valseprogrammet gjennomføres vil det gi rimelig sikkerhet for at kravene til komprimering blir oppfylt.

To krav må være oppfylt for at et valseprogram skal være gyldig for et område som skal komprimeres:

- Undergrunnen og materialene som skal komprimeres må ha samme egenskaper (materialtype, lagtykkelser, mv.) som området der valseprogrammet ble utarbeidet.
- Valsen som brukes skal ha samme fysiske egenskaper (statisk linjelast, vibrasjonsinnstillinger, mv.) som valsen som ble brukt under utarbeidelsen av valseprogrammet.

Platebelastning og Modifisert Proctor:

Målingene gjøres på minimum tre ulike komprimeringsnivåer (f.eks. etter 4, 6 og 8 overfarer), og det tas minimum tre målinger på hvert nivå. Målingene skal være fordelt over en veglengde på minimum 50 meter. Figur 520.8 og 520.9 viser hvilke måleverdier som må oppnås.

Lag	E_2 / E_1	E_2 (MPa)
Bærelag og forsterkningslag	$\leq 2,5$	> 150
Frostsikringslag av sand, grus og stein	$\leq 3,5$	> 120

Figur 520.8 Krav til komprimering målt ved statisk platebelastning, 300 mm platediameter

Lag	Dimensjonerende krav	5 prøver eller flere		Mindre enn 5 prøver
		Middelverdi	Enkeltverdi	Enkeltverdi
Bærelag	98 %	99 %	94 %	97 %
Forsterkningslag og frostsikringslag	95 %	96 %	91 %	94 %

Figur 520.9 Krav og toleranser for komprimering (Modifisert Proctor)

Responsmålinger:

En prøvestrekning på minimum 50 meter komprimeres, og gjennomsnittlig responsmåleverdi beregnes etter hver overfart. Nødvendig antall overfarer bestemmes ved at økningen av den gjennomsnittlige responsmåleverdien mellom de to siste overfartene skal være mindre enn 10 %.

Nivellement:

Nivellering utføres i minimum 5 tverrprofiler fordelt ut over en veglengde på minimum 50 meter. Ved nivellement måles utviklingen av setninger i 10 punkter i hvert tverrprofil. Gjennomsnittlig setning for siste passering av

520.42

Responsmålinger er registreringer fra valsemontert måleutstyr som måler stivheten til underlaget som valsen kjører på.

520.42

For valseprogram basert på krav til komprimeringsgrad i forhold til Modifisert Proctor må maksimal densitet bestemmes i laboratorium, mens komprimeringsgraden bestemmes etter densitetsmåling i felt.

520.42

Resultatet av et valseprogram basert på responsmålinger vil være gyldig for valsen som prøvestrekningen er komprimert med, eller andre valser med lik statisk linjelast.

Dersom valsens responsmålinger viser at det på enkelte områder fortsatt er stor utvikling i stivhet etter at det bestemte antall overfarer er kjørt, bør komprimeringsarbeidet fortsette til utviklingen avtar.

valsen skal være mindre enn 10 % av den totalsetningen. Totalsetning bør også vurderes ut fra normal forventet setning.

520.43 Dokumentasjon av utført komprimering

Antall overfarter kjørt skal dokumenteres for alle lag i vegoverbygningen. Dokumentasjonen leveres i form av en kartfremstilling av resultatene. Komprimeringsarbeidet dokumenteres i tillegg gjennom sluttdokumentasjon med platebelastning på øverste mekanisk stabiliserte lag i overbygningen.

Kravene ved platebelastning er gitt i figur 520.8. Kravene skal oppfylles for hvert punkt som måles. Tilfredsstillende komprimering forutsetter at både kravet til E_2/E_1 og til E_2 er oppfylt. Platebelastningsforsøk er beskrevet i Håndbok N211 Feltundersøkelser, metode 15.328.

Figur 520.10 viser minstekrav til omfang av sluttdokumentasjon av utført komprimering. Figuren skiller mellom dokumentasjon med og uten kontinuerlige responsmålinger. Kontrollomfanget gjelder uavhengig av om valseprogram er utarbeidet eller ikke.

	Kontrollomfang per kjørefelt	
	uten kontinuerlige responsmålinger	med kontinuerlige responsmålinger ¹⁾
Platebelastning	1 prøve per 100 m	1 prøve per 250 m

1) Måling utføres i dokumentert svake punkter.

Figur 520.10 Krav til sluttdokumentasjon av komprimeringsarbeid for mekanisk stabiliserte materialet i overbygningen

Bruk av responsmålinger

Ved bruk av responsmålinger kan kontrollomfanget reduseres som vist i figur 520.10.

Når responsmålinger brukes, registreres stivheten på underlaget som valsen kjører på kontinuerlig. Målinger fra hver enkelt overfart brukes til å analysere endring i stivhet mellom de to siste overfartene. Denne endringen skal være mindre enn 10 % når komprimeringsarbeidet avsluttes.

Når resultater fra valsemontert utstyr inngår i dokumentasjon av utført komprimering, skal det benyttes kartframstillinger eller elektroniske datafiler med filformat som avtalt med byggherren, og resultatene skal være stedfestet som angitt i pkt. 520.41. Stedfestingen skal ha en nøyaktighet bedre enn $\pm 0,2$ m.

Kontroll med antall passeringer av valseutstyret

For arbeider hvor ingen av de foran nevnte metodene for kontroll av komprimering er egnet, kan komprimeringen godkjennes ut fra antall passeringer etter figur 520.6. Dette forutsetter at valsens utstyr for innstilling av vibrering (bl.a. frekvens og amplitude) utnyttes optimalt i forhold til materialer, lagtykkelser, underliggende lag, etc.

520.43

Vanlig benyttet platediameter er 300 mm. Måling på grovere materialer og/eller større lagtykkelser enn angitt er mulig, men da forutsettes det at man bruker større platediameter og tilsvarende tyngre mothold.

520.43

Responsmålingene gir et relativt mål på overflatens stivhet og lagres elektronisk med stedfesting (koordinater, evt. stedfesting i forhold til veglinje etc.).

En fordel ved bruk av slikt utstyr er at målingene bidrar til å identifisere svake lokale partier i laget eller i underliggende masser partier som bør utbedres.

520.43

Kontroll og dokumentasjon basert på antall passeringer av valseutstyret er f.eks. aktuelt ved breddeutvidelser, mindre forsterkningstiltak og andre arbeider hvor en inndeling i homogene kontrollseksjoner er vanskelig. Ved slike arbeider vil det være praktisk vanskelig å dokumentere utført komprimering uten bruk av valsemontert utstyr.

520.44 Spesielle tilfeller

For materialene forkilt pukk, penetrert pukk og sementstabilisert pukk er det vanskelig å lage valseprogram basert på målinger. Komprimeringsarbeidet planlegges derfor ikke ved hjelp av valseprogram, men materialene skal komprimeres i henhold til figur 520.11.

Komprimeringsarbeidet skal dokumenteres ved hjelp av stedfesting av valseoverfartene på vanlig måte.

Komprimeringsutstyr			Forkilt pukk, penetrert pukk og sementstabilisert pukk			
Valsestype	Statisk lineær vekt (kg/cm)	Total vekt (tonn)	Lagtykkelse (mm)	Min. antall passeringer	Maks. antall passeringer	
Vals med én trommel (anleggsvals)	15-25	6-8	75	3	5	
			100	3	5	
			150	4	6	
	25-35	8-10	75	3	5	
			100	3	5	
			150	4	6	
Vals med to tromler (tandemvals)	(15-25)	2-4	75	3	5	
			100	3	8	
			150	4	10	
	(15-25)	4-8	75	3	4	
			100	3	5	
			150	4	6	
	(25-35)	8-13	75	3	3	
			100	3	4	
			150	4	5	
Gummihjulsvals	12-18	12-18	75	4	6	
			100	5	7	
			150	6	8	
			18-25	75	4	6
				100	5	7
				150	6	8
	25-32	75	4	6		
		100	5	7		
		150	6	8		
	> 32	> 32	75	4	6	
			100	5	7	
			150	6	8	

Figur 520.11 Krav til komprimeringsarbeid for forkilt pukk, penetrert pukk og sementstabilisert pukk

520.5 Dokumentasjon av utført kvalitet

Entreprenøren er ansvarlig for all dokumentasjon av utført kvalitet. Dette gjelder også dokumentasjon av kvalitet på produkter/varer fra ulike underleverandører.

Dokumentasjon av utført kvalitet skal minst omfatte følgende:

- rapportering av kontrollomfang (antall målinger, tester av uttatte prøver etc.) i forhold til utført arbeid.
- oversiktlig presentasjon av måle- og analyseresultatene. Presentasjonene skal tydelig vise gjennomsnittsverdier og variasjonene i resultater, antall prøver utenfor krav skal spesielt fremgå.

- avviksbehandling
- alle endringer i forhold til planene registreres
- spesielle løsninger og forhold

Dokumentasjon av utført kvalitet omfatter både periodisk rapportering og en sluttrapportering når arbeidene er ferdig utført. Dokumentasjon av utført kvalitet skal så langt det er praktisk mulig, baseres på en oppfølging av utført arbeid på veg.

521. Separasjonslag og filterlag

521.0 Generelt

Når forskjellen mellom korngraderingen til materialet i grunnen og i forsterkningslaget er så stor at det er fare for at finstoff kan trenge opp i forsterkningslaget og gjøre dette mindre bæredyktig, er det nødvendig med filterlag. Filterlaget skal være tilstrekkelig åpent til å slippe gjennom vann fra grunnen så det kan føres ut i grøftene. I dagens vegbygging brukes i hovedsak fiberduk som filter mellom undergrunnen og forsterkningslag, men sand/grus som oppfyller filterkriteriene, kan også brukes.

521.1 Fiberduk

521.10 Generelt

Fiberduker (geotekstiler) til separasjons- og filterformål sertifiseres i et felles nordisk system, NorGeoSpec 2012 (Ref. 10). Produkter som velges skal ha gyldig NorGeoSpec-sertifikat.

Fiberduken skal tilfredsstillere kravene angitt i NorGeoSpec 2012 for den aktuelle bruksklassen og være registrert under denne sertifiseringsordningen eller tredje parts verifisering til samme kvalitetsnivå.

521.11 Fiberduk med hovedsakelig separasjonsfunksjon Generelt

I en vegoverbygning brukes i hovedsak fiberduk for separering av undergrunnsmaterialer og forsterkningslagsmaterialer. Det kan også være behov for å separere undergrunnsmaterialer fra frostsikringslag eller lag for grunnforsterkning.

Materialkrav

Krav til fiberdukens styrkeegenskaper vil avhenge av bruksområdet, dvs. hvilke materialer som ligger inntil fiberduken, trafikkmengde og undergrunnens fasthet. Krav til bruksklasse er vist i figur 521.1. For hver bruksklasse er det satt krav til bl.a. strekkstyrke, forlengelse og motstand mot gjennomhulling (Ref. 10).

Undergrunn	Trafikk- mengde, ÅDT	Maks. steinstørrelse mot duken, mm			
		$D_{\text{Maks}} \leq 63$	$63 < D_{\text{Maks}} \leq 200$	$200 < D_{\text{Maks}} \leq 500$	$D_{\text{Maks}} > 500$
Meget bløt $c_u \leq 25$ kPa	> 500	3	4	5	5
	≤ 500	3	4	4	5
Bløt/middels $c_u > 25$ kPa	> 500	2	3	3	4
	≤ 500	2	2	3	3

Figur 521.1 Valg av bruksklasse avhengig av bruksområde

Ved annen bløt undergrunn, eller undergrunn som vanskeliggjør anleggs-trafikk, bør man gå opp en bruksklasse. Ved spesielt bløt undergrunn bør det vurderes å legge nettarmering oppå fiberduken for å sikre framkommelighet ved utlegging av forsterkningslaget.

521.10

Fiberduk er framstilt av plastfibre. Fiberduk er råtemotstandig overfor de forhold som er vanlige i en vegkonstruksjon, men enkelte typer kan svekkes ved lagring i sollys over flere måneder.

Dukenes strekkstyrke og elastiske egenskaper varierer med fabrikkasjonsmetoden. De fleste fiberduker har stor bruddtøyning. I mange tilfeller, spesielt på svak grunn, kan det være ønskelig med en fiberduk med høy tøyelighet framfor en med stor bruddstyrke.

Tekniske krav til de ulike bruksklasser (spesifikasjonsprofiler), samt regler for sertifiseringen og oversikt over produkter med gyldig sertifikat, er gitt på nettstedet www.norgeospec.org

521.11

På bløt grunn anbefales bruk av fiberduk. Duken legges direkte på det ferdig planerte underlaget. På bløte partier med vegetasjon kan fiberduken legges direkte på vegetasjonsdekket. Fiberduk leveres i bredder opptil ca. 5 m.

Grunnforsterkning er omhandlet i kap. 2. Armering er omhandlet i kap. 235 og kap. 525.

Utførelse

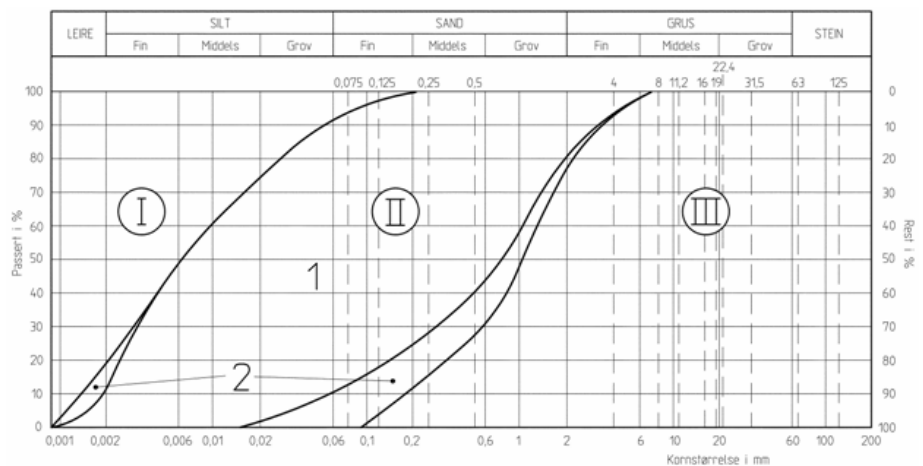
Duken kan legges i flere bredder med overlapp på 0,5-1,5 m. Dukens overlapping er avhengig av bæreevnen i grunnen, jo dårligere bæreevne, desto større overlapp. Et alternativ til overlapping kan være sveising eller syng.

Det bør ikke kjøres på duken før det er lagt minimum 40 cm forsterkningslagsmasser over duken.

521.12 Fiberduk med hovedsakelig filterfunksjon

Generelt

Ved bruk av fiberduk til filter, for eksempel rundt drengrofter, der det er spesielt viktig at duken ikke tettes til av finstoff, skal duken velges ut fra filteregenskaper og evne til å motstå gjentetting, i tillegg til at duken skal oppfylle nødvendige mekaniske egenskaper. For vurdering av nødvendige filteregenskaper i forhold til jordartene, se diagram i figur 521.2.



Forklaring:

- 1 Filterteknisk vanskelig grunn
- 2 Grenseområder

Filter mot materialer med korngradering som faller innenfor grensekurvene i kornfordelingskurven (område II), skal dimensjoneres spesielt.

Figur 521.2 Grensekurver for materiale med spesielle krav til dimensjonering av fiberdukfilter, etter NS 3420 del GU, 2008 (Ref.7).

Materialkrav

Område I og III i figur 521.2 er kornfordelingsområder som filterteknisk er enkle, mens område II stiller større krav til fiberduken.

Område I omfatter kohesiv jord (leire, leirig silt, kohesiv blandingsjord) og kohesjonen hindrer i stor grad gjennomgangen av finstoff. I tillegg er vanngjennomgangen som oftest lav i disse jordartene.

Område II (silt, sandig silt, finsand og blandede friksjonsjordarter) er filterteknisk vanskelige jordarter. De er ustabile og bygger ikke opp et naturlig filterlag. Disse jordartene er i tillegg erosjonsfarlige, spesielt dersom de er ensgraderte. For å sikre filterstabilitet bør de gitte kriteriene holdes strengt, se

figur 521.3, dersom det ikke kan verifiseres gjennom forsøk at fravik kan tillates.

Område III omfatter grus og grovsand som stort sett er lite erosjonsfarlige, da de grove kornene i disse materialene kan bygge et filterfast kornskjelett.

Filterkriteriene for de enkelte kornfordelingsområdene er gitt i figur 521.3.

Kornfordelings- område	Materiale	Hydrauliske krav til fiberduk	
		Poreåpning, O_{90} (mm)	Hastighets- indeks, VI_{H50} (m/s)
Område I	Kohesiv jord (leire, leirig silt, kohesiv blandingsjord)	$O_{90} < 0,15$	$> 0,003$
Område III	Grus og grovsand	$O_{90} < 0,15$	$> 0,003$
Område II	Leire	$O_{90} < 10d_{50}$ og $O_{90} < 2d_{90}$	$> 0,003$
	Silt	$O_{90} < d_{90}$	$> 0,003$
	Annet ^{1) 2)}	$O_{90} < 10d_{50}$ og $O_{90} < 2d_{90}$	$> 0,003$

1) For jordarter med kornkurve som er oppadrettet konkav anbefales $O_{90} < d_{30}$

2) For jordarter med partikkelsprang anbefales $O_{90} < d_g$, der d_g er minste kornstørrelse i fraksjonen som mangler

Forklaring:

O_{90} er dukens karakteristiske åpningsstørrelse målt i henhold til NS-EN ISO 12956

d_{50} er den kornstørrelse som 50 % av jordprøven passerer

d_{90} er den kornstørrelse som 90 % av jordprøven passerer

Figur 521.3 Filterkriterier for fiberduk (etter Ref. 11)

Ved jordarter i kornkurveområdene I og III vil filterfunksjon og gjentettingsmotstand normalt tilfredsstilles med fiberduk som oppfyller de generelle kravene for duker klassifisert etter NorGeoSpec, hvor de hydrauliske egenskapene skal være som følger:

- $O_{90} < 0,20$ mm (bruksklasse 1, 2 og 3) evt. $O_{90} < 0,15$ mm (klasse 4 og 5)
- Hastighetsindeks $VI_{H50} > 0,003$ m/s (alle bruksklasser)

Valg av duk skal også foretas ut fra inntilliggende massetyper. Dersom duken ikke utsettes for dynamisk trafikkbelastning (for eksempel duk rundt en drengroft) kan det benyttes en bruksklasse lavere enn det som er angitt i figur 521.1, men ikke lavere enn bruksklasse 2.

Utførelse

Fiberduker til filter skal ikke legges i flere lag eller med unødig mye overlapp. Utlegging av duken og påfylling/ifylling av masser skal skje slik at det ikke oppstår rifter eller hull i duken.

521.2 Sand/grus

Generelt

Filterlag av sand/grus blir lite benyttet i dagens vegbygging, men kan i enkelte tilfeller være et alternativ. Dette er aktuelt der det er god tilgang på sand med riktig kvalitet og der filterlaget kan inngå som en del av et frostsikringslag, se kap. 511 og 524).

521.12

For å sikre mekanisk filterstabilitet ved statisk filterbelastning og små gradienter brukes ofte geotekstiler med svært stor poreåpning.

Gap-graderte jordarter er jordarter hvor en eller flere fraksjoner mangler (kornkurve med "partikkelsprang").

521.2

Består forsterkningslaget av grus, vil disse materialene ofte tilfredsstillte filterkriteriet mot grunnen. Filterlag er da unødvendig. Pukk og kult gir et åpent forsterkningslag. Filterlaget må da være grusig og velgradert. Fiberduk bør her med fordel kunne benyttes i stedet. Se kap. 521.1.

For å kontrollere om materialet i forsterkningslaget tilfredsstiller filterkriteriet kan filterlaget betraktes som undergrunn. Ved en kornstørrelse $d_{50} > 2$ mm vil filterlaget normalt tilfredsstillte kravet mot grunnen og overliggende lag.

d_{15} betyr den maskevidde (kornstørrelse) som 15 % av materialet passerer. Den kalles også materialets 15 %-størrelse. På samme måte er d_{50} = 50 %-størrelse og d_{85} = 85 %-størrelse.

Materialekrav/filterkriterier

Filterlag av sand og grus skal tilfredsstillte filterkriteriene både mot materialet i grunnen og mot overliggende lag – og skal ha maks. 7 % mindre enn 0,063 mm (regnet av materiale mindre enn 22,4 mm) dersom filterlaget skal regnes som en del av forsterkningslaget. Består grunnen av silt, kan det være nødvendig å bruke et filter med høyere finstoffinnhold for å oppfylle filterkriteriene. Består grunnen av leire eller siltig leire, er faren for inntrengning i filterlaget mindre. For slike materialer kan filterlagets d_{15} være opptil 0,6 mm.

Filterlaget skal normalt oppfylle følgende kriterier, se også figur 521.4:

$$\frac{d_{15, \text{filtermateriale}}}{d_{85, \text{undergrunn}}} \leq 5$$

og
$$\frac{d_{50, \text{filtermateriale}}}{d_{50, \text{undergrunn}}} \leq 25$$

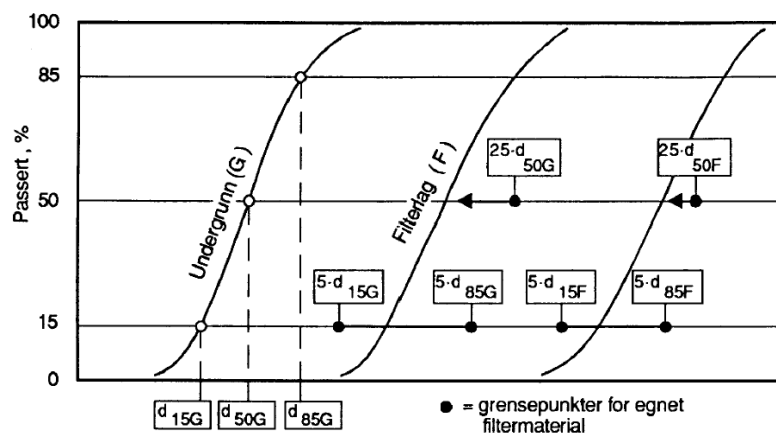
For at filtermaterialet skal være vesentlig bedre drenerende enn materialet i grunnen, gjelder

$$\frac{d_{15, \text{filtermateriale}}}{d_{15, \text{undergrunn}}} \geq 5$$

og minst 50 % av filtermaterialet bør være større enn 2 mm.

Utførelse

På ferdig planert underlag skal filterlaget være minst 15 cm tykt. Maks. steinstørrelse skal ikke overstige halve lagtykkelsen. Komprimeringsgraden skal være minimum 93 % Modifisert Proctor. Dette kravet kan fravikes ved bløt undergrunn.



Figur 521.4 Valg av filtermateriale ut fra filterkriteriene.

522. Forsterkningslag

522.0 Generelt

522.01 Materialtyper og dimensjonering

Om dimensjonering, se kap. 51.

For materialvalg se også pkt. 510.4. Usortert sprengt stein tillates ikke brukt i forsterkningslag. Steinmaterialer til forsterkningslag skal produseres ved kontrollert produksjon med grovknusing og utsikting av finstoff. Kult eller pukk benyttes normalt til forsterkningslag. Grus og gjenbruksmaterialer kan også benyttes. Sand har begrenset anvendbarhet som forsterkningslag. Aktuelle gjenbruksmaterialer er asfaltgranulat, knust betong og tegl.

Ved bruk av grov pukk/kult i forsterkningslag kan det være vanskelig å tilfredsstille geometriske krav (teoretisk høyde og jevnhet). I spesielle tilfeller kan det være behov for justering av forsterkningslaget med et forkilingslag (se pkt. 522.13).

522.02 Funksjonskrav

Forsterkningslagets funksjon er å fordele trafikkbelastningene mot undergrunnen på en slik måte at det ikke oppstår deformasjoner i undergrunnen som kan medføre ujevnheter i vegens overflate. Forsterkningslaget skal også bestå av så sterke og stabile materialer, og være utført på en slik måte, at heller ikke nedknusing eller deformasjoner i forsterkningslaget medfører redusert kjørekomfort i dimensjoneringsperioden.

522.1 Krav til materialet

522.11 Grus og knuste materialer

Generelt

For materialer til forsterkningslag med øvre siktstørrelse $D \leq 90$ mm skal leverandøren ha kvalitetssikring og samsvarserklæringer for materialene i henhold til de krav som er gitt i NS-EN 13242. For materialer med øvre siktstørrelse > 90 mm, gjelder ikke kravene i NS-EN 13242. For alle materialer brukt som forsterkningslag gjelder imidlertid krav om dokumentasjon i henhold til krav gitt i figur 522.1.

Største steinstørrelse i materialet D_{Maks} skal ikke være større enn $2/3$ av prosjektert lagtykkelse. Dette vil normalt bety at øvre siktstørrelse (D) ikke er større enn halve lagtykkelsen. Dersom grunnen består av materialer i bæreevnegruppe 4 eller dårligere, skal største steinstørrelse ikke være større enn halve prosjekterte lagtykkelse.

Ensgraderte sorteringer skal ha kornfordeling som strekker seg opp til øvre siktstørrelse og ned til nedre siktstørrelse. For sorteringene grus og samfengt pukk skal materialet være jevnt fordelt innenfor de respektive fraksjoner, og materialet skal ha et graderingstall C_u som er minst 15.

522.0

Pukk og kult gir normalt et mer stabilt og bæredyktig lag enn sand og grus, og er ikke i samme grad utsatt for spordannelse, nedkjørte skuldre og erosjon.

Ressursmessig vil det ofte være riktig å bruke fjellmasser i stedet for sand eller grus. Mulighet for bruk av resirkulert tilslag (gjenbruksbetong m.v.) bør også vurderes.

522.11

Materialer i forsterkningslaget skal være ikke telefarlige (T1), se punkt 520.1.

Tunnelmasse har normalt høyere finstoffinnhold enn masse fra dagbrudd. Finstoffandelen øker ved fullprofilboring i forhold til tradisjonell sprengning.

Ved planting av trær langs gater og vegger kan det være aktuelt å tilføre sand med et lite innslag av humus i forsterkningslag som har et åpent steinskjelett. Trærne vil da få bedre tilgang på vann og næring. En slik løsning er bare aktuell under fortau, g/s-veger og andre områder med liten belastning. Innblandingen av sand gjøres kun for treets rotsystem. Mengden sand og organisk materiale må ikke være så stor at steinskjelettet sprenges og stabiliteten blir redusert.

522.11

Graderingstall, C_u , er forholdstallet mellom kornstørrelsene ved henholdsvis 60 % og 10 % gjennomgang i en kornkurve, dvs. $C_u = d_{60}/d_{10}$

522.11

Steinmaterialer med høyt innhold av fri glimmer kan være spesielt vann-ømfintlige når de knuses ned og mineralene anrikes i finfraksjonen. Bergarter dette først og fremst gjelder er:

- Syenitt
- Granodioritt
- Amfibolitt
- Gneis
- Gråvakke
- Skifer (glimmerskifer, klorittskifer, grønnskifer og fyllitt)
- Granitt med glimmerinnhold > 30% basert på tynnslianalyse

Dersom andelen finstoff mindre enn 0,063 mm overstiger kravet i figur 522.1 skal det kontrolleres at andelen finstoff mindre enn 0,063 mm ikke overstiger 7 % regnet i forhold til mengden materiale mindre enn 22,4 mm. Krav om telefarlighetsgruppe T1 skal oppfylles.

Ved høyt innhold av fri glimmer i finfraksjonen bør materialets egnethet undersøkes spesielt. Indikasjoner på egnetheten kan fås bl.a. ved å fastlegge glimmerinnholdet i finfraksjonen 0,125-0,250 mm i henhold til håndbok N210 pkt. 14.417 (Ref. 6).

Tiltak ved høyt innhold av glimmer kan være å skjerpe kravet til maks. andel finstoff mindre enn 0,063 mm.

Grus

Grus til forsterkningslag omfatter naturlig forekommende steinmaterialer med øvre siktstørrelse opp til 90 mm (D_{maks} 125 mm).

Materialet skal ikke inneholde mer enn 1 % humus av materiale mindre enn 0,5 mm ved prøving etter glødetapsmetoden (Ref. 6). Har forsterkningslaget et åpent steinskjelett med kontakt stein mot stein og/eller er godt drenerende stilles det ikke krav til maks. humusinnhold.

Materialet skal for øvrig oppfylle krav gitt i figur 522.1.

Knuste steinmaterialer

Knuste steinmaterialer til forsterkningslag omfatter kult, pukk og samfengt pukk. Kult skal ha en nedre siktstørrelse større eller lik 16 mm og en øvre siktstørrelse i området 90 mm til 300 mm. Pukk skal ha øvre siktstørrelse fra 22 til 90 mm. Samfengt pukk skal ha nedre siktstørrelse lik 0.

De mest aktuelle sorteringer av knuste steinmaterialer i forsterkningslag er:

- | | |
|-----------------|----------------|
| – Kult | 22/120, 22/180 |
| – Pukk | 22/90 |
| – Samfengt pukk | 0/63, 0/90 |

Materialet skal oppfylle kravene i figur 522.1

Materialkrav og kontrollomfang Materialkrav og kontrollomfang er gitt i figur 522.1 for de ulike typene forsterkningslag. Med 'Toleranse' i figuren menes hvor stor prosentandel av enkeltprøvene som kan avvike fra gitte krav. 20 % tilsvarer 1 av 5 prøver. 'Maks. tillatt avvik' gjelder for prøver som ikke oppfyller kravene.

Kontrollomfanget for mekaniske egenskaper kan basere seg på leverandørens deklarererte verdier når materialene kommer fra et etablert materialtak. Dersom leveransen er på mer enn angitt som prøvingshyppighet for en egenskap skal det tas tilleggsprøver slik at angitt hyppighet oppfylles dersom prøvehyppigheten i standarden ikke er nok.

Materialer fra linja og sidetak skal prøvetas med en prøve pr. påbegynt produsert mengde lik prøvehyppigheten. Hver skjæring, sidetak eller tunnel som ikke er bestemt av geolog til å være lik et tilstøtende uttakssted av materialer skal prøvetas og deklarereres som en egen forekomst.

Krav til	Kvalitetskrav				Kontrollomfang
	Krav		Toleranser 4)	Maks. avvik	Min. 1 prøve for hver påbegynt mengdeenhet 9)
	Verdi	Kategori			
Alle materialer, mekanisk styrke					
Los Angeles-verdi,	≤ 35 2)	LA ₃₅			10 000 m ³ 5)
Micro-Deval-verdi, 8)	≤ 15	M _{DE} 15			10 000 m ³ 5)
Grus og samfengt pukk, korngradering					
Maks. andel overstørrelse	20 %	G _A 80	20 %	-3 %	1000 m ³ 6)
Graderingstall Cu	≥ 15 1)				1000 m ³ 6)
Maks. andel mat. < 63 μ m (av hel prøve) avhengig av sortering:					1000 m ³ 6)
0/22	≤ 7 %	f7	20 %	+2 %	
0/32 og 0/45	≤ 5 %	f5	20 %	+2 %	
0/63 og 0/90	≤ 3 %	f3	20 %	+2 %	
Største steinstørrelse	2/3 av lagtykkelse, maks. 125 mm				1000 m ³ 6)
Pukk/kult, korngradering					
Maks andel overkorn	20%		20 %	+5%	1000 m ³ 6)
Maks andel underkorn - pukk	20%		20 %	+5%	1000 m ³ 6)
Maks. andel mat. < 63 μ m (av matr. < 22,4 mm)	≤ 7 % 7)		20 %	+2 %	1000 m ³ 6)
Største steinstørrelse målt som største sidekant	2/3 av lagtykkelse 3) maks. 360 mm		20 %	30 mm	1000 m ³ 6)
Min. andel < D/2	20 %				1000 m ³ 6)
Maks. andel < D/2	70 %				1000 m ³ 6)

- 1) Cu ≥ 10 kan benyttes for atkomstveger.
- 2) For atkomstveger, P-plasser og G/S-veger kan materialer med LA ≤ 40 benyttes.
- 3) Største steinstørrelse skal ikke overstige 1/2 lagtykkelse ved bæreevnegruppe 4 eller dårligere.
- 4) Maks. antall prøver utenfor krav (20 % tilsvarer 1 av 5 prøver utenfor krav).
- 5) Minstekrav til kontrollomfang kan ansees oppfylt av produsentens produksjonskontroll forutsatt at denne er utført i henhold til aktuell standard, og materialet hentes fra en forekomst med kjent og stabil kvalitet.
- 6) Prøver for korngradering skal tas på veg.
- 7) Finstoffet (matr < 0,063 mm) regnes av andel matr. < 22,4 mm for pukk/kult og grovere materialer. Kravet gjelder når materialet > 22,4 mm er mettet med subbus, dvs. når det ikke er et åpent steinskjelett.
- 8) Micro-Deval er referansemotoden som benyttes ved deklarasjon og dersom det oppstår tvil om materialet oppfyller kravene. Mølleverdi (A_N) kan benyttes ved løpende driftskontroll. $A_N < 19$ gir normalt en akseptabel indikasjon om at kravet er overholdt.
- 9) Dersom tilslag hentes fra veglinje/sidetak skal hvert nytt uttakssted vurderes som en egen forekomst dersom ikke uttaksstedene er vurdert som ensartede av geolog.

Figur 522.1 Krav til forsterkningslag, ferdig utlagt

522.11

Dersom materialet har høyt kalk- og/eller glimmerinnhold vil materialet ha lav slitasjemotstand, men tilsynelatende god nedknusningsmotstand (målt med Los Angeles-metoden). For å kunne skille bedre mellom sterke og svake materialer har man valgt å stille krav til Micro-Deval som er standardisert metode for bestemmelse av slitasjemotstand på materialer til mekanisk stabilisering.

Den lignende kulemøllemetoden benyttes normalt kun for å måle dekkematerialers motstand mot piggdekksslitasje. Kulemølle korrelerer godt med micro-Deval og kan brukes til fortløpende driftskontroll, men ikke til typeprøving i forbindelse med deklarasjon.

Micro-Deval-koeffisienter (M_{DE}) ≤ 15 tilsvarer mølleverdi (A_N) ≤ 19

522.12 Gjenbruksmaterialer av betong og tegl

Gjenbruksbetong i forsterkningslag kan være knust betong (Gjb I) eller knust betong med noe innslag av tegl og andre materialer (Gjb II). Materialene skal deklarerer i henhold til NS-EN 13242. Krav til materialsammensetning er gitt i figur 522.2. Sammensetningen skal bestemmes ut fra NS-EN 933-11. Krav til kornfordeling for gjenbruksmaterialer er som for øvrige materialer brukt til samme formål. Materialkrav og krav til kontrollomfang er gitt i figur 522.2. Dersom kilden til gjenbruksbetongen endrer seg og ulike kilder ikke homogeniseres ved blanding, må prøvehyppigheten økes så eventuelle variasjoner fanges opp.

Krav til mekaniske egenskaper, korngradering	Kvalitetskrav				Kontrollomfang
	Krav		Toleranser ⁵⁾	Maks. avvik	Min. 1 prøve for hver påbegynt mengdeenhet
	Verdi	Kategori			
Los Angeles-verdi,	≤ 35 ²⁾	LA ₃₅			10 000 m ³ ⁵⁾
Micro-Deval-verdi, ³⁾	≤ 15	M _{DE} 15			10 000 m ³ ⁵⁾
Maks pass. 63 µm av mat. <22,4mm	7 % ⁴⁾		20 %	+2 %	1000 m ³ ⁴⁾
Graderingstall Cu	≥ 15 ¹⁾		20 %	-3 %	1000 m ³ ⁴⁾
Største steinstørrelse	≤ 125 mm		20 %	20 mm	1000 m ³ ⁴⁾
Materialsammensetning	Gjb I Knust betong			Gjb II Blandet masse	
Hoveddelmateriale:					
Knust betong (R _C)	≥ 90 %				
Knust betong, naturtilslag og knust murverk (R _C + R _U + R _B)				≥ 90 % ¹⁾	
Andre granulære delmaterialer:					
Knust murverk (R _B)	≤ 10 %				
Knust gjenbruksasfalt (R _A)	≤ 5 %			≤ 5 %	
Ikke-mineralsk innhold:					
Glass (R _G)	≤ 2 %			≤ 2 %	
Treverk, papir, metall, plast, gummi, annet (X)	≤ 1 %			≤ 2 %	
Flytende partikler	≤ 5 cm ³ /kg			≤ 5 cm ³ /kg	
Densitet: ²⁾					
Ovnstørr	> 2000 kg/m ³			> 1500 kg/m ³	
Vannmettet overflatetørr	> 2100 kg/m ³			> 1800 kg/m ³	
Vannabsorpsjon ²⁾	< 10 %			< 20 %	

- 1) For bruksområder der det stilles andre krav til resirkulert tilslag enn renhetskrav anbefales det å holde andelen av ren betong på minimum 80 %.
- 2) Utføres iht. NS-EN 1097-6 (Ref. 2), som angir flere målemetoder (densitet i ovnstørr evt. vannmettet/overflatetørr tilstand). Kravet skal oppfylles for minst en av metodene.
- 3) Micro-Deval er referansemetoden som benyttes ved deklarasjon og dersom det oppstår tvil om materialet oppfyller kravene. Mølleverdi (A_N) kan benyttes ved løpende driftskontroll A_N < 19 gir normalt en akseptabel indikasjon om at kravet er overholdt.
- 4) Prøver for korngradering skal tas på veg. Om finstoffinnhold, se også figur 522.1.
- 5) Produsentens produksjonskontroll i henhold til aktuell standard bør brukes dersom materialet hentes fra en forekomst med kjent og stabil kvalitet.

Figur 522.2 Krav til forsterkningslag av gjenbruksbetong for ubunden bruk, ferdig utlagt

522.13 Forkiling av forsterkningslag

Man skal så langt som mulig unngå bruk av avrettingslag. For grove, åpne masser vil det ofte være nødvendig å sikre tilfredsstillende stabilitet i toppen av laget ved å legge ut et tynt forkilingslag av knust asfalt eller knuste steinmaterialer. Forkilingslaget vil i mange tilfeller være kritisk for egenskapene til hele overbygningen gjennom brukstiden for veien.

Valg av materialer for de ulike trafikkgrupper

For veger i trafikkgruppe A, B eller C samt plasser og GS-veger skal nødvendig forkiling av forsterkningslaget utføres med materialer av bærelagskvalitet tillatt for den aktuelle trafikkgruppen.

For bærelag av Ag eller tilsv. bør nødvendig forkiling av forsterkningslaget utføres med Ak (se pkt. 523.29) såfremt slike materialer er tilgjengelige.

Der Ak ikke er tilgjengelig skal nødvendig forkiling av forsterkningslaget utføres med knust fjell (Fk) hvor andelen av finstoff mindre enn 0,063 mm ikke overstiger 3%. Øvre siktstørrelse (D) bør være minimum 32 mm.

Lagtykkelser og utførelse

Tykkelsen av forkilingen bør ikke være mer enn 50 mm i gjennomsnitt og ikke overstige 100 mm noen steder.

Utlegging og bearbeiding av forkilingslaget skal gjøres på en slik måte at separasjon, anriking av finstoff eller andre forhold som kan forringe kvaliteten, unngås. Dersom andelen finstoff mindre enn 0,063 mm i ubundet forkilingslag er for høyt etter anleggstrafikk bør laget erstattes med ny masse av tilfredsstillende kvalitet.

Omfang for kontroll av forkilingslag bør være som for bærelag. Prøver skal tas på veg.

522.2 Krav til utførelse

522.21 Utlegging og transport

Transport og utlegging skal utføres slik at det ikke oppstår sporkjøring eller andre skadelige deformasjoner i underlaget.

Det bør unngås at forsterkningslaget slites ned eller tilsøles i anleggsperioden. Utlegging skal foregå slik at forsterkningslaget blir mest mulig homogent. Forsterkningslag av stein tippes på planert lag og skyves ut.

Kontrollomfang og toleranser for geometri er vist i figurene 520.3-520.5.

522.22 Komprimering

Krav til komprimering, veiledning for valg av komprimeringsutstyr og antatt minste antall nødvendige passeringer for å tilfredsstillende kravet til komprimering er gitt i kap. 520.4.

522.21

Dersom underlaget er så lite bæredyktig at det er fare for skader i anleggsfasen, bør det sikres mot dette med spesielle tiltak, for eksempel ved å:

- øke lagtykkelsen
- bruke geonett o.l.
- bruke bakhunved
- foreta dreneringstiltak

Se forøvrig kap. 23, Grunnforsterkning, og kap. 525 Armering.

Forsterkningslaget kan beskyttes ved at det f.eks. etableres midlertidig anleggsveg som senere fjernes. Forsterkningslaget kan også legges ut i et tykkere lag på deler av veien for senere å fjerne det øverste laget som er tilsølt.

Komprimeringsutstyret og antall passeringer skal tilpasses slik at materialet ikke knuses ned. På undergrunn med lav bæreevne kan det være vanskelig å oppnå god komprimering. På bløt leire ($c_u < 25$ kPa) bør utstyr med stor dybdeeffekt (statisk lineær vekt > 35 kg/cm sammen med høy amplitude) ikke brukes, da bæreevnen kan bli svekket. Det samme gjelder for sensitivitet $S_t > 8$ uansett leirens skjærstyrke. Det bør i disse tilfeller vurderes utlegging i flere tynne lag og bruk av lett valseutstyr.

Ved bruk av tungt vibrasjonsutstyr må man være spesielt oppmerksom på ledninger og andre konstruksjoner i grunnen. Man må også ta hensyn til rystelseskader som kan oppstå på bygninger i nærheten. Dette kan forsterkes vesentlig ved spesielle grunnforhold. Tungt komprimeringsutstyr kan også ”myke opp” sensitiv undergrunn og vanskeliggjøre komprimering av forsterkningslaget.

Vanninnholdet i materialene ved komprimering bør tilpasses slik at man oppnår et best mulig komprimeringsresultat. For materialer som kan undersøkes med Modifisert Proctor (se pkt. 520.4) bør vanninnholdet i materialet ved komprimering være 1-2 % under optimalt vanninnhold bestemt ved Modifisert Proctor. Noen materialer, for eksempel asfaltgranulat (fresemasse) og knust asfalt (se pkt. 523.29), trenger høyt vanninnhold og kan gjerne ”mettes” med vann ved komprimering.

522.22

Optimalt vanninnhold ved Modifisert Proctor lar seg kun bestemme på relativt finkornige og velgraderte materialer, se pkt. 520.4. Vann vil fungere som et ”smøremiddel” også for grovere materialer, men for disse er det ikke etablert noen enkle regler for hva som er ”optimalt”.

523. Bærelag

523.1 Bærelag av mekanisk stabiliserte materialer

523.10 Generelt

Aktuelle typer mekanisk stabiliserte bærelag er: knust grus (Gk) og knust fjell (Fk). Vanlig bruksområde er gitt i figur 510.7. Knust betong (Gjb I) kan benyttes som bærelag for G/S-veger og parkeringsplasser med lett trafikk.

523.11 Knust grus (Gk) og knust fjell (Fk)

523.111 *Krav til materialet og kontrollomfang*

Materialer til mekanisk stabiliserte bærelag skal deklarerer i henhold til NS-EN 13242. Kvalitetskravene for de to materialtypene er gitt i figur 523.1.

Dersom finstoffinnholdet er mer enn det som er tillatt for sorteringene 0/32, 0/45 og 0/63 i figur 523.1, kan materialet likevel godkjennes dersom andelen finstoff mindre enn 0,063 mm er mindre enn 7 % av materialet mindre enn 22,4 mm.

Dersom det er mistanke om mye fri glimmer i finfraksjonen bør materialets egnethet vurderes spesielt (med tanke på vannømfintlighet). Indikasjoner på egnetheten kan fås bl.a. ved å fastlegge glimmerinnholdet i finfraksjonen 0,125-0,250 mm i henhold til håndbok N210 pkt. 14.417 (Ref. 6).

Tiltak ved høyt innhold av glimmer kan være å skjerpe kravet til maks. tillatt finstoffinnhold.

Knust grus og knust fjell skal ikke inneholde mer enn 1,0 % humus av materiale mindre enn 500 µm ved prøving etter glødetapmetoden (Ref. 6).

523.111

Valg av sortering baseres på vurdering av flere faktorer:

- grovt material gir god stabilitet og bedre knuseøkonomi, men kan gi økt separasjon
- finere material gjør det lettere å finjustere toppen av laget, men kan også gi problemer med for høyt finstoffinnhold

Micro-Deval er standardisert metode for bestemmelse av slitasjemotstand på materialer til mekanisk stabilisering. Kulemøllemetoden benyttes

523.111

Steinmaterialer med høyt innhold av fri glimmer kan være spesielt vannømfintlige når de knuses ned og mineralene anrikes i finfraksjonen. Bergarter dette først og fremst gjelder er:

- Syenitt
- Granodioritt
- Amfibolitt
- Gneis
- Gråvakke
- Skifer (glimmerskifer, klorittskifer, grønnskifer og fyllitt)
- Granitt med glimmerinnhold > 30% basert på tynnslianalyse

I produksjonskjeden fra uttak og knusing til materialet er utlagt på veg og ferdig komprimert, vil finstoffinnholdet ofte øke med et par %-poeng.

Krav til	Kvalitetskrav		Kontrollomfang ²⁾
	Verdi	Kategori	Min. 1 prøve pr. påbegynt mengdeenhet
Knust grus (Gk) og knust fjell (Fk)			
Los Angeles-verdi	≤ 35	LA ₃₅	5000 m ³ ³⁾
Micro-Deval-verdi	≤ 15 ⁷⁾	M _{DE} 15 ⁶⁾	5000 m ³ ³⁾
Mølleverdi	⁷⁾	⁷⁾	5000 m ³ ³⁾
Flisighetsindeks	≤ 35	FI ₃₅	5000 m ³ ³⁾
Andel knuste korn (NS-EN 13242)	C _{50/30} ¹⁾		2500 m ³ ³⁾
Korngradering for følgende sorteringer d/D (mm): 0/32, 0/45, 0/63	Figur 523.2 (Gk) Figur 523.4 (Fk)		500 m ³ ⁴⁾
Maksimum finstoffinnhold (matr. < 63 µm) ⁵⁾			
Sortering 0/22	≤ 7 %	f ₇	500 m ³ ⁴⁾
Sortering 0/32 og 0/45	≤ 5 %	f ₅	500 m ³ ⁴⁾
Sortering 0/63	≤ 3 %	f ₃	500 m ³ ⁴⁾
Maks. andel overstørrelser (materiale > D)	15 %	G _A 85	500 m ³ ⁴⁾

- 1) For knust fjell kan kravet ansees oppfylt uten ytterligere dokumentasjon.
- 2) Kontrollomfanget halveres (1 prøve pr. 50 m) for vegtype S og A.
- 3) Produsentens produksjonskontroll i henhold til aktuell standard kan brukes dersom materialet tas fra en forekomst med kjent og stabil kvalitet. Dersom tilslaget tas fra skjæringer eller sidetak skal det foreligge dokumentasjon fra hver av dem dersom ikke geolog har bedømt dem som like.
- 4) Prøver for korngradering, finstoffinnhold og overstørrelse skal tas på veg. Se også reglene om maks. antall kryssinger av stiplede linjer i figur 523.3/523.5.
- 5) Finstoff (matr. < 63 µm) regnes av hele kornkurven (total prøve).
- 6) For veger med ÅDT < 300 er kravet M_{DE}20.
- 7) Mølleverdi kan benyttes i stedet for Micro-Deval ved driftskontroll. Sammenheng skal da etableres mellom bestemt micro-Deval-koeffisient og mølleverdi. Resultater fra kulemølletest vil derfor kunne aksepteres som dokumentasjon ved driftskontroll/produksjonskontroll (ikke typeprøving).

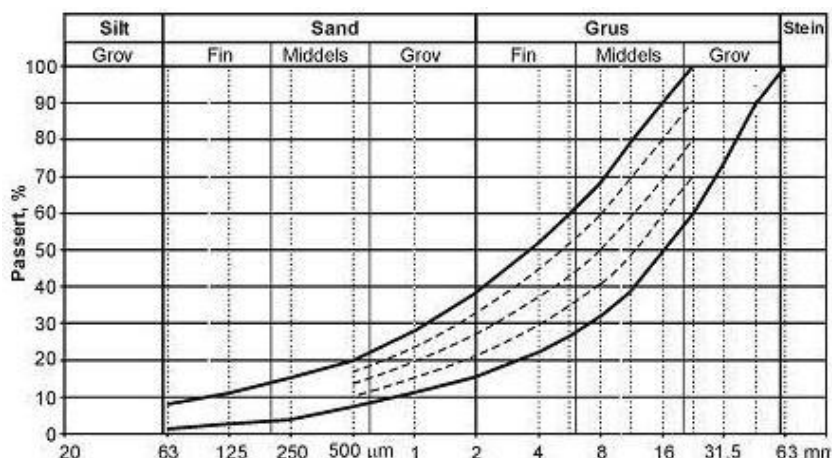
Figur 523.1 Materialkrav og minste kontrollomfang til knust grus (Gk) og knust fjell (Fk)

Knust grus (Gk)

Ved bruk av knust grus skal korngraderingen for utlagt materiale tilfredsstillende kravene gitt i figur 523.2 og figur 523.3. Ved produksjon av grusen skal det tas hensyn til at finstoffinnholdet vil øke i produksjonskjeden fram til ferdig veg.

Kornstørrelse	Passering i %
63 mm	100
45 mm	90 - 100
31,5 mm	74 - 100
22,4 mm	61 - 100
16 mm	50 - 90
8 mm	32 - 68
4 mm	22 - 52
2 mm	16 - 38
1 mm	12 - 28
0,5 mm	8 - 20
0,25 mm	4 - 15
0,125 mm	3 - 11
0,063 mm	2 - 8

Figur 523.2 Krav til korngradering (grensekurver) for knust grus (Gk)



Figur 523.3 Grensekurver for knust grus (Gk)

De mest aktuelle sorteringer er 0/32, 0/45 og 0/63. Krav til maks. finstoffinnhold er gitt i figur 523.1. Kornkurven skal ligge innenfor og mest mulig parallelt med de heltrukne grensekurvene vist i figur 523.3 og skal ikke krysse mer enn en av de stiplede linjene i området 0,5-22,4 mm. Materiale med kornkurve som krysser to linjer eller flere, kan likevel brukes dersom materialet har en CBR-verdi etter 4 døgns vannlagring på minst 100 (Ref. 6).

Knust fjell (Fk)

Med knust fjell menes også knust stein, dersom den er knust fra stein større enn 60 mm. Knust fjell skal tilfredsstille kravene til korngradering gitt i figur 523.4 og figur 523.5. Ved produksjon skal det tas hensyn til at finstoffinnholdet vil øke i produksjonskjeden fram til ferdig veg.

Kornstørrelse	Passering i %
90 mm	100
63 mm	85 - 100
31,5 mm	58 - 100
22,4 mm	48 - 100
16 mm	39 - 90
8 mm	27 - 75
4 mm	17 - 60
2 mm	11 - 46
1 mm	6 - 35
0,5 mm	2 - 25
0,25 mm	0 - 18
0,125 mm	0 - 12
0,063 mm	0 - 8

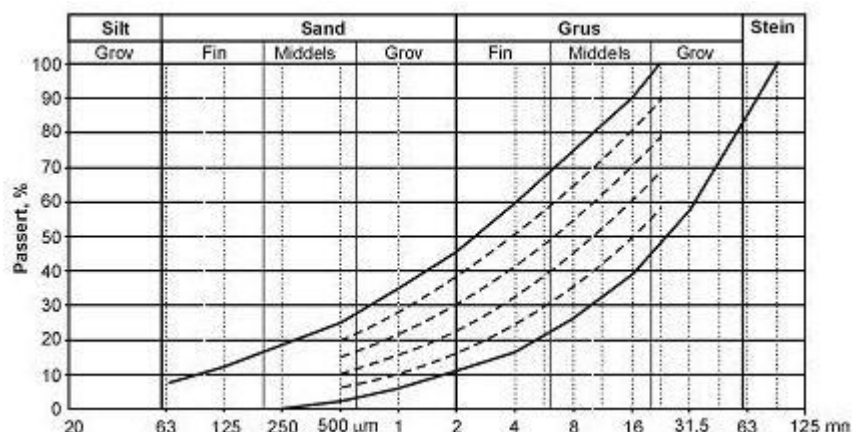
Figur 523.4 Krav til korngradering (grensekurver) for knust fjell (Fk)

Sortering velges bl.a. ut fra materialtype i overliggende lag. De mest aktuelle sorteringer er 0/32, 0/45 og 0/63. Krav til maks. finstoffinnhold er gitt i figur 523.1. Kornkurven for utlagt materiale skal ligge innenfor og mest mulig parallelt med grensekurvene gitt i figur 523.5, og skal ikke krysse mer enn en av de stiplede linjene i området 0,5-22,4 mm. Materialer med kornkurve som krysser to linjer eller flere, kan likevel brukes dersom materialet har en CBR-verdi etter 4 døgns vannlagring på minst 100. For ÅDT > 1500 er kravet min. 110.

523.111

I produksjonskjeden fra uttak og knusing til materialet er utlagt på veg og ferdig komprimert, vil finstoffinnholdet ofte øke med et par %-poeng.

Definisjon av CBR: se vedlegg 13.



Figur 523.5 Grensekurver for knust fjell (Fk)

523.112

Materialet har lett for å bli separert ved bearbeiding, mellomlagring, opplasting, transport og utlegging på vegen. Materialet bør holdes fuktig så tendensen til separasjon reduseres. Det kan være fordelaktig å bruke utlegger.

523.112 Produksjon og utlegging

Kravet til kornkurve gjelder for ferdig utlagt materiale. Det er derfor viktig at prosessen fra produksjon til og med utlegging blir gjort på en slik måte at separasjon i materialet unngås.

523.113 Komprimering

Krav til komprimering, veiledning til valg av utstyr og antall passeringer er gitt i kap. 520.4.

Vibrerende utstyr bør brukes for mekanisk stabiliserte bærelag. Det er imidlertid viktig at det ikke brukes utstyr/antall passeringer som knuser ned materialet unødvendig.

Vanninnholdet i materialet bør ved komprimering være 1-2 % under optimalt vanninnhold bestemt ved Modifisert Proctor. For knust grus og knust fjell med øvre siktstørrelse < 32 mm og tett kurve er det vanligvis mulig å måle komprimeringsgraden iht. Modifisert Proctor.

523.114 Kontroll og funksjonskrav

Se kap. 520.12 og 520.13.

523.12 Forkilt puk (Fp)

523.120 Generelt

Bærelag av forkilt puk består av ensgradert puk som forkiles med finere puk eller asfalterte materialer for å få tilstrekkelig stabilitet.

523.121 Krav til materialet og kontrollomfang

Pukmaterialer til forkilt puk skal deklarerer i henhold til NS-EN 13242. Krav til materialer og kontrollomfang for forkilt puk er gitt i figur 523.6.

Krav til	Kvalitetskrav		Kontrollomfang
	Verdi	Kategori	Min. 1 prøve per mengdeenhet
Los Angeles-verdi, $\text{ÅDT} > 1500$	≤ 30	LA ₃₀	5000 m ³ ¹⁾
Los Angeles-verdi, $300 < \text{ÅDT} \leq 1500$	≤ 35	LA ₃₅	5000 m ³ ¹⁾
Los Angeles-verdi, $300 \leq \text{ÅDT}$	≤ 40	LA ₄₀	5000 m ³ ¹⁾
Flisighetsindeks, hovedsortering	≤ 30	Fl ₃₀	5000 m ³ ¹⁾
Flisighetsindeks, forkilingsmateriale	≤ 20	Fl ₂₀	5000 m ³ ¹⁾
Micro-Deval-verdi ³⁾	≤ 15	M _{DE} 15	5000 m ³ ¹⁾
Korngradering	Fig. 523.7		1000 m ³ ²⁾

- 1) Samsvarserklæringer etter NS-EN 13242 med kontrollomfang som angitt i standardens Tillegg C, kan aksepteres dersom produksjonen skjer i en forekomst med kjent og jevn kvalitet.
- 2) Prøver for korngradering skal tas på veg.
- 3) Mølleverdi kan bestemmes i stedet for micro-Deval ved driftskontroll. Sammenheng skal da etableres mellom micro-Deval-koeffisient og mølleverdi (man kan normalt anta at M_{DE}15 tilsvarer A_N19). Micro-Deval skal benyttes ved typeprøving.

Figur 523.6 Materialkrav og kontrollomfang for forkilt pukk (Fp)

Figur 523.7 viser krav til hovedsortering og forkilingsmateriale avhengig av lagtykkelse for en del hovedsorteringer.

Sortering	Lagtykkelse		
	75 mm	100 mm	150 mm
Hovedsortering			
Sortering	16/56	22/63	22/90
Sikterenhetsgrad	G _{80/20}	G _{80/20}	G _{80/20}
Min. andel < 45 mm	20 %	20 %	20 %
Maks. andel < 45 mm	70 %	70 %	70 %
Forkilingsmateriale			
Sortering	8/11	8/16	16/22
Sikterenhetsgrad	G _{80/20}	G _{80/20}	G _{80/20}

Figur 523.7 Krav til korngradering for forkilt pukk (Fp), avhengig av lagtykkelse, for noen aktuelle sorteringer

523.122 Utlekking

Pukken skal legges ut i korrekt tykkelse med utlegger eller høvel. Ved forkiling med pukk skal mengden avpasses, slik at hulrom i overflaten blir fylt, uten at det blir liggende nevneverdig mengde løs stein etter valsing.

523.123 Komprimering

Både forkilt pukk, penetrert pukk og sementstabilisert pukk har krav til minimum og maksimum antall valsepasseringer. Dette er beskrevet i kap. 520.4, figur 520.11.

523.124 Kontroll og funksjonskrav

Se kap. 520.2 og 520.3.

523.121

Om sikterenhetsgrad for pukksorteringer, se vedlegg 3.

Ag eller Ak som avstrøingsmateriale (forkiling) er mer robuste løsninger og stiller ikke like strenge krav til utførelse som finpukk.

523.131

Om undersøkelse av material-sammensetning for gjenbruksbetong, se pkt. 522.12.

523.13 Gjenbruksbetong – ren knust betong (Gjb I)**523.131 Krav til materialet**

Til bærelag i gang-/sykkelveger og i parkeringsplasser med lett trafikk kan det brukes gjenbruksbetong bestående av knust betong med lite innslag av tegl og andre materialer (Gjb I). Materialsammensetning er beskrevet i figur 522.2. Kvalitetskravene er gitt i figur 523.8.

Krav til	Kvalitetskrav		Kontrollomfang Min. 1 prøve per mengdeenhet
	Krav		
	Verdi	Kategori	
Los Angeles-verdi	≤ 40	LA ₄₀	1500 m ³
Flisighetsindeks	≤ 35	FI ₃₅	1500 m ³
Micro-Deval-verdi	≤ 15	M _{DE} 15	1500 m ³
Mølleverdi ²⁾	≤ 19	A _N 19	1500 m ³
Korngradering ¹⁾	Figur 523.4 og 523.5	G ₀	500 m ³
Maksimum finstoffinnhold (< 63 µm) ¹⁾			
D ≤ 32 mm	7 %	F ₇	500 m ³
D > 32 mm	5 %	F ₅	
Minimum finstoffinnhold (< 63 µm)	2 %		500 m ³
Maks. andel overstørrelser ¹⁾	15 %	G _A 85	500 m ³
Materialsammensetning (iht. figur 522.2) ¹⁾	Gjb I		1500 m ³

1) Prøver for korngradering (inkl. finstoff og overstørrelser) og materialsammensetning skal tas på veg.

2) Mølleverdi kan bestemmes i stedet for micro-Deval ved driftskontroll. Sammenheng skal da etableres mellom micro-Deval-koeffisient og mølleverdi (man kan normalt anta at M_{DE}15 tilsvarer A_N20). Micro-Deval skal benyttes ved typeprøving.

Figur 523.8 Materialkrav og kontrollomfang for gjenbruksbetong (Gjb I)

Krav til korngradering for knust betong er som for knust fjell, for sorteringene 0/32 og 0/45, se figur 523.4 og figur 523.5. For ferdig utlagt lag skal finstoffinnholdet ikke overstige 7 %, for graderinger med D ≤ 31,5 mm og 5 % når D > 31,5 mm, se figur 523.8. Prøver uttatt fra produksjon i verk bør inneholde 2-4 % lavere finstoffinnhold enn kravet i figur 523.8, da finstofføkningen ved opplasting/transport og utlegging av knust betong kan bli noe høyere enn for tilsvarende sorteringer av vanlige steinmaterialer.

523.132 Produksjon og utlegging

Materialet håndteres og legges ut som tilsvarende sorteringer av grus og pukk. Noe mer støving enn ved bruk av vanlig stein kan forekomme.

523.133 Komprimering

Komprimeringen skal i utgangspunktet gjøres på samme måte som for bærelag av knust grus/fjell, men gjenbruksmassen kan ofte være noe svakere enn steinmaterialer brukt til samme formål. Gjenbruksmassen har atskillig høyere optimalt vanninnhold enn naturtilslag og vanning er derfor meget viktig ved komprimering. Det vises til kap. 520.4.

523.133

Det må generelt utvises forsiktighet mht. valg av utstyr og bruk av vibrasjon for å unngå nedknusing av svake materialer.

523.2 Bærelag av bitumenstabiliserte materialer

523.20 Generelt

Aktuelle typer bitumenstabiliserte materialer til bærelag er asfaltert grus (Ag), asfaltert pukk (Ap), penetrert pukk (Pp), emulsjonsgrus (Eg), emulsjonspukk (Ep), skumgrus (Sg), bitumenstabilisert grus (Bg) og knust asfalt (Ak). Massetypene beskrives i det etterfølgende. Vanlig bruksområde er vist for hver masstype, se også kap. 510.4.

Gjenbruksasfalt (Gja), se kap. 651, er også aktuelt som bærelag.

Av anleggstekniske årsaker kan det være ønskelig å la bærelag fungere som foreløpig dekke en kort periode. Massetypen bør i slike tilfelle modifieres for også å oppfylle sin foreløpige funksjon. Slike tiltak kan være å ha strengere krav til steinmaterialene, øke bindemiddelinholdet og/eller gjøre massetypen tettere.

Steinmaterialer til bitumenstabiliserte bærelag med unntak av Pp, Bg og Ak skal være deklarerert i henhold til NS-EN 13043 (Ref. 16). Dette omfatter også eventuell fremmedfiller.

523.21 Asfaltert grus (Ag)

Asfaltert grus skal tilfredsstillende kravene i NS-EN 13108-1 "Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner – Del 1: Asfaltbetong". Delmaterialene skal tilfredsstillende kravene i figur 523.9. Ved typeprøving skal sammensetningen tilfredsstillende kravene i figur 523.9 og 523.10. Siktekurven bør være mest mulig midt mellom grensekurvene og parallell med disse.

Øvre siktstørrelse skal ikke være større enn 32 mm. Bindemiddelinholdet skal bestemmes innenfor de rammer som er satt for massen med hensyn på krav til hulrom, deformasjonsegenskaper, etc.

Massesammensetning og egenskaper skal som et minimum dokumenteres i hht. nasjonalt tillegg i NS-EN 13108-1.

Anvendelsen av Ag 8 bør begrenses til tynne avrettingslag og utsplesinger.

For prøvelegemer komprimert ved slagkomprimering med 50 slag pr side (metode C.1.2 i Tabell C.1 i NS-EN 13108-20), skal krav som angitt i figur 523.10 være oppfylt.

Tilfredsstillende vedheftning mellom steinmaterialer og bindemiddel skal dokumenteres før arbeidene igangsettes, jfr. pkt. 631.5.

Bindemiddelinhold og korngradering skal ligge innenfor toleransene angitt i punkt 631.1-2.

Ved produksjon og utlegging skal temperaturgrensene i punkt 631.3 overholdes.

Massen skal umiddelbart etter utlegging vales, slik at både hulromprosent og komprimeringsgrad ligger innenfor grenseverdiene i punkt 631.4.

523.20

Her beskrives bituminøse masser til bærelag. Om bruksområder for bituminøse masser i dekker, se kap. 624.

Emulsjonspukk (Ep) har relativt liten anvendelse.

523.21

Generelt

Asfaltert grus er en ensartet blanding av tørket, oppvarmet grus og bitumen og har minst 35 % av steinmaterialet > 2 mm. Ag anvendes som bærelag og bindlag, ofte som øvre del av bærelaget.

Benevning

Asfaltert grus betegnes tradisjonelt som Ag nn hvor nn angir øvre siktstørrelse. Denne betegnelsen kan fortsatt benyttes i de fleste sammenhenger.

Ved deklarasjon av materialet i hht. standarden betegnes asfaltert grus anvendt som bærelag, som: **AC nn base xxx/yyy Ag nn**, hvor nn er øvre siktstørrelse og xxx/yyy er bindemiddelgraden.

Eksempel Ag 16 med bindemiddel 70/100, til bærelag:

AC 16 base 70/100 Ag 16.

Dersom Ag har en sammensetning som er tilpasset en funksjon som et foreløpig dekke, kan dette fremgå ved at betegnelsen "bin" inngår i benevningen i stedet for "base".

Tilsetningsstoffer

Tilsetning av vedheftningsmiddel kan være nødvendig, avhengig av steinmaterialet.

Miljø

Massen har ingen spesielle miljømessige ulemper.

Annet

Ved utlegging av Ag i tykkelse > 70 mm bør produksjons- og utleggingstemperaturen reduseres med inntil 10 °C.

Legges Ag ved lav temperatur målt i bakkenivå, dog ikke under -3 °C, bør lagtykkelsen være \geq 60 mm.

Materialkrav					
Egenskaper	ÅDT	< 5000		> 5000	
Stein		Verdi	Kategori	Verdi	Kategori
Flisighetsindeks		≤ 35	Fl ₃₅	≤ 30	Fl ₃₀
Los Angeles-verdi		≤ 30	LA ₃₀	≤ 30	LA ₃₀
Mølleverdi ²⁾		≤ 19	A _N 19	≤ 19	A _N 19
MicroDeval-koeffisient ²⁾		≤ 15	M _{DE} 15	≤ 15	M _{DE} 15
Knusningsgrad			C _{30/60}		C _{30/60}
Bindemiddel		70/100-330/430		50/70-160/220	
Grensekurver (tilsiktet utgående sammensetning)					
Gjennomgang i masseprosent					
ISO-sikt	Ag 8	Ag 11	Ag 16	Ag 22	Ag 32
45 mm					100
31,5 mm				100	90-100
22,4 mm			100	90-100	60-90
16 mm		100	90-100	60-90	
11,2 mm	100	90-100	60-90		
8 mm	90-100	66-90			
4 mm	53-83				
2 mm	37-62	30-55	23-48	15-40	13-38
1 mm					
0,50 mm					
0,25 mm	12-26	8-22	6-19	5-18	5-16
0,125 mm					
0,063 mm	5-13	3-10	2-10	2-8	1-7
Minimum bindemiddelinhold ¹⁾	4,6 %	4,6 %	4,6 %	4,6 %	4,6 %

- 1) Minste bindemiddeltilsetning i % av totalvekt asfaltmasse korrigeres med hensyn på steinmaterialets densitet ved å multiplisere med faktoren $\alpha = \frac{2,650}{\rho_a}$, hvor ρ_a er steinmaterialets densitet i megagram pr kubikkmeter (Mg/m³), bestemt i henhold til NS-EN 1097-6. Bindemiddelinholdet inkluderer bitumen i gjenbruk og naturasfalt når det benyttes.
- 2) Krav til slitasjeegenskaper for tilslag til bitumenstabiliserte bærelag kan settes til både M_{DE} og A_N. Egenskapen må være deklarerert og oppfylt for minst en av parametrene. Til slitelag vil normalt A_N deklarereres og den bør derfor også kunne benyttes til bærelagsmasser.

Figur 523.9 Krav til delmaterialer og utgående tilsiktet sammensetning, Ag

Krav til hulrom ved proporsjonering	Øvre siktstørrelse	
	< 11,2 mm	≥ 11,2 mm
Øvre bærelag		
- minste hulrominnhold, %		3 ¹⁾
- største hulrominnhold, %		9 ¹⁾
Nedre bærelag		
- minste hulrominnhold, %	3 ²⁾	3 ²⁾
- største hulrominnhold, %	16 ²⁾	14 ²⁾

- 1) Hulrommet bestemmes ved hjelp av voksede prøver
 2) Hulrommet bestemmes ved måling

Figur 523.10 Krav til hulrom ved proporsjonering, Ag

523.22 [Ledig nr.]

523.23 Asfaltert pukkk (Ap)

Asfaltert pukkk skal tilfredsstillere kravene i NS-EN 13108-1. Delmaterialene skal tilfredsstillere kravene i figur 523.11. Ved typeprøving skal sammensetningen tilfredsstillere kravene i figur 523.11. Siktekurven bør være mest mulig midt mellom grensekurvene og parallell med disse.

Det kan anvendes pukkk med øvre siktstørrelse opp til 2/5 av bærelagets tykkelse, men ikke over 31,5 mm. Forholdet mellom øvre og nedre siktstørrelse for pukkkfraksjonen skal ikke overstige 3,0. For å gi det ferdige bærelaget bedre stabilitet, skal pukken tilsettes 10-25 % steinmateriale ≤ 4 mm. Bindemiddelinholdet skal tilpasses dette.

Materialkrav					
Materialer	ÅDT	< 5000		≥ 5000	
Stein		Verdi	Kategori	Verdi	Kategori
Flisighetsindeks		≤ 40	Fl ₄₀	≤ 35	Fl ₃₅
Los Angeles-verdi		≤ 30	LA ₃₀	≤ 30	LA ₃₀
Mølleverdi ²⁾		≤ 19	A _N 19	≤ 19	A _N 19
MicroDeval-koeffisient ²⁾		≤ 15	M _{DE} 15	≤ 15	M _{DE} 15
Knusningsgrad			C _{50/10}		C _{70/10}
Bindemiddel		70/100-330/430			
Grensekurver (tilsiktet utgående sammensetning)					
Gjennomgang i masseprosent					
ISO-sikt	Ap 11	Ap 16	Ap 22	Ap 32	
45 mm				100	
31,5 mm			100	90-100	
22,4 mm		100	90-100	50-80	
16 mm	100	90-100	50-80	25-55	
11,2 mm	90-100	30-60	25-55		
8 mm	55-80	22-47			
4 mm	17-30				
2 mm	10-24	10-24	10-22	10-22	
1 mm					
0,5 mm					
0,25 mm	3-11	3-10	3-10	2-10	
0,125 mm					
0,063 mm	2-8	2-8	2-7	1-7	
Minimum bindemiddel-innhold ¹⁾	3,0	3,0	3,0	3,0	

1) Minste bindemiddeltilsetning i % av totalvekt asfaltmasse korrigeres med hensyn på steinmaterialets densitet ved å multiplisere med faktoren $\alpha = \frac{2,650}{\rho_a}$,

hvor ρ_a er steinmaterialets densitet i megagram pr kubikkmeter (Mg/m³), bestemt i henhold til NS-EN 1097-6. Bindemiddelinholdet inkluderer bitumen i gjenbruk og naturasfalt når det benyttes.

2) Krav til slitasegenskaper for tilslag til bitumenstabiliserte bærelag kan settes til både M_{DE} og A_N. Egenskapen må være deklarerert og oppfylt for minst en av parametrene. Til slitelag vil normalt A_N deklarereres og den bør derfor også kunne benyttes til bærelagsmasser.

Figur 523.11 Krav til delmaterialer og utgående tilsiktet sammensetning, Ap

523.23

Asfaltert pukkk er en ensartet stabil blanding av tørket, oppvarmet steinmateriale, hvor den overveiende del er pukkk (stein > 4 mm), og oppvarmet bitumen.

Asfaltert pukkk anvendes som drenerende bærelag og til forsterkning av gamle faste dekker. Veiledning for valg av Ap til øvre og nedre bærelag, se figur 510.7.

Benevning

Asfaltert pukkk betegnes tradisjonelt som Ap nn hvor nn angir øvre siktstørrelse. Denne betegnelsen kan fortsatt benyttes i de fleste sammenhenger.

Ved deklarasjon av materialet i hht. standarden betegnes asfaltert pukkk anvendt som bærelag, som: **AC nn base xxx/yyy Ap nn**, hvor nn er øvre siktstørrelse og xxx/yyy er bindemiddelgraden.

Eksempel Ap 16 med bindemiddel 70/100, til bærelag:

AC 16 base 70/100 Ap 16.

Tilsetningsstoffer

Tilsetning av vedheftningsmiddel kan være nødvendig, avhengig av steinmaterialet.

Miljø

Massetypen har ingen spesielle miljøulempen.

Annet

Utleggermaskin forutsettes brukt, hvis ikke annet er fastsatt. Overflaten kan avsandes for å unngå klebing til bilhjul.

Tilfredsstillende vedheftning mellom steinmaterialer og bindemiddel skal dokumenteres før arbeidene igangsettes, jfr. pkt. 631.5.

Ap skal være drenerende og skal ferdig utlagt og valset ha hulrom $\geq 18\%$. Bindemiddelinhold og korngradering skal være i overensstemmelse med arbeidsresepten innenfor toleransegrensene i punkt 631.1-2. Ved framstilling og utlegging av asfaltert pukk skal temperaturgrensene vist i punkt 631.3 overholdes. Massen skal komprimeres umiddelbart etter utlegging.

523.24

Generelt

Penetrert pukk består av et ensgradert åpent pukklag, som avbindes ved påsprøyting av et bindemiddel og deretter avstrøs med ubehandlet finpukk, knust asfalt (Ak), asfaltert finpukk (Af) eller asfalt (Agb, Ag, Ap, Ma).

Avstrøingsmaterialet vales ned i det penetrerte pukklaget så dette forkiles og blir stabilt.

Veiledning for valg av Pp til øvre og nedre bærelag, se figur 510.7.

Miljø

Bruk av løsemiddelbaserte bindemidler er miljømessig ugunstig.

Annet

Pukksortering 22/90 mm, utlagt med utleggermaskin i 150 mm tykkelse, kan være et alternativ. Bindemiddelmengden økes da til 5,0-6,0 kg/m² (pukkforkiling) eller 4,0-5,0 kg/m² (asfaltforkiling). Også forkilingsmaterialene bør da økes noe.

Jevnheten av det penetrerte pukkbærelaget blir ikke bedre enn jevnheten på den tørt utlagte pukken. Utførelsen av penetrering og avstrøing kan skape ytterligere ujevnheter hvis pukken er noe ustabil. Et forkilingslag med asfalt er ofte nødvendig.

523.24 Penetrert pukk (Pp)

Penetrert pukk skal sammensettes av materialer med kravspesifikasjoner som angitt i figur 523.12. Steinmaterialene skal være deklarerert i henhold til NS-EN 13242.

Egenskaper		ÅDT		Materialkrav			
				< 15000		≥ 15000	
Stein		Verdi	Kategori	Verdi	Kategori	Verdi	Kategori
Flisighetsindeks		≤ 35	Fl ₃₅	≤ 35	Fl ₃₅	≤ 35	Fl ₃₅
Los Angeles-verdi		≤ 40	LA ₄₀	≤ 35	LA ₃₅	≤ 35	LA ₃₅
MicroDeval-koeffisient ³⁾		≤ 15	M _{DE} 15	≤ 15	M _{DE} 15	≤ 15	M _{DE} 15
Mølleverdi ³⁾		≤ 19	A _N 19	≤ 19	A _N 19	≤ 19	A _N 19
Knusningsgrad			C _{90/1}		C _{95/1}		C _{30/60}
Bindemiddel		160/220-330/430 ¹⁾		V6000-V12000 ²⁾		BL4000-BL9000	
Materialer							
Lagtykkelse, mm	Pukksortering	Bindemiddelmengde (rest)					
		Pukkforkiling, kg/m ²		Asfaltforkiling, kg/m ²			
50	16/32	2,5 - 3,5		2,0 - 3,0			
75	22/56	3,0 - 4,0		2,5 - 3,5			
100	22/63	4,0 - 5,0		3,0 - 4,0			
Bindemiddel		Temperatur, °C					
V6000-V12000		115 – 160					
BL4000-BL9000		105 – 145					
C69B3/C69B4		40 – 80					
C65B3/C65B4		40 – 80					
Forkilingsmateriale							
Pukksortering, mm	Forkilingspukk			Asfalt			
	Sortering, mm	Mengde, kg/m ²	D, mm	Mengde, kg/m ²			
16/32	8/11	16	16	20 - 30			
22/56	8/11	22	16	25 - 35			
22/63	8/16	22	16	30 - 40			

1) Bindemiddeltype i emulsjon

2) Angitt bindemiddel kan også anvendes i emulsjon

3) Mølleverdi kan benyttes i stedet for Micro-Deval ved driftskontroll. Sammenheng skal da etableres mellom bestemt micro-Deval-koeffisient og mølleverdi.

Resultater fra kulemølletest vil derfor kunne aksepteres som dokumentasjon ved driftskontroll/produksjonskontroll (ikke typeprøving).

Figur 523.12 Kravspesifikasjoner, Pp

Steinmaterialet skal ikke ha belegg som kan redusere vedheftningen.

Pukksorteringene (hovedmaterialet) kan ha inntil 15% underkorn og 15% overkorn (graderingskategori G_C 85/15, se vedlegg 3). Min. og maks.

gjennomgang ved mellomsiktet D/1,4 er hhv. 20 % og 70 % med toleransen ± 15 % (Kategori GTC20/15). For sorteringen 22/56 brukes mellomsiktet 45 mm.

Penetrert pukkl med materialer som angitt i figur 523.12, i tykkelse over 100 mm, skal utføres i 2 lag.

Mengde utsprøytet bindemiddel skal ikke på noe punkt avvike mer enn ± 15 % fra angitt mengde i figur 523.12, med unntak for overlapp i lengdeskjøt. Bitumenemulsjon skal være tilpasset steinmaterialet. Andre bindemiddeltypene skal tilsettes aktivt vedheftningsmiddel med dokumentert effekt og mengde iht. pkt. 622.22.

Asfaltert forkilingsmateriale skal oppfylle de krav som gjelder for den aktuelle massetype.

Komprimering skal utføres i henhold til kap. 520.4, figur 520.11.

523.25 Emulsjonsgrus (Eg)

Emulsjonsgrus skal sammensettes av materialer med kravspesifikasjoner som angitt i figur 523.13.

Egenskaper	ÅDT	< 300		301 – 1500		1501 - 5000	
		Verdi	Kategori	Verdi	Kategori	Verdi	Kategori
Stein							
Flisighetsindeks		≤ 35	FI ₃₅	≤ 35	FI ₃₅	≤ 30	FI ₃₀
Los Angeles-verdi		≤ 40	LA ₄₀	≤ 30	LA ₃₀	≤ 30	LA ₃₀
Mølleverdi ¹⁾		≤ 19	A _N 19	≤ 19	A _N 19	≤ 19	A _N 19
MicroDeval-koeffisient ¹⁾		≤ 15	M _{DE} 15	≤ 15	M _{DE} 15	≤ 15	M _{DE} 15
Bindemiddel		160/220 - 330/430					
Bindemiddeltipe i emulsjon		V6000 - V12000					
Grensekurver (tilsiktet utgående sammensetning)							
ISO-sikt	Gjennomgang i masseprosent						
	Eg 16	Eg 22		Eg 32			
45 mm				100			
31,5 mm		100		90-100			
22,4 mm	100	85-100		70-94			
16 mm	85-100	65-94		55-80			
11,2 mm	69-91	54-78		43-65			
8 mm	55-78	43-66		33-54			
4 mm	39-56	28-47		20-39			
2 mm	26-40	18-34		11-27			
1 mm	18-30	10-22		7-19			
0,5 mm	12-21	5-14		4-13			
0,25 mm	7-14	3-10		2-9			
0,125 mm	4-9	2-7		2-7			
0,063 mm	2-5	1-4		1-4			

1) Krav til sliteseieegenskaper for tilslag til bitumenstabiliserte bærelag kan settes til både M_{DE} og A_N. Egenskapen må være deklarerert og oppfylt for minst en av parametrene. Til slitelag vil normalt A_N deklarereres og den bør derfor også kunne benyttes til bærelagsmasser.

Figur 523.13 Kravspesifikasjoner, Eg

523.25

Generelt

Emulsjonsgrus er bitumenstabiliserte stein- og grusmaterialer.

Bindemiddelinhold

Normalt beregnes:

Emulsjonsgrus (Eg)	16	22	32
Restbindemiddelinhold ved planlegging, masse-%	3,8	3,6	3,4

Produksjon

Massen produseres i enkle kaldblander eller i produksjonsutleggere. Emulsjonsgrus vil normalt ha et raskt brytningsforløp. Mellomlagring av emulsjonsgrus med stivere basisbindemiddel enn V3000 bør unngås.

For høyt vanninnhold i stein- eller grusmateriale kan medføre avrenning og bindemiddeltap.

Humusinnhold og variasjoner i finstoffinnholdet kan gi store variasjoner i brytningstid. Dette vil vanskeliggjøre produksjonen.

Under produksjonen av Eg bør vanninnholdet i steinmaterialet ligge i området: $W_{opt.}$ til $W_{opt.} - 0,5$ x bindemiddelinhold, hvor $W_{opt.}$ er optimalt vanninnhold bestemt ved Modifisert Proctor.

Tilsetningsstoffer

Ved tilsetning av sement vil både stabilitet og lastfordelingsegenskaper ofte kunne forbedres vesentlig. Dette gjelder særlig for finstoffrike materialer. Sementtilsetning øker materialstivheten og kan gi dårligere utmatningsegenskaper.

Miljø

Bitumenemulsjon er et miljøvennlig bindemiddel da det er vannbasert og trenger moderat oppvarming. Imidlertid kan avrenning forekomme.

Annet

Bærelag av Eg kan være sårbart den første tiden etter legging (mye nedbør, høy trafikk). Legging av bindlag eller dekke bør derfor ikke utsettes for lenge.

523.26

Generelt

Emulsjonspukk er en kaldblandet drenerende bitumenstabilisert masse av stein og grus. Under midlertidig trafikk bør det avsandes.

Bindemiddel

Avhengig av fuktighet i steinmaterialet velges emulsjon C60 eller C69 (tidl. BE60 eller BE70). Mineraltype, kornkurve, produksjonsutstyr og rutiner avgjør om raskt, middels eller sakte brytende emulsjoner skal benyttes. Om fullstendige betegnelser og krav til emulsjoner, se Vedlegg 10.

Bindemiddelinnhold

Normalt vil bindemiddelinnholdet ligge innenfor +/- 0,5 % i forhold til det som er angitt nedenfor.

Emulsjonspukk (Ep)	16	22	32
Restbindemiddelinnhold ved planlegging, masse-%	2,6	2,5	2,4

Miljø

Bitumenemulsjon er et miljøvennlig bindemiddel, som er vannbasert, og kun trenger moderat oppvarming. Imidlertid kan avrenning fra lagerhaug eller utlagt bærelag forekomme.

Annet

Emulsjonspukk vil normalt ha et raskt brytningsforløp. Mellomlagring bør derfor unngås.

For å hindre bitumenforurenset vann i å renne av lagerhauger kan plastfolie med oppsamlingskum benyttes. Like effektivt er et filter av steinmel (eventuelt på barkunderlag) som binder bitumenrestene. Ved utlegging direkte på veg (uten mellomlagring), vil avrenning normalt kunne kontrolleres ved avstrøing med steinmel. Dette vil også akselerere brytningen i det ferdige dekket, slik at faren for utvasking ved kraftig regnskyll reduseres.

Grus- og steinmaterialer skal være jordfuktige og bestå av usortert, harpet eller knust materiale, som inneholder alle fraksjoner, inklusive filler.

Bindemiddelet skal tilpasses det steinmaterialet som benyttes. Bindemiddelinnholdet er avhengig av finstoffinnholdet og bestemmes ved proporsjonering i henhold til Håndbok V250 (Ref. 5). Restbindemiddelinnholdet skal likevel minst være 3,0 masseprosent.

Lastfordelingskoeffisient bestemt i henhold til Håndbok V250 (Ref. 5) skal oppgis.

Undersøkelse av bindemiddeldekning skal foretas etter laboratoriemetode beskrevet i Lab. rapport 87 (Ref. 4), hvor bindemiddeldekningen skal være minimum 75 %.

I det ferdige bærelaget skal bindemiddelinnholdet være i overensstemmelse med arbeidsresept og innenfor toleransegrenser som er angitt i figur 631.1.

Emulsjonsgrus skal komprimeres umiddelbart etter utlegging.

523.26 Emulsjonspukk (Ep)

Emulsjonspukk skal sammensettes av materialer med kravspesifikasjoner som angitt i figur 523.14.

Egenskaper	ÅDT	Materialkrav					
		< 1500		1501-5000		5001 - 15000	
Stein		Verdi	Kategori	Verdi	Kategori	Verdi	Kategori
Flisighetsindeks		≤ 35	Fl ₃₅	≤ 35	Fl ₃₅	≤ 35	Fl ₃₅
Los Angeles-verdi		≤ 30 ¹⁾	LA ₃₀	≤ 30	LA ₃₀	≤ 30	LA ₃₀
Mølleverdi ²⁾		≤ 19	A _N 19	≤ 19	A _N 19	≤ 19	A _N 19
MicroDeval-koeffisient ²⁾		≤ 15	M _{DE} 15	≤ 15	M _{DE} 15	≤ 15	M _{DE} 15
Bindemiddel							
Bindemiddeltype i emulsjon		160/220 – 330/430 V3000 – V12000					

1) Ved ÅDT < 300 kan kravet reduseres til LA ≤ 40.

2) Krav til slitasjeegenskaper for tilslag til bitumenstabiliserte bærelag kan settes til både M_{DE} og A_N. Egenskapen må være deklarerert og oppfylt for minst en av parametrene. Til slitelag vil normalt A_N deklarereres og den bør derfor også kunne benyttes til bærelagsmasser.

Figur 523.14 Kravspesifikasjoner, Ep

Det kan anvendes pukk med øvre siktstørrelse opp til 2/5 av lagtykkelsen.

Forholdet mellom øvre og nedre grense for pukkfraksjonen skal ikke overstige 3,0.

For å gi det ferdige bærelaget bedre stabilitet, skal pukken tilsettes 10-35 % steinmateriale ≤ 4 mm. Bindemiddelinnholdet skal tilpasses dette.

Steinmaterialene skal være jordfuktige.

Fillerinnholdet skal ikke overstige 5 %.

Bindemiddelet skal tilpasses det aktuelle steinmaterialet, og bindemiddelinnholdet bestemmes ved proporsjonering i henhold til Håndbok V250 (Ref. 5). Undersøkelse av bindemiddeldekning skal foretas etter laboratoriemetode beskrevet i Lab. Rapport nr. 87 (Ref. 4), hvor bindemiddeldekningen skal være minimum 50 %.

Bindemiddelinnholdet i det ferdige bærelaget skal være i overensstemmelse med arbeidsresept og innenfor toleransene for Eg, Sg i punkt 631.1.

Umiddelbart etter utlegging skal emulsjonspukken komprimeres.

523.27 Skumgrus (Sg)

Skumgrus skal sammensettes av materialer med kravspesifikasjoner som angitt i figur 523.15.

Egenskaper	ÅDT	< 300		301 -1500		1501 - 5000	
Stein		Verdi	Kategori	Verdi	Kategori	Verdi	Kategori
Flisighetsindeks		≤ 35	FI ₃₅	≤ 35	FI ₃₅	≤ 30	FI ₃₀
Los Angeles-verdi		≤ 40	LA ₄₀	≤ 30	LA ₃₀	≤ 30	LA ₃₀
Mølleverdi ¹⁾		≤ 19	A _N 19	≤ 19	A _N 19	≤ 19	A _N 19
MicroDeval-koeffisient ¹⁾		≤ 15	M _{DE} 15	≤ 15	M _{DE} 15	≤ 15	M _{DE} 15
Bindemiddel		160/220 - 330/430 V6000 - V12000					
Skumbitumen basert på følgende bindemiddeltyper							
Anbefalt korngredning (Siktekurve)							
Gjennomgang i masseprosent							
ISO-sikt		Sg					
22,4 mm		100					
16 mm		85-100					
11,2 mm		70-100					
8 mm		58-85					
4 mm		40-70					
2 mm		32-50					
0,25 mm		12-20					
0,063 mm		6-12					

1) Krav til slitasjeegenskaper for tilslag til bitumenstabiliserte bærelag kan settes til både M_{DE} og A_N. Egenskapen skal være deklarerert og oppfylt for minst en av parametrene. Til slitelag vil normalt A_N deklarereres og den bør derfor også kunne benyttes til bærelagsmasser.

Figur 523.15 Kravspesifikasjoner, Sg

Grus- og steinmaterialer skal være jordfuktige og bestå av usortert, harpet eller knust materiale, som inneholder alle fraksjoner, inklusive filler.

Bindemiddelet skal tilpasses det steinmaterialet som benyttes. Bindemiddelinnholdet er avhengig av finstoffinnhold og bestemmes ved proporsjonering i henhold til Håndbok V250 (Ref. 5).

Det skal benyttes aktivt vedheftningsmiddel med dokumentert effekt i henhold til pkt. 622.22, hvor normale tilsetningsmengder også er angitt.

523.27

Generelt

Skumgrus er en kald blanding av skumbitumen, stein- og grusmaterialer.

Produksjon

Skumgrus produseres i enkle kaldblandeverk eller i produksjonsutleggere. Skumgrus kan ligge lagret i lengre tid etter innblanding av bindemiddelet før massen legges ut og komprimeres.

Skumgrus er et materiale som utvikler seg over tid, avhengig av bindemiddelstivhet, trafikk og klima. Skumgrus bør derfor ikke legges sent på høsten.

Under produksjonen av Sg bør vanninnholdet i steinmaterialet ligge i området: $w_{opt.}$ til $w_{opt.} - 0,5 \times$ bindemiddelinnhold, hvor $w_{opt.}$ er optimalt vanninnhold bestemt ved Modifisert Proctor.

Miljø

Massetypen er enkel og miljøvennlig å produsere og legge.

Annet

Bærelag av Sg kan være sårbart den første tiden etter legging (mye nedbør, høy trafikk). Legging av bindlag eller dekke bør derfor ikke utsettes for lenge.

For Sg tilsettes vanligvis 0,8 masse-% aktivt amin regnet av bindemiddel. Se pkt. 622.22.

523.27

Lastfordelingskoeffisient (a) bestemmes ut fra indirekte strekkstyrke (S_i) målt på prøver tillaget i laboratoriet.

523.28**Generelt**

Bitumenstabilisert grus er kald-blandete bitumenstabiliserte stein- og grusmasser.

Steinmateriale

Steinmateriale med kornkurve innenfor grensene vist nedenfor vil normalt være egnet som bærelagsmaterialer etter stabilisering.

ISO-sikt (mm)	Gjennomgang (masse-%)
16	85-100
11,2	70-100
8	58-95
4	40-77
2	30-63
0,25	10-25
0,063	5-17

Produksjon

Bg produseres ved fresing i veg (dyp- eller grunnstabilisering). Det benyttes skumbitumen eller emulsjon.

Under produksjonen av Bg bør vanninnholdet i steinmaterialet ligge i området W_{opt} til $W_{opt} - 0,5 \times \text{bindemiddelinnhold}$, hvor W_{opt} er optimalt vanninnhold bestemt ved Modifisert Proctor.

Bg er et materiale som utvikler seg over tid, avhengig av bindemiddelstivhet, trafikk og klima. Bg bør av den grunn ikke legges sent på høsten.

Miljø

Bitumenstabilisert grus er enkelt og miljøvennlig å produsere og legge. Brukt som bærelag har materialet ingen miljømessige ulemper.

Annet

Bg kan være sårbart den første tiden etter legging (mye nedbør, høy trafikk). Legging av bindlag eller dekke bør derfor ikke utsettes for lenge.

Lastfordelingskoeffisient bestemt i henhold til Håndbok V250 (Ref. 5) skal oppgis.

I det ferdige bærelaget skal bindemiddelinnholdet være i overensstemmelse med arbeidsresept og innenfor toleransegrenser som angitt i punkt 631.1.

Sg skal komprimeres umiddelbart etter utlegging.

523.28 Bitumenstabilisert grus (Bg)

Bitumenstabilisert grus produseres på vegen ved fresestabilisering av eksisterende grusbærelag sammen med ev. andre materialer (asfalt eller tilførte ubundne materialer), ved tilsetning av bindemiddel.

Når skummingsteknikk benyttes, skal det tilsettes aktivt vedheftningsmiddel med dokumentert effekt i henhold til pkt. 622.22, hvor normale tilsetningsmengder også er angitt (for Bg kan mengden være som for Sg).

I bærelag av Bg skal bindemiddelinnholdet være minst 3,0 %. Bindemiddelinnhold fra eventuelle rester av gamle dekkematerialer skal ikke medregnes. Bindemiddelinnholdet, som er avhengig av finstoffinnholdet, bestemmes ved proporsjonering og skal tilpasses slik at materialet fyller funksjonsbestemte krav til lastfordeling, stabilitet og frostbestandighet.

Lastfordelingskoeffisient bestemt i henhold til Håndbok V250 (Ref. 5) skal oppgis og være minimum 1,5.

I det ferdige bærelaget skal bindemiddelinnhold og korngradering være i overensstemmelse med arbeidsresept. Bindemiddelinnholdet skal være innenfor toleransegrenser som er angitt i punkt 631.1.

Bg skal komprimeres umiddelbart etter utlegging.

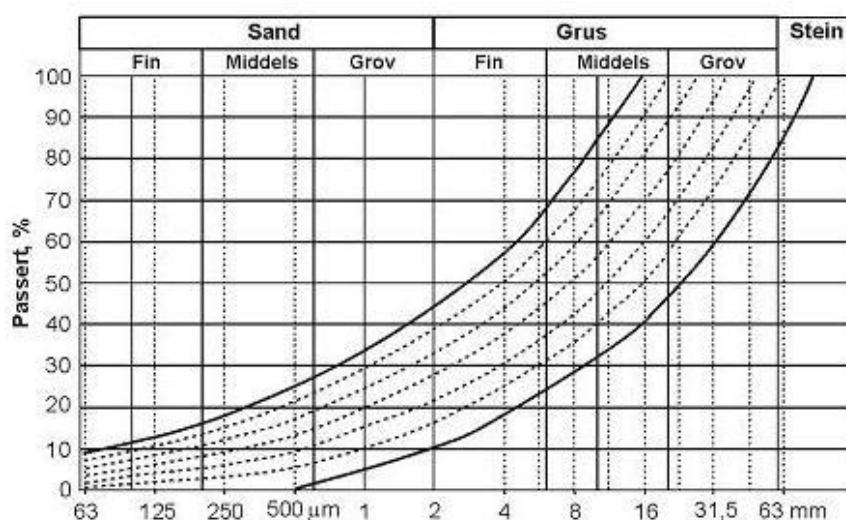
523.29 Knust asfalt (Ak)

Asfaltgranulat i ubundet form (dvs. uten tilførsel av bindemiddel) kan brukes som bærelag og forkilingsmasse, som anleggsdekke eller midlertidig dekke ved lav trafikk. Asfaltgranulatets renhet skal dokumenteres, se kap. 622.4. NS-EN 12697-42 angir metode for klassifisering av fremmedstoffer i asfaltgranulatet. Det skal tas et representativt antall prøver fra produserte lagerhauger med granulerte asfaltflak slik at renhet kan dokumenteres. Fersk fresemasse som ikke er mellomlagret med mulighet for forurensing kan antas som ren. Det skal også dokumenteres at materialet ikke inneholder miljøgifter, for eksempel gammel asfalt basert på steinkulltjære.

Asfaltgranulat skal være fri for klumper. Når det brukes til bærelag skal granulatet ha en korngradering som ligger innenfor og mest mulig parallelt med grensekurvene gitt i figur 523.16 og 523.17, og som ikke krysser mer enn 3 av de stiplede linjene i figur 523.17. Steinmaterialer med tilstrekkelig mekanisk styrke kan tilsettes for å oppfylle krav til korngradering, minske hulrom eller forbedre deformasjonsegenskapene. Tilsatt mengde steinmateriale i granulatet skal ikke overstige 30 %.

Kornstørrelse	Passering i %
90 mm	100
63 mm	83 – 100
31,5 mm	59 – 100
22,4 mm	49 – 100
16 mm	41 – 100
8 mm	28 – 77
4 mm	18 – 57
2 mm	10 – 44
1 mm	5 – 34
0,5 mm	0 – 26
0,25 mm	0 – 18
0,125 mm	0 – 13
0,063 mm	0 – 9

Figur 523.16. Krav til korngradering (grensekurver) for knust asfalt



Figur 523.17 Grensekurver, Ak til bærelag

Ubundet asfaltgranulat kan bare brukes i ett lag i overbygningen, med følgende ÅDT-begrensninger:

- Øvre bærelag – ÅDT < 1500
- Nedre bærelag – ÅDT < 10 000

Ak bør ikke brukes i områder med stor tung statisk eller saktegående trafikkbelastning (busslommer, lyskryss, kanalisering). Lastfordelingskoeffisienten bestemt i henhold til Håndbok V250 (Ref. 5) skal oppgis. Asfaltgranulat legges ut i et jevntykt og homogent lag med tykkelse inntil 10 cm i bærelaget. Øvre siktstørrelse for granulatet skal være mindre enn halvparten av lagtykkelsen. Ved komprimering bør tungt statisk valseutstyr benyttes, se også figur 520.9 (knuste materialer).

523.29

Generelt

Asfaltgranulat kan bestå av fresemasser eller være produsert ved granulering av asfaltflak.

Ved lengre tids lagring kan det dannes klumper i både fresemasser og granulerte asfaltflak. Materialet må da gjennom et knuseverk slik at massen er fri for klumper ved anvendelse.

Alternativ bruk

Ak kan også brukes som dekke på vegger med liten trafikk (ÅDT < 100), skogsbilveger, enkle gang/sykkelveger og turstier.

Utlekking

Asfaltgranulat legges ut med høvel eller asfaltutlegger. Ved utlegging og komprimering trenger ubundet asfaltgranulat et høyt nok vanninnhold (> 5 %).

Renhet

Fremmedmaterialer består av andre materialer enn naturlig tilslag, er ikke basert på asfalt og deles inn i to grupper:

Materialer i gruppe 1, som:

- Sement/betong
- murstein
- materiale fra underliggende, ikke bituminøse lag
- sementmørtel
- metall

og materialer i gruppe 2, som:

- syntetiske materialer
- tre
- plast

523.29

Lastfordelingskoeffisienten (a) bestemmes ut fra indirekte strekkstyrke (S_i) målt på prøver tillaget i laboratoriet. Se håndbok V250 (Ref. 5) og håndbok R210 pkt. 14.554 (Ref. 6). Se også kap. 512.6, likning 512.1.

523.30

Bruk av sement til stabilisering av grusmaterialer kan gi et materiale med svært forskjellige egenskaper avhengig av sementinnhold, kornkurve og tilsetningsstoffer. Viktige egenskaper i denne sammenheng er trykkfasthet og oppsprekings-egenskaper. Økt sementinnhold vil normalt gi økt trykkfasthet og større oppsprekking pga. svinn.

Til sementstabilisert grus (Cg) kan det benyttes materialer som ikke tilfredsstiller kravene til mekanisk stabilisert bærelag. Dette gjelder kravene til styrke, kornform, korngradering og mineralogisk sammensetning.

523.3 Bærelag av sementstabiliserte materialer**523.30 Generelt**

Sementstabiliserte bærelag skal tilpasses underliggende materialer og trafikkbelastning på en slik måte at det ikke oppstår oppsprekking i form av krakeleringer eller langsgående sprekker. Sementstabilisert materiale skal ikke benyttes på strekninger med større ujevne telehiv, uten at det utføres frostsikring. Materialet bør heller ikke anvendes på atkomstveger eller gang-/sykkelveger.

Materialvalg og utførelse skal tilpasses slik at ulemper pga. svinnsprekker i de sementstabiliserte materialene blir minst mulig. Sprekkene skal være jevnt fordelt slik at lastfordelende evne i laget opprettholdes. Utførelsen skal også være slik at det ikke er fare for utvasking av materialer under det sementstabiliserte laget. Større sprekker og skjøter mellom ulike materialtyper (for eksempel sementstabiliserte materialer i kjørebanelen og bituminøse materialer på skulder) må vedlikeholdes ved bruk av fuge-/tettetmasser.

Lagtykkelse for sementstabiliserte materialer skal være minimum 20 cm. Lagtykkelsen varieres etter trafikkbelastning og utredes i det enkelte tilfelle. På isolasjonsplater av ekstrudert polystyren (XPS) skal lagtykkelsen være minimum 25 cm.

Bærelaget skal ikke utsettes for frost før det har oppnådd minimumsfasthet for forvitringssmotstand bestemt ved proporsjonering.

Sement og vann skal tilfredsstille kravene i NS-EN 197-1 og NS-EN 206-1.

523.31 Sementstabilisert grus (Cg)**523.310 Generelt**

Sementstabilisert grus kan bestå av sand/grus eller knust fjell stabilisert med sement. Materialet bør normalt produseres i verk og legges ut med utlegger med stampekniver og tung komprimeringsscreed. Materialet kan også legges ut med veggøvel.

Det vil være forskjellige forutsetninger for valget av Cg til bærelag. Materialvalg, produksjon og utførelse, med tilhørende krav og kontrollmetoder/-mengder, må tilpasses de ulike forutsetninger og situasjoner for bruken av Cg til bærelag.

523.311 Krav til materialet og kontrollomfang

Figur 523.18 angir krav til materialet og minimum kontrollomfang for sementstabilisert grus.

Trykkfastheten (karakteristisk terningfasthet) etter 28 døgn skal være minimum 15 MPa dersom $\dot{A}DT > 5000$ eller dersom materialet benyttes over isolasjonsmaterialer.

Kontroll av	Kvalitetskrav			Kontrollomfang
	Krav	Toleranser 7)	Maks. tillatt avvik	Min. 1 prøve per mengdeenhet
Materialproduksjon				
Korngradering	Iht. valgt resept	20 %	1)	500 m ³
Vann/semest forhold	0,8 – 1,0	20 %	0,2 %	250 m ³
Trykkfasthet etter 7 døgn ³⁾	5 MPa	20 %	0,8 MPa	250 m ³
Komprimering ⁴⁾	Som for bærelag. Se figur 520.11			250 m ³
Ferdig utlagt materiale				
Trykkfasthet etter 28 døgn ⁵⁾	7,0 MPa	20 %	1,1 MPa	250 m
Forvittringsmotstand ⁶⁾	≤ 1 % vekttap	20 %	0,3 %	250 m
Komprimering	Som for bærelag. Se figur 520.11			25 m ²⁾

- 1) Se figur 523.19.
- 2) Lengden økes til 50 m for samleleger.
- 3) Bestemmes for stampeprøver laget av fersk masse.
- 4) Komprimering bestemmes ut fra densitet på stampeprøver sammenlignet med proporsjonering.
- 5) Prøvene bores ut så snart som mulig og herdes ved 20 °C i 28 døgn.
- 6) 1 prøve i hver serie tas for bestemmelse av forvittringsmotstand ved fryse/tineforsøk. Ingen prøve skal ha et vekttap større enn 1 % etter 30 vekslinger og ikke akselererende vekttap. Ved visuell vurdering av frostbestandighet, se Håndbok N210 kap. 14.733 (Ref. 6).
- 7) Maks. antall prøver utenfor krav (20 % tilsvarende 1 av 5 prøver utenfor krav).

Figur 523.18 Kvalitetskrav og kontrollomfang, sementstabilisert grus

Tilslagets korngradering skal utredes og dokumenteres i det enkelte tilfelle og bør ha en korngradering innenfor grensene vist i figur 523.19 og figur 523.20. Ved produksjon bør toleransene være som vist i figur 523.21, i forhold til kornkurven som er lagt til grunn ved proporsjonering.

Det skal ikke være nevneverdig belegg på steinmaterialet og eventuelt belegg skal være løst. For bedømmelse av belegg, se Håndbok N210, kap. 14.453.

Kornstørrelse	Passering %
45 mm	100
31,5 mm	90 - 100
22,4 mm	65 - 100
16 mm	51 - 100
8 mm	36 - 100
4 mm	25 - 100
2 mm	17 - 100
1 mm	13 - 91
0,5 mm	10 - 82
0,25 mm	8 - 62
0,063 mm	5 - 26

Figur 523.19 Korngradering for materialer egnet til sementstabilisering.

523.311

Den forholdsvis glatte overflaten kan gi dårlig vedheft mellom Cg-laget og asfaltdekket. Dette kan løses ved bruk av enkel overflate-behandling like etter at Cg-laget er utlagt, alternativt må en vurdere tykkelsen på asfaltlaget.

Figurene 523.18 og 523.19 viser yttergrenser for materialer egnet til sementstabilisering. Korngraderingen vil ha betydning for proporsjonering, utleggingsmåte, komprimering og trafikkering av utlagt materiale. I praksis er det derfor nødvendig å benytte et snevrene område for korngradering. Ved produksjon av Cg i verk ev. betongstasjon har man som regel god mulighet for å sette sammen og tilpasse korngraderingen spesielt, og det kan etableres relativt snevre toleranser. Se figur 523.20.

Ved utlegging av prøvestrekning med Cg kan en avklare hvorvidt korngraderingen er slik at materialet lett lar seg komprimere, ev. om det er ønskelig å endre korngraderingen for lettere å oppnå akseptabel komprimering. Dette er særlig aktuelt å vurdere når Cg legges på isolasjonsplater.

Vanninnholdet bør ligge 1-2 % under optimalt vanninnhold ved Modifisert Proctor. Dette gjelder både ved prøvestamping og ved produksjon og utlegging.

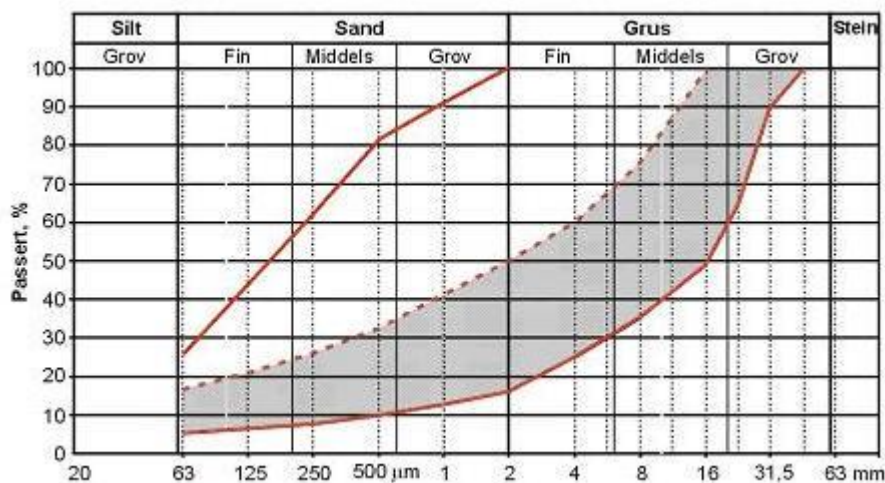
Trykkfasthet

Prøver for trykkfasthet stemples av materiale mindre enn 20 mm. Husk å korrigere for eventuelt materiale >20 mm ved sammenligning av komprimeringskontroll på veg. Om korrigering se Håndbok R210, punkt 14.462 (Ref. 6).

Produksjonskontrollen utføres på materiale tatt fra verket (el. lasset), og stemples i sylindere med høyde 15 cm og diameter 15 cm, og trykkprøves etter 7 døgn herding ved 20° C. Kravene til disse prøvene skal være som bestemt ved proporsjonering og i oppsatt arbeidsresept. Komprimeringsmålinger på veg inngår også i produksjonskontrollen.

Humusinnhold

Humusinnholdet bestemmes etter NaOH-metoden. Fargestyrke lysbrun (1,5 -2,0) indikerer at sementtilsetningen må økes i forhold til det normale for å tilfredsstille kravene til trykkfasthet og forvittringsmotstand.



Figur 523.20 Grensekurver for materialer egnet til sementstabilisering

Korngraderingen bør være slik at C_g -massen er tilstrekkelig stabil for anleggstrafikking umiddelbart etter komprimering, dersom dette er nødvendig ut fra hensyn til rasjonell drift. Til bruk som bærelag på høytrafikkveg, bør kornkurven ligge innenfor det området som i figur 523.20 er skravert med grått.

Tilslag med kornkurve innenfor skravert område i figur 523.20 er best egnet. En forholdsvis velgradert og «hengende» kurve vil være å foretrekke. Varierer korngraderingen mye, kan det være nødvendig å utarbeide alternative resepter, og/eller vurdere tiltak for å gi jevnere kvalitet på tilslaget.

Korngradering	Toleranser, masseprosent			
	Enkeltprøver	Middel av antall prøver		
		2	5	10
På sikt grovere enn 2 mm	± 11	± 9,5	± 8,5	± 7,5
500 µm ≤ sikt ≤ 2 mm	± 8	± 6	± 5,0	± 4,5
På sikt 125 µm og 250 µm	± 4	± 3,5	± 3,0	± 2,5
På sikt 63 µm	± 4	± 3,5	± 3,0	± 2,5

Figur 523.20 Toleranser ved produksjon – korngradering, C_g

Brukbarheten til materialet skal vurderes ved fryse-/tineforsøk og trykkfasthetsforsøk med hensyn til det valgte bruksområdet. Minimumsfasthet for C_g bør være 5,0 MPa for 7-døgns stampeprøver. Minimum sementinnhold bør være 4,5 % av den totale mengde tørt tilslagsmateriale.

Det skal utarbeides arbeidsresept som angir korngradering, vanninnhold og sementinnhold, samt tørrdensitet etter Modifisert Proctor. Det kan eventuelt brukes en mindre arbeidskrevende komprimeringsmetode ved tillaging av prøver for produksjonskontroll, for eksempel Kangohammer (som kalibreres mot Modifisert Proctor ved proporsjoneringen).

523.312 Produksjon og utførelse

Forholdet vann/semnt (v/c-forholdet) bør være i området 0,8-1,0. Figur 523.22 viser maks. tillatt tidsrom for utførelse av semntstabiliserte naboseksjoner.

Lufttemperatur °C	5-10	10-20	Over 20 ¹⁾
Maks. tidsrom mellom utførelse av to veghalvdeler (timer)	3	2	1,5
Maks. tidsrom fra blanding til utført komprimering (timer)	4	3	2,5

1) I spesielt tørt vær bør tidsfristen reduseres.

Figur 523.22 Maks. tidsrom mellom utførelse av naboseksjoner og fra blanding til fullført komprimering.

523.313 Komprimering

Det semntstabiliserte materialet skal legges ut og komprimeres innen det angitte tidsrom som vist i figur 523.21.

Komprimeringen skal utføres som for bærelag.

523.314 Etterbehandling

Åpnes vegen for vanlig ferdsel, bør dekket legges så raskt som mulig etter komprimering av det semntstabiliserte bærelaget.

Av hensyn til herdeprosessen bør fuktigheten i Cg-laget bevares ved at overflaten tettes med forsegling eller eventuelt klebing samme dag som bærelaget legges, for senere dekkelegging.

Forseglingen utføres med en polymermodifisert bitumenemulsjon PmBE, se kap. 654.3. Eventuelt kan forseglingen utføres som enkel overflatebehandling (Eo) med PmBE som bindemiddel, se kap. 642.

Ved klebing skal overflaten være tilsynelatende tørr (ikke fritt vann). Jordfuktig overflate kan aksepteres. Klebingen bør utføres så nær opp til legging av bindlaget som mulig. Klebingen skal utføres med polymermodifisert bitumenemulsjon PmBE. Cg-laget skal ikke trafikkeres etter at klebingen er påført da trafikk medfører stor fare for at klebingen blir skadet.

523.32 Semntstabilisert puk (Cp)**523.320 Generelt**

Semntstabilisert puk består av ensgradert åpent pukklag som avbindes ved hjelp av semntmørtel.

523.321 Krav til materialet og kontrollomfang

Pukken skal være åpen og ikke inneholde kjemiske stoffer eller forurensninger som kan virke skadelig på betong.

Øvre nominelle kornstørrelse bør være mellom 1/2 - 2/3 av bærelagstykkelsen, og steinmaterialet bør være ensgradert. Krav til materialet og kontrollomfang er gitt i figur 523.23.

523.313

Semntstabiliserte materialer legges kontinuerlig uten fuger. Laget kan om nødvendig trafikkeres umiddelbart etter utførelsen, unntatt for ensgradert sand og semntstabilisert puk som først kan trafikkeres etter 1-2 døgn herding.

Semntstabilisert bærelag gir vanligvis svinnsprekker i en avstand av 10-15 meter når trykkfastheten er omkring 7 MPa. Økes trykkfastheten til >10 MPa bør det være fuger med 5-10 m mellomrom.

Ved utlegging av Cg på isolasjonsplater er det særlig viktig å unngå at platene blir skadd som følge av overkomprimering eller av anleggs-trafikk på fersk Cg.

Kanten på dagskjøtene bør være rett og vertikal helt ned.

523.314

I situasjoner der det stabiliserte laget blir liggende uten trafikk, kan det i stedet for forsegling utføres vanning i 7 døgn eller inntil fast dekke blir lagt. Før legging av fast dekke børstes løst materiale vekk, og det utføres klebing med egnet klebemiddel.

523.320

Semntstabilisert puk er lite brukt i Norge.

Kontroll av	Kvalitetskrav	Kontrollomfang
	Krav	Min. 1 prøve per mengdeenhet
Materialproduksjon		
– Los Angeles-verdi	≤ 40	5000 m ³
– Flisighetsindeks (8-16 mm)	≤ 45	5000 m ³

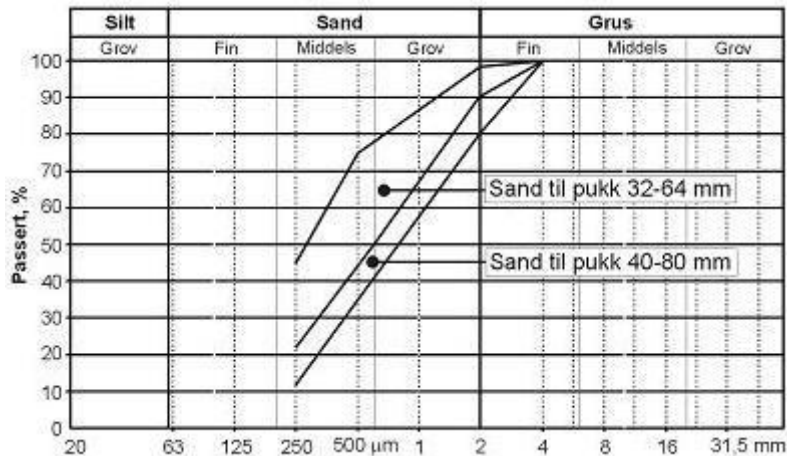
Figur 523.23 Kvalitetskrav og kontrollomfang, sementstabilisert pukk

Det skal ikke være nevneverdig belegg på steinmaterialet og eventuelt belegg skal være løst. For bedømmelse av belegg, se Håndbok N210 (Ref. 6), pkt. 14.453.

Sand, fillersand og filler som skal benyttes i sementmørtelen, skal tilfredsstille kravene i NS-EN 206-1. Sandens største kornstørrelse og gradering bør avpasses etter pukksorteringen, se figurene 523.24 og 523.25.

Kornstørrelse, mm	For pukk 32/63 mm (sikterenhets G _{85/15})	For pukk 40/80 mm (sikterenhets G _{85/15})
	Passering i %	Passering i %
4	100	100
2	90-98	80-90
0,5	50-75	35-50
0,25	22-45	12-22

Figur 523.24 Korngradering for sand til sementstabilisert pukk



Figur 523.25 Grensekurver for sand til sementstabilisert pukk

Mørtelens fasthet skal tilfredsstille klasse C15. Det vises for øvrig til NS 3420.

523.322 *Produksjon og utførelse*

Det henvises til NS 3420 kap. K3 pkt. 33.8.

523.323 *Komprimering*

Komprimering skal utføres som vist i figur 520.11.

523.324 *Etterbehandling*

Det henvises til NS 3420 kap. K3 pkt. 33.8.

523.33 **Kontroll**

Kontroll av kvaliteten ved produksjon og utlegging, utføres etter kap. 520.2, figur 520.2 og kap. 520.3.

524. Frostsikring

524.0 Generelt

524.01 Funksjonskrav

Hensikten med frostsikring er å hindre at frostnedtrengning skal medføre skader på veg eller andre konstruksjoner som følge av telehiv eller reduserte bæreevneegenskaper i teleløsningsperioden.

Overbygningen over frostsikringslaget, evt. over isolasjonslaget, skal dimensjoneres slik at trafikkbelastningen ikke medfører nedkusing av frostsikringsmaterialene som forringer materialets isolasjonsegenskaper eller forårsaker skadelige deformasjoner. Over isolasjonsmaterialer av XPS, skumglass og lettklinker skal det spesielt legges vekt på at materialene ikke forringes under anleggstrafikken eller ved andre deler av anleggsarbeidene.

Avslutning av et isolert område skal utføres på en slik måte at overgangen til uisolert område blir jevn og uten at kjørekomforten reduseres nevneverdig, se pkt. 512.7.

524.02 Materialvalg og dimensjonering

Som frostsikringslag kan benyttes sand, grus, knust fjell, eventuelt i kombinasjon med et isolasjonslag av granulat av lettklinker eller skumglass, samt isolasjonsplater av ekstrudert polystyren (XPS).

Frostsikringen skal skje ut fra dimensjonerende frostdybde som varierer med typen konstruksjon, vegtype og trafikkmengde (se kap. 511). Se også vedlegg 2 for bestemmelse av frostmengder.

524.1 Sand, grus- og steinmaterialer

524.11 Materialkvaliteter

Knust fjell til frostsikringslag skal være knust i en kontrollert produksjon. Materialer til frostsikringslag kan være litt telefarlig, det vil si at andelen materiale mindre enn 0,020 mm regnet av materialet mindre enn 22,4 mm kan overstige 3%.

I frostsikringslag av kult kan materialer med største steinstørrelse (målt som største sidekant) opp til halve lagtykkelsen benyttes. Største sidekant, skal ikke overstige 500 mm. Andelen materiale mindre enn 90 mm skal minst være 30%. Andelen finstoff mindre enn 0,063 mm skal minst være 2%, maksimalt 15% regnet i forhold til materialet mindre enn 22,4 mm.

Frostsikringslag av sand skal ha et graderingstall C_u større enn 5.

524.12 Anleggsteknisk utførelse

Om utkiling for å unngå ujevn telehiv ved kryssende ledninger, kulverter mv. og ved overgang mellom fjell og telefarlig jord, se pkt 512.7

524.1

Bruk av sand, grus- og steinmaterialer som frostsikring er mest aktuelt ved nyanlegg, hvor det er god tilgang på rimelige materialer, eksempelvis overskudd av telesikre materialer fra skjæringer i linja.

Ved bruk av materialer med inntil 15 % under 0,063 mm vil materialet normalt være litt telefarlig.

Før anleggsstart må alle krav til materialene i frostsikringslaget være avklart slik at man er sikker på at alle forutsetninger for frostdimensjonering og bæreevnemessig dimensjonering er ivaretatt.

Ved bruk av spesielt åpne steinmaterialer vil frosten kunne gå dypere enn det som er angitt i kap 511, på grunn av lavt vanninnhold, evt. også konveksjon i materialene. Om frostdybder i ulike materialer, se Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging (Ref. 8).

Krav til komprimering, veiledning for valg av komprimeringsutstyr og antatt minste antall nødvendige passeringer for å tilfredsstillende kravet til komprimering er gitt i kap. 520.4.

524.13 Kontrollomfang og toleranser

Entreprenørens kontrollomfang skal være så stort at kvaliteten blir dokumentert på en tilfredsstillende måte.

	Ved oppstart	Stabile driftsforhold
Maksimal steinstørrelse Andel < 90 mm ¹⁾	Minimum 3 prøver fordelt over 250 m ³	1 prøve per 5000 m ³
Finstoffandel	Minimum 3 prøver fordelt over 250 m veg	1 prøver per 1000 m veg ²⁾

- 1) Kravet gjelder for frostsikringslag av kult
- 2) Kravet gjelder veg med to kjørefelt eller mindre, for veg med tre eller flere kjørefelt skal prøveantallet dobles.

Figur 524.1 Minimumskrav til dokumentasjon av materialkvalitet

Dokumentasjon av maksimal steinstørrelse og andel mindre enn 90 mm kan baseres på data fra knuse- og sorteringsverk. Finstoffandelen dokumenteres for ferdig utlagt og komprimert materiale.

For kontrollomfang og toleranser for komprimering henvises det til pkt 520.43

524.2 Isolasjonsmaterialer

524.21 Plater av ekstrudert polystyren (XPS)

Materialkvaliteter, isolasjonsplater

Det benyttes isolasjonsplater av ekstrudert polystyren (XPS). Isolasjonsplaten skal ikke inneholde skadelige KFK-forbindelser. Bruk av andre skumplastmaterialer enn ekstrudert polystyren skal begrunnes særskilt.

Isolasjonsplater med korttids trykkfasthet på minst 500 kN/m² skal brukes. I tunnel skal isolasjonsplater med korttids trykkfasthet på minst 700 kN/m² brukes.

Frostmessig dimensjonering (valg av platetykkelse) foretas i henhold til kap. 511. Tynne plater medfører økt fare for fuktopptak med påfølgende reduserte isolasjonsegenskaper. Det anbefales derfor ikke bruk av tynnere plater enn 50 mm med unntak ved utkiling fra isolert til uisolert område.

Materialer i kontakt med isolasjonsplater

Materialer i kontakt med isolasjonsplaten skal være velgraderte med øvre siktstørrelse 32 mm eller mindre. Materialet over platen skal tilfredsstillende kravene til Fk eller Gk, se kap. 523.1, og finstoffmengden bør være opp mot det maksimalt tillatte.

Anleggsteknisk utførelse

Sideveis avsluttes platen minimum 0,75 m utenfor skulderkant som vist i figur 524.2. Ved avkjørsel som er forutsatt brøytet, bør isolasjonsplaten

524.2

Frostsikring med isolasjon er egnet både ved bygging av nye vegger og ved forsterkning eller utbedring av eksisterende vegger. Isolerte vegger medfører tynnere overbygninger, redusert grusforbruk samt grunnere grøfter i forhold til frostsikre vegger av sand/ grus/stein.

Isolasjonsmaterialer i en vegkonstruksjon vil gjennom året utsettes for varierende temperatur og vanddamptrykk. Dette forårsaker fuktvandring inn og ut av materialet. Fuktopptaket i et isolasjonsmateriale reduseres vesentlig ved økende platetykkelse.

Dersom isoleringen ikke kan avsluttes på telehivsfritt område, må det foretas utkiling. Se pkt 512.7. Utkilingen skal være så jevn som mulig, men fuktopptak vil endre isolasjonsevnen over tid og vil også endre virkningen av utkilingen.

Isingsfare

Isolasjonslag kan øke isingen på vegoverflaten på høstparten. Isingstendensen vil minske med økende overbygningstykkelse, økende fuktinnhold i grusen over platen og med minkende isolasjonstykkelse. Særlig er fuktinnholdet viktig. Det er derfor en fordel i forsterkningslaget å bruke steinmaterialer med finstoffinnhold som ligger opp mot det tillatte (maks. 7 % ≤ 63 µm av materiale ≤ 22,4 mm).

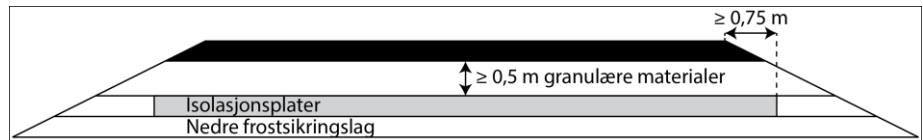
Overbygningen på tilstøtende strekninger har betydning for om isingen på den isolerte strekningen relativt sett oppfattes som stor eller liten.

For en veg med betongdekke bør den totale overbygningstykkelsen over isolasjonsplaten være minst 500 mm.

På steder hvor isingsfaren anses å være særlig stor pga. vegens beliggenhet (nær vann, i skygge, m.v.), bør overdekningen over isolasjonen økes.

I tunnelåpninger er det fare for isdannelse og disse må vises spesiell oppmerksomhet ved isolering.

føres minst 2 m ut i avkjørselen. Platetykkelsen bør da reduseres til det halve for den siste meteren.



Figur 524.2 Frostsikring av veg med skumplast

Tillatt avvik i teoretisk høyde for underlaget er ± 40 mm og jevnheten målt med 3 m rettholt skal være mindre enn 20 mm. Isolasjonsplatene skal ligge stabilt og skal ikke "ri" på små rygger og større stein. Underlaget skal alltid komprimeres før platene legges ut. Et tynt avrettingslag med finpukk, f.eks. 2/4 eller 4/8, kan benyttes for å oppnå tilstrekkelig jevnhet på underlaget.

Platene skal legges tett uten sprekker. Ved utlegging av gruslaget over platene skal det påses at platene ligger stabilt og ikke forskyver seg. Større sprekker kan føre til telehiv konsentrert om platesprekkene.

Isolasjonsplater skal legges i ett lag.

Det skal ikke kjøres direkte på platene. Grusmaterialene over platene tippes på allerede utlagt lag og legges/doses ut i ett lag. Materialene skal komprimeres før annen anleggstrafikk tillates. Krav til komprimering er som for forsterkningslag, se kap. 520.4.

524.22 Lettklinker

Materialkvaliteter

Lettklinker (ekspandert leire) kan benyttes som frostsikringsmateriale, se punkt 511.2. Lettklinker leveres i forskjellige sorteringer (se også kap. 234). Utleggingsmetoden bestemmer hvilken sortering som skal/kan benyttes.

Anleggsteknisk utførelse

Laget med lettklinker må ha sidestøtte ved utlegging. Dette oppnås ved at materialet legges i et trau eller ved at det legges ranker av stabilt materiale opp på begge sider. Se figur 524.3. Sideveis avsluttes isolasjonsmaterialet minimum 0,75 m utenfor skulderkant.

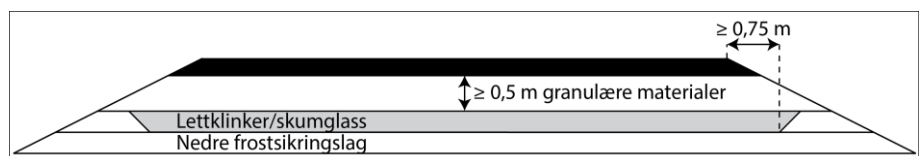


Fig 524.3 Frostsikring med lettklinker/skumglass

Lettklinker kan legges ut med beltegående doser, gravemaskin eller veghøvel. Ensgraderte sorteringer (for eksempel 10/20 mm) kan blåses ut med spesialutstyr. Utstyret må velges slik at unødig nedknusing av materialet unngås. Blåsing er den gunstigste metoden da dette gir en viss forkomprimering av materialet samtidig som materialet blir behandlet skånsomt.

524.22

Det kan eventuelt brukes duk rundt lettklinkeren for å unngå bruk av ranker.

Fiberduk klasse 3 eller bedre skal benyttes over isolasjonslaget

Komprimering utføres etter at det er lagt ut min. 30 cm forsterkningslagsmateriale over lettklinkeren. Komprimeringen utføres som for forsterkningslag. Forsterkningslaget kan med fordel legges ut med doser, hvis hjulgående utstyr benyttes, skal en påse at hjullastene ikke gir deformasjon i isolasjonslaget.

524.23 Skumglass

Materialkvalitet

Skumglassgranulat produseres av returglass og kan brukes både som frostsikringsmateriale og som lette fyllmasser (se kap. 234). Til frostsikring skal det brukes granulat med tørr, løs densitet $< 225 \text{ kg/m}^3$ (nominell densitet). Frostmessig dimensjonering (valg av tykkelse) foretas i henhold til kap. 511

Anleggsteknisk utførelse

Sideveis avsluttes isolasjonsmaterialet minimum 0,75 m utenfor skulderkant, se figur 524.3. Ved utlegging skal materialet behandles med varsomhet for å unngå unødig nedknusing. Utlegging kan utføres med veghøvel eller doser, og for kortere strekninger kan beltegående gravemaskin benyttes. Skumglasset bør ikke legges ut i tykkere lag enn 60 cm.

Fiberduk klasse 3 eller bedre benyttes for å separere skumglasslaget fra over- og underliggende lag.

Komprimering direkte på skumglassgranulatet utføres med beltegående utstyr med beltetrykk maks. 50 kN/m^2 . Komprimering av overliggende lag utføres som for forsterkningslag.

Det tillates ikke anleggstrafikk direkte på skumglasslaget. Tykkelsen på laget over skumglassgranulatet skal være minst 50 cm før det tillates anleggstrafikk. Kravet til tykkelse avhenger av anleggstrafikkens aksellast og dekktrykk.

525. Armering

525.1 Formål og plassering

Armering ved nyanlegg

Ved nyanlegg vil det normalt ikke være aktuelt å benytte armeringsprodukter (nett, duk og kompositter) i overbygningen. Ny overbygning bør i utgangspunktet bygges opp uten å være avhengig av hjelpetiltak som armering og lignende. Unntak kan være ved bygging av veg på bløt grunn. Armeringen legges da mellom forsterkningslaget og den bløte undergrunnen for å sikre tilstrekkelig bæreevne i anleggsfasen, og da som et geoteknisk tiltak.

Armering med armeringsduk (spesielle geotekstiler med høy styrke) kan ofte gi en tilstrekkelig bæreevne. Hvis det velges et nett bør det legges en fiberduk under nettet for å hindre at bløte masser trenger opp i

524.23

Skumglassgranulat har stor stabilitet pga. kornformen og overflate-teksturen.

525.1

Se forøvrig kap 235 Armering under fylling og vedlegg 9 Forsterknings-tiltak.

overbygningen (jfr kap. 521). Armering med armeringsduk gir normalt noe større deformasjoner enn kombinert nett og duk.

Armering ved forsterkningsarbeider eller lignende

Ved forsterknings- og utbedrings- eller vedlikeholdsarbeider kan armeringsprodukter benyttes for å redusere faren for oppsprekking ved breddeøkning, frostnedtrengning og refleksjonssprekker. Armeringen plasseres da slik i overbygningen:

- i granulære eller bituminøse lag for å lukke telesprekker
- i bituminøse lag for å hindre eller redusere refleksjonssprekker i forbindelse med dekkefornyelse

Lagtykkelsene bør ikke reduseres ved bruk av armering. For å oppnå en rimelig dekkelevetid bør dekketykkelsen over armeringen være minimum 150 kg/m^2 (ca 6 cm) ved bruk av stålarmring og minimum 120 kg/m^2 (ca 5 cm) ved bruk av annen asfaltarmering. God vedheft mellom armering og asfaltlagene skal sikres for å hindre delaminering.

525.2 Materialvalg

Generelt

Ved valg av armering skal det tas hensyn til samvirkeegenskaper mellom armeringen og de materialene den skal brukes sammen med. Ved bruk av nett skal steinstørrelse og nettets rutestørrelse tilpasses hverandre for å oppnå god låsing.

Leverandør av armeringsprodukt skal dokumentere produktets egenskaper, det vil normalt si strekkstyrke og stivhet, samvirkeegenskaper med de aktuelle materialene og bestandighet ved aktuell bruk. Egenskapene skal dokumenteres ved hjelp av standardiserte prøvningsmetoder.

Materialvalg ved nyanlegg

Som geoteknisk armering vil det ofte være styrkeegenskapene som er viktigst, og mange produkter kan brukes. Både metall (stålnett), plast (geosynteter) og trematerialer kan være aktuelle.

Glassfiber er ømfintlig for mekanisk slagpåkjenning og bør derfor ikke benyttes under grove forsterkningslag.

Materialvalg ved forsterkningsarbeider eller lignende

Ved utbedring av større telesprekker (styrkekrav typisk 10 tonn/m) vil stålnett være den sikreste løsning. Det skal tas hensyn til at fjerning av stålnett kan gi tilleggskostnader ved framtidige tiltak med fresing etc.

Glassfibernet har tilstrekkelig styrke, men ryker ofte raskt på grunn av skjærpåkjenninger.

525.2

Siden armering ikke gir påviselig økning i elastisk stivhet vil det ikke være mulig å dokumentere egenskapene ved fallodd eller lignende.

525.2

Tidligere var det ikke uvanlig å bruke trematerialer som for eksempel bakhun (skrapbord, fra yttersidene av tømmerstokken når den sages til plank), men det er knappere tilgang på dette nå. Krysslågt bakhun over fiberduk gir meget god bæreevneeffekt, egnet for alle vegger.

525.2

Ulike typer plastnett kan være egnet ved midlere eller moderate telesprekker, men gir kun unntaksvis dekkelevetider som kan forsvare merkostnadene. Ved utbedring av refleksjonssprekker har kompositter nett/duk tidvis gitt gode resultater.

53. Forsterkning av veg

530. Generelt

530.1 Innledning

Med forsterkning menes tiltak som tar sikte på å bedre en vegs bæreevne. I praksis vil også en rekke andre tiltak som ikke direkte er rettet mot økning av bæreevnen, gå under denne betegnelsen. Det gjelder f.eks. bedring av dekke-tilstanden, kantforsterkning, fjerne/reducere telehiv osv.

Forsterkning innbefatter ikke tiltak for heving av vegens geometriske standard. Det kan likevel i mange tilfeller være fornuftig å kombinere forsterkning med mindre vegutbedringer, trafikksikkerhetstiltak o.l.

Forsterkning er aktuelt på eksisterende veg dersom man ønsker å:

- øke tillatt aksellast
- forlenge dekkelevetiden

Et forsterkningsarbeid kan bli utløst av andre behov enn det rent forsterkningsmessige, som for eksempel

- behov for geometrisk oppretting (tverrfall, lengdeprofil)
- overgang fra grusdekke til fast dekke
- breddeutvidelse, f.eks. for etablering av midtrekkverk
- kantforsterkning

530.2 Kvalitetssikring

530.21 Generelt

Det gjelder samme kvalitetskrav ved forsterkningsarbeid som ved nyanlegg. Følgende element vurderes spesielt:

- drenering, riktig fall, dybde, profil (grøfteskråning)
- stikkrenner (dimensjonering og plassering), enhetlig kvalitet
- tiltak mot telehiv
- overgang mellom gammel veg og ny fylling ved breddeutvidelse
- riktig tverrprofil (takfall, tverrfall)
- filterforhold mellom gammel veg og nytt forsterkningslag og/eller bærelag, bruk av duk/filterlag
- forsterkningslag
- bærelag
- vegdekke
- armering, krav til produkt og korrekt arbeidsutførelse

530.1

Se også Håndbok V261
Skadekatalog for bituminøse
vegdekker (Ref. 14).

530.22 Dokumentasjon av utført kvalitet

Kontroll av utførelse skal foretas og rapporteres fortløpende i samsvar med kontrollplaner. Avvik fra planer/forutsetninger rapporteres. Ferdig utført forsterkning skal dokumenteres ved måling av:

- oppnådd bæreevne (for eksempel gjennom endret indeksverdi)
- spor/jevnhet/tverrfall
- bredde

samt beskrivelse av utført forsterkning (materialer, tykkelser, grunnlagsdata).

531. Dimensjonering

531.0 Generelt

Et forsterkningsarbeid vil normalt ta utgangspunkt i et behov for å oppnå en styrkemessig oppbygning som tilsvarer ny veg. Derved kan man også få en tilstandsutvikling for vegdekket som tilsvarer den en ny veg har.

På korte strekninger bør det vurderes om målet bør begrenses til å oppnå en tilstandsutvikling som harmonerer med tilstøtende veg.

Trafikkbelastning

Trafikkbelastningen ved forsterkning uttrykkes ved antallet ekvivalente 10 tonns aksler (N), se figur 510.2. Det skal normalt benyttes

- 10 tonn aksellast
- 20 år dimensjoneringsperiode

531.1 Når er det behov for forsterkning?

Forsterkning er aktuelt når dekkelevetiden er unormalt lav i forhold til det som anses som en akseptabel dekkelevetid for den aktuelle dekketype og trafikkbelastning (ÅDT).

Forsterkning er også aktuelt når tillatt aksellast skal økes.

Funksjonell dekkelevetid fastlegges ut fra utviklingen i tilstandsverdiene for spor og jevnhet og den utløsende standard som er gitt for dekkefornyelse.

Lav dekkelevetid er et tegn på at noe ved vegkonstruksjonen er feil, men ikke nødvendigvis at det er behov for forsterkning. I fastleggelsen av dekkelevetid er det derfor nødvendig å skille ut forhold som kan innvirke på lav dekkelevetid:

Forhold med innvirkning på jevnhet	Forhold med innvirkning på spor
<ul style="list-style-type: none"> - Telehiv (oppsprekking) - Svake kanter (kantsprekker, svanker) - Setninger - Feil materialbruk 	<ul style="list-style-type: none"> - Piggdekkslitasje - Feil materialbruk

Figur 531.1 Forhold med innvirkning på jevnhet og spor

531.0

For det enkelte prosjekt bør det foretas en vurdering av hvilket mål som skal settes for forsterkningsarbeidet. For strekninger under 100-200 m kan det være rimelig å tilpasse forsterkningen tilstanden på tilstøtende veg. For strekninger over 500-1000 m kan det være rimelig å ta sikte på en forsterkning som for ny veg.

En dimensjoneringsperiode på 20 år betyr at vegkonstruksjonen er dimensjonert for den trafikkbelastning som påløper i løpet av 20 år. Dekkelevetiden vil normalt være betydelig mindre enn 20 år.

531.1

"Funksjonell dekkelevetid" er den dekkelevetid man registrerer fra dekket er nylagt og fram til utløsende vedlikeholdsstandard er nådd. Funksjonell dekkelevetid kan fastlegges ut fra de årlige tilstandsregistreringer for spor og jevnhet.

"Normert dekkelevetid" er den dekkelevetid man bør forvente på en veg som er dimensjonert riktig og under normale klima- og belastningsforhold (se figur 531.2).

531.2 Bestemmelse av forsterkningsbehov

531.21 Forsterkningsbehov ved unormal lav dekkelevetid

Et eventuelt forsterkningsbehov bør fastlegges med utgangspunkt i at den registrerte dekkelevetiden er unormalt lav. Vegdekkets levetidsfaktor (f) er et uttrykk for dette.

$f = \text{forholdet mellom funksjonell ("opptredende") dekkelevetid og normert ("forventet") dekkelevetid}$

Framgangsmåten forutsetter at normert dekkelevetid kan fastlegges. Figur 531.2 angir verdier for normert dekkelevetid som kan benyttes, avhengig av dekketype og ÅDT.

Dekketype	ÅDT						
	≤300	301-1500	1501-3000	3001-5000	5001-10 000	10 001-20 000	>20 000
Ska				13	10	7	6
Ab			15	12	9	6	5
Agb		15	14	11			
Ma, Egt	16	13	12				
Eo	14	12					

1) Normale utslag i dekkelevetiden vil være ± 2 år, avhengig av klima og andre lokale forhold.

Figur 531.2 Normerte dekkelevetider (år) for ulike dekketyper og ÅDT

Lokale forhold og erfaringer med dekkelevetid kan tilsi at andre dekkelevetider enn de oppgitte benyttes som akseptabel dekkelevetid, men bruk av dekkelevetider vesentlig utenfor de oppgitte verdier skal begrunnes spesielt.

For avvik i masser mv kan gode anslag for dekkelevetiden gis på følgende måter:

- ved bruk av bindemiddel med PMB: dekkelevetiden økes med 15 %
- ved særlig høy og/eller kanalisert trafikk: dekkelevetiden reduseres med inntil 20-30 %
- i områder med spesielt mye eller spesielt lite nedbør: dekkelevetiden endres med inntil ± 20 %
- i områder med spesielt lange perioder med frost: dekkelevetiden endres med inntil + 20 %

En unormalt kort dekkelevetid (lav levetidsfaktor) gjenspeiler en svakhet i konstruksjonen. Dimensjoneringen kan generelt være for dårlig i forhold til trafikkbelastningen, eller det kan være materialkvaliteter som ikke oppfyller kravene. Det kan være svakheter i vegkonstruksjonen som innebærer at det ikke vil være tilstrekkelig bare å legge nytt dekke, selv om forsterkningsbehovet vurdert ut fra levetidsfaktoren tilsier kun et dekke. Ved en levetidsfaktor på 0,7 eller lavere bør det derfor alltid gjennomføres oppgravingsprøver og en vurdering av opptredende skader som angitt under, slik at

531.2

Eksempel på regional strategi for valg av dekketyper er vist i "Dekkestrategi 2007 for Statens vegvesen, Region øst", Teknologirapport nr. 2491 (Ref. 27). Rapporten har bl.a. data om typiske dekkelevetider, massepriser og derav beregnede årskostnader for dekkevedlikeholdet i regionen. Rapporten gir også mange gode råd og tips for de ulike dekkevedlikeholdstiltakene, og munner ut i en hovedstrategi for vegdekkene i regionen.

531.21

Dekkelevetiden vil også variere etter dekketykkelse og største steinstørrelse (øvre siktstørrelse).

531.21

En lav dekkelevetid kan skyldes mangler i utførelsen ved selve dekket, eller det kan være spesielle forhold knyttet til telehiv eller tele-skader som ikke tilsier forsterkningsbehov, men utbedring på annen måte, for eksempel frostsikring. Slike forhold bør avdekkes før det konkluderes med et forsterkningsbehov.

531.21

For vegdekker med levetidsfaktor ned mot 0,7 vil det normalt være en fordel å velge dekker som også bidrar styrkemessig, dvs. vegdekker med en viss tykkelse.

531.21

Definisjon:

F_{diff} = behov for forsterkning (lagtykkelse × lastfordelingskoeff.)

531.21

Oppgravingsprøver kan i første rekke si noe om tilstandsutviklingen skyldes at hele eller deler av vegkonstruksjonen generelt er for tynn eller om deler av for eksempel sporutviklingen kan skyldes piggdekkslitasje eller feil ved vegdekket.

eventuelle fundamentale svakheter i konstruksjonen kan avdekkes og utbedres som en del av forsterkningsarbeidet.

Vegdekker med levetidsfaktor over 0,7

For vegdekker med levetidsfaktor over 0,7, vil den nødvendige styrkeforbedring normalt sikres gjennom den ordinære dekkefornyelse. Ut fra skadeforhold mv, kan det imidlertid ofte være aktuelt med andre tiltak, som omfatter lag under vegdekket.

Vegdekker med levetidsfaktor 0,7 – 0,5

For vegdekker med levetidsfaktor mellom 0,7 og 0,5 skal det tas utgangspunkt i forsterkningsbehov som angitt i figur 531.3, men forsterkningsbehovet skal også undersøkes ved hjelp av oppgravingsprøver, se pkt. 531.231. En vurdering av opptredende skader skal foretas.

Levetidsfaktor ²⁾	Trafikkgruppe (N, mill.)			
	A (< 0,5)	B (0,5 - 1)	C (1 - 2)	D (2 - 3,5)
f = 0,7	9	9	10	11
f = 0,6	12	13	14	15
f = 0,5	15	17	18	19

1) I tillegg til de oppgitte indeksverdier forutsettes at evt. spordannelse er rettet opp

2) Vegdekkets levetidsfaktor, f = forholdet mellom funksjonell dekkelevetid og normert dekkelevetid

Figur 531.3 Forsterkningsbehov (F_{diff}) ved unormal lav opptredende dekkelevetid, uttrykt i indeksverdi

Vegdekker med levetidsfaktor under 0,5

En levetidsfaktor under 0,5 indikerer at vegkonstruksjonen har fundamentale mangler. Normalt vil en finne at konstruksjonen er underdimensjonert mht. lagtykkelser, eller materialkvaliteten i ett eller flere av lagene er for dårlig. Hvor problemet ligger vil normalt kunne klarlegges gjennom oppgravingsprøver og en vurdering av opptredende skader. I tillegg kan både nedbøyningsmålinger og/eller DCP/CBR-målinger bidra til en riktigere fastsettelse av forsterkningsbehovet og en bedre forståelse av den lave dekkelevetiden. Med mindre man finner helt spesielle årsaker til den lave dekkelevetiden, bør forsterkningen av vegkonstruksjonen dimensjoneres med utgangspunkt i kravene til ny veg.

531.22 Forsterkningsbehov ved økning av tillatt aksellast

Ved forsterkning knyttet til økning av tillatt aksellast, vil forsterkningsbehovet avhenge både av den ønskede økning i tillatt aksellast og vegdekkets tilstandsutvikling (funksjonell dekkelevetid).

Vegdekker med levetidsfaktor over 1,2

På en strekning der tillatt aksellast skal settes opp, ofte fra 8 til 10 tonn, vil det normalt være partier som skiller seg ut ved at dekkelevetiden er vesentlig

høyere enn den normerte etter figur 531.2 (levetidsfaktor over 1,2). Forsterkning er ikke nødvendig på slike partier.

Vegdekker med levetidsfaktor 0,7 – 1,2

Forsterkningsbehovet, uttrykt ved F_{diff} , er vist i figur 531.4 for økning av tillatt aksellast fra 8 til 10 tonn.

Vegdekker med levetidsfaktor under 0,7

På partier der dekkelevetiden er unormalt lav er forsterkningsbehovet som angitt i figur 531.4, som inkluderer et tillegg som tar vare på at styrken for eksisterende veg har vært for lav.

		Trafikkgruppe (N, mill.)			
		A (< 0,5)	B (0,5 - 1)	C (1 - 2)	D (2 - 3,5)
Forsterkning	Levetidsfaktor ¹⁾				
Fra 8 til 10 tonn	f > 0,8	12	13	14	16
	f = 0,8	18	19	21	24
	f = 0,7	21	22	24	27
	f = 0,6	24	26	28	31
	f = 0,5	27	30	32	35

1) Vegdekkets levetidsfaktor, f = forholdet mellom funksjonell dekkelevetid og normert dekkelevetid

Figur 531.4 Forsterkningsbehov (F_{diff}) ved økning av tillatt aksellast fra 8 tonn til 10 tonn

531.23 Andre metoder for fastlegging av forsterkningsbehov

Dekkelevetiden skal normalt være den utløsende faktor for forsterkningsbehov.

Det vil normalt være behov for å verifisere/justere forsterkningsbehovet basert på dekkelevetid ved supplerende undersøkelser. Dette kan dreie seg om:

- oppgraving og bestemmelse av lagoppbygning
- nedbøyningsmålinger
- undersøkelser av DCP/CBR-målinger

531.231 Oppgraving

Indeksverdier for eksisterende vegkonstruksjon

Ved oppgraving og påfølgende laboratorieanalyser bestemmes lagtykkelser og lastfordelingskoeffisienter for de ulike lagene/materialene i vegoverbygningen. På grunnlag av dette beregnes bærelagsindeks og styrkeindeks for eksisterende vegoverbygning ved hjelp av indeksmetoden, se vedlegg 4.

Eksisterende bærelagsindeks og styrkeindeks(er) sammenlignes deretter med tilsvarende krav til indeksverdier. Forsterkningsbehovet uttrykt ved F_{diff} beregnes som største forskjell mellom eksisterende indekser og korresponderende indeksskrav.

531.231

Bruk av oppgravingsprøver for bestemmelse av indeksverdier og forsterkningsbehov vil normalt gi et vesentlig større forsterkningsbehov enn vanlig tolking av nedbøyningsmålinger.

Bruk av oppgravingsprøver er ment å tilsvare dimensjonerende / kritisk teleløsning i en 10 års periode.

531.231

Vannømfintlighet bedømmes ut fra andel materiale mindre enn 63 µm, regnet av materiale mindre enn 20 mm. Se kap. 510.1.

Eksempel på reduksjon av styrkeindeksen: Hvis tykkelsen av vannømfintlig/telearlig lag er 12 cm og andel materiale < 63 µm er 17% kan kravet til styrkeindeks reduseres med $(100/12) - 5 = 3,3$ (avrundes til 3).

531.233

Bruk av DCP- og CBR-målinger er avgrenset til relativt finkornige materialer.

Indekskrav

Krav til bærelags- og styrkeindeks beregnes med utgangspunkt i trafikkbelastningen. Sum ekvivalente 10 tonns aksler eller trafikkgruppe bestemmes som for ny veg, se figur 510.2. Ved forsterkning forsettes normalt 10 tonns aksellast og 20 års dimensjoneringsperiode. Krav til bærelagsindeks og styrkeindeks bestemmes som for ny veg, se figur 512.7.

Vannømfintlige/telearlige lag i overbygningen

Dersom det er vannømfintlige/telearlige lag i eksisterende vegoverbygning skal disse betraktes som undergrunn, og det skal utføres alternative beregninger av eksisterende styrkeindeks og krav til styrkeindeks over de enkelte vannømfintlige/telearlige lag.

Dersom det vannømfintlige/telearlige laget er tynt (under 15 cm) og underliggende lag er godt drenerende og kapillærbrytende, kan kravet til styrkeindeks over det vannømfintlige/telearlige laget reduseres slik:

For materialer med 0-15 % < 63 µm:	Reduksjon = $(150/t) - 5$
For materialer med > 15 % < 63 µm:	Reduksjon = $(100/t) - 5$

der t = tykkelse (i cm) av det vannømfintlige/telearlige laget

531.232 Nedbøyningsmålinger

Som et supplement til analyser basert på levetidsbetraktninger og/eller oppgraving kombinert med DCP/CBR-målinger, kan det være aktuelt å utføre nedbøyningsmålinger. Det bør da etterregnes E-moduler fra målingene slik at det kan avledes lastfordelingskoeffisienter for lagene i konstruksjonen fra disse. Et eventuelt forsterkningsbehov kan da uttrykkes etter prinsippene i punkt 531.231. En mer fullstendig beskrivelse av metoden er gitt i vedlegg 6.

531.233 DCP/CBR-målinger

Bæreevnen kan bestemmes ut fra DCP eller CBR-målinger i felten (Ref. 1 og Ref. 6). Begge målemetoder gir et uttrykk for skjærstyrken til materialet og kan brukes for grus eller finere materialer. Målingene bør utføres i en kritisk periode om våren.

531.24 Forsterkningsbehov ved oppgradering fra grusveg til veg med fast dekke

Ved oppgradering fra grusveg til veg med fast dekke bør forsterkningsbehovet ta utgangspunkt i tillatt aksellast på eksisterende veg med et tillegg i indeksverdi på 20, med mindre oppgravingsprøver tilsier et mindre forsterkningsbehov. Ved åpenbar underdimensjonering skal dimensjoneringen foretas ut fra oppgravingsprøver.

532. Grunnlagsdata

Normalt vil et forsterkningsbehov komme til syne gjennom PMS-arbeidet med vegdekker. Resultatene i PMS vil dermed bli en viktig del av grunnlaget når forsterkningstiltak skal vurderes. I tillegg kan man også utnytte bilder og andre kilder som støtte i vurderingene. Av disse er dataene i Vegdatabanken og kunnskapen hos personer med lokalkjennskap til vegstrekningen og omgivelsene sannsynligvis de viktigste.

De mest aktuelle kilder er nærmere omtalt i vedlegg 8.

533. Tiltak

Valg av tiltak kan baseres på en vurdering av mange forskjellige forhold. I tillegg til selve forsterkningsbehovet kan man velge tiltak bl.a. ut fra listen som vist under. Listen beskriver noen av de spørsmål man bør ta stilling til ved vurdering av de aktuelle tiltak. Det endelige valg blir normalt tatt ut fra en vurdering av kostnader og forventet levetid.

- Hva er årsaken til at man har et forsterkningsbehov? En veg som har kort dekkelevetid på grunn av store kantskader, krever et annet tiltak enn en veg med stor sporutvikling på grunn av et ustabilt eller vannømfintlig bærelag.
- I hvor stor grad er dårlig drenering en medvirkende årsak til kort dekkelevetid? Hva kan man oppnå av forlenget dekkelevetid gjennom nye sidegrøfter eller lukket drenering?
- Hvor bred er eksisterende veg i forhold til den bredden man ønsker eller anser er nødvendig?
- Skal vegen etter forsterkning ha den samme linjeføring som før forsterkningen, eller bør man kombinere forsterkningen med en utbedring av vegens geometri?
- På hvilken måte og i hvilken grad påvirker forsterkningen den framtidige drift og vedlikehold av vegen?
- Kan forsterkningstiltak gjennomføres uten grunnerverv?
- Er det høydebegrensinger under bruer e.l., som begrenser valg av tiltak?
- Hva finnes av tilgjengelige materialer til forsterkning i vegens nærhet, pris og kvalitet tatt i betraktning?
- Kan materialet i vegoverbygningen utnyttes bedre, f.eks. ved dypstabilisering?

I vedlegg 9 er det gitt en oversikt over og en beskrivelse av en del aktuelle forsterkningstiltak for veg.

532

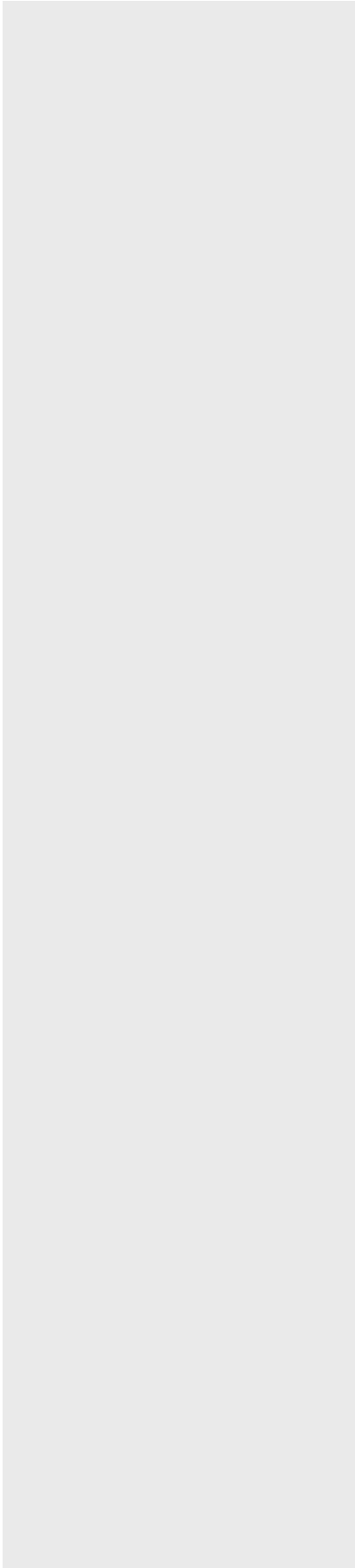
PMS (Pavement Management System), se vedlegg 8.

Referanser

Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelig fra www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker.

1. Statens vegvesen: *Feltundersøkelser*. Håndbok N211. Vegdirektoratet, Oslo 1997.
2. Standard Norge: *Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag*. NS-EN 1097. Pronorm, Oslo. (NS-EN 1097 består av flere delstandarder og omfatter 9 ulike prøvningsmetoder for tilslag.)
3. Statens vegvesen: *Planlegging og utførelse av komprimering*. Statens vegvesens rapport nr. 284. Vegdirektoratet, 2014.
4. Myre, J. og Telle, R.: *Mixdesign (AUT – Asfaltutviklingsprosjektet i Telemark)*. Laboratorierapport nr. 87. Vegdirektoratet, Veglaboratoriet, Oslo 1997.
5. Statens vegvesen: *Kalde bitumenstabiliserte bærelag*. Håndbok V250. Vegdirektoratet, Oslo 1997.
6. Statens vegvesen: *Laboratorieundersøkelser*. Håndbok N210. Vegdirektoratet, Oslo 2005.
7. Standard Norge: *Beskrivelsestekster for bygg, anlegg, installasjoner*. NS 3420. Standard Online, Oslo 2008.
8. Statens vegvesen: *Geoteknikk i vegbygging*. Håndbok V220. Vegdirektoratet, Oslo 2010.
9. Statens vegvesen: *Vegtunneler*. Håndbok N500. Vegdirektoratet, Oslo, 2010.
10. SINTEF Building and Infrastructure: *NorGeoSpec 2012 Nordic system for certification and specification of geosynthetics and geosynthetic-related products*. Trondheim 2013. www.norgeospec.org
11. SINTEF Bygg og miljø, Berg og geoteknikk: *Spesifikasjon for filtrerende geotekstiler til Statens vegvesens Håndbok 018, revidert utgave*. Rapport nr. STF22 F03171. Trondheim 2004.
12. Statens vegvesen: *Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger*. Håndbok V221. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
13. Statens vegvesen: *Betongdekker*. Håndbok V263. Vegdirektoratet, Oslo 1994.
14. Statens vegvesen: *Skadekatalog for bituminøse vegdekker*. Håndbok V261. Vegdirektoratet, Oslo 1996.

15. Standard Norge: *Tilslag for mekanisk stabiliserte og hydraulisk stabiliserte materialer til bruk i bygg- og anleggsarbeid og vegbygging*. NS-EN 13242. Standard Online, Oslo 2013.
16. Standard Norge: *Tilslag for bituminøse masser og overflatebehandlinger for veger, flyplasser og andre trafikkarealer*. NS-EN 13043. Standard Online, Oslo 2013.
17. Samferdselsdepartementet: *Forskrift om anlegg av offentlig veg*. FOR 2007-03-29 nr 363.
18. Statens vegvesen: *Styring av vegprosjekter*. Håndbok R760. Vegdirektoratet, Oslo 2012



[blank side]

Kapittel 6

Vegdekker

INNHold

60.	GENERELT	308
601.	INNHOLDSBESKRIVELSE	308
602.	VALG AV DEKKETYPE	308
602.1	<i>Generelt</i>	308
602.2	<i>Dekke av grus, asfalt eller betong?</i>	308
602.3	<i>Konsekvensvurdering</i>	309
603.	KRAV TIL VEGDEKKET	310
603.1	<i>Generelt</i>	310
603.2.	<i>Funksjonsrelaterte krav</i>	312
604.	KVALITETSSIKRING	318
604.1	<i>Generelt</i>	318
604.2	<i>Krav og toleranser for geometri og jevnhet</i>	318
61.	GRUSDEKKER.....	319
610.	GENERELT	319
610.1	<i>Valg av grusdekke</i>	319
610.2	<i>Kvalitetssikring</i>	319
611.	KRAV TIL MATERIALET	322
611.1	<i>Korngradering</i>	322
611.2	<i>Slitestyrke</i>	322
611.3	<i>Stabilitet og plastisitet, vannømfintlighet</i>	323
612.	UTLEGGING OG KOMPRIMERING	323
612.0	<i>Generelt</i>	323
612.1	<i>Fuktmagasinerende lag</i>	324
613.	TVERRFALL	324
614.	STØVBINDENDE MIDLER.....	324
62.	ASFALTDEKKER, GENERELT	325
621.	GENERELT	325
621.1	<i>Bruk av asfaltdekke</i>	325
621.2	<i>Kvalitetssikring</i>	325
621.3	<i>Dokumentasjon av utført kvalitet</i>	327
622.	KRAV TIL DELMATERIALER.....	328
622.1	<i>Bindemidler</i>	328
622.2	<i>Tilsetningsstoffer</i>	330
622.3	<i>Steinmaterialer</i>	330
622.4	<i>Resirkulert asfalt</i>	333

623.	PRODUKSJON OG UTFØRELSE	334
623.1	<i>Produksjon</i>	334
623.2	<i>Utførelse</i>	335
624.	VALG AV ASFALTDEKKER	337
624.1	<i>Dekketyper</i>	337
624.2	<i>Varmproduserte dekketyper i verk</i>	340
624.3	<i>Kaldproduserte dekketyper i verk</i>	341
624.4	<i>Overflatebehandling</i>	341
624.5	<i>Andre asfaltdekketiltak</i>	341
63.	ASFALTDEKKER, VERKSPRODUSERTE	342
631.	TOLERANSER FOR PRØVER FRA VEG.....	342
631.1	<i>Toleranser, bindemiddelinhold</i>	342
631.2	<i>Toleranser, korngradering</i>	343
631.3	<i>Toleranser, temperatur</i>	344
631.4	<i>Toleranser, komprimering</i>	345
631.5	<i>Dokumentasjon av vedheftningsegenskaper</i>	346
632.	VERKSPRODUSERTE MASSETYPER, VARMBLANDEDE.....	347
632.0	<i>Asfaltgjenvinning</i>	347
632.1	<i>Asfaltgrusbetong (Agb)</i>	348
632.2	<i>Asfaltbetong (Ab)</i>	350
632.3	<i>Skjelettasfalt (Ska)</i>	352
632.4	<i>Mykasfalt (Ma)</i>	354
632.5	<i>Støpeasfalt (Sta)</i>	356
632.6	<i>Topeka (Top)</i>	358
632.7	<i>Drensasfalt (Da)</i>	360
632.8	<i>Tynndekker (T)</i>	362
633.	VERKSPRODUSERTE MASSETYPER, KALDBLANDEDE	363
633.0	<i>Bruksområde</i>	363
633.1	<i>Emulsjonsgrus, tett (Egt)</i>	364
633.2	<i>Asfaltskumgrus (Asg)</i>	365
634.	ANDRE VERKSPRODUSERTE ASFALTMATERIALER.....	366
634.1	<i>Asfaltert finpukk (Af)</i>	366
64.	OVERFLATEBEHANDLING	367
641.	GENERELT.....	367
642.	TYPER OVERFLATEBEHANDLING	367
642.1	<i>Overflatebehandling, enkel (Eo) og dobbel (Do)</i>	368
642.2	<i>Overflatebehandling med grus, enkel (Eog) og dobbel (Dog)</i>	370
65.	ANDRE ASFALTDEKKETILTAK	372
651.	GJENBRUKSASFALT (GJA)	372
651.1	<i>Varm gjenvinning på veg</i>	372
651.2	<i>Kald gjenvinning i verk</i>	372
651.3	<i>Kald gjenvinning på veg</i>	372
652.	FORSEGLING (F).....	373
653.	SLAMASFALT (SLA)	373
66.	BETONGDEKKER.....	374
660.	GENERELT.....	374
660.1	<i>Valg av betongdekke</i>	374
660.2	<i>Kvalitetssikring</i>	374

661.	OVERFLATE	375
662.	BETONG	376
663.	UARMERTE BETONGDEKKER	377
663.1	Tykkelse	377
663.2	Fuger	377
664.	ARMERTE DEKKER	382
665.	VALSEBETONG	383
665.0	Generelt	383
665.1	Krav til undergrunnen	383
665.2	Materialer	383
665.3	Lagtykkelse	384
665.4	Utlegging	384
665.5	Fuger	384
665.6	Etterbehandling	385
666.	PÅSTØP	385
666.0	Generelt	385
666.1	Konstruktiv løsning	385
666.2	Utførelse	386
667.	VEDLIKEHOLD	386
67.	DEKKER AV BELEGNINGSSTEIN OG HELLER AV	
BETONG	387	
670.	GENERELT	387
671.	DIMENSJONERING	387
672.	SETTELAG	387
673.	KRAV TIL BELEGNINGSSTEIN OG HELLER	388
673.1	Belegningsstein	388
673.2	Heller av betong	389
674.	FUGING OG ETTERVIBRERING	390
674.1	Belegningsstein	390
674.2	Heller	390
675.	JEVNHET	390
676.	LINJEFØRING (MØNSTER)	390
REFERANSER	391	

60. Generelt

601. Innholdsbeskrivelse

Kapittel 6 om vegdekker er delt i 8 delkapitler:

- 60. Generelt
- 61. Grusdekker
- 62.-65. Asfaltdekker
- 66. Betongdekker
- 67. Dekker av belegningsstein og heller av betong

Kap. 61 omhandler krav til materialer, utlegging og komprimering av grusdekker samt bruk av støvbindende midler.

Kap. 62-65 omhandler krav til bindemidler og tilsetningsstoffer, steinmaterialer, samt krav til ulike dekketyper av asfalt.

Kap. 66 omhandler krav til utførelse av uarmerte og armerte betongdekker samt vegdekker av valsebetong. Dimensjonering av betongdekker er omhandlet i kap. 51. I kap. 66 behandles forhold vedrørende bruk av betongdekke til vegformål. Kapitlet omfatter også spesielle dimensjoneringsforutsetninger for å nytte betongdekker.

Kap. 67 omhandler krav til dekker av belegningsstein og heller av betong. Dimensjonering av veg med belegningsstein/heller er omhandlet i kap. 51.

602. Valg av dekketype

602.1 Generelt

Anvendelsesområdene for grusdekker, asfaltdekker og betongdekker er kort beskrevet i avsnittene nedenfor. Kriterier for valg av type asfaltdekker er nærmere beskrevet i kap 624.

Ved valg av dekketype skal det tas tekniske, økonomiske og miljømessige hensyn. Spesielle forhold knyttet til et dekkets produksjon og egenskaper som friksjon, lyshet, støy, støv m.v. bør også i stor grad påvirke dekkevalget.

602.2 Dekke av grus, asfalt eller betong?

Nedenfor er satt opp generelle retningslinjer for valg av dekketype (grus, asfalt og betong).

Grusdekker

Grusdekker bør kun benyttes på atkomstveger med ÅDT < 300 og på samleveger med ÅDT < 100.

602.2

ÅDT (årsdøgntrafikk) er relatert til tiltaksåret (ny veg: året vegen åpnes for trafikk).

Asfaltdekker

Asfaltdekker kan brukes på alle vegtyper og for alle trafikkbelastninger, se pkt. 623.

Betongdekker

Betongdekker er spesielt aktuelt på riksveger og høytrafikkerte veger. Også på veger med ÅDT < 3000 kan betongdekke være aktuelt, bl.a. i form av valsebetong. Betongdekker skal ikke benyttes uten at det er utført tiltak som sikrer mot skadelige telehiv og setninger.

Dekker av belegningsstein og heller av betong

Dekker av belegningsstein og heller av betong er særlig aktuelt på på fortau, gatetun og andre steder med mye gangtrafikk.

Krav til universell utforming med bruk av taktile og visuelle ledelinjer har ført til en større oppmerksomhet mot denne type belegning. Dekker av belegningsstein er også en aktuell dekketype på industriarealer, terminalanlegg, havner og andre steder som utsettes for statiske belastninger med høye kontaktrykk.

602.3 Konsekvensvurdering

Valg av dekketype har en rekke konsekvenser for trafikant, nabo og vegholder. Valget av dekketype må også vurderes i forhold til mulige innvirkninger på miljø, naturressurser og samfunn.

For dekkearbeider som er en del av utbyggingsprosjekter, henvises det til Håndbok V712 Konsekvensanalyser (Ref 48).

Ved forsterkning av eksisterende veg og dekkefornyelser i vegvedlikeholdet skal konsekvensene ved valg av dekketype minst omfatte følgende forhold:

- Dekkets årskostnader, avhenger av tiltakskostnad og forventet dekkelevetid
- Støyegenskaper, spesielt hvor trafikkstøy kan være en belastning for vegens omgivelser
- Lystekniske egenskaper, spesielt for vegdekker i tunneler og andre veger med belysning
- Risiko for støvplager for vegens omgivelser
- Begrensninger med hensyn på seinere gjenbruk
- Risiko for vannforurensning
- Risiko for steinslipp
- Øvrige miljøforhold ved produksjon, transport og utlegging

602.2

Med taktile ledelinjer menes følbare ledelinjer. De har en overflate som skiller seg fra omgivelsene slik at de kan virke som en informasjon til blinde og svaksynte. Det skilles normalt mellom:

- retningsindikator
- varselindikator
- oppmerksomhetsindikator

602.3

Se også kap. 032. Generelt om utbyggingsprosjekter, se håndbok R760 (Ref. 37). Om valg av ulike dekketyper, se også kap. 624.

603. Krav til vegdekket

603.1 Generelt

Vegdekket skal gi trafikantene et underlag som sikrer komfortabel kjøring, og et veggrep som sikrer framkommelighet og trafikkikkerhet mens vegens omgivelser ikke sjeneres unødige.

Vegdekket skal beskytte vegkonstruksjonen mot nedbrytning ved å hindre nedtrengning av vann i vegoverbygningen. Dekket skal være jevnt og sikre at det blir minst mulig dynamiske belastninger fra kjøretøy. Det skal bidra til å redusere påkjenningen på bærelaget for å sikre planlagt levetid for vegdekket og resten av vegkonstruksjonen.

En byggherre kan benytte flere metoder for å få et vegdekke med den kvalitet som forventes. For asfaltdekker har det vært tradisjon å skille mellom reseptbaserte asfaltkontrakter og kontrakter med funksjonsrelaterte krav. I figur 603.1 er det gitt en oversikt over de forskjellige krav som vanligvis settes til arbeidene. Selv om beskrivelsen er knyttet til asfaltdekker, kan prinsippene i oppbyggingen av krav også anvendes for krav til vegdekker av grus, betong, belegningsstein etc.

603.1

Nye laboratoriemetoder som er under utvikling korrelerer bedre med funksjonelle egenskaper som deformasjon og utmatting. Disse metodene kan benyttes både ved proporsjonering i laboratoriet, validering av asfaltmassens egnethet i forhold til planlagt anvendelse, og ved verifisering av egenskaper på prøver fra ferdig dekke.

Med validering menes i denne sammenheng en dokumentasjon av et sett av egenskaper som er egnet til å uttrykke vegdekkets forventede kvalitet i forhold til de krav som er satt.

Et sett av mange forskjellige krav kan føre til overspesifisering. Overspesifisering innebærer at det settes forskjellige krav som helt eller delvis uttrykker de samme funksjonsegenskapene. Dette behøver ikke være et alvorlig problem, men man må være oppmerksom på at ethvert krav må følges opp med rutiner for kontroll og dokumentasjon om at kravene er oppfylt. Overspesifisering vil mao. innebære unødig økning av kostnadene.

Et mer alvorlig problem får man dersom det settes krav som er i konflikt med hverandre. Dersom det f.eks. settes svært strenge krav til asfaltdekkets stabilitet, kan dette være i konflikt med strenge krav til dekkets fleksibilitet og lavtemperateregenskaper, spesielt dersom det forutsettes bruk av tradisjonelle dekketyper med vegbitumen som binde-middel.

Type krav	Type kontrakt	
	Reseptbaserte kontrakter	Kontrakter med funksjonsrelaterte krav
Validering av materialkvalitet	Delmaterialenes egenskaper, Masseressept Hulrom ved standard komprimering, evt. Wheel Track, Prall, etc.	Delmaterialenes egenskaper, Masseressept, kan begrenses til materialenes egnethet ved fremtidig gjenvinning, samt å oppdage risiko for grov kvalitetssvikt.
Krav til levert asfalt	Produksjonstoleranser for massens sammensetning (korngradering, bindemiddelinnhold, etc.	Færrest mulig krav
Krav til nylagt vegdekke	Initiell jevnhet på langs, initiell jevnhet på tvers (spordybde), hulrom, friksjon, dekketykkelse	Initiell jevnhet, Dekketykkelse
Krav til vegdekket i reklamasjonsperioden	Generelle krav Et vegdekke uten slaghull, dårlig midtskjøt etc.	Egenskapskrav: Deformasjonsegenskaper (Wheel-Track, sykklisk kryp), Motstand mot piggdekksslitasje (Prall-metoden)
		Tilstandskrav Tilstand og tilstandsutvikling mht. jevnhet på tvers (spor) Krav til friksjon, et vegdekke uten slaghull, dårlig midtskjøt evt også krav til tekstur, lystekniske egenskaper, støyeegenskaper, sprekker, etc.

Figur 603.1 Typer krav som vanligvis brukes i reseptbaserte kontrakter og i asfaltkontrakter med funksjonsrelaterte krav.

Kravene i figur 603.1 er ikke fullstendige. Sammensetningen av krav i det enkelte prosjekt bør bestemmes av de klimatiske forhold, trafikkbelastningene, vegens funksjon, vegens bæreevne etc.

603.11 Krav til levert materiale

En vegholder vil under de fleste forhold ønske å knytte alle kvalitetskrav til et vegdekke til materialet ferdig utlagt og komprimert. Dersom man utelukkende har denne type krav, vil det være en unødig stor risiko for å få et vegdekke av mindreverdig kvalitet på vegen før feilen blir oppdaget og korrigerende tiltak blir iverksatt. Det vil ofte være forbundet med store ulemper for vegholder, entreprenør, vegbruker og omgivelsene dersom det skulle bli nødvendig å kreve at vegdekket med mangler blir fjernet med påfølgende legging av nytt dekke.

Av den grunn er det aktuelt å sette krav til det materialet som leveres, hvor tidspunktet for kontroll bestemmes ut fra de stadier i produksjonsprosessen hvor feil og mangler kan oppstå. Også uten spesielle krav fra oppdragsgivers side, forventes det at leverandøren har et godt gjennomarbeidet opplegg for kvalitetskontroll, knyttet til de viktigste punktene i produksjonskjeden.

603.12 Krav til vegdekket

Ytelseskrav og en kontroll om at de er oppfylt, vil først og fremst gi en sikkerhet for at et produkt har mulighet for å fungere tilfredsstillende forutsatt at anleggsutførelsen også er tilfredsstillende. For vegholder kan det for mange kvalitetsparametre være mer riktig å sette krav til vegdekket ferdig utført. Slike krav fanger da opp den innvirkning transport, utlegging og komprimering har på kvaliteten til det ferdige produkt.

Generelle krav

Generelle krav omfatter tradisjonelle krav til det ferdige vegdekket, som f.eks. krav til komprimeringen uttrykt i prosent av Modifisert Proctor for grusdekker og uttrykt ved krav til hulrom i asfaltdekker.

Egenskapskrav

Egenskapskrav omfatter krav til vegobjektets egenskap ferdig utført på veg. For et vegdekke vil det ofte være relevant å knytte begrepet ”egenskaper” til testing eller måling på prøver tatt ut av et ferdig utlagt og komprimert vegdekke.

Tilstandskrav

Begrepet tilstand brukes om parametre som spor, jevnhet, støy (målt med Close Proximity Method, CPX e.l.). Begrepet er knyttet til de deler av vegkonstruksjonen som er av betydning for vegens funksjon.

Det er viktig å presisere at begrepet ”tilstand” også omfatter tilstandsutvikling og tilstandsvariasjoner som en funksjon av tid, trafikkbelastninger, værforhold og/eller årstid.

Funksjonskrav

Begrepet funksjon brukes om forhold som kan knyttes direkte til vegens oppgave som en del av samfunnets infrastruktur. Funksjon vil med dette være en del av vegens evne til å sikre fremkommelighet, trafikksikkerhet og miljø, i fremtiden sannsynligvis også komfort, reiseopplevelse o.l.

For vegdekker og vegoverbygning vil etter dette begrepet ”funksjon” ha en begrenset anvendelse i kontraktssammenheng, først og fremst fordi funksjonsegenskapene er avhengig av mange forhold som utførende entre-

Egenskapskrav og tilstandskrav vil i de fleste tilfeller bli beskrevet som funksjonsrelaterte krav

CPX-metoden fanger opp de variasjoner i støy som skyldes variasjoner i vegdekke over en strekning, men den fanger ikke opp variasjoner som skyldes trafikkmengde og trafikkkens sammensetning.

Utførelseskrav, det vil si krav til hvordan arbeidene skal gjennomføres, bør begrenses til forhold som ikke kan dekkes av andre typer krav.

preløp ikke kan påvirke. Ved å sette funksjonskrav i en kontrakt, økes entreprenørens risiko i betydelig grad.

Utførelseskrav

I den grad det er en usikkerhet med hensyn til om kravene i de kategorier som er beskrevet ovenfor, gir en tilfredsstillende trygghet for at vegdekket har de funksjonsegenskaper man etterstreber, kan det være aktuelt å sette noen krav til utførelsen. Utførelseskrav kan være begrensende for den utførende med hensyn til å velge optimale løsninger for gjennomføring av arbeidene, og det kan øke oppdragsivers ansvar for sluttresultatet. Utførelseskrav bør derfor begrenses til de forhold som ikke kan dekkes på annen måte.

603.2. Funksjonsrelaterte krav

603.21 Generelt

Deler av avsnittene nedenfor er spesielt rettet mot asfaltdekker, men prinsippene kan enkelt tilpasses andre dekketyper også.

For en del typer asfaltarbeider vil reseptbaserte krav ikke fungere tilfredsstillende i forhold til vegholders behov og ønsker. Noen slike forhold er kort listet opp nedenfor.

- Det er på markedet flere typer asfaltprodukter som er utviklet av private firmaer og beskyttet av patenter eller på annen måte, og som ikke omfattes av byggherrens normerte spesifikasjoner. Slike dekketyper er ofte gitt egne betegnelser som ikke bør benyttes i en anbudsforespørsel fra en offentlig etat.
- Som et alternativ til bindemidler modifisert av bitumenprodusenten og levert asfaltfabrikk, er det aktuelt å foreta selve modifiseringen på asfaltfabrikken.
- En annen variant av det samme er innblanding av spesielle tilsetningsstoffer, enten i bindemiddelet eller i selve asfalmassen, for å oppnå spesielle egenskaper. Dette kan gjelde alt fra forbedring av deformasjonsegenskaper i områder med harde belastninger (lysregulerte kryss, rundkjøringer, busslommer etc.), til mer smidig asfalt egnet til utlegging i kaldt vær.

En annen viktig side ved funksjonsrelaterte krav er at selve kravene og behovene for oppfølging av overholdelsen av disse ligger nærmere oppdragsivers primære ansvar og oppgaver som vegholder. Det er i mindre grad behov for byggherren til å involvere seg i detaljer knyttet til gjennomføringen av arbeidene.

De viktigste funksjonsrelaterte krav er listet opp nedenfor.

- Motstand mot permanente deformasjoner (egenskapskrav)
- Motstand mot piggdekkslitasje (egenskapskrav)
- Jevnhet på langs, rettholt og IRI (tilstandskrav)
- Jevnhet på tvers (spor) (tilstandskrav)
- Tverrfall (tilstandskrav)
- Friksjon (tilstandskrav)

603.2

I tillegg til en del spesielle forhold slik som angitt i punktene over, kan det for asfaltarbeider generelt være aktuelt å legge større vekt på å sette krav som er mer direkte relatert til vegdekkets funksjonsegenskaper og i mindre grad detaljstyre asfaltens sammensetning og arbeidsutførelsen. Entreprenøren får med dette en større mulighet til å utnytte egen kompetanse for å oppnå de funksjonsegenskaper som oppdragsiver etterspør.

- Tekstur (tilstandskrav)
- Lystekniske egenskaper (tilstandskrav)
- Støyeegenskaper (målt med CPX) (tilstandskrav)
- Sprekker, krakelering (tilstandskrav)
- Slaghull (tilstandskrav)
- Dekketykkelse
- Heft til underlaget

Støymåling med CPX, se pkt. 603.12

Ved etablering av et komplett sett av krav til et asfaltdekke, må man være oppmerksom på risikoen for overspesifisering, spesielt med hensyn på krav som kan være i konflikt med hverandre. Se også pkt. 603.1.

603.22 Egenskapskrav

603.220 Generelt

Egenskapskrav som er omtalt i de etterfølgende avsnitt, vil ikke alene utgjøre et komplett sett av krav til asfaltdekker. Egenskapskrav er rettet mot noen viktige egenskaper, men de må suppleres med andre krav for å gi en tilfredsstillende sikkerhet for vegdekkets totale kvalitet. Både reseptbaserte krav og tilstandskrav er egnet, unntaksvis også utførelseskrav.

Egenskapskrav skal baseres på målinger på ferdig utlagt vegdekke, evt. på prøver tatt ut av dekket. Utfordringen for kvalitetskontrollen ved arbeider basert på egenskapskrav, vil normalt være å få et riktig bilde av kvalitetsvariasjonene ut fra analyser hvor tid og kostnader til prøveuttak og analyser virker sterkt begrensende på antall prøver i forhold til arbeidets omfang.

Krav til deformasjonsegenskaper kan settes ved Wheel Track evt. syklisk kryp (pkt. 603.221 og 603.222), men det skal ikke settes krav til både Wheel Track og Syklisk kryp. Krav til motstand mot piggdekkslitasje kan settes iht. Prallmetoden (pkt. 603.223).

603.221 Deformasjonegenskaper, Wheel Track

Motstand mot permanente deformasjoner dokumenteres på borkjerner med 200 mm diameter boret ut av det ferdige dekket. Antall prøver må vurderes i hvert tilfelle ut fra jobbens størrelse og kompleksitet. Hver prøve skal, i henhold til NS-EN 12697-22, bestå av minst 2 parallelle prøvestykker (borkjerner).

Prøvene testes i henhold til NS-EN 12697-22 (Wheel Tracking), ved 50 °C. Analysene skal utføres tidligst 8, seinest 30 dager etter utlegging. Kravene i figur 603.2 gjelder for spordybde etter 10 000 sykler (20 000 passeringer). Det kan være aktuelt å sette strengere krav til dekket i områder med spesielt hard belastning, se også pkt. 624.1.

603.221

Spordannelse ved deformasjon, iht. NS-EN 12697-22 (Wheel Tracking) er referansemotoden for dokumentasjon av motstandsevne mot permanente deformasjoner. Den kan være nyttig for å dokumentere effekten av tilsetningsstoffer og modifiserte bindemidler som skal bidra til bedre deformasjonsegenskaper.

603.221 og 603.222

For testing i Wheel Track bør prøvens tykkelse være minst 25 mm ved $D < 8$ og minst 35 mm ved $8 \leq D < 16$.

Også ved syklisk kryp er det krav til prøve høyde.

Dette kan begrense bestemmelsen av deformasjonsegenskaper ved disse laboratoriemetodene på borprøver fra tynne dekker.

	ÅDT				
	≤ 1500	1501-3000	3001-5000	5001-10000	>10000
Maks. tillatt spordybde, % av prøvetykkelse		20	12	7	5

Figur 603.2 Krav til motstand mot permanente deformasjoner bestemt med Wheel Tracking Test, spordybde etter 10 000 sykler, i % av prøvetykkelse

603.222 Deformasjonegenskaper, syklisk kryp

Motstand mot permanente deformasjoner dokumenteres på borkjerner med 150 mm diameter boret ut av det ferdige dekket. Antall prøver må vurderes i hvert tilfelle ut fra jobbens størrelse og kompleksitet. Hver prøve skal, i henhold til NS-EN 12697-25, bestå av minst 5 parallelle prøvestykker (borkjerner). Prøvehøyden ved testing i laboratoriet skal være 60 mm. Der dekket er for tynt til å oppnå dette, kan to kjerner legges på hverandre. Antall borkjerner må da økes til det dobbelte. Prøvene testes i henhold til NS-EN 12697-25 Syklisk trykkprøving, ved 40°C. Analysene skal utføres tidligst 8, seinest 30 dager etter utlegging. Ved testing etter mer enn 30 dager skal resultatet korrigeres. Kravene i figur 603.3 er angitt som maks. tillatt deformasjon etter endt testing. Det kan være aktuelt å sette strengere krav til dekket i områder med spesielt hard belastning, se også pkt. 624.1.

	ÅDT				
	≤1500	1501-3000	3001-5000	5001-10000	>10000
Maks. tillatt syklisk kryp, microstrain (µε)	-	40000	30000	25000	20000

Figur 603.3 Krav til motstand mot permanente deformasjoner bestemt med syklisk kryp, microstrain, µε

603.222

Motstand mot permanente deformasjoner bestemt med syklisk kryp, for eksempel vha. Nottingham Asphalt Tester (NAT), kan betraktes som et alternativ til Wheel Track prøving.

Dersom prøvingen ikke kan utføres før etter foreskrevet tid kan resultatet korrigeres til dag 30 etter utleggingen vha. formelen under når bestilleren tillater det.

$$D_{30} = D_{prøve} \cdot \frac{t_{prøve}^{0,23}}{2,186}$$

D_{30} = Permanent tøyning etter 30 dager i mikrostrain
 $D_{prøve}$ = Permanent tøyning i aktuell prøve i mikrostrain
 $t_{prøve}$ = Dekkets alder i dager ved prøvingen.

603.223 Piggdekkslitasje, Prallmetoden

Motstandsevne mot piggdekkslitasje kan bestemmes på borkjerner med 100 mm diameter boret ut fra ferdig dekke. Antall prøver må vurderes i hvert tilfelle ut fra jobbens størrelse og kompleksitet. Hver prøve skal, i henhold til NS-EN 12697-16, bestå av minst 4 parallelle prøvestykker (borkjerner).

Prøvene testes i henhold til NS-EN 12697-16 Piggdekkslitasje (Prallmetoden). Avhengig av ÅDT skal prøvene oppfylle kravene i figur 603.4 mht. slitasje etter endt testing. Det kan være aktuelt å sette strengere krav til dekket i områder med spesielt hard belastning, se også pkt. 624.1.

	ÅDT				
	≤1500	1501-3000	3001-5000	5001-10000	>10000
Maks. tillatt Prall-verdi, cm ³		36	28	25	22

Figur 603.4 Krav til motstand mot piggdekkslitasje etter Prall-metoden, slitelag

603.23 Tilstandskrav, dekkeoverflate

603.230 Generelt

Tilstandskrav til nylagte asfaltdekker er en naturlig del av krav til asfaltarbeider med reseptbaserte krav. Hvorvidt tilstandskrav som et alternativ til reseptbaserte krav, skal begrenses til det nylagte asfaltdekket eller også omfatte tilstandsutviklingen over en vesentlig del av forventet dekkelevetid, avhenger av i hvor stor grad arbeidets kvalitet innvirker på tilstandsutviklingen.

603.231 Jevnhet på langs

Med krav til jevnhet på langs menes i denne sammenheng krav til jevnhet i vegens lengderetning. Jevnhet er av stor betydning for trafikantene både med hensyn til kjørekomfort og kjørekostnader.

Krav til jevnhet i lengdeprofilen omfatter både krav til IRI (International Roughness Index) og jevnhet målt med rettholt. Krav til IRI bør være knyttet til det enkelte kjørefelt og til angitte strekninger med fast lengde, f.eks. 1000 meter, med minste lengde 600 meter. Krav til jevnhet målt med rettholt har som mål å unngå lokale ujevnheter ved dagskjøter, endeavslutninger, kummer og sluk og andre stopp og uregelmessigheter i asfaltutleggingen. Rettholtkravet kommer i tillegg til det generelle jevnhetskravet uttrykt ved IRI.

Krav til jevnhet er gitt i figur 604.1. Kravene i figuren omfatter både jevnhet på langs og krav til langsgående skjøter o.l.

603.232 Jevnhet på tvers

På veger hvor man forventer at slitasje eller plastiske deformasjoner i selve asfaltdekket er de viktigste årsaker til den totale tilstandsutvikling for jevnhet på tvers, bør kravene inkludere den tilstandsutvikling som kan registreres over minst 60% av forventet dekkelevetid.

På veger hvor det er mer usikkert hvor stor del av tilstandsutviklingen som skyldes piggdekkslitasje eller permanente deformasjoner i selve asfaltdekket i forhold til deformasjoner i de underliggende lag, kan det likevel være mulig å sette tilstandskrav etter et gitt antall år, men det krever at byggherren har gode kunnskaper om den utvikling som skyldes underliggende lag og at entreprenøren i konkurransegrunnlaget blir orientert om dette på en tilfredsstillende måte.

Krav til jevnhet på tvers i nylagt dekke er gitt i figur 604.1.

603.233 Tverrfall

Alle lag skal ha tilstrekkelig tverrfall for å sikre god avrenning. Tillatt avvik fra prosjektert tverrfall for nybygget veg er gitt i pkt. 604.2. For dekkevedlikehold vil det som regel være nødvendig å knytte kravene til kravene i Håndbok R610 (Ref. 14).

603.231

Spor og jevnhet har tradisjonelt vært ansett som viktige uttrykk for vegdekkets tilstand og funksjonsevne. Som en følge av at spormålinger i Norge egentlig er måling av høyden på ryggen mellom hjulsporene, skal begrepet "spor" erstattes av "jevnhet på tvers". Av samme grunn skal jevnhet (IRI) angis som "jevnhet på langs".

Krav til jevnhet for nylagt dekke er en viktig del av et komplett sett av krav enten hovedvekten er lagt på reseptbaserte eller funksjonsrelaterte krav.

I de fleste tilfeller kan krav til jevnhet være begrenset til jevnhet den første tiden etter dekkelegging. Vegdekkets egenskaper innvirker i liten grad på utviklingen av jevnheten, den bestemmes i det alt vesentlige av underlaget i form av telehiv, setninger o.l.

I noen situasjoner kan selve asfaltdekkets egenskaper ha en innvirkning på utviklingen av IRI over tid. Dette gjelder i første rekke vegdekker med forvitring og steinslipp i dekkeoverflaten.

603.232

Krav til jevnhet på tvers i nylagt dekke, initialtilstanden, kan også betraktes som et utførelseskrav og er en viktig del av et komplett sett av krav enten hovedvekten er lagt på reseptbaserte eller funksjonsrelaterte krav.

Krav til jevnhet på tvers inkl. tilstandsutvikling over tid, vil inkludere asfaltdekkets motstand mot piggdekkslitasje og asfaltdekkets deformasjonsegenskaper. Der det er usikkerhet mht. hvor mye av tilstandsutviklingen som skyldes underlaget, er det aktuelt å erstatte krav til tilstandsutvikling med egenskapskrav gitt i pkt. 603.22.

603.234

Ved alle typer asfaltarbeider er det vanlig å sette en minsteverdi for friksjon. Erfaringene med å anvende resultater fra friksjonsmålinger i asfaltkontrakter, er imidlertid svært begrenset. Det er strenge krav til gjennomføringen av friksjonsmålinger for at resultatene skal få den nøyaktighet og presisjon som kreves i et kontraktsforhold. Friksjonsmålinger på bart vegdekke kan gjennomføres etter to prinsipper; med fast slipp eller variabel slipp. Måling med variabel slipp benyttes til å overvåke friksjonsnivået på vegdekker generelt, i kontrakts-sammenheng bør krav være basert på måling med fast slipp.

Friksjonen på asfaltdekker varierer med tilstanden og er avhengig av om dekket er nylagt, slitt av piggedekk eller polert. Lav friksjonskoeffisient ved legging av nytt asfaltdekke kan avhjelpest ved avstrøing med asfaltert finpukk (Af), tørket sand eller lignende.

603.235

Makrotekstur defineres som ujevnheter med bølgehender i området 0,5-50 mm.

603.236

Det finnes gode testmetoder for bestemmelse av asfaltdekkets utmattingssegenskaper i laboratoriet. Slike krav er imidlertid ikke beskrevet i denne utgaven av håndbok N200.

Bruk av asfalt til oppbygging til riktig tverrfall kan være relativt kostbart. For byggherren vil det i en del situasjoner være relevant å vurdere oppbygging til riktig tverrfall, eller om det er tilfredsstillende at tverrfallet ikke skal være dårligere enn for det gamle asfaltdekket.

603.234 Friksjon

Friksjonsforholdene skal være ensartede for hele dekket og alle naturlig avgrensede parseller.

Friksjonen på bar veg skal måles på vått dekke (dvs. med vannfilm på 0,5 mm). Friksjonskoeffisiente, målt ved 60 km/t og 18 % fast slipp, skal være større enn 0,40.

På veger med tillatt hastighet høyere enn 80 km/t bør friksjonskoeffisienten være over 0,50.

Friksjon måles med ROAR eller med annet utstyr som kan dokumentere tilsvarende nøyaktighet. Kravene gjelder i hele reklamasjonsperioden. Kravene gjelder middelveidien for delstrekninger med lengde 20 meter.

603.235 Tekstur

Indirekte krav til friksjon gjennom bruk av minstekrav til makrotekstur kan være et godt alternativ til å sette direkte krav til friksjon på grunn av en bedre presisjon og bedre reproduserbarhet for måleresultatene.

Dekkets tekstur påvirker asfaltdekkets egenskaper på områder som for eksempel friksjon, støy og lysrefleksjon. Det må eventuelt stilles krav i hvert enkelt tilfelle, men dersom tekturen (midlere profildybde) er lavere enn 0,5 mm bør dekkets friksjonsforhold følges opp.

603.236 Sprekker, krakelering

For nybygget veg bør det settes tilstandskrav til vegdekke med hensyn til fravær av sprekker i en nærmere angitt tid etter byggingen. Dette forutsetter at det er den samme entreprenør som har ansvaret for vegdekket og vegens øvrige oppbygging, all den stund sprekker i vegdekker kan ha forskjellige årsaker.

Ved dekkevedlikehold er det ressurskrevende å få en god og detaljert oversikt over eksisterende sprekker i det gamle dekket med hensyn til utbredelse, omfang og bevegelser (for eksempel sprekker pga. telehiv), samt utvikling av sprekker i det nye dekket over tid. Det kan derfor være en bedre løsning å sette egenskapskrav ved krav til utmattingssegenskapene og krav til dekkets fleksibilitet ved lave temperaturer.

603.237 Slaghull

Med mindre entreprenøren på grunn av underlaget eller av andre grunner har tatt forbehold, bør slaghull som oppstår i reklamasjonsperioden, være en reklamasjonsgrunn i alle kontrakter. Reaksjonen bør være å kreve at dekket på arealet med mindreverdig kvalitet fjernes ved fresing e.l. og legging av nytt dekke med god klebing til underlaget og til sidene.

Hull i form av åpen skjøl mellom utleggerdragene, ofte betegnet dårlig midtskjøl, bør betraktes som slaghull. Dette gjelder også åpne skjølter i rundkjøringer o.l.

603.24 Øvrige tilstandskrav

603.241 Dekketykkelse

Ved tradisjonelle asfaltkontrakter angir byggherren dekketykkelse i mm, evt. angir dekketykkelsen i form av forbruk i kg/m^2 . I kontrakter med funksjonsrelaterte krav har det vært mer vanlig å gi entreprenøren frihet til å bestemme dekketykkelsen.

På steder hvor piggdekkslitasjen er bestemmende for sporutviklingen, kan det være aktuelt å sette et krav til minste dekketykkelse for å unngå at dekket blir gjennomslitt før vedlikeholdsstandarden utløser krav om dekkefornyelse. Det er også aktuelt å sette krav til minste lagtykkelse hvor dette er ønskelig på grunn av vegens bæreevne, ut fra dimensjoneringskrav e.l.

603.242 Heft til underlaget

Krav om god heft til underlaget alle steder er viktig for å sikre at vegdekket har gode funksjonsegenskaper på lengre sikt, selv om kravet isolert sett ikke kan betraktes som et funksjonskrav.

Dårlig heft til underlaget kan opptre i lokale partier som en følge av dekkelegging i regnvær o.l. Ved påvist dårlig vedheft til underlaget bør det kreves at dekket fjernes på partier uten heft til underlaget og legging av nytt dekke.

Ved en streng, og for entreprenøren kostbar reaksjon, vil det være krav til byggherren om å ha en god dokumentasjon om dårlig heft mellom asfaltlagene før slike reaksjoner iverksettes. Uttak av borkjerner vil normalt være nødvendig.

603.243 Arealer med utbedring

I kontrakter med krav om utbedring av lokale partier med skade bør det settes en øvre grense for andelen med utbedringer. Dersom partier med lokale utbedringer utgjør mer enn 10% av den totale lengde regnet over en fritt valgt strekning med minste lengde 500 meter, bør hele strekningen reasfalteres for entreprenørens regning.

603.237

Slaghull i vegdekket kan som regel tilbakeføres til feil og mangler ved utførelsen av asfaltarbeidene. Årsaken kan være separasjon i massen, lokale partier med for kald eller for dårlig komprimert asfalt, eller det kan skyldes lokale partier med for tynt dekke, da ofte i kombinasjon med dårlig heft til det underliggende lag.

603.241

Krav til minste dekketykkelse er i prinsippet ikke et tilstandskrav, men kravet er aktuelt når kontrakten gir entreprenøren frihet til å velge dekkeløsningen.

603.242

Dårlig heft til underlaget må betraktes som en alvorlig mangel ved asfaltarbeider.

604. Kvalitetssikring

604.1 Generelt

Generelle krav er gitt i kap. 0 og i kvalitetssikringspunktene i delkapitlene.

604.2 Krav og toleranser for geometri og jevnhet

Krav og toleranser for geometri og jevnhet av bind- og slitelag skal være som vist i figur 604.1. Det er samme krav/toleranser til geometri og jevnhet for asfalt- og betongdekker. Krav til høyder og bredde gjelder ved nybygging og ved forsterkningsarbeider, ved vedlikeholdsarbeider må breddekrav angis spesielt. For krav til grusdekker vises til kap. 61.

Toleranse	Vegtype	Hoved- og	Andre veger
		samleleger (H, S)	(A, G/S)
		Enkeltverdi	Enkeltverdi
Bindlag og underkant betongdekke			
Høyde ¹⁾			
- maksimum		+ 15	+ 25
- minimum		- 15	- 25
Jevnhet på tvers ²⁾			
- målt med 3 m rettholt, maksimum		8	10
Langsgående skjøter, maks ^{7) 8)}		4	6
Jevnhet på langs ²⁾			
- målt med 3 m rettholt, maksimum		6	8
Slitelag			
Høyde ¹⁾			
- maksimum		+ 10	+ 20
- minimum		- 10	- 20
Jevnhet på tvers ²⁾			
- målt med 3 m rettholt, maksimum		6	8
- målt med bilmontert laser, maks.		5	7
Langsgående skjøter, maks ⁷⁾		4	6
Jevnhet på langs			
- målt med 3 m rettholt, maksimum		6	8
- IRI ved ÅDT ≥ 3000, maksimum ³⁾ (mm/m)		2,0	2,5
- IRI ved ÅDT < 3000, maksimum ³⁾ (mm/m)		2,5	3,0
Tverrfall, avvik fra prosjektert ⁴⁾			
- maksimum (mm)		4	6
Bredde ⁵⁾			
- maksimum		+ 100	+ 100
- minimum		± 0	± 0
Lagtykkelse ⁶⁾			
- asfalt		Min. 2 ganger øvre siktstørrelse.	
- betong		Min. prosjektert tykkelse minus 20 mm	

- 1) Gjelder enkeltpunkt. Gjelder for betongdekker generelt. For asfaltdekker er krav til høyder normalt begrenset til steder hvor det er nødvendig pga. tilpasning til konstruksjoner o.l.
- 2) Jevnhetskravene skal også gjelde for skjøter.
- 3) Målt med bilmontert laser, angis som 90%-verdi pr. kjørefelt med lengde 600-1600 meter
- 4) Målt manuelt over 2 m eller med bilmontert laser.
- 5) Horisontalt avvik fra de prosjekterte ytterbegrensningene.
- 6) Gjelder enkeltpunkt.
- 7) Målt med 1 m rettholt, evt 1 m vater
- 8) Gjelder dersom bindlag skal fungere som midlertidig slitelag

Figur 604.1 Krav og toleranser for geometri (mm) og jevnhet, asfalt og betongdekke

Ved overflatebehandling vil jevnheten som oppnås være avhengig av jevnheten for eksisterende dekke/underlag eller evt. forarbeider.

Kravene til IRI-verdier for jevnhet i figur 604.1 må ansees å være relativ lempelige. Når forholdene ligger til rette for det, kan byggherren vurdere å sette strengere krav. Dette må i så fall fremgå av konkurransegrunnlaget for arbeidene.

Bilmontert laserutstyr benyttes til kontinuerlige målinger av jevnhet på langs, jevnhet på tvers ("spordybde") og tverrfall. Utstyret brukes primært som en del av den generelle tilstandoppfølging av vegdekker.

IRI = International Roughness Index.

61. Grusdekker

610. Generelt

610.1 Valg av grusdekke

Et grusdekke består av mekanisk stabilisert grus (knust fjell eller knust grus) og kan benyttes på atkomstveger med ÅDT < 300 og samleveger med ÅDT < 100. Ved høyere trafikk kan vedlikeholdet ofte bli kostbart.

Grusdekke skal ikke brukes for hovedveger. Unntaket er midlertidig veg i anleggsfasen.

610.2 Kvalitetssikring

610.21 Tilstandskrav

En veg med grusdekke skal med et normalt vedlikehold gi rimelig gode kjøreforhold hele året uten dannelse av vaskebrett, slag hull og store spor.

Tilstandskrav til et slitelag av grus består av følgende punkter:

Tverrfall og vegkanter

På rettstreking med takfall skal tverrfallet være 4%, i kurver med ensidig fall skal tverrfallet være minst 5,5%. Tverrfallet skal ikke være over 8%. Ved takfall aksepteres krumning/avrunding over de midtre 2,0 m.

Det skal ikke være vegkanter som kan føre til vannansamlinger i vegbanen eller på vegskulder.

Ujevnheter (hull og korrugeringer)

Vegbanen skal være jevn og fast og uten slag hull. Vaskebrett (korrugering) skal ikke forekomme.

Løs grus

Løs grus skal maksimalt forekomme i svært liten grad på vegbanen og langs vegen.

Støv

Støv skal ikke hvirvles opp av trafikken. Omgivelsene skal ikke utsettes for vegstøv.

Funksjonskravene her gjelder for en veg med et fundament bygd i henhold til vegnormalene. Dersom dette ikke er tilfellet (gammel veg) må kravene vurderes ut fra stedlige forhold så som klima, overbygning, drenering, etc.

610.2

Kravene bygger på de samme prinsipper som i Statens vegvesen håndbok R610 (Ref. 14).

Tilstandskravene i pkt. 610.2 gir ingen sikkerhet mot ugunstig dekketilstand som skyldes vegfundamentet, f.eks. i teleløsningen.

En nærmere beskrivelse av tilstandskravene er gitt i Vägverkets Publikation 2005:60 (Ref 35). Se også håndbok R610.

610.22 Kontrollomfang og toleranser

Toleranser ved oppbygging av grusdekker, samt krav til omfanget av dokumentasjon av materialelegenskaper, skal følge kravene i figurene 610.1-3. Kravet til dokumentasjon er også et minstekrav til entreprenørens kontrollomfang.

Dimensjonerende krav	5 prøver eller flere		Mindre enn 5 prøver
	Middelverdi	Enkeltverdi	Enkeltverdi
95 %	Min. 96 %	Min. 91 %	Min. 94 %

Figur 610.1 Toleranser for komprimering (Modifisert Proctor), grusdekker

Kontroll av	Kvalitetskrav			Dokumenta- sjonsomfang
	Krav	Toleranse ¹⁾	Maks. avvik ²⁾	Min. 1 prøve pr. mengdeenhet
Grusdekke				
Materialproduksjon				
- flisighetsindeks ³⁾	≤30			3000 m ³
- Los Angeles-verdi ³⁾	≤35			3000 m ³
- Korngradering	Fig. 611.1			500 m ³
- knusningsgrad ^{3) 5)}	C _{30/60}			500 m ³
- micro-Deval- koeffisient ^{3) 4)}	≤ 15			3000 m ³
- mølleverdi ⁴⁾	≤ 19			3000 m ³
- lineær krymp (LS)				
v/nedbør≤1000 mm/år ⁵⁾	LS 2-5 %	20 %	±0,5 %	500 m ³
v/nedbør>1000 mm/år ⁵⁾	LS ≤ 3%	20 %	±0,5 %	500 m ³
Komprimering	Fig. 610.1	Fig. 610.1 og 612.1		50 m veg
Geometri	Fig. 610.3	Fig. 610.3		50 m veg

- 1) Dersom det tas 5 prøver eller flere, kan det aksepteres at 20 % av prøvene (1 av 5 prøver) har avvik fra kvalitetskravet.
- 2) Ingen prøver med avvik skal ha større avvik enn gitt verdi.
- 3) For materialer som er deklart etter NS-EN 13242 (Ref. 33) kan angitte kvalitetstoleranser og kontrollomfang erstattes av leverandørens dokumentasjon etter reglene i standardens Tillegg B med tilhørende nasjonalt tillegg
- 4) Micro-Deval er referansemotoden, mølleverdi kan benyttes ved praktisk oppfølging. Micro-Deval skal benyttes når det er tvil om materialet oppfyller kravene.
- 5) For knust fjell ansees kravet å være oppfylt uten spesiell dokumentasjon

Figur 610.2 Kvalitetskrav og dokumentasjonsomfang, grusdekker

Kontroll av	Enkeltverdi	Middelverdi
Høyde ¹⁾		
maksimum	+30	+15
minimum	-30	-15
Bredde ²⁾		
maksimum	+100	
minimum	-0	
Lagtykkelse		
maksimum	+15	+5
minimum	-15	-5
Jevnhet ³⁾		
maksimum	10	-

- 1) Gjelder enkeltpunkt i tverrprofil/middelverdier pr. 500 m tofeltsveg ev. 1000 m enfeltsveg.
- 2) Horisontalt avvik fra de prosjekterte ytterbegrensningene. Dersom det ikke har betydning for arealinngrep o.l. kan det aksepteres større maks. breddetoleranse.
- 3) Målt med 3 m rettholt. «Vaskebrett» aksepteres ikke på nylagt dekke.

Figur 610.3 Toleranser (mm) for geometriske krav til grusdekker pr. 500 m tofelts veg ev. 1000 m enfelts veg

610.23 Dokumentasjon av utført kvalitet

Dokumentasjonen skal baseres på en inndeling av vegstrekningen i delstrekninger med lengde ikke over 500 meter. Oppfyllelsen av tilstandskravene skal vurderes for hver delstrekning.

For dokumentasjon av utført kvalitet skal følgende registreres (minimumsdokumentasjon):

- type vegfundament
- middelverdi og variasjon av materialkvalitet, komprimering og lagtykkelse, jfr. kravene i figur 610.2.
- avvik og avviksbehandling
- bruk av støvbindende midler
- spesielle løsninger/forhold

Dersom antall overfarter benyttes som dokumentasjon for overholdelse av komprimeringskravene, jf. figur 612.1, vil utskrift fra registreringsutstyr montert på valsen bli akseptert som dokumentasjon forutsatt at denne inneholder de opplysninger som kreves på en oversiktlig måte.

611. Krav til materialet

611.1

Materialet i grusdekker bør ha et grovt kornskjelett som er fylt ut til maksimal tetthet med passende mengde av mindre korn helt ned til leirstørrelse. Materialet må være noe plastisk for å kunne binde sammen de forskjellige fraksjonene.

Bruk av maksimal steinstørrelse større enn ca. 20 mm kan medføre fare ved steinsprut.

Dersom materialet har stor andel av grovsand (sandpukkel) oppstår det lett vaskebrett.

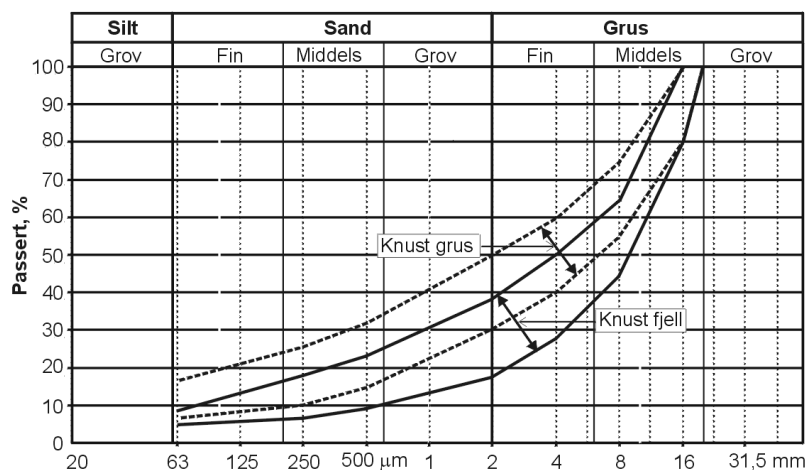
Materialer av knust fjell har vanligvis bedre stabilitet enn materialer av knust grus. Erfaringer har vist at selv en «dyp» kurve gir gode resultater og da særlig i områder med frysing/opptining i teleløsningsperioden.

611.1 Korngradering

Materialet i grusdekket skal ha en korngradering slik at det er stabilt og tett. Korngradering for knust fjell og knust grus skal være innenfor toleransene gitt i figur 611.1. og kornkurven skal være mest mulig parallell med grensekurvene.

Kornstørrelse	Knust fjell passering i %	Knust grus passering i %
22,4 mm	100	100
16 mm	80 - 100	80 - 100
8 mm	45 - 65	55 - 75
2 mm	18 - 38	30 - 50
0,25 mm	7 - 18	10 - 26
0,063 mm	5 - 9	7 - 17

Figur 611.1 Krav til korngradering for knust fjell og knust grus



Figur 611.2 Grensekurver for grusdekke

611.2

Dersom det er vanskelig å skaffe slitesterkt materiale og nødvendig å nytte en mindre god kvalitet, bør materialet ved utlegging ha noe større innhold av grusfraksjonene enn vanlig.

611.2 Slitestykke

For å oppnå god slitestykke bør grovfraksjonen bestå av en hard og seig bergart slik at nedkningen blir minst mulig. Materialet skal ha en Los Angeles-verdi ≤ 35 og flisighetsindeks ≤ 30 .

611.3 Stabilitet og plastisitet, vannømfintlighet

Andel helt eller delvis knuste korn skal minst være 30%, andel helt avrundete korn skal være maksimalt 60%, dvs. knusningsgrad $C_{30/60}$ (se kommentar).

Materialet bør ha en LS-verdi på 2-5 % ved nedbørmengde < 1000 mm/år og maks. 3 % ved nedbørmengde > 1000 mm/år.

Materialet skal ikke inneholde mer enn 1 % humus av materiale < 0,5 mm bestemt ut fra glødetapmetoden.

Ved høyt innhold av fri glimmer i finfraksjonen-bør materialets egnethet undersøkes spesielt (med hensyn til vannømfintlighet etc). Indikasjoner på egnetheten kan fås bl.a. ved å fastlegge glimmerinnholdet i finfraksjonen 0,125-0,250 mm i henhold til håndbok R210 pkt. 14.417 (Ref. 6). Tiltak ved høyt innhold av glimmer kan være å skjerpe kravet til maks. finstoffinnhold.

612. Utlegging og komprimering

612.0 Generelt

Tykkelsen på slitelag av grus skal ferdig komprimert være minimum 50 mm.

Grusdekke skal legges ut så det blir homogent og får en jevn overflate etter komprimeringen. Materialet bør være fuktig ved utlegging for å hindre separasjon og muliggjøre effektiv komprimering.

Kravet til komprimering skal være 95 % Modifisert Proctor. (Se figur 610.1). Ved bruk av figur 612.1 som angir minste antall overfarer avhengig av utstyret som brukes, kan kravet til komprimering anses som oppfylt.

Komprimeringsutstyr			Knust grus, knust fjell	
Valsetype	Total vekt (tonn)	Statisk lineær vekt (kg/cm)	Lagtykkelse (mm)	Min. antall overfarer
Vibrerende slepevals	3 - 5	15 - 25	≤ 200	5
	5 - 8	25 - 35	≤ 200	4
	> 8	> 35	≤ 200	3
Selvgående vibrovals	6 - 8	15 - 25	≤ 200	5
	8 - 10	25 - 35	≤ 200	4
	10 - 13	35 - 45	≤ 200	4
Tandemvals	2 - 4	15 - 25	≤ 200	7
	4 - 8	15 - 25	≤ 200	5
	8 - 13	25 - 35	≤ 200	4

Figur 612.1 Krav til minste antall overfarer for komprimering av grusdekker

Vanninnholdet under komprimeringsarbeidet bør være 1-2 % under optimalt vanninnhold bestemt ved Modifisert Proctor.

611.3

Knusningsgraden, $C_{xx/yy}$, angis med henholdsvis minimum prosentandel helt og delvis knuste korn (xx) og maksimum andel helt rundede korn (yy) i området 4-63 mm, iht. NS-EN 933-5. Se også vedlegg 3.

LS-verdien (lineær krymp) er en jordarts sammentrekning ved tørking fra et vanninnhold lik flytegrensen til helt tørr tilstand, uttrykt som % sammentrekning av prøvens totale lengde før tørking. Plastisitetsindeksen kan regnes som 2 ganger LS-verdien. Da det er vanskelig å bestemme plastisitetsindeksen på materialer med lav plastisitet, gir LS-verdien et mer riktig svar samtidig som den er enklere å bestemme.

Steinmaterialer med høyt innhold av fri glimmer kan være spesielt vannømfintlige når de knuses ned og mineralene anrikes i finfraksjonen.

Bergarter dette først og fremst gjelder er:

- Syenitt
- Granodioritt
- Amfibolitt
- Gneis
- Gråvakke
- Skifer (glimmerskifer, klorittskifer, grønnskifer og fyllitt)
- Granitt med glimmerinnhold > 30% basert på tynnslipanalyse

612.0

Se også (Ref. 1): Dynapac: Packning och utläggning: Teori och Praktik. Sverige, 2001.

Ved vedlikeholdsgrusing hvor grusmengden ikke overstiger 100 m³ pr km, (tykkelse opp til ca 20 mm) kan det planerte grusdekket komprimeres av trafikken.

612.1 Fuktmagasinerende lag

Over fjell, steinfylling eller bærelag uten tilfredsstillende innhold av finstoff (materiale mindre enn 0,063 mm) bør det under grusslitelaget legges et fuktmagasinerende lag som medvirker til å holde på fuktigheten i slitelaget.

Det fuktmagasinerende laget kan utføres av knust grus eller knust fjell sortering 0/32, 0/22 eller 0/16, i en lagtykkelse på minimum 7 cm. Disse materialene skal tilfredsstillende kravene til knust grus eller knust fjell med 5-8 % innhold av finstoff, se kap. 523. Grusen legges ut i jevn tykkelse og komprimeres til en densitet min. 95 % Modifisert Proctor. (Se figur 610.1).

613. Tverrfall

Grusdekket skal ha fast og jevn overflate med riktig tverrfall. Dette er viktig for god vannavrenning. Normalt bør dette utformes som takfall på rettlinjer, men ensidig tverrfall kan også være aktuelt.

For krav til tverrfall, se pkt. 610.21.

614. Støvbindende midler

Støvbindende midler bør benyttes for å hindre støving i tørt vær og for å bedre stabiliteten av grusdekket.

62. Asfaltdekker, generelt

621. Generelt

621.1 Bruk av asfaltdekke

Asfaltdekker kan brukes på alle vegtyper og for alle trafikkbelastninger. Hvilken asfalttype som er best egnet, avgjøres av trafikk, klima, vegkonstruksjonen og vegens omgivelser.

For mindre asfaltarbeider vil det som regel være økonomisk og kvalitetsmessig fordelaktig å velge en asfalttype som inngår i asfaltfabrikkenes ordinære produksjon.

621.2 Kvalitetssikring

621.21 Generelt

For produksjon av asfalt som dekkes av Byggeveredirektivet og NS-EN 13108, skal asfaltprodusenten ha etablert et system for produksjonskontroll ved asfaltverket som oppfyller kravene i NS-EN 13108-21 (Ref. 45). Systemet skal være sertifisert av et teknisk kontrollorgan. I tillegg til den kontrollen som produsenten er pålagt i henhold til NS-EN 13108-21, skal entreprenøren ha en kvalitetssikring som sikrer at vegdekket ferdig lagt og komprimert, er i overensstemmelse med byggherrens krav.

Innledende typeprøving/masseresept

Arbeidene skal ikke igangsettes før masseresept (arbeidsresept) er forelagt byggherren. For asfaltmasser med krav om samsvarserklæring skal typeprøvingsrapporten foreligge, se NS-EN 13108-20 (Ref. 44) kap 7. Masseresepten skal inkludere utgående tilsiktet sammensetning.

Materialkontroll

I entreprenørens kontrollplaner skal det inngå entydige regler for hvem som utfører kontrollen og hvor den utføres. Det skal klart gå fram hvordan den utføres (entreprenørens) resultater brukes.

621.

Asfaltdekker består av steinmaterialer og et råoljebasert bindemiddel. På grunn av bindemiddelets viskoelastiske egenskaper er asfaltdekker fleksible.

For valg av slitelag vises det til pkt. 624. Se også kap. 51.

Utgående tilsiktet sammensetning: Beskrivelse av en masseresept etter delmaterialene og gjennomsnittlig korngradering og ekstraherbaert bindemiddelinnhold som finnes ved analyse.

621.22 Kontrollomfang og toleranser

I figurene 621.2-3 er det tatt med oversikt som viser hva det er satt kvalitetskrav til for de ulike dekketyper.

Kontroll av materialer og dekker skal gjennomføres i henhold til gjeldende kontraktsdokumenter.

Toleranser for bindemiddelinhold, korngradering, temperatur og komprimering er vist i figurene 651.1-4.

Kontroll av	Kvalitetskrav til							
	Sta	Top	Ska	Ab	Da	Agb	Ma	T
Varmproduserte dekketyper i verk								
Materialegenskaper								
<u>Stein</u>								
- flisighetsindeks	x	x	x	x	x	x	x	x
- Los Angeles-verdi	x	x	x	x	x	x	x	x
- mølleverdi	x	x	x	x	x	x	x	x
- andel knuste korn	x	x	x	x	x	x	x	x
<u>Bindemiddel</u>	x	x	x	x	x	x	x	x
Stempelinntrykk								
- hardhet	x							
Korngradering								
- i verk	x	x	x	x	x	x	x	x
- ferdig dekke	x	x	x	x	x	x	x	x
Bindemiddelmengde								
- i verk	x	x	x	x	x	x	x	x
- ferdig dekke	x	x	x	x	x	x	x	x
Temperaturgrenser								
- ved produksjon	x	x	x	x	x	x	x	x
- ved utlegging		x	x	x	x	x	x	x
Hulrom								
- proporsjonering			x	x	x	x	x	
- ferdig dekke		x	x	x	x	x	x	
Bitumenfylt hulrom								
- proporsjonering			x	x		x	x	
Forbruk								
- ferdig dekke	x	x	x	x	x	x	x	x
Geometri/jevnhet								
- ferdig dekke	x	x	x	x	x	x	x	x
Friksjon								
- ferdig dekke	x	x	x	x	x	x	x	x

Figur 621.2 Egenskaper og parametere det stilles krav til for varmproduserte dekketyper i verk

Kontroll av Kaldproduserte dekketyper i verk/andre dekketyper	Kvalitetskrav til			
	Kaldprodusert i verk		Andre typer	
	Egt	Asg	Eo/Do	Eog/Dog
Materialegenskaper				
<u>Stein</u>				
- flisighetsindeks	x	x	x	x
- Los Angeles-verdi	x		x	
- mølleverdi	x		x	
- andel knuste korn	x		x	
<u>bindemiddel</u>	x	x	x	x
Korngradering				
- i verk	x	x		
- ferdig dekke	x	x	x	x
Bindemiddelmengde				
- i verk	x	x		
- ferdig dekke	x	x		
Temperaturgrenser				
- ved utlegging			x	x
Forbruk				
- ferdig dekke	x	x	x	x
Geometri/jevnhet				
- ferdig dekke	x	x	x	x
Friksjon				
- ferdig dekke	x	x	x	x

(x) = ved behov

Figur 621.3 Egenskaper og parametere det stilles krav til for kaldproduserte dekketyper i verk/produksjonsutlegger og andre dekketyper

621.3 Dokumentasjon av utført kvalitet

Kravene til dokumentasjon av materialkvalitet vil for arbeider av noen størrelse være beskrevet i konkurransegrunnlaget eller i vedlegg til dette.

Ved arbeider hvor det i konkurransegrunnlaget eller ved bestilling på annen måte ikke er angitt krav til dokumentasjonen, bør denne som et minimum omfatte følgende opplysninger.

- Forbruk angitt i kg/m² basert på veiesedler vedlagt faktura eller målebrev og oppmålt areal.
- Angivelse av de massetyper som er benyttet. De fleste typer varmblandet, verksprodusert asfalt skal oppfylle kravene i NS-EN 13108-serien. Standarden har krav om at følgesedlene (veiesedlene) minst skal inneholde en angivelse av produsent, blandeverk, massens identifikasjonskode og massens betegnelse (massetype). Også ved levering av kaldblandende masser som ikke omfattes av NS-EN 13108-serien, bør følgesedlene ha disse opplysningene.
- Informasjon om data fra kvalitetskontrollen skal være lett tilgjengelig hos leverandøren og oversendes oppdragsgiver på anmodning. Dette omfatter delmaterialenes kvalitet, massesammensetning og data fra komprimeringskontrollen. Det er i den sammenheng viktig å

være oppmerksom på at variasjoner i sammensetningen er et viktig uttrykk for asfaltens kvalitet, minst like viktig som den gjennomsnittlige sammensetning.

622. Krav til delmaterialer

622.1 Bindemidler

Bindemidler er i denne sammenheng vegbitumen, myk bitumen, bitumenløsning, bitumenemulsjon, skumbitumen, polymermodifisert bitumen og emulsjon av polymermodifisert bitumen.

Bituminøse bindemidler skal være framstilt av råolje med anerkjente metoder. De skal være fri for forurensninger eller utfellinger som reduserer deres kvalitet som bindemiddel.

Vegbitumen skal tilfredsstillere kravene i figur 622.1. Myk bitumen skal tilfredsstillere kravene i figur 622.2. Krav til bitumenløsning, bitumenemulsjon, skumbitumen og til dokumentasjon av emulsjoner av polymermodifisert bitumen er beskrevet i vedlegg 10.

Polymermodifisert bitumen (PMB) skal tilfredsstillere kravene i figur 622.3. Polymermodifisert bitumen skal ha varige funksjonsegenskaper og være homogen og fri for vann.

622.1

Vegbitumen og myk bitumen er spesifisert etter NS-EN 12591 (Ref. 4).

Bitumenløsninger er spesifisert med bruk av lavaromatisk destillat.

Vegetabiliske bindemidler eller bindemidler tilsatt vegetabilisk fluks, regnes ikke som ordinære bindemidler. Det kreves mer utfyllende dokumentasjon for disse.

	Enhet	Prøvmingsmetode	Grad-benevning						
			35/50	50/70	70/100	100/150	160/220	250/330	330/430
Penetrasjon ved 25 °C	0,1 mm	NS-EN 1426	35-50	50-70	70-100	100-150	160-220	250-330	
Penetrasjon ved 15 °C	0,1 mm	NS-EN 1426							90-170
Mykningspunkt	°C	NS-EN 1427	50-58	46-54	43-51	39-47	35-43		
Flammepunkt, Coc, min.	°C	NS-EN ISO 2592	240 ¹⁾	230 ¹⁾	230 ¹⁾	230 ¹⁾	220 ¹⁾	180 ²⁾	180 ²⁾
Løselighet, min.	%	NS-EN 12592	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
Dynamisk viskositet ved 60 °C, min.	Pa s	NS-EN 12596	225	145	90	55	30	18	12
Kinematisk viskositet ved 135 °C, min.	mm ² /s	NS-EN 12595	370	295	230	175	135	100	85
Fraass bruddpunkt, maks.	°C	NS-EN 12593	-5	-8	-10	-12	-15	-16	-18
Motstand mot oppherding ved 163 °C (1):		NS-EN 12607-1							
Masseendring, maks. +/-	%		0,5	0,5	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0
Gjenværende penetrasjon, min.	%	NS-EN 1426	53	50	46	43	37	35	
Rel. viskositetsøkning ved 60 °C, maks.		NS-EN 12596						4,0	4,0
Økning i mykningspunkt, maks.	°C	NS-EN 1427	8	9	9	10	11	11	

1) Pensky Martens closed cup (NS-EN ISO 2719) kan brukes for å undersøke forurensninger, men vil normalt gi lavere verdier

2) Pensky Martens closed cup

Figur 622.1 Krav til vegbitumen

	Enhet	Prøvningsmetode	Grad-benevning			
			V1500	V3000	V6000	V12000
Kinematisk viskositet ved 60 °C	mm ² /s	NS-EN 12595	1000-2000	2000-4000	4000-8000	8000-16000
Flammepunkt, PMcc, minimum	°C	NS-EN ISO 2719	160	160	180	180
Løselighet, minimum	%	NS-EN 12592	99,0	99,0	99,0	99,0
Motstand mot oppherding, TFOT 120 °C:		NS-EN 12607-2				
Masseendring, maksimum +/-	%		2,0	1,7	1,4	1,0
Rel. viskositetsøkning ved 60 °C, maks.		NS-EN 12595	3,0	3,0	2,5	2,0

Figur 622.2 Krav til myk bitumen

	Enhet	Prøvningsmetode	Polymermodifisert bitumen, hovedtyper					Øvrige PMB
			40/100-65	65/105-80	65/105-60	75/130-65	75/130-80	
Penetrasjon ved 25 °C	0,1 mm	NS-EN 1426	40-100	65-105	65-105	75-130	75-130	Oppgis
Mykningspunkt, min.	°C	NS-EN 1427	65	80	60	65	80	Oppgis
Kohesjon, kraftduktilitet, 10 °C	J/cm ²	NS-EN 13589 og NS-EN 13703	Oppgis	Oppgis	Oppgis	Oppgis	Oppgis	Oppgis
Fraass bruddpunkt, maks.	°C	NS-EN 12593	-12	-12	-15	-15	-20	Oppgis
Elastisk tilbakegang, 10 °C, min.	%	NS-EN 13398	30	50	50	50	75	Oppgis
Flammepunkt, Coc, min.	°C	NS-EN ISO 2592	220	220	220	220	220	Oppgis
Lagingsstabilitet, 72 timer 180 °C ¹⁾		NS-EN 13399						
Differanse mykningspunkt (øvre–nedre), maks.	°C	NS-EN 1427	5	5	5	5	5	Oppgis
Løselighet	%	NS-EN 12592	Oppgis	Oppgis	Oppgis	Oppgis	Oppgis	Oppgis
Motstand mot oppherding ved 163 °C		NS-EN 12607-1						
Masseendring, maks. +/-	%		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	Oppgis
Gjenværende penetrasjon, min.	%	NS-EN 1426	60	60	60	60	60	Oppgis
Endring i mykningspunkt	°C	NS-EN 1427	-2 til +10	-2 til +10	-2 til +10	-2 til +10	-2 til +10	Oppgis

1) Hvis en annen lagringstemperatur benyttes, oppgis denne. (NS-EN 14023 og NS-EN 13399 godtar andre prøvingstemperaturer, men 180 °C er utgangspunktet.)

Figur 622.3 Krav til polymermodifisert bitumen

For PMB skal maksimum og minimum lagrings- og blandetemperatur oppgis. Eventuelt behov for omrøring ved lagring skal også oppgis.

I kapittel 523.2 og kapitlene 63-65 er de enkelte bærelag- og dekketyper spesifisert. Der angis også hvilke bindemiddeltypene som er egnet. For valg av bindemiddeltypen og -grad henvises det også til kapittel V10.7 i vedlegg 10. Systemet for bindemiddelvalg tar utgangspunkt i to forhold:

- Bindemiddelets høyeste tillatte penetrasjon ut fra trafikkmengde, figur V10.6 og høyeste dekketemperatur, figur V10.9
- Laveste dekketemperatur fra figur V10.10 omregnes til Fraass bruddpunkt. Beregnet Fraassverdi skal tilfredsstille kravet i figur 622.1 for den aktuelle bitumengraden.

Dersom ikke begge disse kravene kan tilfredsstilles med vegbitumen, skal bruk av modifisert bindemiddel vurderes.

Polymermodifisert bitumen (PMB) benevnes og dokumenteres etter Norsk Standard NS-EN 14023. Standarden er en rammespesifikasjon som muliggjør "skreddersyng" av PMB-klasser.

Polymermodifisert bitumen benevnes PMB etterfulgt av minimum/maksimum penetrasjon og minimum mykningspunkt (f.eks. PMB 75/130-80). Da det er store forskjeller i modifiseringsgrad og bruksegenskaper for PMB, tas det ved planlegging utgangspunkt i en PMB 75/130-65 med en elastisk tilbakegang (ved 10°C) større enn 50 %.

Under Øvrige PMB kan alternative produkter spesifiseres (produkter under utvikling eller til spesielle bruksområder).

Typiske anvendelser for ulike PMB:

- Vegdekke hovedveg: 75/130-65 og 65/105-60
- Vegdekke i vegkryss (signalregulert), rundkjøringer, oppstillingsplasser: 65/105-80 og 40/100-65
- Tynndekker: 75/130-65
- Brubelegninger og spesielt fleksible vegdekker: 75/130-80

622.2 Tilsetningsstoffer

622.21 Generelt

Tilsetningsstoffer omfatter en rekke produkter med høyst ulike egenskaper og effekter. Felles for alle er at de før bruk skal være undersøkt og virkningsgraden skal være dokumentert.

For enkelte massetyper er det krav om bruk av tilsetningsstoffer som vedheftningsmiddel eller stabiliserende middel (fiber). Dette er angitt under spesifikasjonen av den enkelte massetype.

622.22 Vedheftningsmidler

I alle varmblandede bituminøse masser skal det tilsettes vedheftningsmiddel. Effekt og dosering av vedheftningsmiddel skal, før det tas i bruk, dokumenteres med anerkjente prøvingsmetoder og referansematerialer. De aktuelle metodene i Norge er angitt i figur 622.4. For dokumentasjon av vedheftningsegenskapene til aktuelle masser vises det til pkt. 631.5.

622.22

Til skumgrus, overflatebehandling og penetrering tilsettes vanligvis 0,8 masse-% aktivt amin/vedheftningsmiddel regnet av binde-middelet. Til mykasfalt og asfalt produsert ved lavere temperatur tilsettes 0,5-0,8 masse-% amin. Til varmasfalt tilsettes, når det er påkrevet, 0,3-0,5 masse-% amin.

Ved bruk av mineralske vedheftningsmidler (hydratkalk og sement) i varmasfalt, tilsettes 1- 2 % av asfaltmassen. Mineralsk vedheftningsmiddel tillates ikke brukt i mykasfalt, Ma, og bør ikke brukes under forhold hvor det kreves et dekke med stor fleksibilitet. Mineralsk vedheftningsmiddel inngår som en del av den totale fillermengden. Mengden av annet filler må derfor reduseres når mineralske vedheftningsmidler brukes.

Krav til dokumentasjon av vedheftningsegenskaper i aktuell asfaltmasse er gitt i pkt. 631.5.

Dokumentasjon av vedheftningsmiddel til:	Prøvningsmetode	Materiale	Krav, dekningsgrad
Varmblandet asfalt	NS-EN 12697-11	Referansebitumen ¹⁾ og -steinmateriale ⁶⁾	min. 20 % ⁴⁾
Mykasfalt	NS-EN 12697-11	Referanse bitumen ²⁾ og -steinmateriale ⁶⁾	min. 30 % ⁴⁾
Kalde masser, overflatebeh., penetrasjon (aktiv vedheft)	14.572 ⁵⁾	Referanseolje ³⁾ og -steinmateriale	min. 80 %
Varmebestandighet	14.576 ⁵⁾ 14.572 ⁵⁾	Referanseolje ³⁾ og -steinmateriale	min. 80 %

- 1) Bitumen 160/220 med syretall $3,5 \pm 0,5$ mgKOH/g
- 2) V6000 med syretall $3,5 \pm 0,5$ mgKOH/g |
- 3) Spesialolje (fortynnet myk bitumen): viskositet ca $500 \text{ mm}^2/\text{s}$, syretall $4,0 \pm 1,0$ mgKOH/g
- 4) 72 timers rulletid
- 5) iht. håndbok R210 (Ref. 3)
- 6) Valg av referansesteinmateriale: Stabil og homogen forekomst som vil gi 0 % dekning ved 24 timers rulletid uten tilsetning av vedheftningsmiddel. Steinmaterialet skal gi god respons på tilsetning av normal dosering av vedheftningsmiddel. Benyttet forekomst av referansemateriale skal oppgis. Samme forekomst kan benyttes til dokumentasjon av vedheftningsmiddel for kalde masser og varmebestandighet.

Figur 622.4 Dokumentasjon av effekt og dosering av vedheftningsmiddel

622.3 Steinmaterialer

Steinmaterialer til bruk i asfalt skal være deklartert i henhold til NS-EN 13043 (Ref. 32). Dette omfatter også fremmedfiller.

Steinmaterialer skal bestå av forvitningsbestandige bergarter. Det stilles krav til bergartenes mekaniske egenskaper avhengig av trafikkbelastningen og hvor i vegkonstruksjonen materialene skal anvendes.

Materialet mindre enn 4 mm har stor betydning for dekkets bestandighet. Ved mistanke om høyt innhold av svake mineraler bør nærmere undersøkelser gjennomføres.

Krav til knusningsgrad (se kommentar) i materialer større enn 4 mm gjelder sammensatt materiale.

Krav til mekaniske egenskaper for de enkelte massetyper er gitt i kap. 523.2 (bituminøse bærelag) og kap. 63-65 (bituminøse dekker). En oversikt over kravene er vist i figur 622.5-622.8 nedenfor. De mekaniske egenskaper for forekomsten som tilslaget kommer fra skal oppgis. For materiale mindre enn 4 mm kan det da antas at data for egenskaper testet på grovere fraksjoner av samme materialforekomst gjelder med mindre det er klare indikasjoner på vesentlige forskjeller i den mineralogiske sammensetningen avhengig av kornstørrelsen.

Ved ÅDT > 5000 bør alle delmaterialer med øvre siktstørrelse >4 mm oppfylle kravene til mekaniske egenskaper. Ved ÅDT 5000 eller lavere bør andelen >4 mm fra steinmaterialer som ikke kan dokumentere at kravene er oppfylt, ikke utgjøre mer enn 6 % av total mengde av steinmaterialene i massen.

Supplerende beskrivelse av kvalitetsvurdering for steinmaterialer er gitt i vedlegg 3.

ÅDT	≤ 300	301 - 1500	1501 - 3000	3001 - 5000	5001 - 15000	> 15000
Overflatebehandling						
Eo og Do	≤ 25	≤ 25	≤ 25			
Eog og Dog	≤ 30	≤ 25				
Varmproduserte asfaltdekker						
Agb	≤ 30	≤ 30	≤ 30			
Ab	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 25	≤ 25
Ska				≤ 30	≤ 25	≤ 25
Ma	≤ 35	≤ 30	≤ 25			
Sta		≤ 30 ¹⁾	≤ 30 ¹⁾	≤ 30 ¹⁾	≤ 25	≤ 25
Top		≤ 30 ¹⁾	≤ 30 ¹⁾	≤ 30 ¹⁾	≤ 25	≤ 25
Da	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 25	≤ 25	
T			≤ 25	≤ 25	≤ 25	≤ 25
Kaldproduserte asfaltdekker						
Egt	≤ 35	≤ 30	≤ 25			
Asg	≤ 35	≤ 30				

1) Kravet gjelder også for fuktmembran på bruer

Figur 622.5 Krav til flisighetsindeks for steinmaterialer i asfaltdekker

622.3

Mineralogi for sand/steinmel er viktig for mørtelens bestandighet (jf. anriking av svake mineraler ved knusing). Spesielt kan fritt glimmer i mørtelen gi redusert dekkebestandighet. Måling av glimmerinnhold, se håndbok R210 (Ref. 3).

Knusningsgraden, $C_{xx/yy}$, angis med henholdsvis minimum prosentandel helt og delvis knuste korn (xx) og maksimum andel helt rundede korn (yy) i området 4-63 mm, iht. NS-EN 933-5. Se også vedlegg 3.

Samfengt tilslag består av en blanding av grovt og fint tilslag.

Grovt tilslag er betegnelsen for tilslag der øvre kornstørrelse er mindre enn 45 mm og nedre steinstørrelse er større enn 2 mm.

Fint tilslag er betegnelsen for tilslag der øvre kornstørrelse er mindre enn 2 mm og som inneholder korn som for det meste blir liggende igjen på 0,063 mm –sikt (med det menes at det som er definert som mindre enn 0,063 mm tilhører begrepet finstoff).

For fullstendig betegnelse av massetypene, se pkt. 624.1. Se også kap. 63-65.

ÅDT	≤ 300	301 - 1500	1501 - 3000	3001 - 5000	5001 - 15000	> 15000
Overflatebehandling						
Eo og Do	≤ 40	≤ 30	≤ 30			
Eog og Dog	≤ 40	≤ 30				
Varmproduserte asfaltdekker						
Agb	≤ 40	≤ 30	≤ 30			
Ab	≤ 40	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 25	≤ 15
Ska				≤ 25	≤ 25	≤ 15
Ma	≤ 40	≤ 30	≤ 30			
Sta		≤ 30 ¹⁾	≤ 30 ¹⁾	≤ 25 ¹⁾	≤ 25	≤ 15
Top		≤ 30 ¹⁾	≤ 30 ¹⁾	≤ 25 ¹⁾	≤ 25	≤ 15
Da	≤ 40	≤ 30	≤ 30	≤ 25	≤ 25	
T			≤ 25	≤ 15	≤ 15	≤ 15
Kaldproduserte asfaltdekker						
Egt	≤ 40	≤ 30	≤ 30			
Asg	≤ 40	≤ 30				

1) Kravet gjelder også for fuktmembran på bruer

Figur 622.6 Krav til Los Angeles-verdi for steinmaterialer i asfaltdekker

ÅDT	≤ 300	301 - 1500	1501 - 3000	3001 - 5000	5001 - 15000	> 15000
Overflatebehandling						
Eo og Do	≤ 19	≤ 19	≤ 14			
Eog og Dog	≤ 19	≤ 19				
Varmproduserte asfaltdekker						
Agb	≤ 19	≤ 19	≤ 14			
Ab	≤ 19	≤ 19	≤ 14	≤ 10	≤ 10	≤ 7
Ska				≤ 10	≤ 10	≤ 7
Ma	≤ 19	≤ 19	≤ 14			
Sta					≤ 10	≤ 7
Top					≤ 10	≤ 7
Da	≤ 19	≤ 19	≤ 14	≤ 10	≤ 10	
T			≤ 10	≤ 7	≤ 7	≤ 7
Kaldproduserte asfaltdekker						
Egt	≤ 19	≤ 19	≤ 14			
Asg	≤ 19	≤ 19				

Figur 622.7 Krav til mølleverdi for steinmaterialer i asfaltdekker

ÅDT	≤ 300	301 - 1500	1501 - 3000	3001 - 5000	5001 - 15000	> 15000
Overflatebehandling						
Eo og Do	C _{90/1}	C _{90/1}	C _{90/1}			
Eog og Dog	-	-				
Varmproduserte asfaltdekker						
Agb	C _{20/70}	C _{20/70}	C _{20/70}			
Ab	C _{50/30}	C _{50/30}	C _{50/30}	C _{50/30}	C _{50/30}	C _{50/20}
Ska				C _{50/20}	C _{100/0}	C _{100/0}
Ma	C _{20/70}	C _{20/70}	C _{30/60}			
Sta		C _{90/1} ¹⁾	C _{90/1} ¹⁾	C _{90/1} ¹⁾	C _{100/0}	C _{100/0}
Top		C _{90/1} ¹⁾	C _{90/1} ¹⁾	C _{90/1} ¹⁾	C _{100/0}	C _{100/0}
Da	C _{50/20}	C _{50/20}	C _{50/20}	C _{100/0}	C _{100/0}	
T			C _{50/20}	C _{100/0}	C _{100/0}	C _{100/0}
Kaldproduserte asfaltdekker						
Egt	C _{20/70}	C _{20/70}	C _{20/70}			
Asg						

1) Kravet gjelder også for fuktmembran på bruer

Figur 622.8 Krav til knusningsgrad for steinmaterialer til asfaltdekker

Steinmaterialet skal være tilnærmet fritt for humus. Etter NaOH-metoden skal følgende krav holdes mht. fargestyrke:

- overflatebehandling med grus < 0,5
- kaldblandede masser < 0,5
- varmblandede masser < 2,0

Fremmedfiller

I de tilfeller steinmaterialer ikke inneholder tilstrekkelig filler, skal nødvendig mengde av handelskvaliteten filler (fremmedfiller) tilsettes. Filler skal framstilles ved knusing eller maling av forvittringsbestandig bergart. Filleren skal være tilstrekkelig tørr til å flyte fritt og være uten klumper. Den skal ikke inneholde organiske forurensninger.

Fremmedfiller skal være deklarerert i henhold til NS-EN 13043.

Rigden-hulrom for materiale mindre enn 63 µm skal være mellom 28 og 55 volumprosent.

622.4 Resirkulert asfalt

Resirkulert asfalt skal være behandlet og lagret på en slik måte at materialet er egnet i forhold til anvendelsen. Asfaltgranulat testes i henhold til NS-EN 13108-8 (Ref. 43). Figur 622.9 angir krav til dokumentasjon av asfaltgranulat brukt som tilsetning i ny, varmprodusert asfalt. Figur 622.10 og 622.11 angir henholdsvis krav til dokumentasjon og krav til korngradering for asfaltgranulat til bruk i kald gjenvinning. Om anvendelse av resirkulert asfalt i ulike dekketyper, se pkt. 632.0.

Ved bruk av resirkulert asfalt skal mengde og type av alle forurensninger deklarereres som beskrevet i NS-EN 13108-8. Ved mer enn 10% asfaltgranulat i slitelag, resp. mer enn 20% i bindlag og bærelag til varm gjenvinning, skal forurensningene ikke overstige kravene til Kategori F5 i NS-EN 13108-8.

Dokumentasjon av	Prøvningshyppighet for dokumentasjon En prøve pr mengdeenhet asfaltgranulat	
	Andel resirkulert asfalt i massen	
Slitelag	< 10 %	> 10 %
Bindlag og bærelag	< 20 %	> 20 %
Forurensninger (fremmedmaterialer) ¹⁾	2000 tonn	500 tonn
Bindemiddelinhold	-	500 tonn
Korngradering (ekstrahert)	-	500 tonn
Største partikkelstørrelse av granulat	-	500 tonn
Bindemiddelhardhet (penetrasjon, mykningspunkt eller viskositet)	-	500 tonn

1) Forurensninger er fremmedstoffer som betong, tegl, tre, plast mv.

Figur 622.9 Dokumentasjon av asfaltgranulat til varm gjenvinning

NaOH-metoden, se håndbok R210 (Ref. 3). Se også vedlegg 3.

NS-EN 13108-8 legger til rette for at det kan settes dokumentasjonskrav til alle parametre også ved < 10% tilsetning (men lavere dokumentasjonsfrekvens)

Det kreves relativt store mengder ekstrahert materiale for en dokumentasjon av steinmaterial-egenskapene

Fremmedmaterialer består av andre materialer enn naturlig tilslag, er ikke basert på asfalt og deles inn i to grupper:

Materialer i gruppe 1, som:

- betong
- murstein
- materiale fra underliggende, ikke bituminøse lag
- metall

og materialer i gruppe 2, som:

- syntetiske materialer
- tre
- plast

Homogenitet vurderes ut fra variasjon i korngradering, bindemiddelinhold, etc.

623.13

Krav om HMS-planer er nærmere beskrevet i konkurransegrunnlaget for den enkelte kontrakt.

Det henvises også til heftet "Regler for håndtering av bituminøse bindemidler" utgitt av AEF (Ref. 7) og leverandørens HMS-datablad.

623.14

Se Forskrifter om begrensning av forurensning, fra Miljødirektoratet (Ref. 6).

Dokumentasjon av:	ÅDT
Slitelag	< 3000
Bærelag	< 5000
Forurensninger (fremmedmaterialer) ¹⁾	dokumenteres
Korngradering (granulat)	Figur 622.9
Korngradering (ekstrahert)	dokumenteres
Bindemiddelinhold	dokumenteres
Homogenitet	dokumenteres

1) Forurensninger er fremmedstoffer som betong, tegl, tre, miljøgifter mv.

Figur 622.10 Dokumentasjon av asfaltgranulat til kald gjenvinning

ISO-sikt	Gjennomgang, masseprosent
22,4 mm	100
16 mm	85-100
11,2 mm	67-95
8 mm	44-80
4 mm	24-55
2 mm	10-34
1 mm	2-27
0,063 mm	0-2

Figur 622.11 Krav til korngradering av granulat ved kald gjenvinning

623. Produksjon og utførelse

623.1 Produksjon

623.11 Produksjonsprosessen.

All produksjon av asfalt skal foregå med egnet blande- og utstyrsutstyr og på en slik måte at blandingen gir en homogen masse.

Innmating av bindemiddel og andre råvarer skal være kalibrert slik at blanderet verket produserer masse med mest mulig jevn kvalitet.

623.12 Lagring av råvarer

Steinmaterialer og asfaltgranulat skal lagres på en slik måte at separasjon eller forurensning av fraksjonene unngås.

Bitumen og eventuelle tilsetningsstoffer skal lagres slik at stoffene ikke forringes gjennom påvirkning av temperatur, fuktighet eller ved sammenblanding med fremmede stoffer.

623.13 Helse, miljø og sikkerhet (HMS)

Byggherreforskriftens (Ref. 34) krav til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsplasser gjelder for asfaltarbeider.

623.14 Ytre miljø

Produksjonsstedet skal tilfredsstillende alle krav som gjelder for utslipp av støv, støy og skadelige stoffer. Bitumen og andre væsker skal være sikret mot spill og lekkasjer.

623.2 Utførelse

623.21 Tilrettelegging

Ved transport av masse fra blandeverk til utleggersted og ved selve utleggingen av massen skal alt utstyr være utformet og all håndtering skal være lagt opp slik at utlagt masse og ferdig dekke er homogent.

Alle spesifiserte krav til dekkeegenskaper skal oppfylles. Arbeidet bør legges opp slik at trafikantene hindres minst mulig. Det skal vises miljøhensyn i alle ledd.

623.22 Helse, miljø og sikkerhet (HMS)

Byggherreforskriftens (Ref. 34) krav til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsplasser gjelder for asfaltarbeider.

623.23 Ytre miljø

Transport og utlegging skal tilfredsstille alle krav som gjelder for utslipp av støv, støy og skadelige stoffer. Bitumen og andre væsker skal være sikret mot spill og lekkasjer.

Det skal utarbeides plan som ivaretar alle krav til det ytre miljø. Planen skal gjennomgås med de ansatte minst en gang hvert år, og skal til enhver tid være lett tilgjengelig for alle som arbeider på stedet.

623.24 Transport

Separasjon under transporten skal unngås. Ved transport av varme masser skal det etterstribes minst mulig temperaturtap og minst mulig temperaturvariasjoner i massen.

623.25 Klargjøring av vegbanen

Overflaten skal være preparert slik at den er fast og uten nevneverdig overskudd av løse materialer. Fritt vann på underlaget skal ikke forekomme. Et bituminøst dekke som legges på fast underlag skal klebes til underlaget med godkjent klebemiddel med mindre det kan dokumenteres god heft til underlaget uten påføring av klebemiddel.

Hele det aktuelle arealet skal være jevnt klebet og det skal ikke klebes utenfor det daglige leggearealet.

Klebing skal utføres med et forbruk tilpasset dekkets overflatetekstur, og som sikrer god heft mellom lagene. Påført mengde skal være minimum 0,15 kg/m² restbindemiddel, ved eventuelt lavere behov skal dette avtales spesielt.

623.26 Utlekking

Dekket skal legges ut slik at separasjon i masser unngås. Overflaten skal være jevn.

Skjøter skal ha samme levetid som det øvrige dekket.

623.21

Det vises til håndbok N301 Arbeid på og ved veg (Ref. 8).

623.22

Krav om HMS-planer er nærmere beskrevet i konkurransegrunnlaget for den enkelte kontrakt.

God heft mellom lagene skal være sikret.

På skulderen skal slitelaget avsluttes med skråkant (med helning 1:5) som komprimeres, med mindre skulderen gjøres ferdig med oppgrusing før trafikken settes på.

Ved utlegging under ugunstige forhold (frost natten før legging, lav lufttemperatur, sterk vind, nedbør etc.) skal entreprenøren vurdere behovet for ekstra tiltak for å sikre god kvalitet på asfaltdekket.

623.27 Komprimering

Dekket skal vales umiddelbart etter utleggingen slik at hulromprosenten målt i ferdig dekke tilfredsstillende kravene til den enkelte dekketype.

I et område på 250 mm til hver side av langsgående skjøt tillates hulrom inntil 2,0 prosentpoeng høyere enn i dekket for øvrig.

623.28 Forbruk

Under hensyn til toleransekravene, skal dekketykkelsen holdes jevnest mulig. Tykkelsen skal ikke på noe punkt avvike mer enn 15 % fra fastsatt forbruk. Dekket skal ikke på noe sted være tynnere enn 2 ganger øvre siktstørrelse. Dette kravet gjelder ikke for dekketiltak med forvarming, det vil si arbeider hvor eksisterende dekke gjøres mykt ved forvarming før nytt dekke legges ut.

623.29 Tekstur og homogenitet

Asfaltdekket skal funksjonelt og visuelt være homogent, slik at det ikke oppstår forskjeller i for eksempel friksjon eller bestandighet. Det skal ikke forekomme sprekker, hull, åpne eller fete partier i ferdig dekke. Eventuelle fete og glatte partier skal avstrøs med materialer av tilsvarende kvalitet som tilslaget i asfaltmassen. Avstrøingen vales ned i dekket mens det ennå er varmt, og overskuddsmaterialet fjernes.

Langs- eller tverrgående svanker eller valker skal ikke forekomme.

Skjøter og kantavslutninger skal være omhyggelig utført. De skal overalt være godt komprimert, tette, jevne og uten sprekker.

624. Valg av asfaltdekker

624.1 Dekketyper

En rekke forskjellige masstyper kan nyttes til slitelag og bindlag på veger avhengig av trafikkbelastning, dekkets funksjon (ønskede egenskaper), samt kostnad, tilgang på materialer og andre lokale forhold.

Det skal gjennomføres en kritisk vurdering av mulige konsekvenser ved å velge den ene eller andre dekketyper. Se pkt. 602.3.

Asfaltdekker kan produseres på forskjellige måter, og det skilles mellom ulike hovedtyper. I figur 624.1 er det vist en oversikt over de masstyper som er mest aktuelle som vegdekker. Figuren gir bare en grov oversikt over de mest aktuelle hovedtyper. Innen hver hovedtype finnes det flere dekketyper, der øvre siktstørrelse i massen er det viktigste grunnlaget for inndelingen. Innen hver dekketype kan det finnes det flere varianter, blant annet ut fra bindemiddelgrad i massen, evt. spesielle krav til steinmaterialene, etc.

Hovedtyper av asfaltdekker	Betegnelse	Slitelag / bindlag	Beskrivelse Punkt
Varmprodusert i verk			
Asfaltgrusbetong	Agb	x	632.1
Asfaltbetong	Ab	x	632.2
Skjelettasfalt	Ska	x	632.3
Mykasfalt	Ma	x	632.4
Støpeasfalt	Sta	(x)	632.5
Topeka	Top	(x)	632.6
Drensasfalt	Da	x	632.7
Tynndekker	T	x	632.8
Asfaltert grus	Ag	(x)	523.2
Kaldprodusert i verk			
Emulsjonsgrus, tett	Egt	x	633.1
Asfaltskumgrus	Asg	x	633.2
Overflatebehandling			
Overflatebehandling, enkel/dobbel	Eo/Do	x	642.1
Overflatebehandling med grus, enkel/dobbel	Eog/Dog	x	642.2
Andre typer dekketiltak			
Gjenbruksasfalt	Gja	x	651
Forsegling	F		652
Slamasfalt	Sla	(x)	653
Knust asfalt	Ak	(x)	523.2

x Vanlig anvendelse

(x) Kan anvendes

Figur 624.1 Oversikt over de mest vanlige hovedtyper av asfaltdekker

624.1

Benevning

Innføring av nye asfaltstandarder i NS-EN 13108-serien har innvirkning på hvordan de forskjellige asfaltkvaliteter angis.

Kravene til benevning varierer fra masstype til masstype. Se derfor kommentarfeltene til de forskjellige dekketyper.

En fullstendig benevning består av et sett av koder angitt i den enkelte standarden, etterfulgt av en forenklet angivelse.

De forenklede angivelser er det samme som benevnelser som har vært i bruk frem til 2008.

Dekketykkelse

Anbefalte dekketykkelser er vist i tabellen nedenfor. Verdiene gir en dekketykkelse mellom 2,5 og 3 ganger øvre siktstørrelse.

Øvre siktstørrelse, mm	4	8	11	16	22
Drenerende dekke, mm	24	30	45		
kg/m ² *	50	60	90		
Tette dekker, mm	12	20	28	40	55
kg/m ² *	30	50	70	100	135

* Forutsetter densitet stein $\rho_s = 2,65$.

Med øvre siktstørrelse for en asfaltmasse menes øvre siktstørrelse til den grovste sortering av steinmaterialer som inngår i massen.

Forslag til valg av bindemidler på grunnlag av klimatiske data og trafikkmengde er beskrevet i Vedlegg 10 og Ref. 5

Eksempel på regional strategi for valg av dekketyper er vist i Statens vegvesens rapport nr. 255 (Ref. 12). Rapporten har bl.a. data om typiske dekkelevetider, massepriser og derav beregnede årskostnader for dekkevedlikeholdet i regionen.

Figur 624.2 viser en oversikt over anbefalte dekketyper ut fra trafikkmengde og dominerende påkjenning, evt. bruksområdet for vegdekket.

Dominerende påkjenning, kriterium for valg av dekke	Årsdøgntrafikk, ÅDT				
	0 - 1500	1501-3000	3001-5000	5001-10000	> 10000
Spredt bebyggelse					
- piggdekkslitasje		Ab 11 Ska 11	Ab 11 Ab 16 Ska 11 Ska 16	Ab 11 Ab 16 Ska 11 Ska 16	Ab 11 Ab 16 Ska 11 Ska 16
- statiske lastpåkjenninger	Ab 11	Ab 11 Ska 11	Ab 11 Ab 16 Ska 11 Ska 16	Ab 11 ¹⁾ Ab 16 ¹⁾ Ska 11 Ska 16	Ab 11 ¹⁾ Ab 16 ¹⁾ Ska 11 Ska 16
- mykt fundament	Eo 11 Eog 11 Eog 16 Ma 11	Eo 11 Ma 11 Agb 11	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾
-vegtrafikkstøy (bildekkstøy)			T 8 ¹⁾ Ab 8 Ska 11	T 11 ^{1) 3)} Ab 11 ^{1) 3)} Da 11 ^{1) 3)} Ska 11	T 11 ¹⁾ Ab 11 ¹⁾ Da 11 ¹⁾ Ska 11
- klimapåkjenninger (aldring o.l.)	Ma 11 Agb 11 Ab 11	Ma 11 Agb 11 Ab 11	Ab 11 Ska 11	Ab 11 Ska 11	
Tett bebyggelse					
- piggdekkslitasje ²⁾			Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾
- statiske lastpåkjenninger	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾
- mykt fundament	Ma 11 Agb 8 Agb 11	Ma 11 Agb 11	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾
-vegtrafikkstøy (bildekkstøy)			T 8 ¹⁾ Ab 8 ¹⁾ Ska 8 ¹⁾	T 11 ^{1) 3)} Ab 11 ^{1) 3)} Ska 11 ^{1) 3)}	T 11 ¹⁾ Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾
- klimapåkjenninger (aldring o.l.)	Agb 8 Agb 11 Ab 11	Agb 11 Ab 11	Ab 11 Ska 11		
Rundkjøringer, signalregulerte kryss, etc.					
Områder med betydelige horisontale påkjenninger	Agb 11 Ab 11	Agb 11 Ab 11	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾

Modifiserte bindemidler er et samlebegrep som omfatter en rekke forskjellige typer tiltak som har til hensikt å få et asfaltdekke med egenskaper som man normalt ikke oppnår ved bruk av umodifisert vegbitumen som bindemiddel.

Begrepet "modifiserte bindemidler" bør ikke brukes uten at man gir en nærmere beskrivelse av type modifisering og hva som kreves/forventes av endringer i materialegenskapene.

- 1) Bruk av modifiserte bindemidler bør vurderes.
- 2) Omfatter både slitasjens betydning for dekkelevetiden og belastningene på vegens omgivelser pga. slitasjestøv
- 3) Ved piggdekkandel mindre enn 30 % kan øvre steinstørrelse reduseres til 8 mm.

Figur 624.2 Anbefalte dekketyper ut fra dominerende påkjenning, evt. bruksområde

Hovedinndelingen i figur 624.2 er knyttet til begrepene *spredt bebyggelse* og *tett bebyggelse*. Dette skillet er ment å dekke forhold som knytter seg til trafikkhastigheter, trafikkstøy o.l. Den neste inndelingen er knyttet til hvilke påkjenninger man antar er av størst betydning for vegdekkenes levetid og funksjonsegenskaper.

Typen påkjenning

Piggdekkslitasje har siden slutten av 1960-årene vært en viktig faktor for levetiden til vegdekker ved ÅDT 3000 og mer. Piggdekkavgift, større andel av piggfrie vinterdekk og mer slitesterke asfaltdekker har ført til at piggdekkslitasjen er blitt av mindre betydning mange steder, men er fortsatt hovedårsaken til høye svevestøvnivåer på tørre vinterdager. God motstand mot piggdekkslitasje er derfor spesielt viktig for å redusere støvplager i tettbygde strøk. Det er ikke uvanlig at piggdekkslitasjen blir mistolket som hovedårsak til spordannelsen i asfaltdekker hvor deformasjoner i vegdekket og/eller i underliggende lag gir et større bidrag enn slitasjen til sporutviklingen.

Statistiske lastpåkjenninger er av spesielt stor betydning på industriområder og parkeringsplasser for tungtrafikk. Stillestående trafikk på veger setter også spesielt store krav til asfaltdekkets deformasjonsegenskaper, slik som i busslommer, foran signalregulerte kryss. Man skal dessuten legge spesielt vekt på deformasjonsegenskapene på veger med særlig mye tungtrafikk, slik som veger inn til industriområder, omlastingsområder for gods etc.

Mykt fundament kan medføre at man må legge spesiell vekt på vegdekkets elastiske egenskaper. Veg over myrområder kan sette andre krav enn veg på fjellgrunn. Ikke alle veger er dimensjonert og bygget i henhold til vegnormalenes krav, både telehiv og dårlig bæreevne kan sette spesielle krav som må oppfylles for at dekkelevetiden kan stemme med det som bør forventes.

Vegtrafikkstøy: Tynndekker (T), drensasfalt (Da), asfaltbetong (Ab) og skjelettasfalt (Ska) med liten øvre steinstørrelse er dekketyper som kan benyttes til å redusere vegtrafikkstøy. Støyreducerende effekt er størst for nylagt dekke, og avtar over tid. Bruk av støysvakt dekke er ett av flere mulige støyreducerende tiltak, og det bør i hvert enkelt tilfelle foretas en helhetlig vurdering av hva som er mest aktuelt (støysvakt dekke, trafikktiltak, støtskjermer/-voller eller fasadeisolering). Ved bruk av støysvake dekker bør den samme dekketypen videreføres ved fremtidige reasfalteringer. Tynn-dekker og dekker med liten steinstørrelse anbefales der hastighetsnivået for trafikken er 40 – 80 km/t. Drensasfalt bør bare brukes der trafikkhastigheten er 70 km/t eller høyere, fordi det vil bli en rask gjentetting av porene ved lavere trafikkhastigheter. Ved bruk av drensasfalt er det en forutsetning at underlaget er plant, og det må sikkes fritt avløp for vann ut til sidene. Bruk av tolags drensasfalt kan gi en god effekt støymessig, men bør brukes bare i helt spesielle tilfeller.

Klimapåkjenninger blir ofte bestemmende for vegdekkets levetid når de øvrige påkjenningene er små. Dette gjelder spesielt fortau, gang- og sykkelveger, vegskuldre o.l.

Andre forhold

Generelle anbefalinger vil ikke fange opp alle forhold som bør innvirke på valg av dekketyper. Lokale forhold kan medføre både utvidelser og innstramminger av bruksområdet for en del av dekketyperne i forhold til det som er angitt i figur 624.2. Figuren omfatter både slitelag og bindlag, men

Støysvake vegdekker

Vegtrafikk er den desidert største kilden til støvplager i Norge. Vegdekkets egenskaper har betydning for vegtrafikkstøyen, hovedsakelig den delen som genereres i kontakten mellom bildekk og vegdekke. Et slett dekke er støymessig gunstig. Nylagte dekker oppleves derfor som støysvake i forhold til eldre dekker med grov overflatetekstur. Asfaltmasser med liten øvre steinstørrelse er generelt gunstig for støyegenskapene. På veger med skiltet hastighet 70 km/t eller mer kan porøse dekker være aktuelt.

Nytte-kostnadsberegninger har vist at det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å bruke tynndekker og dekker med liten steinstørrelse på tofelts veger med mer enn 30 støyutsatte boenheter pr km og drensasfalt der det er mer enn 100 støyutsatte boenheter pr km. For firefelts veger er de tilsvarende tallene 100 og 300 støyutsatte boenheter.

Lyshet

Lyshet er vegdekkets evne til å reflektere lys. Lysheten bestemmes av tilslagsmaterialets lyshet, overflateruheten og dekkets evne til å holde seg tørt. Lysheten kan forbedres ved bruk av hvit eller særlig lys stein. Dette vil redusere behovet for vegbelysning. Om lyshetsmåling av steinmateriale, se håndbok N210 pkt. 14.412 (Ref. 3).

Vedheft er viktig

For å sikre at asfaltdekker oppnår tilstrekkelig bestandighet er det viktig med god vedheft mellom steinmaterialet og bindemiddelet. Vedheftningen forbedres med tilsetning av amin, hydratkalk eller sement. For enkelte massetyper er det krav om tilsetning av amin.

624.2

Tynndekker egner seg spesielt ved vedlikehold av asfaltdekker i byer og tettbygde strøk.

anvendelsesområdet for skjelettasfalt vil f.eks. normalt være begrenset til slitelag.

Lyshet. For asfaltdekker i tunneler og på andre veger hvor det er behov for gode siktforhold kan det være det fordelaktig med lyst tilslag og gode lysreflekterende egenskaper.

Vannpåkjenning. I tunneler hvor det er vannlekkasjer (drypp) bør slitelaget være spesielt motstandsdyktig mot vannpåkjenning. Bindemiddelmengden bør økes og vedheftningsmiddel vurderes spesielt.

Slitelag på bruene. Valg av slitelag på bruene må ses i sammenheng med løsning for fuktisolering. Se egne retningslinjer for fuktbeskyttelse av bruene (Ref. 15 og Ref. 29).

Gjenvinning. Gjenvinning av asfaltmasser er positivt ut fra ressurs- og miljøhensyn, og skal prioriteres. Det er mange former for gjenbruk, og ved riktig anvendelse er gjenvinning en fordel også kostnads- og kvalitetsmessig.

624.2 Varmproduserte dekketyper i verk

Riktig utført og med riktig valg av delmaterialer er dette asfaltdekker som kvalitetsmessig er bestandige og har god lastfordelende evne og deformasjonsmotstand. De enkelte dekketyper er beskrevet i kap. 632.

For høytrafikkerte veger er det mest vanlig med Ska og Ab, mens Agb og Ma ofte benyttes på det lavtrafikkerte vegnettet.

Av anleggstekniske årsaker kan det være nødvendig å la bærelag eller bindlag fungere som foreløpig dekke en kort periode. Massetyper bør i slike tilfelle modifiseres for også å oppfylle sin foreløpige funksjon. Slike tiltak kan være å ha strengere krav til steinmaterialene, øke bindemiddelinholdet eller på andre måter å gjøre massetyper tettere.

Støpeasfalt (Sta) og Topeka (Top) brukes primært til fuktbeskyttelse på bruene etc. En skal være spesielt oppmerksom på at de typer av støpeasfalt og topeka som er beskrevet i håndbok N200, kan ha dårlige deformasjonsegenskaper i varmt vær eller på steder med betydelig solinnstråling.

Drensasfalt (Da) benyttes der en ønsker et dekke med gode drenerende og støymessige egenskaper. Disse dekkene beholder en tilfredsstillende friksjon og lyshet i regnvær, reduserer sølesprut og faren for vannplaning samtidig som også støy fra biltrafikken reduseres vesentlig så lenge drenasjeegenskapene kan holdes ved like (Ref. 16, Ref. 17).

Tynndekker (T) benyttes vanligvis ved vedlikehold av asfaltdekker der det ikke er behov for økt dekketykkelse for å styrke overbyggningskonstruksjonen. Utlegging av tynndekker krever spesialutstyr og er normalt mindre egnet til lokale utbedringer.

624.3 Kaldproduserte dekketyper i verk

De enkelte dekketyper er beskrevet i kapittel 633.

Dette er dekketyper som benyttes på lavtrafikkerte veger, og egner seg godt der det er behov for et rimelig og fleksibelt fast dekke.

624.4 Overflatebehandling

Teknikken og de enkelte dekketyper er beskrevet i kapittel 64.

Overflatebehandling benyttes på lavtrafikkerte veger og egner seg godt på steder med lang transportavstand til asfaltverk.

Overflatebehandling med grus brukes som foreløpig dekke og som lett slitedekke på tett, gradert underlag.

624.5 Andre asfaltdekketiltak

Slamafalt (Sla) kan benyttes til forebyggende vedlikehold. Dekketyper legges ut med spesialmaskin.

Forsegling (F) kan benyttes til forebyggende vedlikehold på dekker hvor aldring er hovedpåkjenningen.

Nye dekketyper, eller tillempede utgaver av de normerte, skal dokumenteres eller garanteres med basis i de egenskaper som ønskes eller tilbys.

624.5

Slamafalt har tidligere vært benyttet en del i Norge, men har i de senere år vært lite aktuell.

63. Asfaltdekker, verksproduserte

631. Toleranser for prøver fra veg

631.1 Toleranser, bindemiddelinhold

I det ferdige dekket skal bindemiddelinhold være i overensstemmelse med masseresept (arbeidsresept) og innenfor toleransene i figur 631.1.

	Toleranser +/-, masseprosent	
	Enkeltprøver	Middel av fem prøver
Bind- og slitelag		
Ab, Agb, Ska, Ma, Top, Sta, Da, T, Egt		
D > 16 mm	0,6	0,30
D ≤ 16 mm	0,4	0,20
Asg	0,6	0,40
Bærelag		
Ag, D > 16 mm	0,6	0,40
Ag, D ≤ 16mm	0,4	0,20
Ap	0,5	0,40
Eg, Sg	0,6	0,40
Bg	1,0	0,70

Figur 631.1 Toleranser, bindemiddelinhold

631.

Toleranser for ulike måleparametere for slitelag, bindlag og bituminøse bærelag er her framstilt samlet for oversiktens skyld.

Toleransene i figur 631.1 og figur 631.2 gjelder prøver tatt fra veg i forbindelse med utlegging. NS-EN 13108-21 (Ref. 45), som gjelder masse levert fra verk, har andre toleranser.

631.2 Toleranser, korngradering

Korngradering i det ferdige dekket skal være i overensstemmelse med masseressept og innenfor toleransene i figur 631.2. I kapitlene 632 og 633 er det for den enkelte massetype angitt hvilke sikt det er satt krav til. Produksjonstoleransene i figur 631.2 er begrenset til sikt med krav.

	Toleranser +/-, masseprosent	
	Enkeltprøver	Middel av fem prøver
Bind- og slitelag		
Ab, Ska, Top, Sta, Da, T		
På sikt 2 mm eller grovere	6	4,0
På sikt 1 mm ¹⁾	4	3,0
På sikt 250 µm	4	3,0
På sikt 63 µm	2,0	1,4
Agb, Ma, Egt		
På sikt 2 mm eller grovere	10	7,5
På sikt 1 mm	7	5,5
På sikt 500 µm ²⁾	7	5,5
På sikt 250 µm	7	5,5
På sikt 125 µm ²⁾	4	3,0
På sikt 63 µm	2,0	1,4
Asg		
På sikt 2 mm eller grovere	15	11,0
På sikt 250 µm	10	8,0
På sikt 63 µm	3,0	2,1
Bærelag		
Ag		
På sikt 2 mm eller grovere	15	11,0
På sikt 1mm	10	8,0
På sikt 250 µm	6	4,5
På sikt 63 µm	3,0	2,1
Ap		
På sikt 2 mm eller grovere	10	7,5
På sikt 250 µm	6	4,0
På sikt 63 µm	2,0	1,4

1) Gjelder ikke for Ska, Sta og Da

2) Gjelder ikke for Agb og Ma

Figur 631.2 Toleranser, korngradering

631.3

Temperatur ved produksjon og utlegging er avhengig av typen blandeverk (sats eller trommel). Også temperatur ved utlegging (kaldt eller varmt vær), komprimeringsutstyr etc. vil påvirke produksjonstemperaturen.

Det er viktig at bindemiddelet ikke blir overopphetet (brennes) ved produksjon slik at dekket blir stivt og sprøtt. Det må også sikres en så høy temperatur ved utlegging at kravet til komprimering kan overholdes.

631.3 Toleranser, temperatur

Ved produksjon og utlegging skal temperaturrensene i figur 631.3 overholdes.

Minimumskravet til temperatur kan etter avtale fravikes ved alternative produksjonsmetoder.

Ved bruk av modifisert bitumen og modifiserte blandeprosesser (lavtemperaturasfalt) skal temperaturløselensene tilpasses dette.

Det kan benyttes en framstillingsmåte med bruk av skummet bitumen som muliggjør lavere produksjonstemperatur.

		Bindemiddelgrad													
		35/50		50/70		70/100		100/150		160/220		250/330		330/430	
Støpeasfalt, Sta Topeka, Top	Produksjon og legging	°C 200 - 240 ¹⁾		°C 190 - 230 ¹⁾											
	Produksjon, maks.	°C 205		°C 190		°C 175									
	Produksjon, anbefalt	°C 190		°C 180		°C 170									
	Utlegging, min.	°C 165		°C 155		°C 145									
Temperaturrenser		Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
Skjelettasfalt, Ska	Produksjon	°C 160	200	150	190	140	180	130	170	130	170				
	Utlegging	°C 150		140		130		125		120					
Asfaltbetong, Ab	Produksjon	°C		140	180	140	180	130	170	130	170				
	Utlegging	°C		140		130		125		120					
Tynndekker, T	Produksjon	°C 160	200	150	180	140	180								
	Utlegging	°C 150		140		130									
Drensasfalt, Da	Produksjon	°C				140	170			130	160				
	Utlegging	°C				105				100					
Asfaltgrusbetong, Agb	Produksjon	°C								130	170	120	160	120	160
	Utlegging	°C								120		115		110	
Asfaltert grus, Ag	Produksjon	°C		140	180	140	180	130	170	130	170	120	160	120	160
	Utlegging	°C		140		130		125		120		115		110	
Asfaltert pukk, Ap	Produksjon	°C				125	140			120	135			105	120
	Utlegging	°C				120				110				90	
		Bindemiddelgrad													
Dekketype		V1500		V3000		V6000		V12000							
Mykasfalt, Ma	Produksjon	°C 85 - 105		°C 90 - 110		°C 100 - 120		°C 110 - 130							
	Utlegging, min.	°C 75		°C 80		°C 90		°C 100							

1) Ved temperaturer over 200°C må man være oppmerksom på mulige negative innvirkninger på arbeidsmiljøet, jfr. miljøkommentarene til pkt. 632.5.

Figur 631.3 Toleranser, temperatur

Temperaturmåling gjøres ved overvåking av produksjonsstyringssystemet og ved direkte måling på massen ved f.eks. prøveuttaging og ved utlegging, se Håndbok R211 Feltundersøkelser (Ref. 9).

631.4 Toleranser, komprimering

Umiddelbart etter utlegging skal dekket vales slik at både hulromprosent og komprimeringsgrad ligger innenfor grenseverdiene i figur 631.4.

	Hulromprosent		Komprimeringsgrad
	Enkeltp prøver	Middel av 5 prøver	Min. %
Ab			
Tykkelse 60-80 kg/m ²			
Slitelag	2-7	2-6	98
Bindlag	2-8	2-7	97
Tykkelse > 80 kg/m ²			
Slitelag	2-5	2-5	99
Bindlag	2-7	2-6	98
Ska			
Tykkelse 60-80 kg/m ²			
Slitelag	2-7	2-6	98
Bindlag	2-8	2-7	97
Tykkelse > 80 kg/m ²			
Slitelag	2-5	2-4,5	99
Bindlag	2-7	2-6	98
Top			
Slitelag	0,5-4,0	0,7-3,5	
Agb			
Tykkelse 60-80 kg/m ²			
Slitelag	2-7	2-6	98
Bindlag	2-8	2-7	97
Tykkelse > 80 kg/m ²			
Slitelag	2-5	2-5	99
Bindlag	2-7	2-7	98
Ma			
Tykkelse 60- 80 kg/m ²	3-10	3-9	96
Tykkelse > 80 kg/m ²	3-9	3-8	97
Da			
ÅDT < 3000	15-24		
ÅDT > 3000	16-21		
Ag			
Øvre bærelag	2-10	2-9	96
Nedre bærelag	2-15	2-12	96

Figur 631.4 Toleranser, hulromprosent og komprimeringsgrad

Ved utlegging av tynne dekker hvor planlagt tykkelse er mindre enn 60 kg/m², er det ikke satt hulromskrav. Ved slike forhold bør byggherren vurdere å sette utførelseskrav.

631.5

Dette punkt beskriver krav til dokumentasjon av vedheftningsegenskaper for aktuelle masser. Krav til vedheftningsmidlets egenskaper med referansematerialer er beskrevet i pkt. 622.22.

Til skumgrus, overflatebehandling og penetrering tilsettes vanligvis 0,8 masse-% aktivt amin/vedheftningsmiddel regnet av bindemiddelet. Til mykasfalt og asfalt produsert ved lavere temperatur tilsettes 0,5-0,8 masse-% amin. Til varmasfalt tilsettes, når det er påkrevet. 0.3-0.5 masse-% amin.

Kravene til dokumentasjon innebærer at det ikke kreves separate analyser for å dokumentere vedheftningsegenskapene for to masseresepter med forskjellig bindemiddelgrad dersom begge bindemidler er fra samme råoljekilde og hvor steinmaterialets sammensetning er den samme. Dokumentasjonen må da baseres på analyser med den mykeste bindemiddelgrad.

Det er heller ikke krav om separate analyser for masseresepter hvor steinmaterialets blandingsforhold varierer med mindre enn ca 10%.

Derimot, masseresepter med og uten tilsetning av grus – evt. med og uten tilsetning av lyse steinmaterialer – er eksempler på variasjoner hvor dokumentasjon basert på separate analyser er påkrevet.

631.5 Dokumentasjon av vedheftningsegenskaper

Det skal generelt sikres at asfaltmassene har tilfredsstillende egenskaper med hensyn på vedheftning mellom stein og bindemiddel.

For de massetyper hvor det er satt krav om det, skal tilfredsstillende vedheftning i aktuell masse dokumenteres ved hjelp av prøvningsmetoder angitt i figur 631.5. Bitumenemulsjon skal tilpasses aktuelt steinmateriale mht. vedheft, minimum etter NS-EN 13614 (Bitumen og bituminøse bindemidler – Bestemmelse av hefteegenskaper for bitumenemulsjoner ved vannimmersjonsprøve Aggregatmetoden).

Dokumentasjon av vedheftning	Prøvningsmetode	Krav	Merknad
Varmblandet asfalt	NS-EN 12697-12 ¹⁾	Vedheftningstall min. 70%	
Varmblandet asfalt	NS-EN 12697-11	Dekningsgrad min. 25%	48 t rulletid
Mykasfalt	NS-EN 12697-11	Dekningsgrad min. 35%	48 t rulletid
Overflatebehandl.	14.572 ²⁾ NS-EN 13614 ³⁾	Dekningsgrad min. 80% Dekningsgrad min. 90%	

- 1) Bestemmes på laboratoriekomprimerte prøver, hulrom \geq maksimalt tillatt for enkeltprøver i ferdig veg. Vedheftningstall er det samme som ITSR.
- 2) Iht. håndbok R210 (Ref. 3).
- 3) Ved bruk av bitumenemulsjon

Figur 631.5 Dokumentasjon av vedheftning i asfaltmasser og overflatebehandling

For varmblandet asfalt er det angitt to prøvningsmetoder. Det aksepteres at tilfredsstillende vedheftning dokumenteres ved en av metodene.

Det aksepteres en ”utvidet” familietilnærming til dokumentasjon av vedheftning, jfr. NS-EN 13108-20. Dokumentasjonen skal baseres på det mykeste bindemiddel som skal benyttes. Med utvidet familietilnærming menes at samme dokumentasjon kan anvendes også ved mindre variasjoner i steinmaterialets sammensetning.

632. Verksproduserte masse-typer, varmblandede

632.0 Asfaltgjenvinning

Asfaltmasser består av ikke fornybare ressurser, slik at gjenvinning av gammel asfalt, både i form av fresemasse og asfaltflak, bør gjennomføres av ressurs-, energi- og miljøhensyn. Se også vedlegg 3.

Resirkulert asfalt til varm gjenvinning skal oppfylle kravene i pkt. 622.4.

Asfaltgranulat kan anvendes i alle normerte massetyper unntatt skjelettasfalt (Ska) i alle tilfeller, og asfaltbetong (Ab) der det brukes polymermodifiserte bindemiddel (PMB). Uansett tilsetningsmengde av asfaltgranulat som benyttes, skal de krav som er satt til de normerte massetyper være oppfylt.

Tilsetting av bindemiddel skal ved asfaltgjenvinning følge kravene i standardene i NS-EN 13108-serien.

- Ved tilsetting av asfaltgranulat i en mengde som er mindre enn 10 % i slitelag, resp. mindre enn 20 % i bindlag, oppretting og bærelag, kan bindemiddelkvalitet fastsettes uten forutgående bestemmelser av bindemiddelhardheten i asfaltgranulatet.
- Ved tilsetting av asfaltgranulat i en mengde som er større enn 10 % for slitelag, resp. større enn 20 % for bindlag, oppretting og bærelag, skal bindemiddelkvaliteten bestemmes i henhold til reglene gitt i standarden for den enkelte massetype.

632.0

Generelt

Gjenvinning av asfalt kan skje på mange måter. Vanligvis skilles mellom varm, kald og ubundet gjenvinning. Dette avsnitt omhandler bruk i varmblandede (normerte) massetyper. Om bruk ved andre dekketiltak, se kap. 651.

Bindemiddel

Eksempel: Det er spesifisert en Agb 11 med bitumen 160/220. Ved tilsetting av granulat mindre enn 10 % benyttes samme type bindemiddel. Derimot, hvis tilsetningen er >10 %, skal type tilsatt bindemiddel bestemmes etter forutgående analyse av bindemiddelkvaliteten i asfaltgranulatet, slik det er angitt i Tillegg A i NS-EN 13108-1. Denne metoden er også beskrevet i vedlegg 10.

632.1

Generelt

Asfaltgrusbetong er en ensartet blanding av tørket, oppvarmet steinmateriale og bitumen. Asfaltgrusbetong skiller seg fra asfaltbetong (Ab) først og fremst ved at det brukes et mykere bindemiddel.

Agb brukes som bindlag og som slitelag på veier og gater med ÅDT < 3000 og på gang-/sykkelveier.

Benevning

Asfaltgrusbetong faller inn under standarden for asfaltbetong (Asphalt Concrete, AC). Asfaltgrusbetong betegnes i Norge tradisjonelt som Agb nn hvor nn angir øvre siktstørrelse. Denne betegnelsen kan fortsatt benyttes i de fleste sammenhenger.

Ved deklarasjon av materialet i hht. standarden betegnes asfaltgrusbetong som:

AC nn surf/bin xxx/yyy Agb nn, hvor nn er øvre siktstørrelse og xxx/yyy er bindemiddelgraden. Avhengig av om den er tenkt til slitelag eller bindlag angis henholdsvis "surf" eller "bin" mellom nn og xxx/yyy.

EKSEMPEL: Agb 11 med bindemiddel 160/220, til slitelag:

AC 11 surf 160/220 Agb 11.

Minimum bindemiddelinhold

Minimum bindemiddelinhold er et krav i tillegg til de andre kravene til massen. Andre krav vil normalt innebære at et høyere bindemiddelinhold må benyttes.

Bestemmelsen av tilsiktet bindemiddelinhold for massen er en sentral del av innledende typeprøving.

Tilsetningsstoffer

Tilsetning av vedheftningsmiddel kan være nødvendig avhengig av steinmaterialet.

Miljø

Massetypen har ingen spesielle miljøtemper.

632.1 Asfaltgrusbetong (Agb)

Asfaltgrusbetong skal tilfredsstillere kravene i NS-EN 13108-1 "Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner – Del 1: Asfaltbetong" (Ref. 38).

Delmaterialene skal tilfredsstillere kravene i figur 632.1. Ved typeprøving skal sammensetningen tilfredsstillere kravene i figur 632.1 og 632.2. Siktekurven bør være mest mulig midt mellom grensekurvene og parallell med disse.

Bindemiddelinholdet skal være så høyt som mulig innenfor rammer som er satt for massen med hensyn på krav til hulrom, deformasjonsegenskaper, etc.

Massesammensetning og egenskaper skal som et minimum dokumenteres i hht. nasjonalt tillegg i NS-EN 13108-1.

Materialkrav				
Materialer	ÅDT	≤ 300	301-1500	1501-3000
Stein				
Flisighetsindeks		≤ 30	≤ 30	≤ 30
Los Angeles-verdi		≤ 40	≤ 30	≤ 30
Mølleverdi		≤ 19	≤ 19	≤ 14
Knusningsgrad		C _{20/70}	C _{20/70}	C _{20/70}
Bindemiddel		160/220 - 330/430		
Grensekurver (tilsiktet utgående sammensetning)				
Gjennomgang i masseprosent				
ISO-sikt		Agb 8	Agb 11	Agb 16
31,5 mm				100
22,4 mm				90-100
16 mm			100	90-100
11,2 mm		100	90-100	62-90
8 mm		90-100	66-88	52-78
4 mm		56-78	46-66	
2 mm		40-58	34-49	27-44
1 mm		28-44	25-38	17-32
0,25 mm		14-24	10-20	8-17
0,063 mm		7-13	5-10	3-8
Minimum bindemiddelinhold, tilsiktet utgående sammensetning ²⁾				
Min. bindemiddelinhold ¹⁾		6,0%	5,8%	5,6%

1) Minimum bindemiddeltilsetning i % av totalvekt asfaltmasse korrigeres med hensyn på steinmaterialets densitet ved å multiplisere med faktoren $\alpha = \frac{2,650}{\rho_a}$, hvor ρ_a er

steinmaterialets densitet i megagram pr kubikkmeter (Mg/m³), bestemt i henhold til NS-EN 1097-6.

Bindemiddelinholdet inkluderer bitumen i gjenbruk og naturasfalt når det benyttes.

2) For massetyper med D<16mm vil bindemiddelinholdet normalt måtte ligge ca. 0,2 % over minimum bindemiddeltilsetning. Bindemiddelinhold kan økes ytterligere ved å tilsette fiber e.l.

Figur 632.1 Krav til delmaterialer og utgående tilsiktet sammensetning, Agb

Kravene i figur 632.2 gjelder for prøvelegemer komprimert ved slagkomprimering med 50 slag pr side (metode C.1.2 i Tabell C.1 i NS-EN 13108-20 (Ref. 44)).

Krav til hulrom ved proporsjonering ¹⁾	ÅDT ≤3 000
Slitelag	
- Minste hulrominnhold, %	2,0
- Største hulrominnhold, %	6,0
- Bitumenfylt hulrom, min., %	≥ 70
Bindlag	
- Minste hulrominnhold, %	2,5
- Største hulrominnhold, %	7,0
- Bitumenfylt hulrom, min., %	≥ 60

1) Prøvens densitet skal bestemmes vha hydrostatisk overflatetørr metode.

Figur 632.2 Krav til hulrom ved proporsjonering, Agb

Bindemiddel og kornkurve i det ferdige dekket skal være i overensstemmelse med masseresept og innenfor toleransene i punkt 631.1-2.

Ved produksjon og utlegging skal temperaturgrensene i punkt 631.3 overholdes.

Umiddelbart etter utlegging skal dekket vales. Toleranser for komprimering, se punkt 631.4. Ved utlegging av tynne dekker hvor planlagt tykkelse er mindre enn 60 kg/m², er det ikke satt hulromskrav. Ved slike forhold bør byggherren vurdere å sette utførelseskrav.

Utførelseskravet kan for eksempel være krav om minst 6 passeringer med vals med linjelast > 10 kg/m og en hastighet på valse som ikke overstiger 5 km/t.

632.2

Generelt

Asfaltbetong er en ensartet blanding av tørket, oppvarmet steinmateriale og bitumen. Ab anvendes som slite- og bindlag på veger og plasser med sterk trafikk og hvor det er krav til høy stabilitet.

Benevning

Asfaltbetong (Asphalt Concrete, AC) betegnes i Norge tradisjonelt som Ab nn hvor nn angir øvre siktstørrelse. Denne betegnelsen kan fortsatt benyttes i de fleste sammenhenger.

Ved deklarasjon av materialet i hht. standarden betegnes asfaltbetong som:

AC nn surf/bin xxx/yyy Ab nn, hvor nn er øvre siktstørrelse og xxx/yyy er bindemiddelgraden. Avhengig av om den er tenkt til slitelag eller bindlag angis henholdsvis "surf" eller "bin" mellom nn og xxx/yyy.

EKSEMPEL: Ab 11 med bindemiddel 70/100, til slitelag:
AC 11 surf 70/100 Ab 11.

Bindemiddelinhold og -type

Minimum bindemiddelinhold er et krav i tillegg til de andre kravene til massen. Andre krav vil normalt innebære at et høyere bindemiddelinhold må benyttes.

Bestemmelsen av tilsiktet bindemiddelinhold for massen er en sentral del av innledende typeprøving.

35/50 kan benyttes hvor det er behov for særlig høy stabilitet. Ved lave temperaturer oppstår fare for oppsprekking. Bruk av PMB bør vurderes.

Tilsetningsstoffer

Tilsetning av vedheftningsmiddel kan være nødvendig avhengig av steinmaterialet.

Miljø

Massetyper har ingen spesielle miljøtemper.

Annet

For å sikre tilstrekkelig friksjon, særlig ved høye hastigheter, kan det være nødvendig å avstrø med asfaltert finpukk (2-5 kg/m²) mens dekket ennå er varmt.

632.2 Asfaltbetong (Ab)

Asfaltbetong skal tilfredsstillere kravene i NS-EN 13108-1 "Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner – Del 1: Asfaltbetong" (Ref 38).

Delmaterialene skal tilfredsstillere kravene i figur 632.3. Ved typeprøving skal sammensetningen tilfredsstillere kravene i figur 632.3 og 632.4.

Siktekurven bør være mest mulig midt mellom grensekurvene og parallell med disse. Alternativt kan øvre siktstørrelse velges utenom de som framgår av figur 632.3 så lenge kravene i NS-EN 13108-1 oppfylles. Krav til siktekurve må da etableres. Bindemiddelinholdet skal være så høyt som mulig innenfor rammer som er satt for massen med hensyn på krav til hulrom, deformasjonsegenskaper, etc.

Massesammensetning og egenskaper skal som et minimum dokumenteres i hht. nasjonalt tillegg i NS-EN 13108-1.

Materialkrav					
Materialer	ÅDT	≤ 3000	3001-5000	5001-15000	> 15000
Stein					
Flisighetsindeks		≤ 30	≤ 30	≤ 25	≤ 25
Los Angeles-verdi		≤ 30 ³⁾	≤ 30	≤ 25	≤ 15
Mølleverdi		≤ 14 ³⁾	≤ 10	≤ 10	≤ 7
Knusningsgrad		C _{50/30}	C _{50/30}	C _{50/30}	C _{50/20}
Bindemiddel		70/100-160/220	70/100-160/220	50/70-70/100	35/50-70/100-PMB
Grensekurver (tilsiktet utgående sammensetning)					
Gjennomgang i masseprosent					
ISO-sikt	Ab 4	Ab 8	Ab 11	Ab 16	Ab 22
31,5 mm					100
22,4 mm				100	90-100
16 mm			100	90-100	70-95
11,2 mm		100	90-100	56-80	54-75
8 mm		90-100	59-81	45-66	
5,6 mm	100				
4 mm	90-100	53-75	37-59		
2 mm	55-68	38-55	25-47	23-43	21-40
1 mm	37-49	29-45	20-35	18-33	17-32
0,25 mm	19-27	17-22	12-19	10-19	10-19
0,063 mm	11-16	9-13	8-12	7-12	7-11
Minimum bindemiddelinhold tilsiktet utgående sammensetning ²⁾					
Slitelag ¹⁾	6,4%	6,2%	5,8%	5,6%	5,2%
Bindlag ¹⁾	6,0%	5,8%	5,6%	5,4%	5,2%

1) Minimum bindemiddeltilsetning i % av totalvekt asfaltmasse korrigeres med hensyn på steinmaterialets densitet ved å multiplisere med faktoren $\alpha = \frac{2,650}{\rho_a}$, hvor ρ_a er

steinmaterialets densitet i megagram pr kubikkmeter (Mg/m³), bestemt i henhold til NS-EN 1097-6.

Bindemiddelinholdet inkluderer bitumen i gjenbruk og naturasfalt når det benyttes.

2) For massetyper med D<16mm vil bindemiddelinholdet normalt måtte ligge ca. 0,2 % over minimum bindemiddeltilsetning. Bindemiddelinhold kan økes ytterligere ved å tilsette fiber e.l.

3) For ÅDT < 300 settes kravet til LA ≤ 40. For ÅDT ≤ 1500 er kravet til mølleverdi ≤ 19.

Figur 632.3 Krav til delmaterialer og utgående tilsiktet sammensetning, Ab

Det tillates ikke tilsetning av asfaltgranulat hvor polymermodifiserte bindemiddel (PMB) brukes.

Kravene i figur 632.4 gjelder for prøvelegemer komprimert ved slagkomprimering med 50 slag pr side (metode C.1.2 i Tabell C.1 i NS-EN 13108-20 (Ref. 44)).

Krav til hulrom ved proporsjonering ¹⁾	ÅDT	
	≤ 5000	> 5000
Slitelag		
- minste hulrominnhold, %	2,0	2,5
- største hulrominnhold, %	5,5	5,5
- minste bitumenfylt hulrom, %	72	72
- største bitumenfylt hulrom, %	89	86
Bindlag		
- minste hulrominnhold, %	2,5	2,5
- største hulrominnhold, %	7,0	7,0
- minste bitumenfylt hulrom, %	65	65
- største bitumenfylt hulrom, %	86	86

1) Prøvens densitet skal bestemmes vha hydrostatisk overflatetørr metode.

Figur 632.4 Krav til hulrom ved proporsjonering, Ab

Bindemiddel og kornkurve i det ferdige dekket skal være i overensstemmelse med masseresept og innenfor toleransene i punkt 631.1-2.

Ved produksjon og utlegging skal temperaturrensene i punkt 631.3 overholdes.

Umiddelbart etter utlegging skal dekket vales. Toleranser for komprimering, se punkt 631.4. Ved utlegging av tynne dekker hvor planlagt tykkelse er mindre enn 60 kg/m², er det ikke satt hulromskrav. Ved slike forhold bør byggherren vurdere å sette utførelseskrav.

Utførelseskravet kan for eksempel være krav om minst 6 passeringer med vals med linjelast > 10 kg/m og en hastighet på valse som ikke overstiger 5 km/t.

632.3

Generelt

Skjelettasfalt er en bindemiddelrik, tettgradert asfaltmasse med meget gode sliteegenskaper. Massetypen benyttes hovedsakelig på veger med ÅDT > 5000.

Benevning

Skjelettasfalt (Stone Mastic Asphalt, SMA) betegnes i Norge tradisjonelt som Ska nn hvor nn angir øvre siktstørrelse. Denne betegnelsen kan fortsatt benyttes i de fleste sammenhenger.

Ved deklarasjon av materialet i hht. standarden betegnes skjelettasfalt som:

SMA nn xxx/yyy Ska nn, hvor nn er øvre siktstørrelse og xxx/yyy er bindemiddelgraden.

EKSEMPEL: Ska 11 med bindemiddel 70/100, til slitelag:

SMA 11 70/100 Ska 11.

Bindemiddel innhold og -type

Minimum bindemiddelinnhold er et krav i tillegg til de andre kravene til massen. Andre krav vil normalt innebære at et høyere bindemiddelinnhold må benyttes.

Bestemmelsen av tilsiktet bindemiddelinnhold for massen er en sentral del av innledende typeprøving.

35/50 kan benyttes hvor det er behov for særlig høy stabilitet. Ved lave temperaturer oppstår fare for oppsprekking. Bruk av PMB bør vurderes.

Tilsetningsstoffer

Massens høye mørtelinnhold (bindemiddel/filler), gjør det nødvendig å tilsette fiber e.l. for å hindre separasjon og bindemiddelavrenning.

Tilsetning av vedheftningsmiddel kan være nødvendig avhengig av steinmaterialet.

Miljø

Massetypen har ingen spesielle miljøulemper.

Annet

Silolagring og båttransport av Ska-masser bør begrenses for å unngå bindemiddelavrenning.

632.3 Skjelettasfalt (Ska)

Skjelettasfalt skal tilfredsstillere kravene i NS-EN 13108-5 "Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner – Del 5: Skjelettasfalt" (Ref. 40).

Delmaterialene skal tilfredsstillere kravene i figur 632.5. Ved typeprøving skal sammensetningen tilfredsstillere kravene i figur 632.5 og 632.6.

Siktekurven bør være mest mulig midt mellom grensekurvene og parallell med disse. Alternativt kan øvre siktstørrelse velges utenom de som framgår av figur 632.5 så lenge kravene i NS-EN 13108-5 oppfylles. Krav til siktekurve må da etableres.

Bindemiddelinnholdet skal være så høyt som mulig innenfor rammer som er satt for massen med hensyn på krav til hulrom, deformasjonsegenskaper, etc.

Massesammensetning og egenskaper skal som et minimum dokumenteres i hht. nasjonalt tillegg i NS-EN 13108-5.

Materialkrav				
Materialer	ÅDT	≤ 5000	5001-15000	> 15000
Stein				
Flisighetsindeks		≤ 30	≤ 25	≤ 25
Los Angeles-verdi		≤ 25	≤ 25	≤ 15
Mølleverdi		≤ 10	≤ 10	≤ 7
Knusningsgrad		C _{50/20}	C _{100/0}	C _{100/0}
Bindemiddel		70/100-160/220	50/70-70/100 PMB	35/50-70/100 PMB
Fibertilsetning ¹⁾		4-6 (Masseprosent av bindemiddel)		
Grensekurver (tilsiktet utgående sammensetning)				
Gjennomgang i masseprosent				
ISO-sikt		Ska 8	Ska 11	Ska 16
22,4 mm				100
16 mm			100	90-100
11,2 mm		100	90-100	46-66
8 mm		90-100	47-64	30-44
4 mm		38-53	30-45	
2 mm		24-36	20-32	15-30
0,25 mm		14-22	12-20	10-17
0,063 mm		10-14	9-13	8-12
Minimum bindemiddelinnhold tilsiktet utgående sammensetning ³⁾				
Min. bindemiddelinnhold	²⁾	6,6	6,2	6,0

1) Angitt mengde tilsetning av fiber er basert på cellulosefiber, andre fibertyper vil kreve andre tilsetningsmengder

2) Minimum bindemiddeltilsetning i % av totalvekt asfaltmasse korrigeres med hensyn på steinmaterialets densitet ved å multiplisere med faktoren $\alpha = \frac{2,650}{\rho_a}$, hvor ρ_a er

steinmaterialets densitet i megagram pr kubikkmeter (Mg/m³), bestemt i henhold til NS-EN 1097-6.

3) For massetyper med D<16mm vil bindemiddelinnholdet normalt måtte ligge ca. 0,2 % over minimum bindemiddeltilsetning.

Figur 632.5 Krav til delmaterialer og utgående tilsiktet sammensetning, Ska

Det tillates ikke tilsetning av asfaltgranulat.

Kravene i figur 632.6 gjelder for prøvelegemer komprimert ved slagkomprimering med 50 slag pr side (metode C.1.2 i Tabell C.1 i NS-EN 13108-20 (Ref. 44)).

Krav til hulrom ved proporsjonering ¹⁾	ÅDT	
	≤ 15000	> 15000
- minste hulrominnhold, %	2,0	2,5
- største hulrominnhold, %	6,0	6,0
- minste bitumenfylt hulrom, %	71	71
- største bitumenfylt hulrom, %	89	86

1) Prøvens densitet skal bestemmes vha hydrostatisk overflatetørr metode.

Figur 632.6 Krav til hulrom ved proporsjonering, Ska

Bindemiddel og kornkurve i det ferdige dekket skal være i overensstemmelse med masseresept og innenfor toleransene i punkt 631.1-2.

Ved produksjon og utlegging skal temperaturgrensene i punkt 631.3 overholdes.

Umiddelbart etter utlegging skal dekket vales. Toleranser for komprimering, se punkt 631.4. Ved utlegging av tynne dekker hvor planlagt tykkelse er mindre enn 60 kg/m², er det ikke satt hulromskrav. Ved slike forhold bør byggherren vurdere å sette utførelseskrav.

Utførelseskravet kan for eksempel være krav om minst 6 passeringer med vals med linjelast > 10 kg/m og en hastighet på valsen som ikke overstiger 5 km/t.

632.4

Generelt

Mykasfalt er en varmblendet masse av tørket eller delvis tørket steinmateriale og et bindemiddel av myk bitumen.

Dekketypen benyttes som bindlag og slitelag på veger med ÅDT < 3000 og på gang-/sykkelveger.

På grunn av fare for deformasjoner bør ikke mykasfalt benyttes på parkeringsplasser eller på veger med tung, stillestående trafikk.

Benevning

Mykasfalt (Soft Asphalt, SA) betegnes i Norge tradisjonelt som Ma nn hvor nn angir øvre siktstørrelse. Denne betegnelsen kan fortsatt benyttes i de fleste sammenhenger.

Ved deklarasjon av materialet i hht. standarden betegnes mykasfalt som:

SA nn xxx/yyy Ma nn, hvor nn er øvre siktstørrelse og xxx/yyy er bindemiddelgraden.

EKSEMPEL: Ma 11 med bindemiddel V12000:

SA 11 V12000 Ma 11.

Bindemiddelinnhold

Normalt vil bindemiddelinnholdet ligge innenfor +/- 0,5 % i forhold til verdiene nedenfor.

Mykasfalt (Ma)	8	11	16
Bindemiddelinnhold ved planlegging, masse-%	5	4,7	4,5

Bindemiddelinnhold i % av totalvekt asfaltmasse korrigeres med hensyn på steinmaterialets densitet ved å multiplisere med faktoren $\alpha = \frac{2,650}{\rho_d}$, hvor ρ_d er

steinmaterialets densitet i megagram pr kubikkmeter (Mg/m^3), bestemt i henhold til NS-EN-1097-6.

Bindemiddelinnholdet inkluderer bitumen i gjenbruk og naturasfalt når det benyttes.

Miljø

Massetyper har ingen spesielle miljøtemper.

632.4 Mykasfalt (Ma)

Mykasfalt skal tilfredsstillere kravene i NS-EN 13108-3 "Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner – Del 3: Mykasfalt" (Ref. 39). I Norge benyttes type C i henhold til standarden. Delmaterialene skal tilfredsstillere kravene i figur 632.7. Ved typeprøving skal sammensetningen tilfredsstillere kravene i figur 632.7 og 632.8. Siktekurven bør være mest mulig midt mellom grensekurvene og parallell med disse.

Massesammensetning og egenskaper skal som et minimum dokumenteres i hht. nasjonalt tillegg i NS-EN 13108-3.

Materialkrav				
Materialer	ÅDT	≤300	301-1500	1501-3000
Stein				
Flisighetsindeks		≤ 35	≤ 30	≤ 25
Los Angeles-verdi		≤ 40	≤ 30	≤ 30
Mølleverdi		≤ 19	≤ 19	≤ 14
Knusningsgrad		C _{20/70}	C _{20/70}	C _{30/60}
Bindemiddel		V1500 - V6000		V3000 - V12000
Grensekurver (tilsiktet utgående sammensetning)				
Gjennomgang i masseprosent				
ISO-sikt	Ma 8	Ma 11	Ma 16	
22,4 mm			100	
16 mm		100	86-99	
11,2 mm	100	90-99	66-95	
8 mm	90-99	68-91		
4 mm	56-82	48-72	34-58	
2 mm	36-58	35-52	21-41	
1 mm	27-43	27-41	13-29	
0,25 mm	14-25	12-22	4-12	
0,063 mm	4-13	3-9	2-8	

Figur 632.7 Krav til delmaterialer og utgående tilsiktet sammensetning, Ma

Det skal tilsettes vedheftningsmiddel hvor tilfredsstillende effekt av type og mengde er dokumentert ved laboratorietest sammen med de steinmaterialer og bindemiddelet som skal benyttes, jfr. pkt. 631.5.

Kravene i figur 632.8 gjelder for prøvelegemer komprimert ved slagkompri-mering med 50 slag pr side (metode C.1.2 i Tabell C.1 i NS-EN 13108-20 (Ref. 44)).

Krav til hulrom ved proporsjonering ¹⁾	ÅDT	
	≤ 1500	> 1500
- minste hulrominnhold, %	4	4
- største hulrominnhold, %	9	9
- minste bitumenfylt hulrom, %	50	50
- største bitumenfylt hulrom, %	75	75

1) Prøvens densitet skal bestemmes vha hydrostatisk overflatetørr metode.

Figur 632.8 Krav til hulrom ved proporsjonering, Ma

Bindemiddel og kornkurve i det ferdige dekket skal være i overensstemmelse med masseresept og innenfor toleransene i punkt 631.1-2.

Ved produksjon og utlegging skal temperaturgrensene i punkt 631.3 overholdes.

Umiddelbart etter utlegging skal dekket vales. Toleranser for komprimering, se punkt 631.4.

632.5

Generelt

Støpeasfalt er en ensartet blanding av bitumen og tørket, oppvarmet steinmateriale med høyt innhold av filler.

Støpeasfalt nyttes som vanntett slitelag på bruer og på vegger, gater og plasser med særlig stor trafikk. Den nyttes også til spor-fylling og til isolerings- og beskyttelseslag på bruer.

Benevning

Støpeasfalt (Mastic Asphalt, MA) betegnes i Norge tradisjonelt som Sta nn hvor nn angir øvre siktstørrelse. Denne betegnelsen kan fortsatt benyttes i de fleste sammenhenger.

Ved deklarasjon av materialet i hht. standarden betegnes støpeasfalt som:

MA nn xxx/yyy Sta nn, hvor nn er øvre siktstørrelse og xxx/yyy er bindemiddelgraden.

EKSEMPEL: Sta 11 med bindemiddel 35/50:

MA 11 35/50 Sta 11.

Sta 2 og Sta 4 er også kalt isoleringsstøpeasfalt. Sta 2 benyttes bare til fuktisolering av bruer.

Filler

Ved planlegging regnes fillerinnhold som nedenfor.

Sta	2	4	8	11	16
Filler %	32	29	27	25	25

Gradering av steinmaterialet og innhold av bindemiddel velges på en slik måte at det oppnås en hulromfri og smidig masse.

632.5 Støpeasfalt (Sta)

Støpeasfalt skal tilfredsstille kravene i NS-EN 13108-6 "Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner – Del 6: Støpeasfalt" (Ref. 41). Delmaterialene skal tilfredsstille kravene i figur 632.9. Ved typeprøving skal sammensetningen tilfredsstille kravene i figur 632.9 og 632.10. Siktekurven bør være mest mulig midt mellom grensekurvene og parallell med disse.

Bindemiddelinnholdet skal være så høyt som mulig innenfor rammer som er satt for massen med hensyn på krav til hardhet.

Massesammensetning og egenskaper skal som et minimum dokumenteres i hht. nasjonalt tillegg i NS-EN 13108-6.

Materialkrav					
Materialer	ÅDT	≤ 3000	3001-5000	5001-15000	> 15000
Stein					
Flisighetsindeks		≤ 30 ²⁾	≤ 30 ²⁾	≤ 25	≤ 25
Los Angeles-verdi		≤ 30 ²⁾	≤ 25 ²⁾	≤ 25	≤ 15
Mølleverdi				≤ 10	≤ 7
Knusningsgrad		C _{90/1} ²⁾	C _{90/1} ²⁾	C _{100/0}	C _{100/0}
Bindemiddel		35/50-50/70 PMB	35/50-50/70 PMB	35/50-50/70 PMB	35/50-50/70 PMB
Grensekurver (tilsiktet utgående sammensetning)					
Gjennomgang i masseprosent					
ISO-sikt	Sta 2	Sta 4	Sta 8	Sta 11	Sta 16
22,4 mm					100
16 mm				100	90-100
11,2 mm			100	90-100	56-80
8 mm			90-100	60-80	51-72
5,6 mm		100			
4 mm	100	85-100	60-80	50-70	
2 mm	85-100	56-76	47-67	42-62	39-59
0,25 mm	36-75	31-45	27-41	28-42	28-42
0,063 mm	28-46	23-32	21-31	20-30	19-29
Minste bindemiddelinnhold tilsiktet utgående sammensetning ¹⁾					
Dekke		8	7,8	7,6	7,4
Fuktisolering	13,5	11			

1) Minimum bindemiddeltilsetning i % av totalvekt asfaltmasse korrigeres med hensyn på steinmaterialets densitet ved å multiplisere med faktoren $\alpha = \frac{2,650}{\rho_a}$, hvor ρ_a er

steinmaterialets densitet i megagram pr kubikkmeter (Mg/m³), bestemt i henhold til NS-EN 1097-6.

Bindemiddelinnholdet inkluderer bitumen i gjenbruk og naturasfalt når det benyttes.

2) Kravet er mest aktuelt for fuktmembran på brudekker

Figur 632.9 Krav til delmaterialer og utgående tilsiktet sammensetning, Sta

Kravene i figur 632.10 gjelder for prøvelegemer utstøpt som beskrevet i NS-EN 12697-20.

Krav til hardhet ved ¹⁾	Sta 4 – Sta 11 Krav stempel- inntrykk i henhold til NS-EN 12697-20 (mm)	Sta 16 Krav stempel- inntrykk i henhold til NS-EN 12697-21 (mm)
Langsomtgående trafikk	1-3	IK
Tung og middels tung trafikk	1-6	IK
Lett trafikk, gang- og sykkelveger, fortau	< 10	IK
Isoleringsstøpeasfalt (Sta 2 og Sta 4)	< 15	

- 1) Krav til hardhet dokumenteres for masser med øvre siktstørrelse $\leq 11,2$ mm etter NS-EN 12697-20. Når øvre siktstørrelse er over 11,2 mm benyttes i følge NS-EN 13108-6 testmetode NS-EN 12697-21. IK betyr Ikke Krav, siden det ikke finnes erfaringsgrunnlag for å sette krav etter denne metoden (NS-EN 12697-21). I stedet anbefales å benytte NS-EN 12697-20 og kravsettet for øvre siktstørrelse $\leq 11,2$ mm, og byggherren kan angi om massen i tillegg ønskes deklart etter NS-EN 12697-21.

Figur 632.10 Krav til hardhet, Sta

Bindemiddel og kornkurve i det ferdige dekket skal være i overensstemmelse med masseresept og innenfor toleransene i punkt 631.1-2.

Ved produksjon og utlegging skal temperaturlengdene i punkt 631.3 overholdes. Sta kan legges når lufttemperaturen er over 0 °C (over + 5 °C for isoleringsstøpeasfalt).

Slitelag av støpeasfalt skal avstrøs med asfaltert finpukk (2-8 kg/m²) mens dekket ennå er varmt.

Tilsetningsstoffer

Naturasfalt eller andre stabilitetsforbedrende tilsetninger kan benyttes etter avtale med byggherren. Tilsetning av vedheftningsmiddel kan være nødvendig avhengig av steinmaterialet.

Miljø

Økende bindemiddelstivhet krever høyere produksjonstemperatur. Massetypens høye produksjons- og utleggingstemperatur kan innebære en miljøulempe, spesielt i lukkede rom.

Annet

For å unngå sig, bør ikke støpeasfalt legges på underlag med større lengde- eller tverrfall enn 5 % uten at spesielle tiltak iverksettes.

632.6

Generelt

Topeka er en ensartet blanding av tørket, oppvarmet steinmateriale og bitumen. Den brukes som slitelag på vegger med særlig stor trafikk og som brubelegning.

Kornkurven for ordinær Topeka vil vanligvis ha et tydelig partikkel-sprang.

Slitestykken er avhengig av et høyest mulig innhold av puk >11,2 mm, men faren for separasjon er stor hvis pukinnholdet økes utover 50 %. Finfraksjonen (< 2 mm) kan bestå av fin sand, steinmel eller blandinger av disse.

Top 2 betegnes ofte som sand-asfalt, og brukes som beskyttelseslag på bruer m.v. I spesielle tilfeller anvendes Top 4s som kombinert isolasjon/slitelag, og avstrøs med Af 8 / Af 11 for friksjon/slitestykke.

Bindemiddelinhold

Normalt vil bindemiddelinholdet ligge innenfor +/- 0,4 % i forhold til verdiene angitt nedenfor.

Topeka (Top)	4 s	2	11	16	22
Bindemiddelinhold ved planlegging, masse-%	15	9,8	7,5	6,8	6,6

Tilsetningsstoffer

Ved bruk av Top-masse på gater og vegger med mye saktegående trafikk, bør bruk av PMB eller spesielle tilsetningsstoffer vurderes for å bedre stabiliteten.

Tilsetning av vedheftningsmiddel kan være nødvendig avhengig av steinmaterialet.

Miljø

Massetyper har ingen spesielle miljøtemper, men når produksjon og utlegging foregår ved de høyeste temperaturer, kan dette innebære en miljøtempe.

632.6 Topeka (Top)

Topeka faller utenom massetyperne definert av standardene i NS-EN 13108-serien og er derfor ikke å regne som ordinær handelsvare. Dersom den skal benyttes som toppdekke på trafikkerte arealer må det begrunnes i kontrakten (f.eks. forsøksdekke eller spesielle egenskaper som kombinert fuktisolering og slitelag).

Topeka skal sammensettes av materialer som tilfredsstillt kravspesifikasjonene i figur 632.11.

Kravene til massesammensetning skal dokumenteres ved at angitt siktekurve er oppfylt. Siktekurven bør være mest mulig midt mellom grensekurvene og parallell med disse.

Materialkrav					
Materialer	ÅDT	≤ 3000	3001-5000	5001-15000	> 15000
Stein					
Flisighetsindeks		≤ 30 ²⁾	≤ 30 ²⁾	≤ 25	≤ 25
Los Angeles-verdi		≤ 30 ²⁾	≤ 25 ²⁾	≤ 25	≤ 15
Mølleverdi				≤ 10	≤ 7
Knusningsgrad		C _{90/1} ²⁾	C _{90/1} ²⁾	C _{100/0}	C _{100/0}
Bindemiddel ¹⁾		35/50-70/100 PMB	35/50-70/100 PMB	35/50-70/100 PMB	35/50-50/70 PMB
Korngradering (siktekurve)					
Gjennomgang i masseprosent					
ISO-sikt	Top 4s	Top 2	Top 11	Top 16	Top 22
31,5 mm					100
22,4 mm				100	85-100
16 mm			100	85-100	60-75
11,2 mm			85-100	56-60	45-58
8 mm	100		50-60	45-56	45-55
4 mm	90-100	100	48-56	45-56	45-55
2 mm	64-82	90-100	45-55	43-55	41-55
1 mm	52-72	79-96	41-53	38-53	37-53
0,5 mm	40-60	62-90	36-51	33-49	31-50
0,25 mm	30-45	31-66	25-41	21-39	20-39
0,125 mm	24-30	20-39	21-30	16-26	16-26
0,063 mm	19-25	10-16	16-22	11-16	11-16

1) Som bindemiddel i Top 4s brukes PMB uansett trafikkmengde. PMB til Top 4s skal tilfredsstillt krav stilt i Håndbok R762, Prosesskode 2, prosess 87.14 (Ref. 29), se også 622.1.

2) Kravet er mest aktuelt for fuktmembran på brudekker

Figur 632.11 Krav til delmaterialer og utgående tilsiktet sammensetning, Top

Krav til hardhet skal være som gitt i figur 632.12.

Krav til hardhet, Top 4s	
Hardhet v/stempelintrykk	45-300 sek til 27 mm inntrykk oppnås

Figur 632.12 Krav til hardhet, Top 4s (Håndbok R210, pkt. 14.5582 (Ref. 3))

Bindemiddel og kornkurve i det ferdige dekket skal være i overensstemmelse med masseresept og innenfor toleransene i punkt 631.1-2.

Ved produksjon og utlegging skal temperaturgrensene i punkt 631.3 overholdes.

Slitelag av Topeka skal avstrøs med asfaltert finpukk ($2-6 \text{ kg/m}^2$) mens dekket ennå er varmt.

Umiddelbart etter utlegging skal dekket vals. Toleranser for komprimering, se punkt 631.4.

632.7

Generelt

Drensasfalt er en ensartet, grovt sammensatt asfaltmasse med god dreneringsevne (permeabilitet). Denne egenskapen reduseres hvis underliggende lag innrettes slik at vannet ikke får fritt utløp. Da reduseres også dekkets levetid.

Steinmaterialer som benyttes bør ha samme mekaniske styrke. For stor variasjon kan resultere i nedknusing og tiltetting av dekket.

Benevning

Drensasfalt (Porous Asphalt, PA) betegnes i Norge tradisjonelt som Da nn hvor nn angir øvre siktstørrelse. Denne betegnelsen kan fortsatt benyttes i de fleste sammenhenger.

Ved deklarasjon av materialet i hht. standarden betegnes drensasfalt som:

PA nn xxx/yyy Da nn, hvor nn er øvre siktstørrelse og xxx/yyy er bindemiddelgraden.

EKSEMPEL: Da 11 med bindemiddel 70/100:

PA 11 70/100 Da 11

Bindemiddelinnhold

Minimum bindemiddelinnhold er et krav i tillegg til de andre kravene til massen. Andre krav vil normalt innebære at et høyere bindemiddelinnhold må benyttes. Bestemmelsen av tilsiktet bindemiddelinnhold for massen er en sentral del av innledende typeprøving.

Tilsetningsstoffer

For å oppnå et høyere bindemiddelinnhold, er det vanlig å tilsette fiber i følgende mengder (masseprosent av bindemiddelet):

- Cellulosefiber 4-6 %
- Mineralullfiber 6-9 %

Spesialfiller, 0,4-0,5 % av totalmengden, kan gi tilsvarende effekt.

Miljø

Produksjon av Da medfører små miljøulempere pga. den lave produksjonstemperaturen.

Drensasfalt drenerer bort overflatevann, har høy friksjon, gode lystekniske egenskaper og gir redusert trafikkstøy sammenlignet med tilsvarende tette asfaltdekker (2-4 dB(A) reduksjon).

632.7 Drensasfalt (Da)

Drensasfalt skal tilfredsstillere kravene i NS-EN 13108-7 "Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner – Del 7: Drensasfalt" (Ref. 42). Delmaterialene skal tilfredsstillere kravene i figur 632.13. Ved typeprøving skal sammensetningen tilfredsstillere kravene i figur 632.13 og 632.14. Siktekurven bør være mest mulig midt mellom grensekurvene og parallell med disse.

Massesammensetning og egenskaper skal som et minimum dokumenteres i hht. nasjonalt tillegg i NS-EN 13108-7.

Materialkrav					
Materialer	ÅDT	≤ 3000	3001-5000	5000-15000	> 15000
Stein					
Flisighetsindeks		≤ 30	≤ 25	≤ 25	
Los Angeles-verdi		≤ 30 ³⁾	≤ 25	≤ 25	
Mølleverdi		≤ 14 ³⁾	≤ 10	≤ 10	
Knusningsgrad		C _{50/20}	C _{100/0}	C _{100/0}	
Bindemiddel		160/220	70/100-160/220 PMB	35/50-70/100 PMB	
Fibertilsetning	Se under, se også kommentarspalten				
Grensekurver (tilsiktet utgående sammensetning)					
Gjennomgang i masseprosent					
ISO-sikt	Da 8	Da 11	Da 16		
22,4 mm			100		
16 mm		100	90-100		
11,2 mm	100	90-100	38-61		
8 mm	90-100	32-53	27-44		
4 mm	26-41	15-28			
2 mm	16-23	11-18	10-17		
0,25 mm	5-7	5-7	4-7		
0,063 mm	3-5	3-5	2-5		
Minimum bindemiddelinnhold tilsiktet utgående sammensetning²⁾					
Min. bindemiddelinnhold ¹⁾	5,0	5,0	4,5		

1) Minimum bindemiddeltilsetning i % av totalvekt asfaltmasse korrigeres med hensyn på steinmaterialets densitet ved å multiplisere med faktoren $\alpha = \frac{2,650}{\rho_a}$, hvor ρ_a er

steinmaterialets densitet i megagram pr kubikkmeter (Mg/m³), bestemt i henhold til NS-EN 1097-6.

Bindemiddelinnholdet inkluderer bitumen i gjenbruk og naturasfalt når det benyttes.

2) For massetyper med D<16mm vil bindemiddelinnholdet normalt måtte ligge ca. 0,2 % over minimum bindemiddeltilsetning.

3) For ÅDT < 300 settes kravet til LA ≤ 40. For ÅDT ≤ 1500 er kravet til mølleverdi ≤ 19.

Figur 632.13 Krav til delmaterialer og utgående tilsiktet sammensetning, Da

Med mindre annet er angitt av byggherren, skal det ved bruk av vegbitumen som bindemiddel i massen, benyttes fiber for å sikre et høyt bindemiddelinnhold uten avrenning. Også ved bruk av PMB vil det være behov for tilsetning av fiber.

Det skal benyttes aktivt vedheftningsmiddel hvor tilfredsstillende effekt av type og mengde er dokumentert ved laboratorietest sammen med de steinmaterialer og bindemidler som skal benyttes, jfr. pkt. 631.5.

Bindemiddel og kornkurve i det ferdige dekket skal være i overensstemmelse med masseresept og innenfor toleransene i punkt 631.1-2.

Ved produksjon og utlegging skal temperaturgrensene i punkt 631.3 overholdes.

Umiddelbart etter utlegging skal dekket vales. Toleranser for komprimering, se punkt 631.4. Ved utlegging av tynne dekker hvor planlagt tykkelse er mindre enn 60 kg/m^2 , er det ikke satt hulromskrav. Ved slike forhold bør byggherren vurdere å sette utførelseskrav.

Komprimering

Utførelseskravet kan for eksempel være krav om minst 6 passeringer med vals med linjelast $> 10 \text{ kg/m}$ og en hastighet på valsen som ikke overstiger 5 km/t .

Annet

Hulromprosenten bør være høyest mulig for å bevare den drenerende og støyreducerende egenskap lengst mulig. For høyt hulrominnhold vil samtidig redusere dekkets bestandighet.

Et finkornig dekke er mer støyreducerende enn et grovere, men samtidig mindre slitesterkt. Da 11 kan derfor være et kompromiss for norske forhold.

Ved de høye hulrom vil bruk av PMB minske faren for feilslag.

For å opprettholde dekkets åpne struktur kreves spesielle vedlikeholdsrutiner for rengjøring.

Drensasfalt trenger særlig overvåking om vinteren mht. ising og effekt av salting.

632.8

Generelt

CEN arbeider med standardiserte krav til masser som anvendes i tynndekkeløsninger. Arbeidet omfatter også selve utførelsesprosedyren.

Det er på markedet en rekke forskjellige proprietære tynndekker, det vil si tynndekkeløsninger utviklet av firmaer og gitt egne merkenavn. Slike tynndekkeløsninger er lite egnet for standardiserte beskrivelser i konkurransegrunnlag hvor pris som regel er avgjørende for tildeling av kontrakt. Blant annet av den grunn er kontrakter med funksjonsrelaterte krav spesielt godt egnet for tynndekker.

Tynndekker inndeles vanligvis i følgende klasser med hensyn til dekketykkelse:

Svært tynne dekker: 20 – 30 mm
 Ultratynne dekker: 10 – 20 mm
 Mikrobelegninger: 6 – 12 mm

De fleste av de proprietære dekketyper er i klassene ultratynne og mikrobelegninger.

Begrepet "tynndekker" omfatter både klebing og levert, utlagt og komprimert verksblandet asfaltmasse.

En viktig side ved denne dekketyper er utsprøyting av et tykt lag av bituminøst klebemiddel som trenger opp i porene i dekket som legges ut.

På grunn av mengden utsprøytet klebemiddel kan klebet areal ikke utsettes for lastebildekk e.l. før asfaltmassen legges ut. Av den grunn vil tynndekker normalt legges ut med spesialmaskiner.

632.8 Tynndekker (T)

Beskrivelsen omfatter ikke proprietære tynndekker, det vil si tynndekkeløsninger som er utviklet/spesifisert av firmaer og gitt egne merkenavn. Disse tynndekkeløsninger er basert på til dels vidt forskjellige løsninger, med forskjeller i både kostnader, funksjonsegenskaper og dekkelevetider. Proprietære tynndekker kan være et aktuelt alternativ til en normert type tynndekker med krav som angitt i dette kapittel. Byggherrens beskrivelse må da baseres på funksjonsrelaterte krav, se Kap. 603.

Normert type tynndekker

Kap 632.8 beskriver en normert type tynndekker med tilsiktet dekketykkelse 20-30 mm. Delmaterialene i tynndekker skal tilfredsstillende kravene i figur 632.14. Ved typeprøving skal sammensetningen tilfredsstillende kravene i figur 632.14 og 632.15. Siktekurven bør være mest mulig midt mellom grensekurvene og parallell med disse.

Materialkrav					
Materialer	ÅDT	≤ 3000	3001-5000	5001-15000	> 15000
Stein					
Flisighetsindeks		≤ 25	≤ 25	≤ 25	≤ 25
Los Angeles-verdi		≤ 25	≤ 15	≤ 15	≤ 15
Mølleverdi		≤ 10	≤ 7	≤ 7	≤ 7
Knusningsgrad		C _{50/20}	C _{100/0}	C _{100/0}	C _{100/0}
Bindemiddel					
		35/50-330/430	35/50-330/430	35/50-330/430	35/50-330/430
		PMB	PMB	PMB	PMB
Grensekurver (tilsiktet utgående sammensetning)					
Gjennomgang i masseprosent					
ISO-sikt		T 5	T 8	T 11	
16,0 mm				100	
11,2 mm			100	90-100	
8,0 mm		100	90-100	45-65	
5,6 mm		90-100	45-65		
4 mm		55-70	18-30	17-35	
2 mm		17-25	15-22	14-20	
0,25 mm		8-12	8-12	8-12	
0,063 mm		7-9	7-9	7-9	
Minste bindemiddelinhold tilsiktet utgående sammensetning ¹⁾					
Min. bindemiddelinhold		6,0	5,6	5,4	

1) Minimum bindemiddeltilsetning i % av totalvekt asfaltmasse korrigeres med hensyn på steinmaterialets densitet ved å multiplisere med faktoren $\alpha = \frac{2,650}{\rho_a}$, hvor ρ_a er

steinmaterialets densitet i megagram pr kubikkmeter (Mg/m³). Bindemiddelinholdet inkluderer bitumen i gjenbruk og naturasfalt når det benyttes.

Figur 632.14 Krav til delmaterialer og utgående tilsiktet sammensetning, T

Med mindre god vedheft er sikret på annen måte, skal det benyttes vedheftningsmiddel hvor tilfredsstillende effekt av type og mengde er dokumentert ved laboratorietest sammen med de steinmaterialer og bindemidler som skal benyttes, jfr. pkt. 631.5.

Kravene i figur 632.15 gjelder kun ved proporsjonering/typeprøving. Prøvelegemene komprimert ved slagkomprimering med 50 slag pr side (metode C.1.2 i Tabell C.1 i NS-EN 13108-20 (Ref. 44)). Komprimering på veg kan bare beskrives som utførelseskrav.

Krav til hulrom ved proporsjonering ¹⁾	
Slitelag	
Minste hulrominnhold, %	11,0
Største hulrominnhold, %	15,0

1) Prøvens densitet skal bestemmes etter NS-EN 12697-6 metode D, etter mål

Figur 632.15 Krav til hulrom ved proporsjonering, T

Med mindre annet er nærmere angitt skal det til klebing benyttes bitumen-emulsjon med polymermodifisert bindemiddel. Mengden utsprøytet rest-bindemiddel skal minst være 0,8 l/m².

Polymerbindemiddelet i emulsjonen til klebing kan velges blant de angitte klassene, evt. beskrives som 'Øvrige PMB', i henhold til figur 622.3.

Dersom det er beskrevet polymermodifisert bindemiddel i massen, skal denne oppfylle kravene til 65/105-80 i figur 622.3 dersom annet ikke er foreskrevet.

Bindemiddel og kornkurve i det ferdige dekket skal være i overensstemmelse med masseresept og innenfor toleransene i kap 631. Liten dekketykkelse kan medføre at asfaltmassens sammensetning bør kontrolleres på prøver tatt på utleggerstede under arbeidets utførelse.

Ved produksjon og utlegging skal temperaturgrensene i punkt 631.3 overholdes.

Umiddelbart etter utlegging skal dekket valsles. Alle arealer bør komprimeres med minst 6 passeringer med en hastighet på valsen som ikke overstiger 5 km/t.

633. Verksproduserte massetyper, kaldblandede

633.0 Bruksområde

Kaldblandede masser er godt egnet som bindlag under slitelag av annen massetype, evt overflatebehandling på vegger med ÅDT opp til 3000.

Som slitelag bør man vurdere risikoen for feilslag ut fra erfaringer, da disse massetyperne kan være sårbare for b.la. nedbør den første tiden etter legging.

Benevning

Tynndekker betegnes som T nn hvor nn angir øvre siktstørrelse.

Dersom bindemiddelet består av polymermodifisert bindemiddel, skal dette fremgå ved at betegnelsen T nn PMB benyttes.

De firmaspesifikke tynndekker er gitt egne betegnelser som kan komme i tillegg til benevningen over. I byggherrens beskrivelse av asfaltarbeider skal ikke de firmaspesifikke betegnelsene benyttes.

Miljø

Tynndekker med øvre siktstørrelse 5 og 8 mm har gode miljømessige egenskaper ved at de gir redusert trafikkstøy sammenlignet med asfaltdekker med større steinstørrelse. Kortere dekkelevetid og hyppigere behov for dekkefornyelse kan være en miljømessig ulempe.

633.1

Generelt

Emulsjonsgrus er kaldblandete bitumenstabiliserte stein- og grusmasser, som kan brukes ved $\text{ADT} < 3000$.

Bindemiddel

Avhengig av fuktigheten i steinmaterialet velges C60B, C65B eller C69B (gammel benevning BE60, BE65 og BE70). Mineraltype, kornkurve, produksjonsutstyr og rutiner avgjør om R (raskt), M (medium) eller S (saktebrytende) emulsjoner benyttes. Funksjonskrav og produksjonsutstyr/rutiner bestemmer bindemiddelets hardhet.

Emulsjonsgrus med bindemiddelstivhet inntil V3000 kan bearbeides etter brytning og en tids lagring. Ved bruk av stivere bindemiddel bør massen legges ut fortløpende eller lagres i maksimalt noen få timer, avhengig av hvor hurtig emulsjonen bryter.

Bindemiddelinhold

Normalt vil bindemiddelinholdet ligge innenfor +/- 0,5 % i forhold til verdiene nedenfor.

Emulsjonsgrus (Egt)	11	16	22
Restbindemiddelinhold ved planlegging, masse-%	4,9	4,6	4,4

Miljø

Bitumenemulsjon er et miljøvennlig bindemiddel da det er vannbasert og trenger kun moderat oppvarming. Imidlertid kan avrenning fra lagerhaug eller dekke forekomme.

Annet

Altfor fuktige eller våte materialer vil medføre avrenning av misfarget vann. Silt og finere fraksjoner kan gi store variasjoner i brytningstid og dessuten kunne inneholde humus som igjen påvirker brytningstiden.

633.1 Emulsjonsgrus, tett (Egt)

Emulsjonsgrus, tett, sammensettes av materialer som tilfredsstillter kravspesifikasjonene i figur 633.1. Kravene til massesammensetning skal dokumenteres ved at angitt siktekurve er oppfylt. Siktekurven bør være mest mulig midt mellom grensekurvene og parallell med disse.

Materialkrav					
Materialer	ÅDT	≤ 300	301-1500	1501-3000	> 3000
Stein					
Flisighetsindeks		≤ 35	≤ 30	≤ 25	
Los Angeles-verdi		≤ 40	≤ 30	≤ 30	
Mølleverdi (v/slitelag)				≤ 14	
Knusningsgrad		$C_{20/70}$	$C_{20/70}$	$C_{20/70}$	
Bindemiddel					
Bitumenemulsjon basert på følgende bindemiddeltyper		330/430 V1500-V12000		330/430 V6000-V12000	
Grensekurver (tilsiktet utgående sammensetning)					
Gjennomgang i masseprosent					
ISO-sikt		Egt 11	Egt 16	Egt 22	
31,5 mm				100	
22,4 mm			100	85-100	
16 mm		100	85-100	65-94	
11,2 mm		85-100	69-91	54-78	
8 mm		68-84	55-78	43-66	
4 mm		50-66	39-56	28-47	
2 mm		35-51	26-40	18-34	
1 mm		24-36	18-30	10-22	
0,5 mm		16-25	12-21	5-14	
0,25 mm		10-17	7-14	3-10	
0,125 mm		5-10	4-9	2-7	
0,063 mm		3-5	2-5	1-4	

Figur 633.1 Kravspesifikasjoner, Egt

Grus- og steinmaterialer skal være jordfuktige. Grusmaterialene skal være frie for humusstoffer.

Bindemiddelet skal tilpasses det steinmateriale som foreligger. Undersøkelse av bindemiddeldekning skal foretas etter laboratoriemetode beskrevet i Laboratorierapport nr. 87 (Ref. 13). Bindemiddeldekningen skal være minst 80 %.

Bindemiddel og kornkurve i det ferdige dekket skal være i overensstemmelse med masseressept og innenfor toleransene i punkt 631.1-2. Umiddelbart etter utlegging skal dekket komprimeres.

633. 2 Asfaltskumgrus (Asg)

Asfaltskumgrus skal sammensettes av materialer som tilfredsstillter kravspesifikasjonene i figur 633.2. Kravene til massesammensetning skal dokumenteres ved at angitt siktekurve er oppfylt. Siktekurven bør være mest mulig midt mellom grensekurvene og parallell med disse.

Materialkrav				
Materialer	ÅDT	≤ 300	301-1500	>1500
Stein				
Flisighetsindeks		≤ 35	≤ 30	
Los Angeles-verdi		≤ 40	≤ 30	
Mølleverdi		-	-	
Knusningsgrad		-	-	
Bindemiddel		330/430-V12000		
Skumbitumen basert på følgende bindemidler:				
Grensekurver (tilsiktet utgående sammensetning)				
Gjennomgang i masseprosent				
ISO-sikt	Asg 16			
22,4 mm	100			
16 mm	85-100			
11,2 mm	70-100			
8 mm	58-85			
4 mm	40-70			
2 mm	32-50			
1 mm				
0,5 mm				
0,25 mm	12-20			
0,125 mm				
0,063 mm	6-12			

Figur 633.2 Kravspesifikasjoner, Asg

Asg skal proporsjoneres i hht. håndbok V250 (Ref. 19).

Bindemiddel med forskjellig hardhet kan benyttes. Bindemiddelinholdet skal være $\geq 4,0\%$. Det skal benyttes vedheftningsmiddel hvor dokumentasjon av effekt skal inngå i massens proporsjonering. Se pkt. 631.5.

Bindemiddel og kornkurve i det ferdige dekket skal være i overensstemmelse med masseresept og innenfor toleransene i punkt 631.1-2.

Umiddelbart etter utlegging skal dekket komprimeres.

633.2

Generelt

Asfaltskumgrus er en kald blanding av skumbitumen, stein- og grusmasser, som kan brukes i slitelag på veger med ÅDT < 1500.

Produksjon

Asfaltskumgrus produseres i enkle kaldblandeverk eller i produksjonsutleggere. Asfaltskumgrus kan ligge lagret en tid etter innblanding av bindemiddelet før massen legges ut og komprimeres.

Miljø

Dekket er enkelt og miljøvennlig å produsere og legge.

Annet

Dekket kan være sårbart den første tiden etter legging (mye nedbør, høy trafikk). Forsegling bør vurderes. Under produksjon av Asg bør vanninnholdet i steinmaterialet ikke overstige optimalt vanninnhold minus 3 %, bestemt ved Modifisert Proctor.

634.1

Generelt

Asfaltert finpukk er en ensartet blanding av tørket oppvarmet pukk og oppvarmet bitumen. Asfaltert finpukk brukes til avstrøing av tette dekker.

Tilsetning av 0,5-1,5 % filler og vedheftningsmiddel bør vurderes.

Bindemiddelinholdet avhenger av steinstørrelsen og avtar når denne øker.

Ved avstrøing med asfaltert finpukk oppnås forbedrede friksjonsforhold og eventuelt lystekniske forhold (lys stein). Finpukken skal spres jevnt med mekanisk spreder, fortrinnsvis mens dekket er varmt (eller mykt).

Normalt benyttes sorteringen 4/8, men dette vil variere med pukkinholdet i den massen som avstrøs. Pukkforbruket avhenger av steinstørrelsen og er vanligvis 2-4 kg/m² utspredd i en omgang.

634. Andre verksproduserte asfaltmaterialer

634.1 Asfaltert finpukk (Af)

Asfaltert finpukk er ikke en bituminøs masse og skal ikke deklarerer i henhold til NS-EN 13108-serien.

I asfaltert finpukk skal det benyttes steinmateriale av samme kvalitet som i asfaltdekket som avstrøs. Spranget mellom øvre og nedre nominelle grense bør ikke overstige 6 mm.

Steinmaterialet skal tilsettes 0,7 – 1,5 % bindemiddel 50/70 – 70/100. Ved produksjon skal maksimal temperatur på massen ikke overstige 170 °C ved bruk av 50/70 og 160 °C ved bruk av 70/100. Tilfredsstillende vedheftning mellom steinmaterialer og bindemiddel skal dokumenteres, jfr. pkt. 631.5.

Sammenklebing skal unngås. Dette kan oppnås ved å forlenge blandetiden.

64. Overflatebehandling

641. Generelt

Overflatebehandlingen skal utføres i tørt vær. Inntreffer regn, skal arbeidet avbrytes, dekket avsandes med-finpukk og valses etter behov.

Temperaturen skal være minimum 5 °C ved bruk av bitumenløsning og minimum 10 °C ved bruk av andre bindemidler. Det forutsettes at det ikke har vært frost foregående natt.

Steinmaterialet skal spres umiddelbart etter utspredning av bindemiddelet. Det skal brukes mekanisk spreder.

Umiddelbart etter spredning av steinmaterialet følger valsing. Valsingen skal fortsette inntil steinkornene overalt er godt orienterte og trykket ned i bindemiddelet. Det bør brukes gummihjulvals, men vibrovals med gummibelagte tromler kan benyttes der underlaget er helt jevnt.

Ved dobbel overflatebehandling skal den første være godt bundet til underlaget før annen gangs behandling. Før denne utføres skal alt løst materiale fjernes og eventuelle sår være lappet.

642. Typer overflatebehandling

Aktuelle typer av overflatebehandling er:

- Overflatebehandling, enkel (Eo) og dobbel (Do), se 642.1.
- Overflatebehandling med grus, enkel (Eog) og dobbel (Dog), se 642.2.

642.1
Generelt

Overflatebehandling er et vegdekke hvor vegbanen først sprøytes med bindemiddel og deretter avstrøs med et ensgradert steinmateriale. Overflatebehandling brukes vanligvis på vegger med ÅDT < 3000.

Bindemiddel

Bitumenemulsjon som benyttes vil normalt være C69B3 (gammel benevnelse: BE70R). Bruk av PMB (polymermodifiserte bindemidler) er aktuelt for å forhindre blødning, oppnå spesielle egenskaper eller tilfredsstille spesielle krav. ÅDT-grensene kan da justeres. Egen beskrivelse er nødvendig.

Bindemiddelforbruk

Normale bindemiddelmengder ved forskjellige steinstørrelser og forskjellige underlag er gitt nedenfor (bindemiddelforbruk ved planlegging, kg/m²).

Sortering (mm)	Binde-middel	1. lag ved dob. overflate-behandling	Enkel overflate-beh. og 2. lag ved dob. overflatebeh.
4/8	C69B3	1,3	1,4
	BL	0,9	1,1
	B	0,8	1,0
8/11	C69B3	1,9	2,1
	BL	1,4	1,6
	B	1,3	1,4
11/16	C69B3	2,3	2,3
	BL	1,7	1,8
	B	1,5	1,6
16/22	C69B3	2,5	2,5
	BL	1,9	1,9
	B	1,7	1,8

Bindemiddelmengden ovenfor gjelder normalt underlag. Ved tett underlag med bindemiddeloverskudd minskes verdiene med inntil 0,2 kg/m². Ved grusunderlag eller åpent magert underlag med bindemiddelunderskudd økes verdiene med inntil 0,2 kg/m².

Miljø

Overflatebehandling kan i anleggsfasen gi steinsprut med knuste bilruter som resultat. Trafikkens hastighet bør derfor holdes under kontroll. Det bør tilstrebes feiing så snart som mulig etter utleggingen, helst innen 1 døgn, uten at dekkekvaliteten forringes. Da det kan oppstå blødninger, er dekketypen lite egnet på vegger med gang-/sykkeltrafikk. Overflatebehandling er normalt støymessig ugunstig, men har gode friksjons-egenskaper.

Bruk av løsemiddelbaserte bindemidler er miljømessig ugunstig.

642.1 Overflatebehandling, enkel (Eo) og dobbel (Do)

Materialene til overflatebehandling skal tilfredsstille kravspesifikasjonene i figur 642.1.

Materialkrav					
Materialer	ÅDT	≤ 300	301 - 1500	1501 - 3000	>3000
Stein					
Flisighetsindeks		≤ 25	≤ 25	≤ 25	
Los Angeles-verdi		≤ 30	≤ 30	≤ 30	
Mølleverdi				≤ 14	
Andel knuste korn		C _{90/1}	C _{90/1}	C _{90/1}	
Bindemiddel					
Bitumen ¹⁾		160/220 - 330/430			
		PMB ²⁾			
Myk bitumen ¹⁾		V12000			
Bitumenløsning		BL5000R - BL18000R			
1) Angitt bindemiddel kan også anvendes i emulsjon					
2) Egnet type PMB kan brukes for å forhindre blødning.					
Anbefalte steinsorteringer (mm)					
4/8, 8/11 og 11/16					
Utspreidningstemperatur					
Bindemiddel			Temperatur °C		
160/220			140-175		
220/330			135-170		
330/430			130-165		
V12000			125-155		
BL18000R			135-155		
BL5000R			110-130		
C69B3			60-80		

Figur 642.1 Kravspesifikasjoner, Eo/Do

Dobbel overflatebehandling som legges med 6 mnd. eller mer mellom 1. og 2. lag kan betraktes som to enkle overflatebehandlinger og proporsjoneres i henhold til det. Ved lite tidsintervall mellom 1. og 2. lag bør det være sprang i standard steinsortering for lagene.

Pukksorteringene 4/8 og 8/11 kan ha inntil 20 % underkorn og 15 % overkorn, graderingskrav G_C85/20 i hht. NS-EN 13043. Sortering 11/16 mm kan ha inntil 15 % underkorn, graderingskrav G_C85/15. Øvrige krav til kornkurve, se vedlegg 3 (oversikt, handelsbetegnelser). Steinmaterialet skal være fritt for belegg som kan redusere vedheftningen. Ved tvil skal vasking foretas.

Det skal spres så mye steinmateriale at vegens overflate blir dekket, men ikke mer. Ved bruk av emulsjon skal steinmaterialet være fuktig under utleggingen.

Bitumenemulsjon skal tilpasses det aktuelle steinmaterialet. Ved bruk av bitumenemulsjon skal det vurderes evt. behov for avsanding med 4-5 kg/m². Ved bruk av andre bindemidler enn emulsjon produsert med emulgator som har vedheftsforbedrende egenskaper skal det benyttes aktivt vedheftningsmiddel hvor tilfredsstillende effekt av type og mengde er dokumentert ved laborietest, jfr. pkt. 631.5.

Mengde bindemiddel skal avpasses etter trafikkmengde, stedlige forhold som stigning, sol/skygge, underlagets ruhet og hardhet, samt steinmaterialets størrelse, form og finstoffinnhold. Mengden skal tilstrebes å være tilstrekkelig slik at steinmaterialet ikke løsner, men ikke så stor at blødninger oppstår. Mengden utspredd bindemiddel skal ikke på noe punkt på dekket avvike fra det tilsiktede med mer enn +/- 15 %.

Vedrørende værforhold og utførelseskrav vises det til kap. 641.

642.2
Generelt

Overflatebehandling med grus er et dekke hvor vegbanen først sprøytes med bindemiddel og deretter avstrøs med grus og vals. Dekketyper omtales gjerne som "Ottadekke". Overflatebehandling med grus brukes som foreløpig dekke og som lette slitedekker på tett, gradert underlag, med ÅDT < 1500.

Overflatebehandling med grus utføres i ett eller to lag. Anvendt som slitedekke anbefales to lag. Første lag i en tolagsbehandling kan imidlertid ligge under trafikk opptil ett år før neste lag legges. Hvor man er usikker på bærelagets egenskaper, kan det også være grunn til å vente med legging av det andre laget.

Bindemiddel

Bindemidlet som benyttes vil normalt være emulsjon C69B3 eller bitumenløsning. Valg av bindemiddeltipe skjer på grunnlag av steinmateriale og lokale forhold.

Bindemiddelforbruk

Bindemiddelmengder som bør benyttes avhenger av underlagets tetthet, samt mengde og korngradering av utspredd steinmateriale. Normale mengder (kg/m^2) ved planlegging er gitt nedenfor.

	Sortering, mm			
	0/11		0/16	
	BL	BE	BL	BE
Eog	1,7	2,0	1,8	2,2
Dog				
1. lag	1,6	1,9	1,7	2,0
2. lag	1,7	2,0	1,8	2,1

Miljø

Overflatebehandling kan i anleggsfasen gi steinsprut med knusing av frontruter som resultat. Det er derfor viktig at trafikkenes hastighet holdes under kontroll. Da det kan oppstå blødninger, er dekketyper lite egnet på vegger med gang-/sykkeltrafikk.

642.2 Overflatebehandling med grus, enkel (Eog)

Til overflatebehandling med grus skal anvendes materialer som tilfredsstillende kravspesifikasjonene i figur 642.2.

Materialkrav				
Materialer	ÅDT	≤ 300	301 - 1500	> 1500
Stein				
Flisighetsindeks		≤ 30	≤ 25	
Los Angeles-verdi		≤ 30	≤ 30	
Mølleverdi		-	-	
Andel knuste korn		-	-	
Bindemiddel				
Bitumenemulsjon		Bitumenemulsjon C69B3 basert på følgende bindemiddeltypene V3000 – V12000		
Bitumenløsning		BL4000M – BL8000M		
Korngradering (Siktekurve, gjennomgang i masseprosent)				
ISO-sikt		Sortering 0/11	Sortering 0/16	
22,4 mm			100	
16 mm		100	80-100	
11,2 mm		80-100	25-90	
8 mm		55-90	15-60	
4 mm		15-52	2-30	
2 mm		0-26		
1 mm		0-18	0-15	
0,25 mm		0-10	0-8	
0,063 mm		0-5	0-4	
En åpen gradering gir vanligvis best resultat. Til avstrøring brukes vanligvis 0/11 eller 0/16 i første lag og 0/11 i annet lag. Vanlig mengde ved 0/16 er 22-30 kg/m^2 , og ved 0/11 18-22 kg/m^2 .				
Utspredningstemperatur				
	Bindemiddel	Temperatur °C		
	BL8000M	120-140		
	BL4000M	110-130		
	C69B3	60-80		

Figur 642.2 Kravspesifikasjoner, Eog/Dog

Valg av bindemiddel skal være tilpasset steinmaterialets kornfordeling, trafikk og værforholdene under arbeidets utførelse, inklusive forventede forhold den første måneden etter utlegging.

Humusinnholdet skal være mindre enn fargestyrke 0,5. Grusen skal ikke ha skadelig belegg.

Ved bruk av bitumenemulsjon skal grusen være fuktig ved utlegging, og emulsjonen skal være tilpasset det aktuelle steinmaterialet.

Ved bruk av andre bindemidler enn emulsjon produsert med emulgator som har vedheftsforbedrende egenskaper, skal det benyttes aktivt vedheftningsmiddel hvor tilfredsstillende effekt av type og mengde er dokumentert ved laboratorietest, jfr. pkt. 631.5.

Ved utførelse skal vegbanen være fast, godt avrettet og justert til riktig tverrprofil og jevnhet. Nedslitt og telefarlig materiale skal høvles vekk. Støvdemping med kalsiumklorid, sjøvann eller sulfittlut skal ikke forekomme i den nærmeste tid (min tre måneder) før arbeidet utføres.

Mengden utspreddt bindemiddel skal ikke på noe punkt på dekket avvike fra det foreskrevne med mer enn +/- 15 %.

Vedrørende værforhold og utførelseskrav vises det til kap. 641.

65. Andre asfaltdekketiltak

651. Gjenbruksasfalt (Gja)

Gjenbruksasfalt (Gja) kan produseres varmt eller kaldt. Varm gjenvinning på veg, kald gjenvinning i verk og kald gjenvinning på veg er beskrevet i pkt. 651.1 t.o.m. 651.3. Varm gjenvinning i verk (til bruk i normerte massetyper) er beskrevet i pkt. 632.0.

Resirkulert asfalt til kald og varm gjenvinning skal oppfylle kravene i pkt. 622.4.

651.1 Varm gjenvinning på veg

Det gamle asfaltdekket må analyseres for å kunne foreta riktig proporsjonering med tilført materiale.

651.2 Kald gjenvinning i verk

Når kald gjenvinning foregår med bruk av hovedsakelig asfaltgranulat som tilslagsmateriale, benevnes massetypen som Gja, tilført emulsjon (E) eller skum (S). Gja kan brukes som dekke med $\dot{A}DT < 3000$ og som bærelag med $\dot{A}DT < 5000$.

Som bindemiddel kan anvendes bitumenemulsjon eller skumbitumen basert på myk bitumen V1500-V12000 og bitumen 250/330 eller 330/430.

651.3 Kald gjenvinning på veg

Eksisterende dekkematerialer må analyseres for å kunne foreta riktig proporsjonering med tilførte materialer.

651.1

Benevning

Varm gjenvinning på veg benevnes med Gja og øvre siktstørrelse, f.eks. Gja 16.

651.2 og 651.3

Generelt

Kald gjenvinning i verk og på veg innebærer at tilslagsmaterialet er basert på bruk av asfaltgranulat (fresemasse og/eller knust flakmasse), og tilsetning av bitumenemulsjon eller skumbitumen.

Benevning

Gja benevnes ved øvre siktstørrelse og type anvendt bindemiddel, f.eks. Gja 16E eller S hvor E angir at tilsatt bindemiddel er i form av bitumenemulsjon og S angir at tilsatt bindemiddel er i form av skumbitumen.

652. Forsegling (F)

Avstrøingsmateriale til forsegling skal være knust, tørr sand eller steinmel sortering 0,5/2,0. Materialet bør være tørket ved minimum 105 °C og asfaltert med 0,5-2,0 masseprosent bitumen.

Aktuelle bindemiddeltyper er vist i figur 652.1.

Bindemiddeltipe	< 3000	3001-5000	5001-15000	> 15000
Bitumenemulsjon basert på følgende bindemiddeltiper	160/220-330/430 V3000-V12000	160/220-330/430	160/220-330/430 PMB	160/220-330/430 PMB
Bitumenløsning	BL45R	BL45R		

Figur 652.1 Bindemiddeltiper, F

Forsegling skal ikke utføres når temperaturen er lavere enn 5 °C eller ved frost i bakken. Vanddammer i vegbanen skal fjernes på forhånd. I vedvarende sterkt regn eller sterk vind skal alt arbeid innstilles.

Det skal ikke brukes mer bindemiddel enn at porene blir fylt. Bindemiddelet skal spres jevnt. Ved steinreir og skjøter brukes så mye bindemiddel som dekket kan suge opp. Umiddelbart etter at bindemiddelet er utspredd skal det strøs av med avstrøingsmateriale. Dette skal strøs slik at overflaten blir jevn og godt dekket. Dersom forseglingen blir glatt, avstrøs ytterligere med ren sand/steinmel. Overskudd skal fjernes.

653. Slamasfalt (Sla)

Til slamasfalt skal det benyttes naturlige eller knuste steinmaterialer. Vanlige graderinger kan være 0/2, 0/4, 0/8 eller 0/11. Aktuelle bindemiddeltyper er vist i figur 653.1.

Bindemiddeltipe	ÅDT	< 1500	1501-3000	3001-5000	>5000
Bitumenemulsjon basert på følgende bindemiddeltiper		160/220 PMB	160/220 PMB	160/220 PMB	

Figur 653.1 Bindemiddeltiper, Sla

Krav til massens egenskaper, sammensetning og toleranser skal avtales i hvert enkelt tilfelle avhengig av bruksområdet.

652

Generelt

Forsegling er behandling av et vegdekke hvor vegbanen først sprøytes med et bindemiddel og deretter avstrøs med sand.

Forsegling kan være aktuelt ved etterarbeid eller som forebyggende vedlikehold av porøst og åpent dekke.

Forbruk

Normalt forbruk ved utsprøyting av bindemiddel er 0,2-0,5 kg/m² med bitumenløsning og 0,3-0,8 kg/m² med emulsjon (C50B3 eller C60B3 (gammel benevning BE50R eller BE60R)).

Forbruk av avstrøingsmateriale er vanligvis 3-6 kg/m².

Ved bruk av emulsjon bør underlaget være fuktig, men uten fritt vann slik at emulsjonen kan trenge ned.

Miljø

Bruk av bitumenløsning (BL45R) bør unngås av miljømessige grunner, men kan være et alternativ ved lave temperaturer.

653

Generelt

Slamasfalt blandes i selvgående maskin og utlegges med en påmontert sprekasse. Slamasfalt bryter normalt i løpet av 1-10 minutter og kan trafikkeres etter ca 20 minutter.

Slamasfalt kan anvendes ved etterarbeid som forebyggende vedlikehold av porøst og åpent dekke, eller som selvstendig dekke når det benyttes øvre siktstørrelse på 8 eller 11 mm.

Slamasfalt er lite benyttet i Norge

Tilsetningsstoffer

Ofte tilsettes sement eller spesialfiller.

Miljø

Massen kan være ømfintlig for avrenning ved utlegging.

66. Betongdekker

660. Generelt

660.1

Betongdekker er også beskrevet i Håndbok V263 Betongdekker (Ref. 21).

Et betongdekke er stivt og vil fordele belastningene bedre enn et bituminøst vegdekke. Stivheten gjør imidlertid at det ikke kan følge bevegelser i underlaget i den grad som et bituminøst dekke. Ujevne setninger eller telehiv kan føre til at betongdekket sprekker opp. Slike sprekker kan vanskelig repareres fullgodt. Setninger i underbygningen kan reduseres ved bruk av forbelastning eller andre tiltak. Ujevne telehiv kan unngås ved bruk av frostsikring, se pkt. 511.

Uarmerte dekker er den mest vanlige typen. Som oftest brukes dybler for å sikre lastoverføring i de tversgående fugene og forankringsjern over den langs-gående fugen i midten for å holde platene sammen. De øvrige dekketyperne er pr. i dag i liten grad i bruk i Norge, og de er ikke behandlet i detalj i dette kapitlet.

660.1 Valg av betongdekke

Betongdekker kan brukes på alle vegtyper og for alle trafikkbelastninger, men er mest aktuell for veger med høy trafikk (ÅDT > 3000). Betongdekket skal dimensjoneres for å ta vare på bæreevnen og for slitasje av piggdekk og kjettinger. Den bæreevнемessige dimensjoneringen skal sikre at betongdekket ikke sprekker opp og brytes ned av trafikken. Dekket skal holde en akseptabel standard i hele dimensjoneringsperioden.

I tillegg til den dekketykkelsen som framkommer av den bæreevнемessige dimensjoneringen, skal det gis et tillegg for å kompensere for hjulspor-slitasjen og eventuelle framtidige vedlikeholdstiltak som vil redusere dekkets tykkelse, se figur 513.7.

Valg av betongfasthet og tilslagsmaterialer gjøres ut fra trafikkmengde og vedlikeholdsstrategi. Det skal normalt legges opp til en vedlikeholdsstrategi med fresing/sliping og sporfylling, slik at kravene i Håndbok R610, Standard for drift og vedlikehold av riksveger (Ref. 14), er overholdt i hele dimensjoneringsperioden.

Det finnes forskjellige utførelser av betongdekker:

- Uarmerte plater - fugeavstand 4-6 m
- Slakkarmerte plater - fugeavstand 12-20 m
- Slakkarmerte, kontinuerlige dekker - uten fuger
- Forspente dekker
- Stålfiberarmerte dekker
- Valsebetong

Normalt velges betongdekke av uarmerte plater.

660.2 Kvalitetssikring

660.21 Generelt

Følgende element vurderes spesielt:

Materialsammensetning

Arbeidene skal ikke igangsettes før godkjent materialsammensetning (arbeidsresept) foreligger.

Materialkontroll

Det skal utarbeides klare regler for hvem som utfører kontrollen og hvor den utføres. Det skal klart gå fram hvordan entreprenørens resultater skal brukes sammen med byggherrens kontroll.

Trekkregler

Bruk av trekkregler skal avtales før arbeidene igangsettes.

660.22 Kontrollomfang og toleranser

Det vises til kvalitetsplanen og til kap. 62. Kontrollomfanget for betongdekker mht. geometriske krav og jevnhet skal ikke være mindre enn for asfaltdekker på hovedveger, se figur 604.1.

Toleranser for geometriske krav og jevnhet er vist i figur 604.1.

660.23 Dokumentasjon av utført kvalitet

For dokumentasjon av utført kvalitet skal følgende registreres (minimumsdokumentasjon):

- betongsammensetning (arbeidsresepter)
- middelværdier av målte kontrollresultater for betongkvalitet og jevnhet
- spesielle løsninger/forhold

661. Overflate**Tverrprofil**

Det bør fortrinnsvis legges skuldre i betong. Dekketykkelsen på skuldrene må ta hensyn til ev. framtidig sliping av betongdekket.

Jevnhet

Vegdekker av betong skal legges ut med egnet utstyr. Utstyret som brukes, skal dokumenteres å kunne oppfylle gjeldende jevnhetskrav.

Utbedring av ujevnheter

Dersom det viser seg at dekket ikke er lagt i henhold til spesifiserte krav skal det utbedres med utstyr som ikke skader fuger/kanter.

Oppfylling med reparasjonsmørtel bør ikke tillates.

Overflatestruktur

Vedrørende krav til friksjon vises til kap. 603 og Håndbok R610, Standard for drift og vedlikehold av riksveger (Ref. 14). En tilfredsstillende friksjon kan oppnås ved bruk av frilagt overflate eller slipemaskiner med diamantsagblad. Disse metodene kan også brukes dersom man ønsker å redusere initialslitasjen eller å få et mer støysvakt dekke.

661.

Man kan bearbeide overflatestrukturen til betongdekket på flere måter:

- ved frilegging av steinmaterialene i betongen ved hjelp av retarder og stålkost
- ved teksturering av kjørebanelen i forbindelse med utlegging
- ved lett sliping etter herding.

662.

Dersom det stilles krav til slitasje motstand kan denne dokumenteres for den aktuelle betong-sammensetningen, f.eks. på basis av resultater fra laboratorieprøving av slitasjeegenskapene.

Total spordannelse i felt er lik spesifikk piggedekkslitasje multiplisert med en empirisk korreksjonsfaktor som tar vare på overgangen fra laboratorieverdier til feltmålinger (klima, trafikk-sammensetning m.v.). For betongdekke regner man ikke med at plastisk deformasjon bidrar til spordannelsen.

Økt betongkvalitet (fasthetsklasse) gir redusert slitasje. På veier med stor trafikk vil det være gunstig, ut fra et slitasjemessig synspunkt, å velge en betongkvalitet på B65 eller høyere. Se punkt. 510.2, se også Håndbok V263 Betongdekker (Ref. 21) og Intern rapport nr. 1644 (Ref. 30).

Tilslagetets korngradering har stor betydning for betongens egenskaper ved utlegging og dekkets sliteegenskaper. Eksempel på anbefalt korngradering er vist i figur 662.1.

Sikt	Passert sikt, masse-%	Tillatt variasjon ved leveranse, masse-%
16 mm	94-100	
11,2 mm	65-70	± 2
8 mm	45-50	
4 mm	38-42	± 2
2 mm	30-35	
1 mm	20-30	
0,5 mm	12-20	± 1
0,25 mm	6-10	
0,125 mm	2-4	± 0,5

Figur 662.1 Eksempel på anbefalt korngradering for sammensatt tilslag. Se Intern rapport nr. 1660 (Ref. 31).

662. Betong

Betongarbeidene skal utføres etter bestemmelsene i følgende standarder:

- NS-EN 206-1 Betong del 1 Spesifikasjon, egenskaper og samsvar (Ref. 23)
- NS-EN 13670 Utførelse av betongkonstruksjoner (Ref. 24).

Kravene til luftinnføring gjelder ikke for fasthetsklasse B55 og høyere. For valsebetong gjelder dessuten at oppnådd trykkfasthet skal dokumenteres vha. utborede kjerner. Det skal tas minst en prøve pr. 1200 m².

Utførelsen kan skje i utførelsesklasse 2.

For å øke et betongdekkes slitasjemotstand kan man:

- velge betong med høy fasthet
- velge tilslag med dokumenterte gode slitasjeegenskaper
- unngå separasjon og mørtelanrikning i overflaten.
- benytte tilslag med øvre nominelle kornstørrelse (D) på 16 mm eller større.

Betongens fasthetsklasse velges ut fra bl.a. ønskede slitasjeegenskaper og skal vurderes i det enkelte tilfelle. Veiledning for valg av fasthetsklasse, se pkt. 510.2, 513.1 og kap. 663.

Utvelgelse av tilslag bør skje etter utredning og dokumentasjon av betongens bøyestrekfasthet.

Svært slitesterke steinmaterialer kan over tid gi dårlig friksjon på grunn av polering. Disse to egenskapene bør vurderes opp mot hverandre. For ikke å få en for grov struktur i overflaten når man er ferdig med initialsitasjen, noe som gir mye hjulstøy, velges vanligvis ikke øvre nominelle kornstørrelse (D) større enn 22 mm. Kornstørrelse ned til 8 mm kan være aktuelt for å få støysvake dekker i tettbygde strøk.

Tilslaget skal tilfredsstille de krav til tilslag som er stilt i Håndbok R762 Prosesskode-2, prosess 84.4 (Ref. 29), unntatt krav til korngradering. Videre bør sanden ikke inneholde mer enn 10 % (vekt) oppslembare stoffer, og den bør ikke inneholde mer enn 20 % av en enkelt fraksjon. Korngradering for det sammensatte tilslaget skal utredes og dokumenteres i det enkelte tilfelle. Det grove tilslaget skal være knuste steinmaterialer (pukk) eller kan være knust naturstein med minst 70 % bruddflater. Veiledende verdier for steinkvaliteten (mekaniske egenskaper) er gitt i vedlegg 3, figur V3.2.

663. Uarmerte betongdekker

Uarmerte betongdekker kan brukes på områder med stabil underbygning der det ikke er fare for ujevne telehiv eller setninger.

663.1 Tykkelse

Dimensjonering av overbygning med uarmert betongdekke er behandlet i kap. 51.

Dekketykkelsen skal holdes jevnest mulig. Ved prøvetaking (borhull) skal minst 80 % av prøvene ha tykkelse som er større eller lik den prosjekterte tykkelsen og minst 95 % skal være større eller lik 95 % av den prosjekterte tykkelsen. Ingen prøver skal være mindre enn prosjektert tykkelse minus 20 mm.

663.2 Fuger

663.20 Generelle krav

Uarmerte betongdekker skal forsynes med tversgående fordyblede kontraksjonsfuger og tversgående ekspansjonsfuge mot faste konstruksjoner. Når total dekkebredde er over 5 m benyttes også langsgående vinkelendringsfuge.

663.21 Saging av fuger

Saging av fuger skal utføres så tidlig at ukontrollert oppsprekking ikke oppstår. Saging skal imidlertid ikke foretas før betongen har oppnådd tilstrekkelig fasthet til å forhindre at sageskuttets kanter rives opp under saging. Sagkutt bør sages med et ca 3 mm bredt sagblad. Sagkutt bør ha en dybde på 1/3 av dekketykkelsen. Ved lokale partier med større dekketykkelse enn dekket forøvrig skal det sages så dypt at gjenværende betongtykkelse er den samme som i fuger ved dekket forøvrig. Sagingen skal foretas vertikalt midt over dybler med toleranse 50 mm.

Fugene kan utføres med et smalt sagkutt uten forsegling (figur 663.4) eller med et bredere kutt som forsegles. Fugeforsegling bør fortrinnsvis utføres ved hjelp av plastlist (neopren) som presses ned. Se figur 663.5 og 663.1. Norske erfaringer viser at forsegling kan unnværes dersom det brukes dybler og det sikres god fortanning i fugen. Normalt brukes verken forsegling eller dybler i valsebetong.

For ev. montering av fugelist skal sagkuttet for denne utføres tidligst to dager etter støp i en dybde tilpasset fugelisten og med en bredde på ca 15 mm.

En forseglet fuge skal kontrolleres jevnlig.

En tverrfuge skal ikke stoppe ved en langsgående fuge, men utføres gjennomgående over hele vegbredden. Skjæringsvinkler mellom fuger, f.eks. ved vegkryss, skal ikke være mindre enn 60° uten at platene armeres.

663.1

Ved dimensjoneringen fastsettes dekketykkelsen i utgangspunktet for betong i fasthetsklasse B35 og korrigeres dersom det velges annen fasthetsklasse, se figur 513.5 og figur 513.6. Dekketykkelse bestemt på denne måten gjelder kun bæreevnessig dimensjonering og skal derfor økes tilsvarende største tillatte spordybde og eventuelle framtidige vedlikeholdstiltak som redusere dekkets tykkelse, se punkt 513.1.

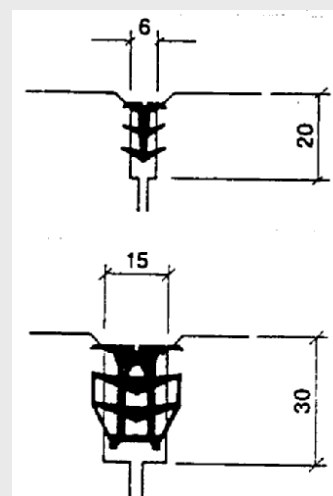
663.20

Betong svinner på grunn av kjemisk binding av vann ved herdeprosessen og uttørking. I tillegg fås en kontraksjon (sammenrekning) av betongen når den avkjøles. For å ivareta svinn og kontraksjoner, og for å oppta bevegelser som følge av setninger, belastninger og varierende temperaturer, lages kontraksjonsfuger i betongen.

Ved forsegling av fugene forhindres nedtrengning av vann, slam og andre fremmede materialer som er skadelige for dekker og fuger.

663.21

Saging kan normalt foretas mellom 6 og 24 timer etter utlegging av betongen, avhengig av betongsammensetning og temperatur. Enkelt, smalt kutt kan sages først. Etter svinn kan bredt kutt sages.



Figur 663.1 Eksempel på fugelist (type Phoenix EPMD)

663.22 Dybler

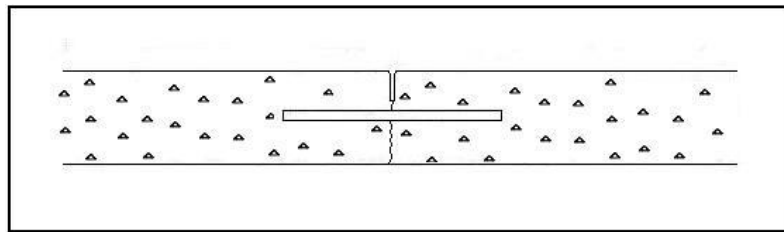
Dybler skal sammen med fortanning sikre en god lastoverføring i fugen. For dybeldimensjon og dybelavstand, se pkt. 663.25. Dybler skal legges parallelt med dekkets overflate og senterlinje. Toleransen for dyblenes parallellitet i forhold til overflate og senterlinje skal være maks. 4 %. Dybler skal plasseres $\frac{1}{2} h_{\min}$ over underkant av betongdekket (h_{\min} = minimum dekketykkelse etter slitasje). Avstand fra ytre dybel til platekanten bør være lik platetykkelsen.

Toleranse i vertikal plassering av dyblene skal ligge innenfor ± 20 mm.

Toleranse i horisontal plassering av dyblene skal ligge innenfor ± 30 mm.

Dyblene skal utføres av glatt stål. Fri horisontal bevegelse bør sikres ved at dyblene påføres bitumenbelegg, plasthylse eller tilsvarende.

Dybler kan enten legges ved automatisk dybelutlegger eller ved hjelp av prefabrikkerte dybelkorger. Se figur 663.2.



Figur 663.2 Eksempel på prefabrikkert dybelkorg. Merk at bøylen kappes under saging av fugen.

663.23 Forankringsjern

Forankringsjern skal være av kamstål. For dimensjon og senteravstand, se pkt. 663.28.

Forankringsjern skal støpes inn vinkelrett på langsgående fuge og parallelt med dekkeoverflaten. Ved saget fuge skal forankringsjernene støpes inn i avstand $\frac{1}{3} h_{\min}$ over underkant dekke, mens man ved konstruksjonsfuger støper inn jernene $\frac{1}{2} h_{\min}$ over underkant dekke.

Forankringsjern skal ikke legges nærmere tverrfuger enn 0,5 m.

Forankringsjern skal sikres mot korrosjon.

For å unngå ulemper med utstikkende forankringsstenger kan disse ved konstruksjonsfuger (støpefuger) utføres med muffe eller vinkler som rettes ut.

663.24 Tilslutning til bruer og forankring av dekket

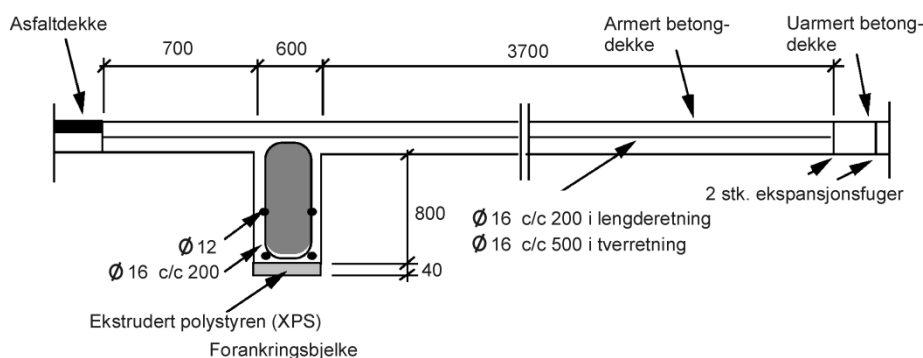
Ved betongdekker i sterk stigning og inn mot faste konstruksjoner skal det vurderes om dekket skal forankres for å unngå at det sklir. Et eksempel på utførelse er vist i figur 663.3.

Ved tilslutning til bruer skal fugeavstanden tilpasses for de siste platene mot brua slik at en ugunstig liten avslutningsplate unngås.

Dersom landkaraksen har en skjevhet på over 15°, skal platen nærmest landkaret armeres kryssvis med kamstål Ø16 senteravstand 200 mm midt i dekket.

En av de to fugene nærmest landkaret skal utformes som ekspansjonsfuge. Denne skal ha 20 mm kompressibelt mellomlegg i hele dekkets tykkelse. Ekspansjonsfugen skal forsegles med elastisk fugemasse selv om øvrige fuger er uforseglede.

Armering av betongdekket eller økning av tykkelsen bør vurderes inntil bruer dersom større setninger i fyllingen inntil landkaret er forventet.



Figur 663.3 Eksempel på forankring av betongdekke. (CBI oppdragsrapport 99018)

663.25 Tverrfuger

Tverrfuger bør legges i en avstand på 4-6 m, avhengig av klimatiske forhold eller lokale grunnforhold, og tykkelse. Prinsippskisser for utforming av tverrfuger er vist i figurene 663.4-5.

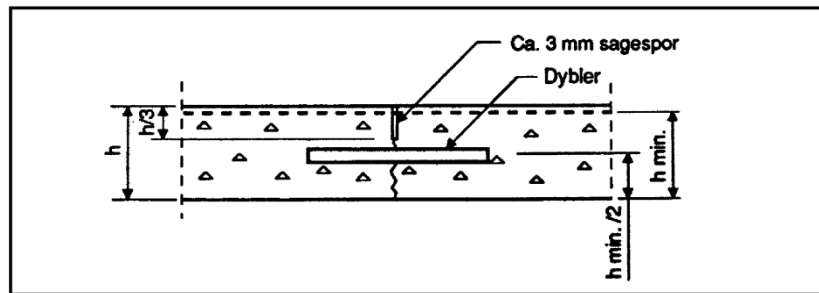
For dekker av plastisk betong bør fugeavstanden ikke være større enn 30 ganger minste dekketykkelse for tunneldekker, og 25 ganger minste dekketykkelse for øvrig.

Tverrfuger skal forsynes med lastoverførende dybler av glatt stål Ø25 senter 300 mm, lengde 500 mm og stål kvalitet min. S 235 J0 (ev. JR). Dyblene skal påføres glidemiddel i minst halve dybellengden + 50 mm. Fuger kan enten formes i den ferske betongen eller sages i den herdede betongen.

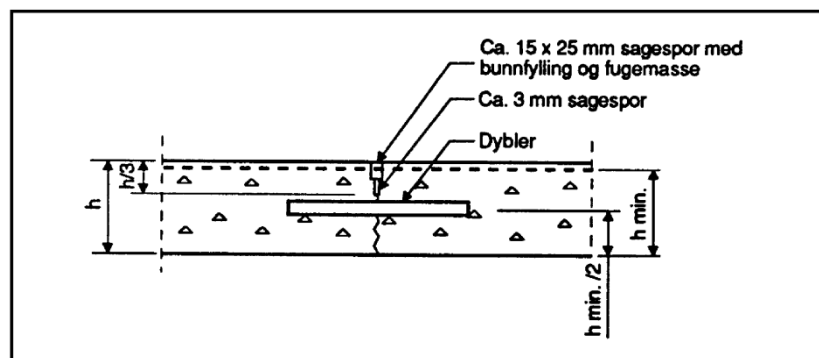
Tverrfugene kan enten legges vinkelrett på dekkets lengdeakse eller noe skrått, med en vinkel på 85° - 95° i forhold til lengdeaksen. Selv om tverrfugene skråstilles i forhold til dekkets lengdeakse, skal dyblene legges parallelt med aksene.

663.25

h_{\min} = minimum dekketykkelse etter slitasje.



Figur 663.4 Uforseglet tverrfuge, eksempel



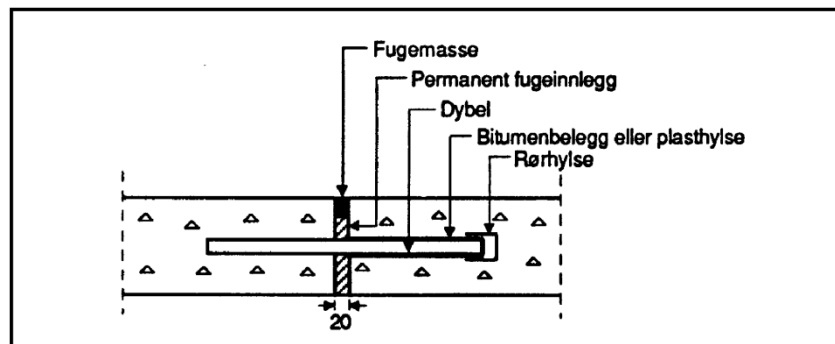
Figur 663.5 Forseglet tverrfuge, eksempel

663.26 Ekspansjonsfuger

Ekspansjonsfuger skal anvendes mot faste konstruksjoner som bruer o.l. Ekspansjonsfuger skal utføres med en bredde på 20 mm og med dybler. Prinsippskisse for utforming av ekspansjonsfuger er vist i figur 663.6.

663.26

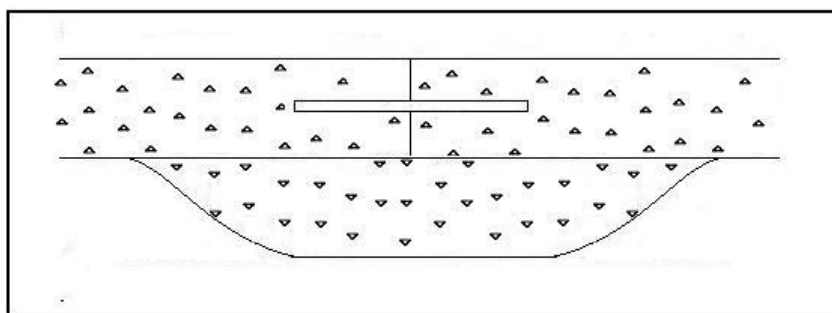
Ekspansjonsfuger muliggjør utvidelse, sammentrekning og vinkelending av betongplatene.



Figur 663.6 Ekspansjonsfuge, eksempel

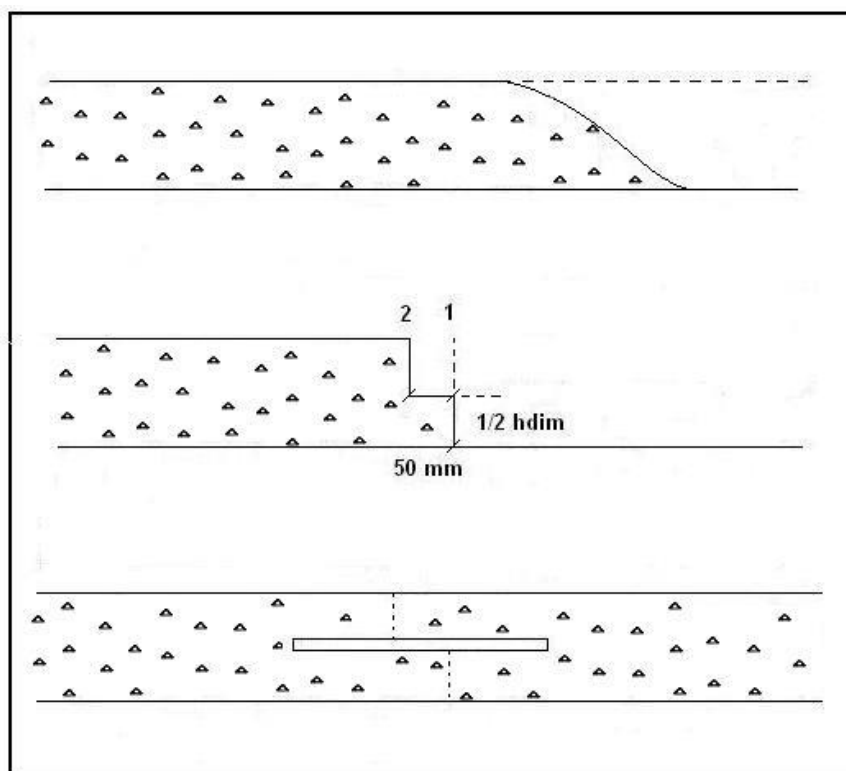
663.27 Dagskjøt

Dagskjøter bør være planlagt. De bør være utført slik at lastoverføring ikke skjer gjennom dybler/forankringsjern alene, se figur 663.7.



Figur 663.7 Eksempel på utførelse av planlagt dagskjøt.

Eventuelle utforutsette dagskjøter kan utføres som vist i figur 663.8. Skjøten lages midt på en plate og de to delene limes sammen i tillegg til injisert skjøtejern.



- 1) Dagskjøt renskjæres midt i ny plate
- 2) Nytt kutt ca. 50 mm inn på platen. Den øvre delen av dette meisles bort
- 3) Nytt forankringsjern bores inn og monteres.
- 4) Snittflaten påføres lim rett før dekkeleggingen fortsetter.

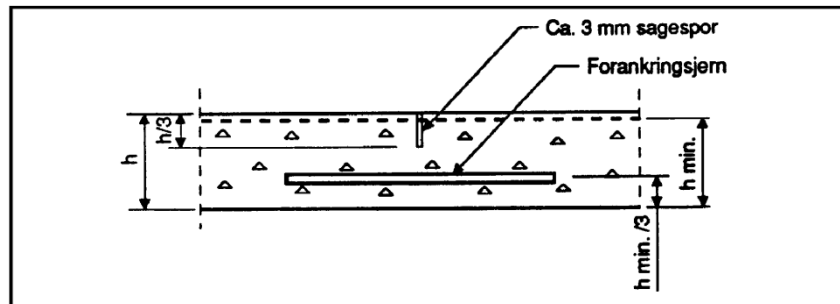
Figur 663.8 Eksempel på utførelse av uforutsett dagskjøt.

663.28 Langsgående fuger

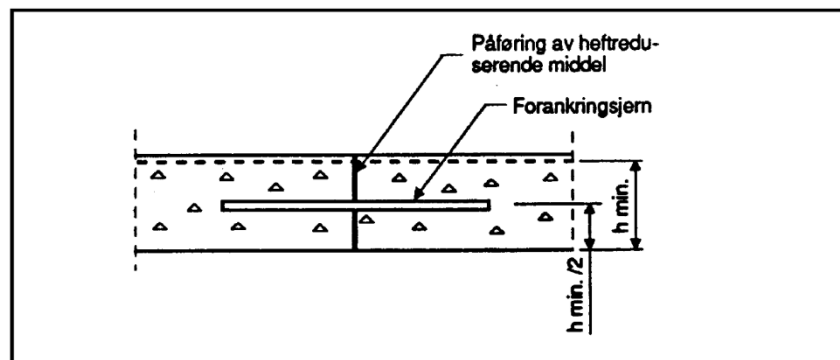
Langsgående fuger skal legges med en fugeavstand på maks. 5 m. Langsgående fuger skal forsynes med minimum 0,8 m lange forankringsjern av 10

mm kamstål i 1 m avstand. Prinsippskisser for utforming av langsgående fuger er vist i figurene 663.9 og 663.10.

Ved utstøpning av ett felt om gangen kan langsgående fuger lages «kalde», dvs. etableres ved utstøpning av neste felt. Det skal da lages et «glidesjikt», f.eks. ved påstrykning av et heftreduserende middel mellom fersk og herdnet betong.



Figur 663.9 Langsgående saget fuge, eksempel



Figur 663.10 Langsgående konstruksjonsfuge, eksempel

664.

Armerte dekker blir dimensjonert med tilstrekkelig armeringsmengde for å gi kontrollert rissutvikling i dekket når dette utsettes for tvangskrefter som følge av svinn, temperatur og deformasjoner i undergrunnen.

Kontinuerlig armerte dekker har få eller ingen fuger. Dette regnes som gunstig med tanke på vedlikehold. En unngår likeledes dybler og problemer med lastoverføring i fugene. Kontinuerlige dekker vil få noe høyere spenninger pga. temperaturforskjeller enn uarmerte dekker med kort platelengde.

664. Armerte dekker

Kontinuerlig armerte dekker er lite brukt som vegdekke i Norge. Årsaken er først og fremst ekstra kostnader.

Tykkelsen på kontinuerlig armerte dekker skal dimensjoneres som for uarmerte dekker etter kap. 513 eller baseres på særskilt dimensjonering.

Armeringsmengden beregnes slik at en ikke får rissvidder større enn kravene i NS-EN 1992-1-1 for eksponeringsklasse XF4 (Ref. 22).

665. Valsebetong

665.0 Generelt

Valsebetong skal proporsjoneres for å kunne komprimeres med vibrerende valse rett etter utlegging.

Til vegformål nyttes asfaltutlegger med ekstra tung komprimeringsscreed eller veghøvel for å legge ut valsebetongen. Valsebetongen etterkomprimeres med vibrasjonsvals.

665.1 Krav til undergrunnen

Valsebetong skal ha fast undergrunn, dvs. stabile skjæringer og fyllinger uten restsetninger. Større ujevne telehiv bør heller ikke forekomme.

Materialene i laget rett under valsebetongen skal være stabile og godt drenert. Toppen av dette laget skal ha en toleranse på maks. + 15 mm i forhold til teoretisk høyde.

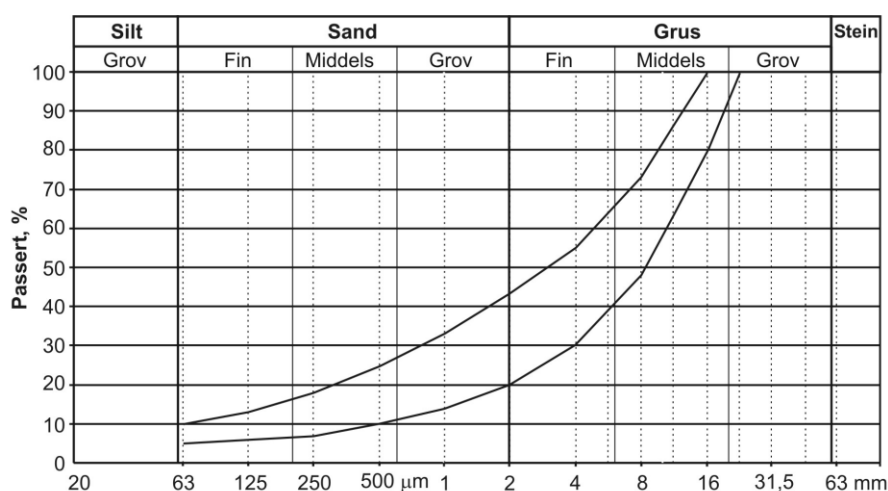
665.2 Materialer

665.20 Generelt

Tilslagsmaterialene skal tilfredsstillere kravene i NS EN 206-1 (Ref. 23).

665.21 Grensekurver

Grensekurver for tilslaget skal fastsettes før arbeidene startes, se figur 665.1.



Figur 665.1 Anbefalte grensekurver for sammensatt tilslag til valsebetong

665.22 Betongkvalitet

Valsebetong skal være frostbestandig. Fasthetsklasse og bestandighetsklasse defineres i henhold til NS-EN 206-1. Kravene er vist i figur 665.2.

665.1

Valsebetong egner seg best på vegger som er bygd på og av fjell. I tunneler er forholdene spesielt gunstige for valsebetongdekke.

Kvaliteten på den ferdige valsebetongen er helt avhengig av hvor jevnt underlaget er utført. Derfor stilles det meget strenge krav til oppretting før valsebetongen legges ut.

Dersom det like under valsebetongen finnes rør, ledninger m.v. som ikke tåler kraftig valsing, forutsettes det at disse omstøpes eller beskyttes på annen måte.

665.20

Dersom det stilles krav til slitasjemotstand kan denne dokumenteres for den aktuelle betongsammensetning, f.eks. på basis av resultater fra egnet utstyr for slitasjeprøving.

Tilslaget til valsebetong bestemmes ut fra to hovedkrav:

- krav til stabilitet og komprimering i fersk tilstand
- krav til fasthet, slitasjestyrke og overflate i ferdig tilstand

Disse to hovedkravene er til dels motstridende mht. kornkurve, steinstørrelser og kornform. Det må foretas optimalisering for hvert prosjekt, der eventuelle spesielle forhold tillegges vekt.

665.22

Se også NS-EN 13670 (Ref. 24)

665.4

Maksimal tid fra materialet forlater blandeverket til det er ferdig komprimert bør ikke overskride 1,5 time, dersom det ikke er tatt spesielt hensyn til dette i proporsjoneringen.

Valsebetong er meget følsom for separasjon under hele produksjonsprosessen. Tiltak for å unngå separasjon må derfor iverksettes. Kvaliteten på det ferdig utlagte valsebetongdekket er avhengig av rask komprimering etter blanding. I perioder med varmt og tørt vær bør behandlingstiden være så kort som overhodet mulig.

Betongen bør alltid tildekkes under transport for å unngå uttørking.

Til komprimering bør det benyttes vals med gummikledt mantel, da denne ofte gir bedre overflate mht. friksjon og slitasje.

Ved legging av flere parallelle felt bør den langsgående skjøten behandles særskilt.

665.5

Til saging bør nyttes sagbladykkelse på ca 3 mm.

I tversgående døgnskjøter eller andre skjøter der det sages rett kant, bør det settes inn dybler, med Ø min. 25 mm, c/c ca 0,4 m. Det nyttes da dybel av glattstål med lengde ca 400 mm. Det bores et hull med omtrent samme diameter som dybelen, ca 200 mm inn i den herdede betongen.

665.51

Vanligvis vil fugetidspunktet være 8-12 timer etter utlegging. Fugene kan sages med en vinkel fra 85° til 95° i forhold til vegens lengdeakse, bl.a. for å bedre kjørekomfort og lastoverføring i fugen.

665.52

Dersom det skal nyttes lengre platelengde, bør det tas spesielt hensyn til temperaturspenninger.

Valsebetong skal tilfredsstillende kravene til utborede prøver av ferdig dekke. Prøvingen skal utføres i tidsrommet min. 28 dager og maks. 100 dager etter utlegging. Det tillates maksimalt 1 undermåler blant 20 prøver.

Bruksområde	Fasthetsklasse, bestandighetsklasse
ÅDT < 1500	B30, MF45
ÅDT 1500 – 15000	B45 ¹⁾ , MF45

1) For ÅDT > 5000 anbefales høyere fasthet

Figur 665.2 Krav til fasthetsklasse, valsebetong

665.23 Komprimeringskrav

Figur 665.3 viser toleranser for komprimering av valsebetong.

ÅDT	Dimensjonerende krav	5 prøver eller flere		< 5 prøver
		Middelverdi	Enkeltverdi	Enkeltverdi
Generelt			Middelverdi –5	Middelverdi –2
ÅDT < 1500	Min. 98 %	Min. 99 %	Min. 94 %	Min. 97 %
ÅDT 1500 - 15000	Min. 99 %	Min. 100 %	Min. 95 %	Min. 98 %

Figur 665.3 Toleranser for komprimering av valsebetong (Modifisert Proctor)

665.3 Lagtykkelse

Bestemmelse av tykkelse skal utføres i hht. dimensjoneringsreglene for vanlige betongdekker. Uansett beregningsresultat skal minimum ferdig komprimert lagtykkelse av valsebetongen være 150 mm.

665.4 Utlegging

Utlegging og komprimering skal skje snarest etter produksjonen av betongen.

665.5 Fuger

Dekker av valsebetong skal utføres med fuger som et vanlig uarmert betongdekke. Fuger skal utføres i hht. kap. 663, men uten dybler/forankringsjern. Fugene bør ikke forsegles.

665.51 Fugetidspunkt

Skjæring av fuger skal utføres før betongen sprekker opp av seg selv pga. svinn.

665.52 Fugeavstand

Fugeavstanden bør være 5 m. I tunneler bør fugeavstanden være 6-8 m.

665.6 Etterbehandling

Umiddelbart etter komprimering skal betongen sikres mot uttørking. Overflaten skal holdes fuktig i 7 døgn etter utlegging.

666. Påstøp

666.0 Generelt

Påstøp er en aktuell løsning ved:

- nytt slitelag på nedslitt betongdekke
- sporfylling på sporslitt betongdekke
- slitelag på bruer

Det skal være heft mellom underlag og påstøp.

666.1 Konstruktiv løsning

666.11 Utbedring av underlag

Strukturelle defekter i underlaget skal utbedres før påstøp utføres. Konstruktive følger av riss/sprekker i underlaget bør vurderes spesielt dersom utbedring ikke utføres.

666.12 Påstøptykkelse

Tykkelsen skal være slik at funksjon/levetid for den resulterende konstruksjonen sikres. Påstøp bør ha mest mulig jevn tykkelse. Normalt bør påstøptykkelse være:

A: På store arealer:

- minst 3 x D_{99}
- minimum 50 mm

B: Mindre arealer, sporfylling:

- minst 2 x D_{99}
- minimum 25 mm

Bæreevnen for bruer og fri høyde under overgangsbruer og i tunnel kan begrense påstøptykkelsen.

666.13 Fuger

Fuger i påstøpen skal legges der det er fuger i underlaget, og kun der. Støpeskjøter (arbeidsskjøter) utenom fugene skal ikke utformes som fuger.

666.14 Påstøpbetong og armering

Se kap. 513 og pkt. 666.12. Maks. kornstørrelse bestemmes ut fra slitasegenskaper, friksjon og støy, men bør ikke være mindre enn 8 mm. Påstøpen skal proporsjoneres som godkjent slitelagsbetong. Valg av eventuell fiberarmering (type og mengde) eller nettarmoring bør gjøres ut fra arealets størrelse og geometri, påstøptykkelse og type lim mot underlaget.

665.6

Valsebetongen er i utgangspunktet tørrere enn vanlig betong. For å sikre herdebetingelsene må derfor overflaten holdes fuktig helt fra umiddelbart etter komprimering.

666.0

Påstøp er en konstruksjonsløsning som er risikofyllt mht. oppreden av skader i form av manglende heft (bom), opprissing og kanteising. Dette gjelder særlig ved bruk av høyfast betong. Marginalt ugunstige forhold kan være tilstrekkelig til å utløse skader.

666.11

Underlagets beskaffenhet og restverdi bør vurderes før påstøp besluttes.

666.12

Spesielt ved sporfylling kan det være fordelaktig å støpe med noen mm overhøyde for å kunne benytte en større D_{99} enn 12 mm. Etter herding slipes påstøpen jevnt med betongdekket.

666.13

Oppdeling av påstøp med fuger der det ikke er fuger i underlaget, er en vanlig feilkonstruksjon.

666.21
Underlag av høyfast betong
($v/c \leq 0,40$) bør ikke vannes før påstøp.

666.2 Utførelse

666.21 Forbehandling av underlaget

Forbehandling skal være tilpasset underlagets egenskaper og den heftforbedrer/limtype (R) som benyttes.

Underlaget skal være:

- av mekanisk sunn kvalitet
- fritt for forurensinger av olje, fett, gummi osv.
- ru i overflaten, uten glatte eller slamrike partier
- fritt for støv og løse partikler
- svakt sugende

666.22 Lim/heftforbedrer

Limtype skal velges for å sikre en best mulig heft til underlaget. Spesielt mot støpeavgrensningen, støpeskjøter og inntil fuger er limkvaliteten av avgjørende betydning.

Valg av lim/heftforbedrer skal tilfredsstille krav etter NS-EN 1504-4 Lim for konstruktive formål (Ref. 2).

Limet skal anvendes i hht. anvisning fra produsent. Størkningstiden bør være tilpasset slik at det er aktivt ved avbinding av betongen.

666.23 Utstøping

Betongen skal fordeles uten separasjon, gjennomkomprimeres og avrettes med egnet maskinelt utstyr.

666.24 Etterbehandling og herding

Friksjon sikres som angitt i kap. 661.

Så snart overflaten er ferdig bearbeidet skal betongen beskyttes effektivt mot uttørking. Etter at overflaten er bundet av, skal betongen holdes fuktig i minimum 3 døgn (plastisk betong) ev. 7 døgn (valsebetong).

667. Vedlikehold

Ved prosjektering av nye betongdekker skal man vurdere framtidig vedlikeholdsmetode. Det skal bygges inn tykkelser for framtidig fresing, sliping eller sporfylling av betongdekket. Vedlikehold av betongdekket er aktuelt ved følgende forhold:

- dype hjulspor i dekket
- skader i dekket og ukontrollerte riss
- skader i fugene
- dybler og forankringsjern som ikke virker
- for lav friksjon
- lokale setninger

Vedlikehold av betongdekker er nærmere beskrevet i håndbok V263, Betongdekker (Ref. 21).

67. Dekker av belegningsstein og heller av betong

670. Generelt

Belegningsstein av betong skal tilfredsstillende kravene i NS-EN 1338 (Ref. 26). Heller av betong skal tilfredsstillende kravene i NS-EN 1339 (Ref. 27). For spesifiserte krav til produkter for ulike bruksområder, se kap. 673.

67

Dekker av naturstein er ikke omhandlet i denne normalen.

671. Dimensjonering

Dimensjonering for vegdekker med belegningsstein av betong er behandlet i kap. 514.

Bruk av heller bør unngås på arealer med tungtrafikk, men egner seg på gangarealer som fortau, gågater, torg og lignende. Tykkelsen på heller skal da være minst 70 mm.

671

Om belegningsprodukter av betong til vegger og plasser, se også Ref. 28.

Dimensjonering av arealer med heller inngår ikke i kap. 514.

672. Settelag

Settelaget skal generelt være tynt, men jevntykt, og er avhengig av utførelsen på det underliggende bærelaget. For å oppnå optimal stabilitet i settelaget bør det tilstrebes at tykkelsen ikke overstiger 30 mm etter komprimering. (Det er bedre at tykkelsen går ned mot 25 mm enn at den går opp mot 35-40 mm). Tykkelsen i lokale enkeltpunkt bør ikke overstige 45 mm. Toleransekrav for høyde på settelag settes likt toleransekrav for toppdekket.

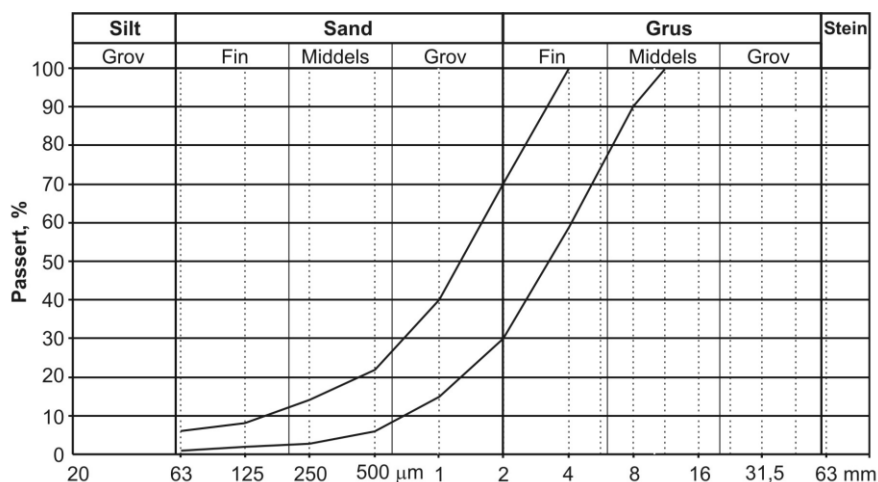
Laget skal være drenerende og skal bestå av ikke telefarlige materialer (T1-materialer). På områder med belegningsstein benyttes normalt sortering 0/8 knust stein eller knust grus. Et rent, knust velgradert materiale er mer stabilt enn natursand og skal brukes på vegger og plasser med tung trafikk, forutsatt at det knuste materialet er av sterke bergarter. Grensekurver for korngradering, se figur 672.1.

Til settelag for heller av betong benyttes finpukk i sorteringen 2/4 eller tilsvarende. På grunn av den snevre pukksorteringen vil settelaget være noe ustabilisert slik at hellene kan vibreres til de får lik understøttelse over hele arealet.

672

Hensikten med settelaget under hellen/belegningssteinen er at leggesprosessen ikke skal bli for vanskelig og dessuten at man skal unngå konsentrerte spenninger mellom den harde hellen/belegningssteinen og underlaget, som ikke deformeres lett.

Grovere sortering, for eksempel 0/11 mm, kan være aktuelt på områder som vil bli utsatt for tunge belastninger, men vil være vanskeligere å avrette til ønsket tykkelse og jevnhet.



Figur 672.1 Grensekurver for korngradering for settelag (0/8 mm) under belegningsstein

Settelaget skal være jordfuktig ved komprimering, dvs. 1-2 % under det optimale vanninnholdet for sanden. Det komprimerte settelaget skal ikke tørke ut før heller/belegningsstein er ferdig utlagt. Til komprimering bør det benyttes vibrerende vals med minimumsvekt 1,5 tonn. Etter slådding av lokale ujevnheter vales settelaget på ny, uten vibrering.

673. Krav til belegningsstein og heller

673.1 Belegningsstein

Belegningsstein av betong til vegdekker skal tilfredsstillere kravene i NS-EN 1338 og skal generelt ikke spesifiseres med lavere krav enn angitt i det etterfølgende:

- Tillatte avvik i diagonal mål skal høyst være som angitt for klasse 2 når belegningssteinens lengde er større enn 300 mm, jf. pkt. 5.2.4, tabell 2, i NS-EN 1338:2003.
- Frostmotstand skal være som angitt for klasse 3, jf. pkt. 5.3.2, tabell 4.2, i NS-EN 1338:2003.
- Spaltestrekkfasthet (indirekte strekkstyrke) skal tilfredsstillere krav i henhold til pkt. 5.3.3 i NS-EN 1338:2003, ved prøving etter standardens Tillegg F.
- Slitasjemotstand skal være som angitt for klasse 3, jf. pkt. 5.3.4, tabell 5, i NS-EN 1338:2003, ved prøving etter standardens Tillegg G. For spesialområder utsatt for stor slitasje (pga. stålbelter og lignende) kan det spesifiseres større slitasjestyrke.

- Skli/gli-motstand: Belegningsstein av betong har normalt en tilfredsstillende skli/glimotstand, forutsatt at overflaten ikke er slipt eller polert med det formål å oppnå en svært jevn overflate. Dersom det på spesielt utsatte steder kreves en verdi på skli/gli-motstand, skal prøvingsmetoden i NS-EN 1338:2003 Tillegg I benyttes og den minste verdien på skli/gli-motstanden skal være deklarerert og bør være 60. Dersom overflaten er slipt/polert skal den minste verdien være 45.

For belegningsstein til vegdekker på parkeringsarealer, boligater og lavtrafikkveger gjelder spesielt følgende tilleggskrav:

- Byggemål (tykkelse) skal være minimum 60 mm.

For belegningsstein til vegdekker på områder med tungtrafikk gjelder spesielt følgende tilleggskrav:

- Byggemål (tykkelse) skal være minimum 80 mm. Ved de største vridningslaster (for eksempel vegbane i rundkjøring) bør byggemål (tykkelse) være 100 mm.
- Ved stor mekanisk slitasje skal slitasjemotstand være som angitt for klasse 4, jf. pkt. 5.3.4., tabell 5, i NS-EN 1338:2003, ved prøving etter standardens Tillegg G.

673.1

Noen typer belegningsstein er konstruert for å sikre ekstra god låsing. For dekker som vil bli utsatt for tung belastning og stor vridningspåkjenning, bør slik belegningsstein benyttes.

673.2 Heller av betong

Heller av betong til utendørs bruk skal tilfredsstillende kravene i NS-EN 1339 og skal generelt ikke spesifiseres med lavere krav enn angitt i det etterfølgende:

- Værbestandighet/frostmotstand skal være som angitt for klasse 3, jf. pkt. 5.3.2, tabell 4.2, i NS-EN 1339:2003.
- Bøyestrekfasthet skal tilfredsstillende krav som angitt for klasse 3 i henhold til pkt. 5.3.3, tabell 5, i NS-EN 1339:2003.
- Skli/gli-motstand: Heller av betong har normalt en tilfredsstillende skli/glimotstand, forutsatt at overflaten ikke er slipt eller polert med det formål å oppnå en svært jevn overflate. Dersom det på spesielt utsatte steder kreves en verdi på skli/gli-motstand, skal prøvingsmetoden i NS-EN 1339:2003 Tillegg I benyttes og den minste verdien på skli/gli-motstanden skal være deklarerert og bør være 60. Dersom overflaten er slipt/polert skal den minste verdien være 45.
- Byggemål (tykkelse) skal være minimum 70 mm.
- Tillatte avvik i lengde, bredde og tykkelse skal være som angitt for klasse 3, jf. pkt. 5.2.4, tabell 1, i NS-EN 1339:2003.
- Tillatte avvik i diagonal mål skal være som angitt for klasse 3, jf. pkt. 5.2.4, tabell 2, i NS-EN 1339:2003.
- Slitasjemotstand skal være som angitt for klasse 3, jf. pkt. 5.3.4, tabell 6, i NS-EN 1339:2003, ved prøving etter standardens Tillegg G.
- Bruddstyrke dokumenteres i henhold til pkt. 5.3.6, tabell 7, i NS-EN 1339:2003. Krav til bruddlastklasse settes avhengig av bruksområde:
 - A. Heller til bruk i områder uten trafikk, skal ha bruddlastklasse minimum 110. (Kun tillatt med vedlikeholdsmaskiner, aksellast inntil 1,5 tonn.)
 - B. Heller for offentlige plasser med begrenset belastning, skal ha bruddlastklasse minimum 140. (Maks. aksellast 8 tonn og sporadisk trafikkering/varetransport.)

- C. Heller for offentlige plasser med tyngre belastning, skal ha bruddlastklasse minimum 250. (Fri trafikk av renholdsmaskiner og sporadisk trafikk av kjøretøy med aksellast inntil 10 tonn.)

674. Fuging og ettervibrering

674.1 Belegningsstein

Fugebredden bør være 2-3 mm. Til fuging bør det benyttes velgradert, tørr sand med kornstørrelse 0/2 mm. Sanden skal ikke ha mer enn 3 % leire- eller slaminnhold.

Fugene skal fylles helt med fugesand. Etter fuging skal steinlaget komprimeres. I kjørebanelen skal komprimering gjøres både i lengde- og tverretning. Komprimering av dekket bør utføres med platevibrator med masse 200-300 kg og frekvens 60-70 Hz.

674.2 Heller

Fugene fylles med fugesand umiddelbart og kontinuerlig etter hvert som arbeidet skrider fram. Dette gjøres for at overflaten skal kunne belastes av arbeidsmaskiner mens arbeidet pågår. Det brukes tørket natursand 0/2 mm ved fugebredde opptil 3 mm. For fugebredde 3-5 mm brukes knust materiale 0/4 mm. Sanden skal ikke ha mer enn 3 % leire- eller slaminnhold.

Fugene skal fylles helt med fugesand. Etter fuging skal hellelaget komprimeres. Komprimering av dekket bør utføres både i lengde- og tverretningen med platevibrator med masse inntil 100 kg og med frekvens 25-30 Hz, eller tilsvarende. Det skal være kunststoffplate under platevibratoren slik at hellene ikke får slitasjemerker.

675. Jevnhet

Maks. høydeforskjell mellom to steiner eller heller som ligger inntil hverandre skal være 2 mm. Forøvrig skal generelle jevnhetskrav oppfylles.

676. Linjeføring (mønster)

Gjennomgående fugeretninger skal danne rette linjer. Tverrgående fuger i det valgte mønster skal danne rette linjer.

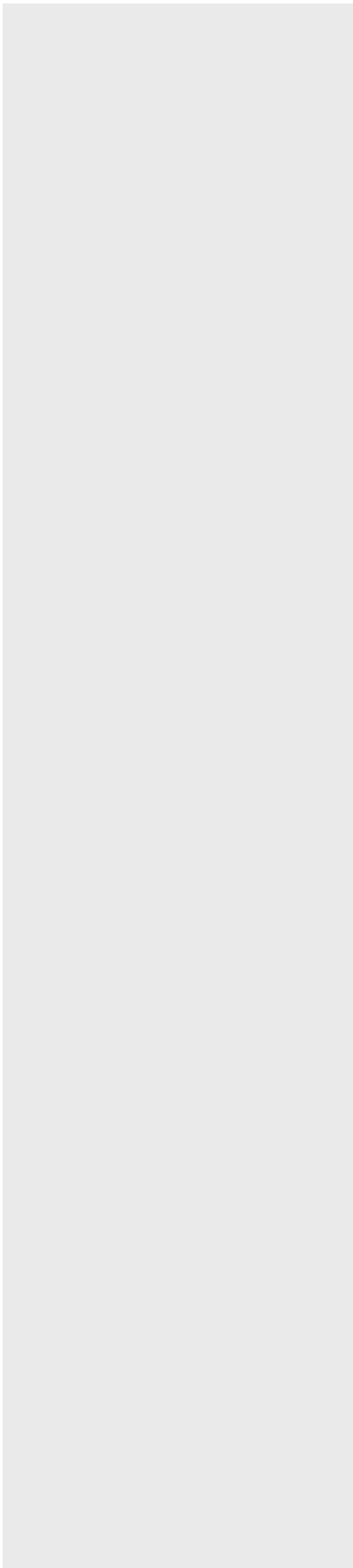
Referanser

Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelig fra <http://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker>.

1. Dynapac: *Packning och utläggning; Teori och praktik*. Sverige, 2001.
2. Standard Norge: *Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner - Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar - Del 4: Lim for konstruktive formål*, NS-EN 1504-4. Standard Online, 2005.
3. Statens vegvesen: *Laboratorieundersøkelser*. Håndbok R210. Vegdirektoratet, Oslo 2005.
4. Standard Norge: *Bitumen og bituminøse bindemidler; Spesifikasjoner for vegbitumen*. NS-EN 12591. Standard Online, Oslo 2011.
5. SINTEF Bygg og miljø: *Samarbeidsprosjektet Ny asfaltteknologi, sluttrapport*. Prosjektrapport nr. 7. Rapport nr. STF22 A98462. Trondheim 1998.
6. Miljødirektoratet: *Forskrift om begrensning av forurensning*. SFT, Oslo. For nyeste versjon, se www.lovdata.no
7. Daværende Asfaltentreprenørens forening: *Regler for håndtering av bituminøse bindemidler*. 2008. Tilgjengelig fra www.ebanett.no
8. Statens vegvesen: *Arbeid på og ved veg*. Håndbok N301. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
9. Statens vegvesen: *Feltundersøkelser*. Håndbok R211. Vegdirektoratet, Oslo 1997.
10. Trøan, A. K. og Reistad, K.: *Gjenbruk av asfalt; Statusrapport*. Intern rapport nr. 2236. Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling, Oslo 2001.
11. Statens vegvesen, *Veg- og gateutforming*, Håndbok N100. Vegdirektoratet, Oslo 2013.
12. Statens vegvesen: *Dekkevalg 2013: Beste praksis i Region øst*, Statens vegvesens rapport nr. 255, Statens vegvesen Region øst, 2013.
13. Myre, J. og Telle, R.: *Mixdesign (AUT – Asfaltutviklingsprosjektet i Telemark)*. Laboratorierapport nr. 87. Vegdirektoratet, Veglaboratoriet, Oslo 1997.
14. Statens vegvesen: *Standard for drift og vedlikehold av riksveger*. Håndbok R610. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
15. [Ledig nr. Tidligere referanse utgår.]

16. Arnevik, A. og Storeheier, S. Å.: *Støysvake vegdekker – Teknisk veiledning*. Rapport 94-336, Vegdirektoratet, Driftsavdelingen, Oslo 1994.
17. Arnevik, A. og Storeheier, S. Å.: *Støysvake vegdekker – Akustiske forhold*. Rapport 94-337. Vegdirektoratet, Driftsavdelingen, Oslo 1994.
18. Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg, *Asfaltboka; Grunnleggende lærebok i asfaltfaget*. Byggenæringens Forlag, Oslo 2007.
19. Statens vegvesen: *Kalde bitumenstabiliserte bærelag. Veiledning til håndbok 018*. Håndbok V250. Vegdirektoratet, Oslo 1997.
20. Statens vegvesen: *Skadekatalog for bituminøse vegdekker*. Håndbok V261. Vegdirektoratet, Oslo 1996.
21. Statens vegvesen: *Betongdekker*. Håndbok V263. Vegdirektoratet, Oslo 1994.
22. Standard Norge: *Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger*. NS-EN 1992-1-1. Standard Online, Oslo 2008.
23. Standard Norge: *Betong. Del 1 Spesifikasjon, egenskaper, framstilling og samsvar*. NS-EN 206-1. Standard Online, Oslo 2007.
24. Standard Norge: *Utførelse av betongkonstruksjoner*. NS-EN 13670. Standard Online, Oslo 2010.
25. [Ledig nr. Tidligere referanse utgår.]
26. Standard Norge: *Belegningsstein av betong; Krav og prøvingsmetoder*. NS-EN 1338. Standard Online, Oslo 2003.
27. Standard Norge: *Betongheller; Krav og prøvingsmetoder*. NS-EN 1339. Standard Online, Oslo 2003.
28. Norsk kommunalteknisk forening: *Belegningsstein og heller av betong – en veiledning*, NKF Forum for fysisk planlegging. Forum for veg og samferdsel, Oslo 2005.
29. Statens vegvesen: *Prosesskode 2 Standard beskrivelsestekster for bruer og kaier Hovedprosess 8*. Håndbok R762. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
30. Steffensen, A.: *Prosjektrapport: FoU-prosjektet "Dekker i betong"*. Intern rapport nr. 1644. Vegdirektoratet, Veglaboratoriet, Oslo 1993.
31. Kristiansen, K. og Ohnstad, P. Ø.: *Kornfordelingens betydning for produksjon av høyfast vegbetong; en gjennomgang av utførte prosjekter i perioden 1989-93*. Intern rapport nr. 1660. Vegdirektoratet, Veglaboratoriet, Oslo 1994.

32. Standard Norge: *Tilslag for bituminøse masser og overflatebehandlinger for veger, flyplasser og andre trafikkarealer*. NS-EN 13043. Standard Online, Oslo 2003.
33. Standard Norge: *Tilslag for mekanisk stabiliserte og hydraulisk stabiliserte materialer til bruk i bygg- og anleggsarbeid og vegbygging - (innbefattet rettelsesblad AC:2004)*. NS-EN 13242. Standard Online, Oslo 2008.
34. FOR-2009-08-03-1028: *Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsplasser* (byggherreforskriften).
35. Vägverket: *Bedømming av grusväglag*. Publikation 2005:60
36. Statens vegvesen: *Prosesskode 1 Standard beskrivelsestekster for vegkontrakter Hovedprosess 1-7*. Håndbok R761. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
37. Statens vegvesen: *Styring av vegprosjekter*, Håndbok R760. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
38. Standard Norge: *Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner. - Del 1 Asfaltbetong*. NS-EN 13108-1. Standard Online, 2007.
39. Standard Norge: *Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner. - Del 3 MykASFALT*. NS-EN 13108-3. Standard Online, 2008.
40. Standard Norge: *Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner. - Del 5 SkjelettASFALT*. NS-EN 13108-5. Standard Online, 2008.
41. Standard Norge: *Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner. – Del 6 StøpeASFALT*. NS-EN 13108-6. Standard Online, 2006.
42. Standard Norge: *Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner. - Del 7 DrenseASFALT*. NS-EN 13108-7. Standard Online, 2008.
43. Standard Norge: *Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner. - Del 8 Resirkulert ASFALT*. NS-EN 13108-8. Standard Online, 2006.
44. Standard Norge: *Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner. - Del 20 Typeprøving*. NS-EN 13108-20. Standard Online, 2006.
45. Standard Norge: *Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner. - Del 21 Produksjonskontroll*. NS-EN 13108-21. Standard Online, 2006.
46. Standard Norge: *Bitumen og bituminøse bindemidler – Regler for spesifisering av polymermodifiserte bitumen*, NS-EN 14023, Standard Online, 2011.
47. Standard Norge: *Overflatebehandling – Krav*, NS-EN 12271. Standard Online, 2007



[blank side]

Kapittel 7

Vegutstyr og miljøtiltak

INNHOLD

70. GENERELT	398
701. INNHOLDSBESKRIVELSE	398
702. FORHOLD TIL ANDRE HÅNDBØKER.....	398
703. KVALITETSSIKRING	399
71. MURER.....	400
711. MURER AV NATURSTEIN, BETONG OG GABIONER	400
711.1 Generelt og formelle krav.....	400
711.2 Dimensjoneringsgrunnlag	400
711.3 Funksjonskrav og andre viktige krav	400
711.4 Tekniske spesifikasjoner	401
711.5 Kontroll og dokumentasjon	401
712. ARMERT JORD	401
712.1 Generelt og formelle krav.....	401
712.2 Dimensjoneringsgrunnlag	402
712.3 Funksjonskrav og andre viktige krav	402
712.4 Tekniske spesifikasjoner	402
712.5 Kontroll og dokumentasjon	403
72. STØYTILTAK.....	404
721. GENERELT OG FORMELLE KRAV	404
722. STØYSKJERMER OG –VOLLER.....	405
722.1 Generelt.....	405
722.2 Dimensjoneringsgrunnlag	405
722.3 Funksjonskrav og andre viktige krav	406
722.4 Tekniske spesifikasjoner	407
722.5 Kontroll og dokumentasjon	409
722.6 Støttelitteratur	409
723. FASADEISOLERING MOT STØY	409
723.1 Generelt og formelle krav.....	409
723.2 Dimensjoneringsgrunnlag	409
723.3 Funksjonskrav og andre viktige krav	410
723.4 Tekniske spesifikasjoner	410

723.5	<i>Kontroll og dokumentasjon</i>	410
723.6	<i>Støttelitteratur</i>	411
73.	SIKRING AV SKRÅNINGER	411
74.	GRØNTAREALER OG SKRÅNINGER	412
741.	UTLEGGING AV JORD	412
741.1	<i>Generelt</i>	412
741.2	<i>Dimensjoneringsgrunnlag</i>	412
741.3	<i>Funksjonskrav og andre viktige krav</i>	412
741.4	<i>Tekniske spesifikasjoner</i>	412
741.5	<i>Kontroll og dokumentasjon</i>	413
742.	GRASDEKKER	414
742.1	<i>Generelt</i>	414
742.2	<i>Dimensjoneringsgrunnlag</i>	414
742.3	<i>Funksjonskrav og andre viktige krav</i>	414
742.4	<i>Tekniske spesifikasjoner</i>	414
742.5	<i>Kontroll og dokumentasjon</i>	415
743.	PLANTEFELT	415
743.1	<i>Generelt</i>	415
743.2	<i>Dimensjoneringsgrunnlag</i>	415
743.3	<i>Funksjonskrav og andre viktige krav</i>	416
743.4	<i>Tekniske spesifikasjoner</i>	416
743.5	<i>Kontroll og dokumentasjon</i>	419
743.6	<i>Støttelitteratur</i>	419
75.	KANTSTEIN, REKKVERK OG GJERDER	420
751.	KANTSTEIN	420
751.1	<i>Generelt</i>	420
751.2	<i>Dimensjoneringsgrunnlag</i>	420
751.3	<i>Funksjonskrav og andre viktige krav</i>	420
751.4	<i>Tekniske spesifikasjoner</i>	420
751.5	<i>Kontroll og dokumentasjon</i>	422
751.6	<i>Støttelitteratur</i>	423
752.	REKKVERK.....	423
752.1	<i>Generelt</i>	423
752.2	<i>Dimensjoneringsgrunnlag</i>	423
752.3	<i>Funksjonskrav og andre viktige krav</i>	423
752.4	<i>Tekniske spesifikasjoner</i>	424
752.5	<i>Kontroll og dokumentasjon</i>	424
753.	GJERDER	424
753.1	<i>Generelt</i>	424
753.2	<i>Dimensjoneringsgrunnlag</i>	424
753.3	<i>Funksjonskrav og andre viktige krav</i>	425
753.4	<i>Tekniske spesifikasjoner</i>	425
753.5	<i>Kontroll og dokumentasjon</i>	425
753.6	<i>Støttelitteratur</i>	425
754.	VILTGJERDER.....	426
754.1	<i>Generelt</i>	426
754.2	<i>Dimensjoneringsgrunnlag</i>	426
754.3	<i>Funksjonskrav og andre viktige krav</i>	426
754.4	<i>Tekniske spesifikasjoner</i>	426
754.5	<i>Kontroll og dokumentasjon</i>	429

754.6	Støttelitteratur	429
76.	TRAFIKKREGULERING OG BELYSNING	430
760.	GENERELT	430
761.	SIGNALANLEGG	430
761.1	Generelt	430
761.2	Dimensjoneringsgrunnlag	430
761.3	Funksjonskrav og andre viktige krav	430
761.4	Tekniske spesifikasjoner	431
761.5	Kontroll og dokumentasjon	431
762.	STYRINGS- OG OVERVÅKINGSSYSTEMER	432
762.1	Generelt	432
762.2	Dimensjoneringsgrunnlag	432
762.3	Funksjonskrav og andre viktige krav	432
762.4	Tekniske spesifikasjoner	433
762.5	Kontroll og dokumentasjon	433
762.6	Støttelitteratur	433
763.	BELYSNINGSANLEGG FOR GATER OG VEGER	434
763.1	Generelt	434
763.2	Dimensjoneringsgrunnlag	434
763.3	Funksjonskrav og andre viktige krav	434
763.4	Tekniske spesifikasjoner	435
763.5	Kontroll og dokumentasjon	435
77.	VEGOPPMERKING OG OPTISK LEDNING.....	436
771.	VEGOPPMERKING, GENERELT	436
771.1	Generelt	436
771.2	Dimensjoneringsgrunnlag	436
771.3	Funksjonskrav og andre viktige krav	436
771.4	Tekniske spesifikasjoner	436
771.5	Kontroll og dokumentasjon	436
78.	SKILT.....	437
781.	TRAFIKKSKILT, REGULERENDE SKILT	437
781.1	Generelt	437
781.2	Dimensjoneringsgrunnlag	437
781.3	Funksjonskrav og andre viktige krav	437
781.4	Tekniske spesifikasjoner	437
781.5	Kontroll og dokumentasjon	437
79.	MILJØTILTAK OG SERVICEANLEGG	438
790.	GENERELT	438
791.	BYGGING AV SERVICEANLEGG.....	438
791.1	Generelt	438
791.2	Dimensjoneringsgrunnlag	438
791.3	Funksjonskrav og andre viktige krav	438
791.4	Tekniske spesifikasjoner	439
791.5	Kontroll og dokumentasjon	439
REFERANSER.....	440	

70. Generelt

701. Innholdsbeskrivelse

Kapittel 7 omhandler noen sentrale krav og retningslinjer for anlegg av vegutstyr og miljøtiltak. Mer fullstendige og detaljerte krav er beskrevet i en rekke separate håndbøker og andre dokumenter. Hensikten med å samle noe av det i denne normalen er å gi en mer oversiktlig og helhetlig beskrivelse av noen sentrale krav for samtlige byggeprosesser ved et veganlegg.

Se for øvrig pkt. 702.

Vegutstyr og miljøtiltak skal i større grad enn mange andre vegbyggingsprosesser bygges med dersom de ikke er tilstrekkelig avklart i reguleringsplanen.

I dette kapitlet er det lagt vekt på systematisk beskrivelse av:

- Generelle opplysninger og formelle krav
- Dimensjoneringsgrunnlag
- Funksjonskrav og andre viktige krav
- Tekniske spesifikasjoner (materialer, utførelse m.v.)
- Sluttdokumentasjon
- Referanser (formelle referansedokument) og ev. støttelitteratur

702. Forhold til andre håndbøker

Se også kap. 0. Beskrivelser og krav i kapittel 7 er til dels basert på eksisterende håndbøker. Håndbøker og andre referansedokument det vises til i dette kapitlet er imidlertid generelt gyldige inntil annet blir bestemt og kunngjort. Ved tvilstilfeller (ulikheter mellom krav/beskrivelser gitt i denne normalen og tilsvarende krav/beskrivelser i refererte dokument) skal beskrivelsene i denne normalen gjelde primært, og supplerende beskrivelser i de refererte dokument tillempes. Hvem som har myndighet til å fravike krav i vegnormalene generelt er gitt i kap. 006.

Det tas sikte på at en ved oppdatering av denne normalen og av refererte dokumenter plasserer sentrale krav i denne normalen så langt det er hensiktsmessig og at supplerende beskrivelser og detaljert veiledningsstoff, sekundært stoff, lærebokstoff m.v. plasseres i de øvrige håndbøker (retningslinjer, veiledninger m.v.).

Sentrale håndbøker som omhandler vegutstyr og miljøtiltak er:

- Håndbok N100 Veg- og gateutforming
- Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder
- Håndbok N300 Trafikkskilt (skiltnormal)
- Håndbok N302 Vegoppmerking
- Håndbok N303 Trafikksignalanlegg
- Håndbok R310 Trafikksikkerhetsutstyr: Tekniske krav

- Håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold av riksveger
- Håndbok R761 Prosesskode-1
- Håndbok V123 Tilrettelegging for kollektivtransport på veg
- Håndbok V135 Fasadeisolering mot støy
- Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging
- Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger
- Håndbok V270 Tørrmuring med maskin
- Håndbok V271 Vegetasjon ved trafikkårer
- NS 3420 – CK: Drift og skjøtsel av uteanlegg
- Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven

En mer fullstendig referanseliste, inkludert rapporter, rundskriv, flere standarder mv., er vist bakerst i dette kapitlet. Direkte under enkelte delkapitler er det dessuten listet opp en del relevant støttelitteratur uten referansenummer.

703. Kvalitetssikring

Følgende element vurderes spesielt:

- Vektlegging av HMS og ytre miljø ved valg av materialer og utførelse
- Tilrettelegging for gode og økonomiske løsninger i drifts- og vedlikeholdsfasen etter ferdigstilling av anlegget
- Behovet for å utarbeide instruksjer og beskrivelser til bruk i drifts- og vedlikeholdsfasen etter ferdigstilling av anlegget
- Gjennomføring av overtakelsesforretning etter avsluttet garantitid

Kontrollomfang og toleranser er for noen av tiltakene beskrevet i prosesskoden, håndbøkene R761 og R762. Det vises også til punktet ”Kontroll og dokumentasjon” i de enkelte delkapitlene.

For dokumentasjon av utført kvalitet gjelder tilsvarende krav som i de øvrige kapitlene i denne håndboken. Det vises også til punktet ”Kontroll og dokumentasjon” i de enkelte delkapitlene.

711.1

Gabionmurer (gabioner) er kurver av metallnetting som fylles med stein og stables til det danner en mur.

71. Murer

711. Murer av naturstein, betong og gabioner

711.1 Generelt og formelle krav

Beskrivelsen gjelder murer av betongelementer og plasstøpt betong dvs. vinkelstøttmurer og gravitasjonsmurer med bakfylling av løsmasser. Omtalen gjelder også tørrmurer av naturstein, både ensidige murer med bakfylling av løsmasser og tosidige murer som er massive eller har en kjerne av løsmasser, samt gabion- og betongmurer.

Murer skal som hovedregel byggemeldes dersom det ikke er redegjort for utformingen og plassering i reguleringsplan eller bebyggelsesplan. Det vises til forskrift om saksbehandling og kontroll i byggesaker (SAK) (Ref. 1). Forskriften er utdypet i Veiledning til forskrift om saksbehandling og kontroll i byggesaker– se melding HO-2/2006 - Offentlige veianlegg og byggesak (Ref. 2).

Murene skal kontrolleres og godkjennes iht. godkjenningsordning i Statens vegvesen. Murer over 5 m høyde skal godkjennes av Vegdirektoratet, Trafikksikkerhet, miljø og teknologiavdelingen. Murer under 5 m høyde og de normerte murene godkjennes av regionvegsjefen eller den han bemyndiger i regionen. Krav til dokumentasjon for godkjenning er gitt i Håndbok N400 (Ref. 4).

711.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Ved oppføring av murer skal geotekniske forhold vurderes nøye. Det stilles materialkrav mht. betong og armeringskvaliteter. Kvaliteten på bakfyllingsmasser skal vurderes.

For dimensjonering ihht. krav i avsnittet over vises til:

- Håndbok N400 Bruprosjektering (Ref. 4)
- Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging (Ref. 6)

Det vises til Håndbok V270 Tørrmuring med maskin (Ref. 7) for faglige råd om tørrmuring.

711.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Tekniske krav

Murer skal stå støtt og holde på løsmassene. Levetiden bør være 100 år.

Estetiske krav

Murer skal utformes med estetisk god kvalitet, og bør bidra positivt til landskapsmessige og kulturhistoriske verdier på stedet.

Sikkerhetsmessige krav

Utformingen skal ivareta sikkerheten til trafikantene og naboene. Murer skal ikke ha utstikkende partier som utgjør fare ved påkjørsel. Det vises til rekkverksnormalene (Ref. 8).

711.4 Tekniske spesifikasjoner

Murer skal fundamenteres på frostfritt og stabilt underlag. Det vises til kap. 204.1. Det skal benyttes telesikre masser i fryseseonen, og det skal etableres god drenering bak sålen og muren.

I tillegg til langsgående drenering settes utsparinger 200/200 mm med maksimal senteravstand 2 m langs foten av muren.

Konstruksjoner skal dimensjoneres for opptredende laster i henhold til gjeldende konstruksjonsstandarder og prosjekteringsregler. Det vises til NS-EN 1992 Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner (Ref. 9). Fuger vurderes ut fra geotekniske forhold og murens størrelse.

711.5 Kontroll og dokumentasjon

Konstruksjonen kontrolleres i henhold til konstruksjonstegninger, beregninger og beskrivelse som skal foreligge. Drenering og bakfylling skal også kontrolleres.

Ferdigbefaring i henhold til konstruksjonstegninger og beskrivelse skal gjennomføres.

Godkjenningsbrev i henhold til godkjenningsordning i Statens vegvesen og godkjente arbeidstegninger skal foreligge.

712. Armert jord**712.1 Generelt og formelle krav**

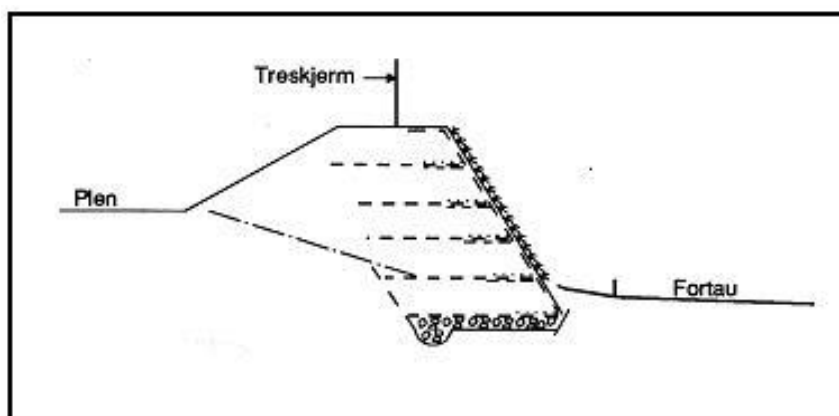
Beskrivelsen gjelder konstruksjoner av armert jord, både støttekonstruksjoner med frontkledning av betong, stein, tre, vegetasjon o.l. samt armerte skråninger. Beskrivelsen gjelder for konstruksjoner med armeringsmateriale av plast, stål osv.

Konstruksjoner av armert jord skal som hovedregel byggemeldes dersom det ikke er redegjort for utformingen i reguleringsplan eller bebyggelsesplan. Det vises til forskrift om saksbehandling og kontroll i byggesaker(SAK) (Ref. 1). Forskriften er utdypet i Veiledning til forskrift om saksbehandling og kontroll i byggesaker - Melding HO-2/2006 - Offentlige veianlegg og byggesak (Ref. 2).

712.1

Jordarmering benyttes for å forbedre jordas egenskaper med hensyn på styrke og deformasjon. Armert jord benyttes for å stramme opp skråninger og til forsterkning av jorda ved bygging av støttekonstruksjoner.

Armert jord-konstruksjoner skal godkjennes i henhold til godkjenningsordning i Statens vegvesen. Armert jord-konstruksjoner med murhøyde på 5 m eller mer skal godkjennes av Vegdirektoratet. Armert jord-konstruksjoner lavere enn 5 m godkjennes av regionvegsjefen eller den han bemyndiger i regionen.



Figur 712.1 Eksempel på konstruksjon med armert jord

712.2 Dimensjoneringsgrunnlag

For dimensjonering av konstruksjoner av armert jord vises det til Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging (Ref. 6) og Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder (Ref. 8).

712.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Tekniske krav

Armert jord skal stå støtt og holde på løsmassene. Konstruksjonen skal vurderes med hensyn på utforming, materialvalg og utførelse slik at tillatte deformasjoner/tøyninger ikke overskrides. Levetiden bør være 100 år.

Estetiske krav

Armert jord skal utformes med estetisk god kvalitet for å bidra positivt til å bevare landskapsmessige og kulturhistoriske verdier på stedet.

Sikkerhetsmessige krav

Utformingen skal ivareta sikkerheten for trafikanter og naboer. Armert jord skal ikke ha utstikkende partier som utgjør fare ved påkjørsel. Det vises til Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder (Ref. 8).

712.4 Tekniske spesifikasjoner

I fryseseonen skal det for permanente støttekonstruksjoner normalt benyttes ikke telefarlige materialer, eller det benyttes frostisolasjon.

712.4

Det vises til kap 51. for beskrivelse av telefarlighetsklassifisering.

Materialvalg, dimensjonering og utførelse av konstruksjonen beskrives i det enkelte tilfelle, inkludert krav til konstruksjonens egenskaper mht. deformasjoner, setninger og stabilitet. Se kap. 16 i Håndbok V220 (Ref. 6).

712.5 Kontroll og dokumentasjon

Konstruksjonen kontrolleres i henhold til konstruksjonstegninger, beregninger og beskrivelse som skal foreligge.

Armert jord konstruksjoner skal kontrolleres med hensyn på totalstabilitet og indre stabilitet.

Godkjenningsbrev i henhold til godkjenningsordning i Statens vegvesen og godkjente arbeidstegninger skal foreligge.

72. Støytiltak

721. Generelt og formelle krav

721.

Skjermhøyder på 2-3 m demper generelt 8-10 dBA utenfor 1. etasje. En fasade i et bygg demper støyen utenfra og inn med opptil 40-45 dB ved god fasadeisolerings. Normale bygg har rundt 30 dB i fasadedemping.

Generelt

Støytiltak omfatter støyskjermer og -voller samt fasadeisolerings. Støytiltak skal tilpasses det enkelte bygg og området det ligger i.

Støydempingsbehov vurderes ut fra:

- Miljøverndepartementets retningslinje T-1442 *Behandling av støy i arealplanlegging* og tilhørende veileder TA-2115/SFT (Ref. 10, gjelder både T-1442 og TA-2115). Gir lydnivåer for boliger inntil nye vegger og ved utvidelse av eksisterende vegger.
- Miljøverndepartementets *Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften)* kap. 5, som er utdypet i en egen *veileder* (Ref. 11, gjelder både forskriften og veilederen). Forskriftens kap. 5 angir høyeste tillatte innvendig lydnivå i eksisterende boliger langs eksisterende vegnett.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementets *Forskrift om tekniske krav til byggverk*-(TEK 10) (Ref. 22), samt NS 8175 *Lydforhold i bygninger – Lydklasser for ulike bygningstyper* (Ref. 50). Gjelder innendørs støy fra alle utendørs kilder og for utendørs støy fra tekniske installasjoner på bygning.

Bebyggelse	Veg	Lov, forskrift, retningslinjer	Grenseverdier
Eksisterende	Ny, utvidelse/-endring	Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442)	Se figur 721.2
Eksisterende	Eksisterende	Forurensningsforskriften, kap. 5	Innendørs støynivå Tiltaksgrense: 42 dB ($L_{pAeq, 24h}$) ¹⁾
Ny	Eksisterende	Teknisk forskrift til Plan- og bygningsloven	

1) $L_{pAeq, 24h}$ er gjennomsnittlig støynivå gjennom døgnet

Figur 721.1 Oversikt over krav og retningslinjer mht. støy

Miljøverndepartementets retningslinje for behandling av utendørs støy i arealplanlegging (T-1442) er veiledende og skal legges til grunn bl.a. av statlige etater ved planlegging og behandling av enkeltsaker etter plan- og bygningsloven. Vesentlige avvik kan imidlertid gi grunnlag for innsigelse til planen fra statlige myndigheter.

Anbefalte støygrenser ved ny virksomhet eller bebyggelse

Anbefalte støygrenser ved planlegging av ny virksomhet eller bebyggelse (fra T-1442) er vist i figur 721.2.

Støykilde	Støynivå på uteplass og utenfor rom med støyfølsom bruk L_{den}	Støynivå utenfor soverom, natt kl. 23 – 07
Veg	55 L_{den} ¹⁾	70 L_{5AF} ²⁾

- 1) L_{den} er gjennomsnittlig støynivå midlet over år, og med ekstra vektning av støy på kvelds- og nattetid.
- 2) L_{5AF} er det maksimale støynivået for enkelthendelser som overskrides av 5% av hendelsene om natten

Figur 721.2 Anbefalte støygrenser ved etablering av ny støyende virksomhet og bygging av boliger, sykehus, pleieinstitusjoner, fritidsboliger, skoler og barnehager. Alle tall er oppgitt i dB, frittfeltverdier.

Og for øvrig:

- Grenseverdiene gjelder i den beregningshøyde som er aktuell for den enkelte boenhet.
- For innendørs støy fra alle utendørs kilder og for utendørs støy fra tekniske installasjoner på bygning gjelder krav i teknisk forskrift / NS 8175 klasse C.
- Grenseverdiene for uteplass må være tilfredsstillt for et nærområde i tilknytning til bygningen som er avsatt og egnet til opphold og rekreasjonsformål, jfr. definisjon i T-1442, kap.6.
- Krav til maksimalt støynivå i nattperioden gjelder der det er mer enn 10 hendelser pr. natt.

Formelle krav

Støyskjermer og tiltak som fører til endring av fasaden er søknads- eller meldepliktig etter Forskrift om saksbehandling og kontroll i byggesaker (SAK) (Ref. 1). Forskriften er utdypet i Veiledning til forskrift om saksbehandling og kontroll i byggesaker, og melding HO-2/2006 Offentlige veianlegg og byggesak (Ref. 2).

722. Støyskjermer og -voller

722.1 Generelt

Oversikt over krav og retningslinjer mht. støy, se pkt. 721.

722.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Skjermene dimensjoneres ut fra:

- Beregnet støynivå og støydemplingsbehov
- Terreng- og grunnforhold
- Bebyggelsens plassering
- Barrierevirkning av støytiltak
- Estetiske forhold og kulturhistoriske verdier
- Tekniske krav – styrke og stivhet
- Drift og vedlikeholdshensyn
- Vindlast

Beregning av støynivå utføres ved hjelp av Statens vegvesen Håndbok V716 - Nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy, Nord96 (Ref. 12) som er lagt inn i programmene NBStøy og Nova POINT Støy (Tstøy), eller andre beregningsverktøy basert på beregningsmetodene Nord96 eller Nord2000 Road.

722.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Tekniske krav

Korte skjermes bør være uten åpninger. Lange skjermes bygges med åpning etter behov (se nedenfor). Dører, sluser og lignende skal utformes for ikke å slippe gjennom støy. Det skal ikke være åpning mellom skjermene og bakken, heller ikke etter at massene på hver side av skjermene har satt seg. Levetiden bør være minst 25 år.

Styrke og stivhet er viktig. Skjermes skal stå stabilt for å unngå setninger.

Skjermes skal fundamenteres slik at deformasjoner unngås. Fundamentene skal bygges frostfritt. For å unngå skjemmende skjevheter bør det vurderes å legge inn justeringsmuligheter ved innfesting av stendere.

For dimensjonering av skjermes iht. avsnittene over vises til følgende standarder:

- NS-EN 1995-1-1 og NS-EN 1995-1-2 (Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner). (Ref. 13)
- NS-EN 1993 (Eurokode 3, prosjektering av stålkonstruksjoner). (Ref. 14)
- NS-EN 1992 (Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner) (Ref. 9)
- NS-EN 1991-1-4 (Eurokode 1, laster på konstruksjoner – Del 1-4: Allmenne laster - Vindlast). (Ref. 15)
- NS-EN 1794-1 Innretninger for reduksjon av vegtrafikkstøy. Ikke-akustiske egenskaper. Del 1 – Mekaniske egenskaper og stabilitetskrav. (Ref. 18)
- NS-EN 1794-2 Innretninger for reduksjon av vegtrafikkstøy. Del 2 – Generelle sikkerhets- og miljøkrav. (Ref. 19)

For beregning av bæreevne vises det til Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging (Ref. 6).

For plass til snøopplag mellom veg og skjerm vises det til Håndbok N100 Veg- og gateutforming (Ref. 16). I bystrøk må som regel snøen kjøres bort.

Estetiske krav

Støytiltakene skal være stedstilpasset for å bidra positivt til nærmiljøet.

Sikkerhetsmessige krav

Skjermes bør være utformet og plassert slik at det ikke er nødvendig å sette opp rekkverk foran skjermene. Der skjermene står nær veg, kan rekkverk bygges inn i skjermene. Rekkverksnormalene (Ref. 8) skal følges. Krav til sikt for trafikantene skal ivaretas.

722.3

Det kan lages lydabsorberende skjermes med delvis åpne felt av mineralull eller treullsement.

Akustiske krav

Se pkt. 721. Absorberende skjermers skal benyttes dersom skjermen kan forårsake uønskede lydrefleksjoner til annen bebyggelse.

Krav mht. drift og vedlikehold

Skjermers bør være enkle å vedlikeholde slik at funksjonskravene opprettholdes over tid. Skjermene bør ha en overflate som er behandlet slik at ”tagging” lett kan fjernes eller males over. Skjermene skal utformes slik at de ikke skades av snømåking eller annet drift og vedlikeholdsarbeid.

Lange skjermers bør bygges med åpning, dør eller lignende slik at skjermene enkelt kan inspiseres og utbedres på baksiden.

722.4 Tekniske spesifikasjoner

Lengden på støyskjerm/voll bør være slik at støy som går rundt er minimal i forhold til støy som går over. Skjermers bør plasseres nær støykilden eller nær det område som skal beskyttes.

Minimum vekt mht. støydempning er 15 kg/m². I prinsippet er 22 mm trepanel tilstrekkelig, men for at skjermen skal bli tett er det som regel nødvendig med en mer omfattende konstruksjon.

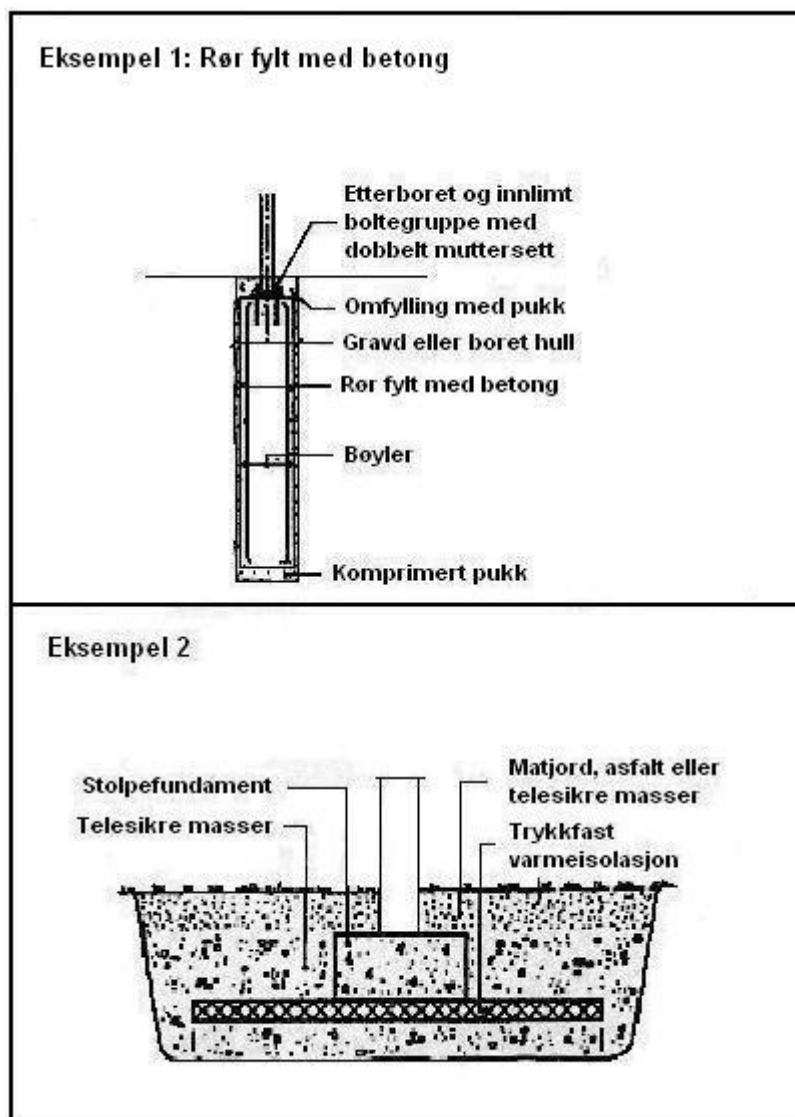
For treskjermers bør det brukes trevirke som er impregnert etter godkjente metoder. Impregneringsklassen bør være AB for støyskjermers. Uimpregnert tre kan brukes dersom holdbarheten er tilsvarende som for impregnert tre.

Stål bør galvaniseres *etter* forboring av hull. Minimum galvaniserings-tykkelse er 39 µm.

Absorberende skjermers skal være helt tette på den siden som vender bort fra støyen.

Glasskjermers reduserer barrierevirkningen av skjermen. Fare for hærverk, kostbar utskiftning av glasset, påflyvning av fugl og behov for vasking tilsier at bruk av glasskjermers må vurderes spesielt. Busker og trær inntil slike skjermers øker faren for påflyvning av fugl og bør unngås der dette er et problem. Markering med vertikale striper på glasskjermers har vist seg effektivt og kan redusere kollisjonsraten med opptil ca. 80 %.

Det er satt begrensninger i bruk av trevirke impregnert med kreosot og enkelte andre kjemiske forbindelser (krom og arsen). Det vises til Forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften) (Ref. 17).



Figur 722.1 Eksempler på fundamenteringsmåter. I tillegg finnes det ferdigproduserte fundamenter.

”Grønne skjermer” er skjermer der vegetasjon er plantet i selve skjermen. Siden grønne skjermer krever kunstig vanning og mye stell for at de skal se akseptable ut, bør de kun brukes unntaksvis.

Støyvoller kan en del steder være hensiktsmessig av estetiske og praktiske grunner. Helning og utforming av vollen avhenger av grunnforholdene og det materiale den bygges opp av. Ved bruk av jordarmering vil skråningene kunne gjøres brattere enn det som er naturlig rasvinkel for massene vollen er bygget opp av.

For faglige råd vises det til listen over støttelitteratur i pkt. 722.7.

722.5 Kontroll og dokumentasjon

Ferdigbefaring gjennomføres ihht. tegninger (plan, snitt og konstruksjons-tegninger). Støyberegninger skal foreligge. Måling av skjermens støy-demping kan være aktuelt. Instruks for drifts- og vedlikeholdstiltak skal utarbeides.

722.6 Støttelitteratur

- Statens vegvesen og Riksantikvaren: *Fasadeisolering mot støy*. Håndbok V135. Vegdirektoratet, Oslo 2005 (Ref. 24)
- Pedersen, P. A.: *Grønne støyskjermer – evaluering av plantevekst*. Miljøteknologi 95: 02. Statens forurensningstilsyn, Oslo 1995. ISBN 82-7655-284-6.
- Statens vegvesen Sør-Trøndelag, Trondheim Kommune, Knut Selberg Arkitektkontor A/S, Knut Hepsøe Bygg- og Støykonsult. *Støyskjerming – Trondheim; Veileder*. Trondheim 1997.
- Statens vegvesen Oslo, og Bjørbekk og Lindheim A/S: *Støyskjermer i Oslo; en idékatalog*. Statens vegvesen, Oslo 1995.
- Statens vegvesen Vegdirektoratet: *Veileder for lokale støyskjermer* ISSN-nummer 1890-2472.
- SINTEF Byggforsk: *Utendørs skjerming mot støy; Prinsipper og beregning*. NBI-blad 517.221. NBI, Oslo 1997.
- SINTEF Byggforsk: *Utendørs skjerming mot støy; Utførelse og stedtilpassing*. NBI-blad 517.222. NBI, Oslo 1997.

723. Fasadeisolering mot støy

723.1 Generelt og formelle krav

Oversikt over krav og retningslinjer mht. støy, se pkt. 721. Huseier overtar ansvaret for vedlikeholdet etter garantitidens utløp, se pkt. 723.5.

723.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Følgende forhold inngår i dimensjoneringsgrunnlaget:

- Beregnet støynivå og støydemplingsbehov
- Bebyggelsens plassering
- Estetiske forhold og kulturhistoriske verdier som skal være avgjørende for hvordan fasadeisolering gjennomføres
- Drifts- og vedlikeholdshensyn

For beregning av fasaders lydisolerende evne skal formelverk gitt i NS-EN ISO 717-1 *Akustikk - Vurdering av lydisolasjon i bygninger og av bygningsdeler - Del 1: Luftlydisolasjon* benyttes (Ref. 20). SINTEF Byggforsk Håndbok 47 (Ref. 21) som er basert på dette formelverket kan benyttes.

723.3

Ved etterisolering av vegger eller ved utskifting av vinduer, bør vinduene settes i samme liv som før og ikke ha falske sprosser. Vinduene bør være hengslet slik de var da huset ble bygd m.v.

Ventilasjon i bygninger er basert på en viss basisventilasjon ved bruk av ventiler, men det forutsettes at det i tillegg luftes gjennom vinduer.

Balansert ventilasjon er ventilasjonsanlegg med mekanisk tilførsel og avtrekk av luft med tilnærmet like mengder luft tilført og avtrukket.

723.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Tekniske krav

Bygningsmessige forhold som lydgjennomgang i fasaden (og derav følgende behov for støydemping), og planløsning (for eksempel hvor soverom ligger) er dimensjonerende.

Tiltakene skal utføres i henhold til *Forskrift om tekniske krav til byggverk* (TEK 10) (Ref. 22), som utdypes i *Veiledning om tekniske krav til byggverk* (Ref. 23).

Levetiden av tiltakene på fasaden bør være 25 år.

Estetiske krav

Tiltak skal være tilpasset bygningen og skal ikke bidra til å redusere de kulturhistoriske verdiene i bygningen.

Vinduene er spesielt viktige for bygningers utseende. Utbedring av eksisterende vinduer bør vurderes framfor utskifting. Det er verdt å merke seg at gamle vinduer supplert med ekstra varevinduer (ekstra vindusramme innvendig) kan gi bedre lydreduksjon enn nye vinduer med isolerglass. Det bør skiftes ut minst mulig. Foruten å ta vare på kulturhistoriske verdier bidrar dette til nasjonale miljømål om økt gjenbruk og reduserte avfallsmengder.

Akustiske krav

Se pkt. 721.

Ventilasjonskrav

Fasadeisolering innebærer i de fleste tilfeller tetting av fasaden, både ventiler og utettheter rundt vinduer og ellers. I områder med høye lydnivåer ved fasaden (dvs. over L_{den} 65 dB, frittfeltsverdi) og/eller sterk luftforurensning, vil bruk av vinduer til lufting være uaktuelt. Balansert ventilasjon skal benyttes i slike tilfeller.

723.4 Tekniske spesifikasjoner

Utbedringsarbeidene skal prosjekteres særskilt for hver bygning, generelle løsninger og beskrivelser har begrenset anvendelse.

Spalteventiler i vinduer og vanlige ytterveggventiler skal ikke benyttes der det skal fasadeisolereres mot støy.

For faglige råd vises til egen veileder, Håndbok V135 Fasadeisolering mot støy (Ref. 24).

723.5 Kontroll og dokumentasjon

Tiltaket kontrolleres iht. tegninger og beskrivelse. Støyberegninger og konstruksjonstegninger skal foreligge. Det skal inngås skriftlig avtale med huseier om dennes ansvar for framtidig vedlikehold etter garantitidens utløp.

723.6 Støttelitteratur

- Selberg arkitektkontor A/S og Knut Hepsøe Bygg- og Støykonsult: *Støyskjerming – Trondheim; Veileder*. Statens vegvesen Sør-Trøndelag, Trondheim 1997.
- Statens vegvesen og Riksantikvaren: *Fasadeisolering mot støy*. Håndbok V135. Vegdirektoratet, Oslo 2005. (Ref. 24)

73. Sikring av skråninger

Sikring av skråninger er beskrevet i kap. 2.

74. Grøntarealer og skråninger

741. Utlekking av jord

741.1 Generelt

Utlekking av jord omfatter levering, eventuell mellomlagring, planering, bearbeiding og jordforbedring.

Det skilles mellom utlegging av jord for naturlig oppspiring og vegetasjonsinnvandring og utlegging av jord for planting eller såing.

Vekstjord er jord med en sammensetning av organisk og mineralsk materiale som er godt egnet for plantevekst.

Utlekking av jord har som hensikt å gi muligheter for etablering av vegetasjon.

741.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Valg av jordtype, tykkelse og volum på jordlag avhenger av hvilke type vegetasjon som skal etableres. Det vises til Håndbok N100 Veg- og gateutforming for retningslinjer mht. vegetasjonsbruk (Ref. 16). I tillegg vil lokale jordbunnsforhold, klima og vegetasjonssammensetning være avgjørende. Det vises også til Håndbok V271 Vegetasjon ved trafikkårer (Ref. 25).

741.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Jorda skal legges ut i tilstrekkelig tykt lag og ha en sammensetning som er tilpasset plantevalget, slik at ønsket vekst oppnås.

Krav mht. erosjonssikring, stabilitet i massene m.v. er omtalt i kapittel 2.

Vegetasjon skal bidra til landskapsmessig tilpasning av veganlegg samt stabilisering av løsmasser.

741.4 Tekniske spesifikasjoner

Jordkvalitet

Vekstjord skal være fri for flerårig ugras samt store røtter og andre uønskede elementer, og skal tilfredsstillende kravene i NS 2890 Dyrkingsmedier, jordforbedringsmidler og jorddekkingsmidler; Varedeklarasjon, pakking og merking (Ref. 26).

Bruk av stedege humusholdig toppjord stiller spesielle krav til håndteringen av massene i anleggsperioden. Stedegne humusholdige toppmasser som skal brukes for naturlig vegetasjonsinnvandring bør ikke flyttes langs vegtraseen.

Faren for spredning av spesielle ugrassorter som floghavre, tromsøpalme og kjempebjørnekjeks til naboeiendommer avklares i samråd med lokale landbruksmyndigheter, i henhold til bl.a. Forskrift om floghavre (Ref. 27).

Anleggsmessige forhold

Leirholdige jordarter som skal brukes til plantevekst skal ikke planeres (strukturen i jorda blir ødelagt), transporteres eller bearbeides mens de er våte.

Ved midlertidig lagring skal humusholdige toppmasser legges i ranker med maksimums høyde 2 meter. Rankene skal ikke legges i forsenkninger i terrenget der en kan risikere vannansamlinger. Massene skal lagres løst og skal ikke komprimeres verken ovenfra eller sideveis. Det skal ikke kjøres på rankene, uansett jordart.

Ved utlegging av jord skal markert sjiktning mellom lag av ulike jordarter unngås. Dette er viktig for å få en gradvis overgang mellom ulike typer løsmasser slik at vanntransport og struktur blir best mulig. Det skal derfor ikke glattes til eller komprimeres unødig ved utlegging av det enkelte sjikt. Jordoverflaten skal være porøs slik at forholdene er gode for spiring og rotvekst.

Ved etablering av vegetasjon på steinfyllinger skal steinfraksjonen i øverste lag være tilstrekkelig finkornet til at vekstjord eller stedlig toppjord som legges oppå ikke drysser - eller vaskes ned i fyllingen. Fyllingen bør derfor bygges opp med en avtagende steinstørrelse/ kornstørrelse oppover i profilet og med en grus og sandrik øvre del. Steinfylling kan også avsluttes med finpukk og kult i øvre del dersom grus og sand ikke kan skaffes.

Det kan også være aktuelt å etablere vegetasjon direkte i steinfylling, men da stilles det større krav til innholdet av finkornede masser i topplaget. Steinfyllinger med stort innhold av finkornede masser kan bli svært tette ved komprimering og bør unngås.

Tiden fra toppmassene tas av til de legges tilbake bør være så kort som mulig.

Utlegging av jord for naturlig revegetering er beskrevet i pkt. 743.4. Det er viktig at svært næringsrike toppmasser ikke benyttes. Slike masser kan lett gi oppblomstring av kraftigvoksende arter som krever mye skjøtsel. Se Ref. 28.

741.5 Kontroll og dokumentasjon

Før levering skal det dokumenteres at jord tilfredsstillende de krav som er stilt.

Det er viktig å kontrollere at både justert underlag og jordoverflate ikke glattes for mye. Justert underlag skal godkjennes av byggherre før utlegging av jord. Utleggingen av jord skal kontrolleres.

Det kan være et problem å få jord/vekstmedium til å ligge stabilt i "bratte" skrånninger dersom skrånningen er for mye komprimert slik at underlaget er blitt for glatt eller for jevnt.

742. Grasdekker

742.1 Generelt

Beskrivelsen gjelder grasbakke (eng) og grasplen, samt eng med innslag av blomstrende urter.

Vekstjord er jord med en sammensetning av organisk og mineralsk materiale som er godt egnet for plantevekst.

Se for øvrig under prosess 74 (spesielt 74.5 og 74.5) i håndbok R761 (Ref. 37). Se også håndbok R610 (Ref. 30). Se også NS 3420 ZK Skjøtsel og drift av park- og landskapsområder, del ZK2.2 Skjøtsel av grasbakker (Ref. 31).

742.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Det vises til Håndbok N100 Veg- og gateutforming (Ref. 16) hvor retningslinjer for vegetasjonsbruk er beskrevet. Det vises også til Håndbok V271 Vegetasjon ved trafikkårer (Ref. 25).

742.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Tekniske krav

Gras i erosjonsutsatte skråninger bør kunne etablere seg raskt slik at overflateerosjon forhindres.

Estetiske krav

Grasplen skal normalt bare benyttes i by- og tettstedsområder der det er ønskelig med et parkmessig preg. Plen bør bare unntaksvis benyttes i mer landlige omgivelser.

Utenfor tettbygde strøk bør det som hovedregel etableres grasbakke.

Sikkerhetsmessige krav

Vegetasjonsbruk skal ta hensyn til krav til sikt. Høye grasarter og urter bør derfor ikke benyttes der det er krav til sikt. Unntak fra dette er ettårig raigras som kan benyttes i tilfeller hvor det er vanskelige spireforhold og behov for rask etablering av grasdekke.

742.4 Tekniske spesifikasjoner

Det vises til håndbøkene V271 Vegetasjon ved trafikkårer (Ref. 25) og V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref. 29) for etablering av grasplen og grasbakke. Gras bør sås tidlig om våren. Jordforbedring, gjødsling og kalking bør gjennomføres på bakgrunn av hvilke grasarter som sås og jordanalyser.

Grasplen

Grasplen er arealer som skal klippes kort. Arealer som skal bli grasplen skal ha minimum 10 cm vekstjord uavhengig av om plenen sås eller legges ut som

ferdiggras. Vekstjorda skal være fri for flerårig ugras (rotugras). Vekstjord skal tilfredsstillende kravene i NS 2890 Dyrkingsmedier, jordforbedringsmidler og jorddekkingsmidler; Varedeklarasjon, pakking og merking (Ref. 26). Under vekstjorda skal det være minst 10 cm løsmasser dominert av sand eller finere fraksjoner.

Grasbakke

Grasbakke er arealer der graset kan bli høyt og det skal slås sjelden. Arealer som skal bli grasbakke skal ha minst 5 cm humusholdige løsmasser som toppmasser.

Blomstereng

Ved etablering av blomstereng kreves spesiell vurdering av frøblandingens artssammensetning basert på forholdene på voksestedet og frøenes størrelse. Stedegne arter bør brukes.

Naturlig revegetering

Se beskrivelse i pkt. 743.4.

742.5 Kontroll og dokumentasjon

Overordnede mål for skjøtsel beskrives. Etter garantitidens utløp skal grasdekket være heldekkende. Maksimal størrelse på flater som ikke er dekket med ønskede plantearter er 0,5 m². Bare flekker skal maksimum utgjøre 10 % av flaten og være jevnt fordelt.

742.5

Om drift og vedlikehold, se Håndbok R610 (Ref. 30) og tilhørende temahefte (Ref. 32).

743. Plantefelt

743.1 Generelt

Beskrivelsen gjelder trær, busker, stauder, roser og sommerblomster.

Ved bruk av vegetasjon langs trafikkårer er det viktig at plantevalg, etablering av plantefelt og skjøtsel holder tilstrekkelig faglig kvalitet, ellers kan skjøtselen bli unødig ressurskrevende og resultatet dårlig.

Se for øvrig prosess 74.6 ”Plantearbeider” i håndbok R761 (Ref. 37).

743.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Stedegne (naturlig viltvoksende) arter bør benyttes i naturlandskapet, og naturlig vegetasjonsinnvandring bør tilstrebes der det er mulig. Også i kulturlandskapet bør stedegne arter benyttes, men her er det i tillegg tradisjon for bruk av innførte arter, for eksempel i alleer. I tettbygde strøk står man mer fritt, men valget skal ta hensyn til kulturhistoriske verdier og tradisjoner i området i tillegg til vekstvilkårene for planter. Det vises til Håndbok N100 Veg- og gateutforming (Ref. 16).

Det vises til Håndbok V271 Vegetasjon ved trafikkårer (Ref. 25) og Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref. 29).

743.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Tekniske krav

Dersom det er fare for erosjon i massene, skal skråninger være dekket med vegetasjon eller annet materiale som hindrer erosjon. Vegetasjonen skal ikke skape problemer for veg og bebyggelse.

Estetiske og biologiske krav

Vegetasjonen skal være tilpasset stedet. I tillegg skal det tas hensyn til de påkjenninger vegetasjonen utsettes for i forbindelse med brøyting, salting mv.

Sikkerhetsmessige krav

Vegetasjonen skal ikke skape sikkerhetsproblemer mht. påkjørsel, viltulykker, sikt, snøfokking eller lignende. Det vises til rekkverksnormalene (Ref. 8). Se pkt. 743.4.

Skjøtsel

Vegetasjonsbruken bør planlegges med utgangspunkt i at skjøtselen skal være enkel å gjennomføre. Det bør brukes arter som etablerer seg raskt og dekker jorda slik at ugrasproblemer begrenses. Dette skal ikke komme i konflikt med siktkrav. Trær i bystrøk og tettstedsnære områder skal ved planting ha stammer som ikke lett kan brytes av mv.

Levetid

Vegetasjon bør planlegges slik at den utvikler seg og øker sin verdi over tid. Levetid avhenger av art og noen arter kan bli flere hundre år gamle. Trær bør kunne vokse i minst 50 år og busker i 25 år uten fornyelse.

743.4 Tekniske spesifikasjoner

Vekstjord

Vekstjorda skal være fri for flerårig ugras. Næringsinnholdet i jorda skal være tilfredsstillende for plantenes krav. Gjødsling og kalking bør skje med utgangspunkt i jordprøver. Flersidig klorfattig mineralgjødning bør normalt benyttes. Vekstjorda skal tilfredsstillende kravene i NS 2890 Dyrkingsmedier, jordforbedringsmidler og jorddekkingsmidler; Varedeklarasjon, pakking og merking (Ref. 26)

For praktiske råd om gjødsling og kalking vises til Håndbok V271 Vegetasjon ved trafikkårer (Ref. 25) og Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref. 29).

Planter, generelt

Plantekvalitet skal være i henhold til Norsk standard for planteskolevarer, NS 4400 – NS 4413 (Ref. 34). Det skal velges arter med egnet proveniens/-herkomst/sort (kultivar). Sykdomsutsatte planteslag skal unngås.

Det vises til Håndbok V271 Vegetasjon ved trafikkårer (Ref. 25) og Grøntveileder fra Statens vegvesen Oslo (Ref. 33) hvor det er beskrevet arter som

Huskeregul **ros** = rogn, **osp**, **selje** (treslag som bør unngås i vegens nærrområde)

tåler de spesielle påkjenninger de utsettes for langs trafikkerte veger. I Grøntveilederen anbefales også planteavstander fra veger som saltes i forbindelse med vinterdrift.

I områder med viltulykker bør arter som viltet foretrekker å beite på unngås i vegens nærområde, eksempler er rogn, osp og selje.

Planting, generelt

Planting skal utføres etter faglige krav. Det anbefales å plante tidlig om våren. Eventuell ugrasbekjempelse bør skje før planting eller mens jorda ligger i depot slik at jorda er fri for flerårig ugras ved planting.

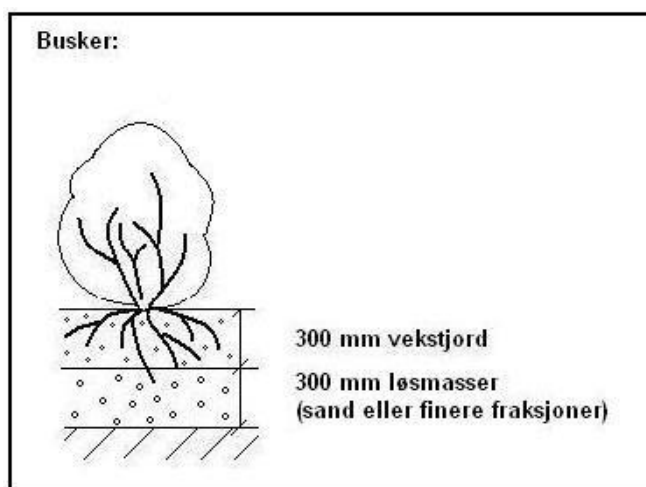
Under transport og lagring skal plantene og spesielt røttene beskyttes for sol, vind og uttørking. Plantene skal sikres tilstrekkelig fuktighet i etableringsfasen.

Etter planting kan det legges ut 80 mm ukompostert bark eller annet egnet dekkemateriale på jorda i plantefeltet for å redusere ugrasproblemet. Jorddekking forutsetter god drenering. Barken skal tilfredsstille kravene i NS 2890 Dyrkingsmedier, jordforbedringsmidler og jorddekkingsmidler; Varedeklarasjon, pakking og merking (Ref. 26). Ukompostert bark skal ikke legges inntil rothals/stamme.

Fiberduk under barken anbefales ikke. Barken brytes ned etter få år og reduseres kraftig i volum. Fiberduken vil da vanskeliggjøre ugrashakking og ofte bli synlig i bedene.

Busker

Busker krever minst 300 mm vekstjordlag. Under dette laget bør det være minst 300 mm løsmasser dominert av sand eller finere fraksjoner. Enkelte arter krever mer. Buskene skal plantes i samme dybde eller litt dypere enn de har stått før. Oppbygging av plantefelt skal tilpasses den enkelte arts behov.



Figur 743.1 Plantedybde for busker

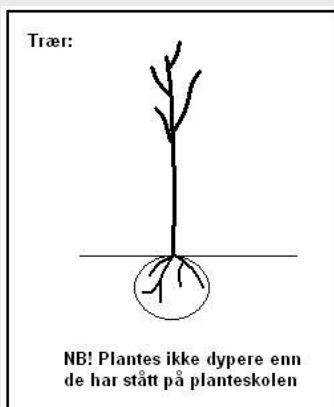
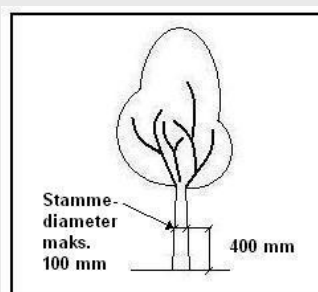


Fig. 743.2 Plantedybde for trær



Figur 743.3 Trær som oppnår en viss størrelse på stammen bør plasseres så langt unna vegen at rekkverk blir unødvendig. Se også håndbok N101 (Ref. 8).

Trær

Trær krever et minimum jordvolum på 1 m^3 . Dette forutsetter at trerøttene har et langt større volum løsmasser tilgjengelig. Der det brukes klumpplanter skal klumpen være gjennomrotet (jfr. NS 4402 – Ref. 34). Oppbygging av plantefelt skal tilpasses den enkelte arts behov.

Trærne skal ikke plantes dypere enn de har stått i planteskolen (figur 743.2).

Trær som får stammediameter over 100 mm målt 400 mm over bakken (figur 743.3) bør plantes så langt unna vegen at rekkverk blir unødvendig. Det vises til rekkverksnormalene (Ref. 8).

I by og tettstedsnære områder, der trærne er utsatt for hærverk bør store trær brukes, minimum stammeomkrets på 180-200 mm anbefales. Trærne skal støttes opp de første årene etter planting. Oppstøttingen skal etterses så den ikke gnager på barken på stamme eller greiner. Oppstøttingen skal fjernes når treet er godt forankret etter ny rotvekst, normalt innen 2-3 år.

Stauder, sommerblomster og blomstereng

Stauder, sommerblomster og blomstereng har varierende krav til jord og næring, som ikke omtales nærmere her.

Lave markdekkere og rabattroser

Lave markdekkere og rabattroser har varierende krav til jord og næring som ikke omtales her. Bruken bør begrenses, også i by- og tettstedsnære områder. Bare særlig nøysomme stauder og sommerblomster som dekker godt mot ugras bør brukes.

Ved revegetering og masseplanting i natur- og kulturlandskapet anbefales det å plante minimum 2 år gamle planter. Det kan også satses på naturlig revegetering (Ref. 28).

Naturlig revegetering

Naturlig revegetering er i første rekke aktuelt utenfor tettbygd strøk. Dette kan skje ved tilbakelegging av toppjord der oppspiring skjer fra jordas naturlige frøbank og rester av plantemateriale i tillegg til frø som etter hvert spres fra eksisterende vegetasjonen på stedet. Også på undergrunnsjord vil det gradvis skje naturlig revegetering ved spredning av frø fra lokal vegetasjon, men vegetasjonsdekningen vil ofte bli dårligere eller skje langsommere. På undergrunnsjord kan det være aktuelt med svak gjødsling for å stimulere til raskere etablering. Det vises til Håndbok V271 Vegetasjon ved trafikkårer (Ref. 25) og Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Ref. 29) for råd om gjødsling og kalking.

Toppjord som tas vare på for senere påføring på skråninger skal lagres i maksimum 2 m høye ranker i byggeperioden. Tiden fra toppmassene tas av til de legges tilbake igjen bør være så kort som mulig. Rankene skal ikke komprimeres verken fra toppen eller sideveis. Overflatemassene påføres i et 100 mm tykt lag på skråninger og fyllinger etter planeringen. Det er viktig at det øverste laget og massene under ikke blir komprimert av tunge maskiner eller planert for glatte. Glatt planert jord er lite spirevennlig og kan hindre transport av vann og næring i og mellom jordlagene (det vises til pkt. 741.).

I jordbrukslandskap og tettstedsnære områder med næringsrik jord der man kan forvente oppslag av kraftigvoksende ugrasarter som for eksempel burot, kjempebjørnekjeks, slirekne, tistel m.v. bør ikke naturlig revegetering benyttes (Ref. 28).

743.5 Kontroll og dokumentasjon

Utførelsen kontrolleres i henhold til tegninger og beskrivelse. Planteplan i henhold til utført arbeid skal foreligge. Anleggsgartner eller tilsvarende bør benyttes.

Det bør utarbeides en beskrivelse som forklarer hvordan man har tenkt at anlegget skal utvikle seg over tid, en intensjonsplan. Det skal beskrives hvordan skjøtselen er tenkt lagt opp der det er behov for spesielle skjøtsels-tiltak.

743.6 Støttelitteratur

- Statens vegvesen: *Grunnforsterkning, fyllinger og skrånninger*. Håndbok V221. Vegdirektoratet (Ref. 29).
- Statens vegvesen Akershus: *Vegetasjonsetablering i undergrunnsjord; Konklusjoner og anbefalinger*. Revidert utgave. Forskningsparken i Ås, 1999.
- Pedersen, P. A. og Håbjørg, M. B.: *Etablering og vedlikehold av vegetasjonselementer ved veg*. Forskningsparken i Ås, 1995.
- Statens vegvesen: *E10 Lofotens fastlandsforbindelse. Landskaps-tilpasning og naturlig revegetering fra stedlige toppmasser*. Rapport nr. 2009/12. Vegdirektoratet, Utbyggingsavdelingen.

743.5

Om drift og vedlikehold, se Håndbok R610 (Ref. 30) og tilhørende temahefte (Ref. 32).

75. Kantstein, rekkverk og gjerder

751. Kantstein

751.1 Generelt

Kantstein brukes for å lede overflatevann, forenkle renholdet og avgrense trafikkområder. Kantstein kan også være nødvendig for at blinde og svaksynte skal kunne orientere seg. Ved bruk av dekke med belegningsstein, fungerer kantstein også som en viktig låsing av ytterkanten på dekket.

751.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Behovet for kantstein er beskrevet i Håndbok N100 Veg- og gateutforming (Ref. 16). Generelle retningslinjer for utforming av arealer med kantstein er også beskrevet i Håndbok N100.

751.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Tekniske krav

Kantstein skal være motstandsdyktig mot påvirkning av salt, forvitring og frostskafer. Belastninger fra trafikk, påkjøring av brøytepløyer og veghøvler, men også overkjøring av tunge kjøretøy, stiller store krav til både stein og fundamentering.

Ved valg av naturstein eller betong til kantstein skal krav til levetid, muligheter for gjenbruk, evne til å tåle belastninger og anleggskostnader vurderes.

Estetiske og kulturhistoriske krav

Kantstein skal ha god holdbarhet og være satt slik at det gir et estetisk godt inntrykk. Materialvalg skal være tilpasset de kulturhistoriske verdier på stedet.

751.4 Tekniske spesifikasjoner

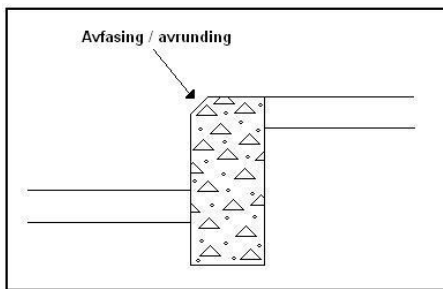
Kantstein – typer og materialkrav, generelt

Kantstein produseres av naturstein eller betong. Som midlertidig løsning kan kantstein av asfaltmasse benyttes.

Kantstein som benyttes mot kjørearealer, skal fases eller rundes i hjørnet slik at bildekk ikke skades ved for eksempel parkering. Eksempel er vist i figur 751.1.

751.4

På steder med stor belastning, som for eksempel ved start og slutt på kantstein, i kurver og andre steder som kan bli utsatt for store laster, bør en unngå å sette korte steiner. Lange steiner motstår belastninger bedre enn korte. I krappe kurver med radius under 3 m, bør det brukes kurvehugget/støpt stein.



Figur 751.1 Eksempel på kantstein med avfasing/avrunding

Kantstein av naturstein

Kantstein av naturstein lages hovedsakelig av granitt, men det kan også benyttes andre typer harde bergarter. Kantstein av naturstein skal tilfredsstillende krav i NS-EN 1343 Kantstein av naturstein til utendørs belegging – Krav og prøvingsmetoder (Ref. 38).

Kantstein av betong

Kantstein av betong skal tilfredsstillende kravene i NS-EN 1340 Betongkantstein – Krav og prøvingsmetoder (Ref. 39) og skal ikke spesifiseres med lavere krav enn angitt i det etterfølgende:

- Frostmotstand skal være som angitt for klasse 3, jfr. pkt. 5.3.2, tabell 2.2, i NS-EN 1340.
- Bøyestyrke skal tilfredsstillende krav som angitt for klasse 3 i henhold til pkt. 5.3.3, tabell 3, i NS-EN 1340.

Betongkantstein som utsettes for jevnlig bruk av piggelekk skal i tillegg tilfredsstillende følgende krav:

- Slitasjestyrke skal minst være som angitt for klasse 3 i henhold til pkt. 5.3.4, tabell 4, i NS-EN 1340, ved prøving etter standardens Annex G.

Setting

Kantstein (både natur- og betongkantstein) kan settes med fuge mellom hver stein eller den settes i knas, dvs. den settes tett uten fuge mellom. Kantsteinen skal settes på et planert og komprimert underlag. Underlaget skal være som resten av vegen slik at hele konstruksjonen beveger seg likt ved eventuelle telehiv o.l.

Kantstein settes i et jordfuktig lag av finsats iht. gjeldende toleransekrav. Etter herding (1-2 døgn) foretas bakstøp av kantstein. Her brukes en sats eller utstyr som gjør at man oppnår god komprimering av hele tverrsnittet på bakstøpen. I kurver og rundkjøringer som erfaringsmessig er utsatt for skader, økes tverrsnittet på både under- og bakstøp.

Naturkantstein skal settes i betong, mens betongkantstein enten kan settes i betong, limes/spikres på et asfaltert underlag eller støpes direkte på stedet. Stein som settes i betong skal ha solid både bakstøp og forstøp. Dersom steinen settes med fuger, skal fugene spekkes med betong.

Ved setting av kantstein føres betongen i bakkant og forkant så langt som mulig opp på steinen, men det bør sikres nødvendig plass til belegningen, evt et jordlag inn mot kantsteinen. Bakstøp og forstøp bør ha en tykkelse på minst 50 mm for å gi tilstrekkelig sidestøtte. I kurver, hjørner og andre områder med stor belastning og slitasje, bør det legges ekstra tykk bakstøp for å sikre nødvendig stabilitet.

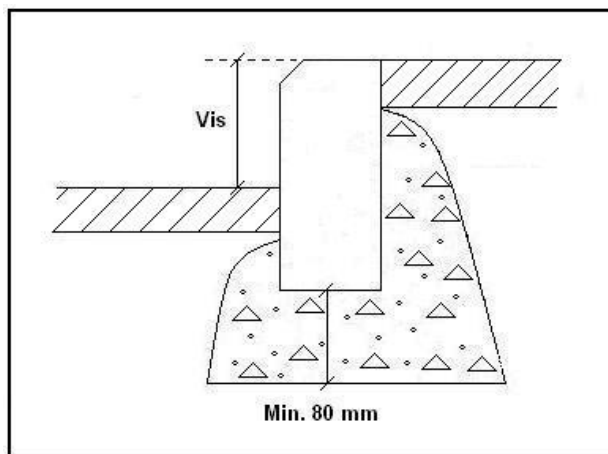
Settebetongen skal ikke utsettes for uttørking før bruk. Forstøp og bakstøp skal komprimeres og gattes godt for å sikre god herding og for å redusere faren for uttørking. I perioder med varmt og tørt vær skal betongen dekket til og eventuelt fuktet for å hindre uttørking. I kaldt vær skal den dekket med vintermatter til herdingen er ferdig.

Praksis viser at et betonglag på 100 mm under steinen forenkler plasseringen av steinen vesentlig.

”Vis” brukes som betegnelse for den delen av kantsteinen som er synlig, sett fra siden.

Kantstein settes ofte med 12-13 cm vis, men også lavere (for eksempel ved forsenkninger i fortau ved gangfelt). Se Håndbok N100 (Ref. 16).

Toleransekrav for setting av kantstein, tidligere gitt i Håndbok R761 Prosesskode 1 (Ref. 37), erstattes av krav gitt i NS 3420, kapittel K23 (Ref. 40).



Figur 751.2 Eksempel på hvordan kantstein bør settes

Betong til setting av kantstein samt fuging

Betong til setting av kantstein skal være jordfuktig finsats med maksimum kornstørrelse normalt lik 8 mm. For bedre komprimering av betong i bakstøp anbefales sats med noe høyere fukt, og/eller bruk av egnet komprimeringsutstyr. Til fuging benyttes normalt jordfuktig sementmørtel med maksimum kornstørrelse 4 mm. Konsistens og finstoffinnhold skal være tilpasset bruksområdet slik at massen har tilstrekkelig stabilitet, klebeevne og komprimerbarhet.

Spekking av fuger skal utføres med samme betongkvalitet som settebetongen. Fugen skal trekkes 5-10 mm inn og glattes. Umiddelbart etter setting og fuging skal steinene rengjøres for betongsøl.

751.5 Kontroll og dokumentasjon

Kontroll gjennomføres under utførelse, ved overtakelse og ved utløp av garantitid. Følgende skal kontrolleres:

- At settebetongen ikke utsettes for uttørking før/under setting og i herdeperioden
- At settebetongen komprimeres og glattes som forutsatt
- Toleranser mht. høyde- og sideavvik
- Vis (forklaring, se figur 751.2)
- Forstøp/bakstøp
- Spekking av fuger
- Renhold av stein

Dokumentasjon skal foreligge mht:

- Ansvarlig for planlegging og utførelse av prosjektet
- Tegninger
- Oversikt over eventuelle krav til produktet som avviker fra krav i denne normalen
- Materialer/produzent som er benyttet

751.6 Støttelitteratur

- Oslo kommune, Samferdselsetaten: *Gatenormaler*. Oslo 2002.
- Thorvaldsen, K. A. og Sikkeland, J.: *Setting av granittkantstein*. A-88 Undervisning. Lier 1996. ISBN 82-994990-0-3.

752. Rekkverk

752.1 Generelt

Alle typer rekkverk, overgangsrekkverk, endeavslutninger og støtputer som skal plasseres langs norske veger skal være godkjent av Vegdirektoratet. Ved innkjøp kan det stilles tilleggskrav vedrørende trafiksikkerhet som for eksempel gjennomsiktighet, vedlikeholdsvennlighet, driftsproblematikk som for eksempel reservedeler, le-effekter pga. snø, estetikk og lignende.

Alternativer til rekkverk bør alltid vurderes, for eksempel:

- Fjerne faremomentet
- Ufarliggjøre faremomentet f.eks. ved å endre utformingen av vegens sideområde
- Erstatte faremomentet med en ettergivende konstruksjon. Dette gjelder f.eks. stolper og master

752.2 Dimensjoneringsgrunnlag

I følge rekkverksnormalene (Ref. 8) skal trafikkmengde (ÅDT), sideterreng og fartsgrense være avgjørende for om rekkverk skal settes opp.

De forskjellige rekkverkstyper deles inn i ytelsesklasser basert på følgende parametre: styrkeklasse, arbeidsbredde og skaderisiko.

Rekkverksnormalenes kapittel 3.3 angir hvilke styrkeklasser som skal brukes i ulike situasjoner.

752.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Sikkerhetsmessige krav

Alle typer rekkverk skal være testet og godkjent i henhold til Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder (Ref. 8). Ledegjerder og annet vegutstyr som kan være farlig å kjøre på skal være godkjent i henhold til NS-EN 12767 (Ref. 42), se for øvrig håndbok R310 (Ref. 49), kapitlene 5.1.3, 5.1.4, 5.2.4 m.fl. Se også dokumentet 'Nordisk samordning av testing og godkjenning av ettergivende master i samsvar med EN 12767' (Ref. 41) som er omtalt i håndbok R310 kap. 5.4. Det skal spesielt påses at enden på ledegjerdet ikke er trafikkfarlig. Utførelsen skal være slik at ikke trafikantene skades ved en eventuell påkjørsel.

752.3

Rekkverk benyttes for å bidra til reduksjon av møteulykker og utforkjøringsulykker.

Ledegjerder er gjerder som avgrenser fotgjengertrafikk fra øvrig trafikk.

752.4

Den vanligste rekkverkstypen er stålskinne-rekkverk, som består av rekkverkskinne montert med eller uten utblokking på stolper av plast, stål eller tre. Alternative løsninger til standard stålskinne-rekkverk er wirerekkverk, rør-rekkverk og betongrekkverk.

Ved bruk av impregnert trevirke til rekkverksstolper, se for øvrig Forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften) (Ref. 17).

Drifts- og vedlikeholdsmessige krav

For å oppnå et mest mulig effektivt vedlikehold bør antall rekkverkstyper begrenses. Det gir et enklere lagerhold med færre reservedeler og er lettere å holde komplett til enhver tid.

Estetiske krav

Plassering, utforming og montering av rekkverk skal gi estetisk akseptabel kvalitet.

752.4 Tekniske spesifikasjoner

Rekkverk skal leveres og monteres slik de er testet og godkjent. Det skal framgå av leverandørens spesifikasjoner. Det vises for øvrig til Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder (Ref. 8).

752.5 Kontroll og dokumentasjon

Ferdigbefaring gjennomføres. Det skal legges vekt på:

- riktig stolpedybde
- komprimering rundt stolper
- fylling bak stolper og forankringer
- estetikk

Følgende skal kontrolleres:

- overgang mellom forskjellige typer rekkverk
- tilstrekkelige rekkverksforlengelser foran faremomenter som høye og bratte skråninger og sidehindre
- innfestingsbredde bak rekkverket
- riktig boltetype for innfestingen av rekkverkskinne til stolpen
- utførelsen, sjekkes i henhold til konstruksjonstegninger
- jevn linjeføring

Konstruksjonstegninger skal foreligge.

753. Gjerder

753.1 Generelt

Bruk av gjerder beskrives i Veglovens § 44 – 48 (Ref. 43), og Plan- og bygningslovens kap. 28, § 28-4 (Ref. 44). Statens vegvesen er også ansvarlig for sikring av renseanlegg for overvann fra veg. Plan- og bygningslovens § 83 omhandler dette, dispensasjon kan gis i henhold til § 7.

753.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Hensikten med gjerder er å lede fotgjengere mot egnede kryssingssteder og å avgrense mellom privat eiendom og vegarealet.

Gjerder skal være dimensjonert for å tåle snølast ved brøyting, der disse er plassert nær veg.

753.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Tekniske krav

Gjerder eller deler av gjerder i stål skal være varmforsinket. Tregjerder bør være impregnert.

Estetiske krav

Gjerders plassering og utforming skal være tilpasset landskap og omgivelser. Gjerder skal være laget av slike materialer at de er enkle å vedlikeholde.

Sikkerhetsmessige krav

Gjerder skal være konstruert på en slik måte at de i liten grad skader trafikanter ved en eventuell påkjørsel.

753.4 Tekniske spesifikasjoner

Gjerder av stål

Hvis gjerdet skal fargesettes bør fargen sintres på galvanisert tråd. Dersom gjerdet utsettes for påkjenninger, bør en vurdere å unngå bruk av sintret lakk, da denne har en tendens til å flasse av.

Korrosjonsbeskyttelse skal beskrives som varmforsinking iht. NS-EN ISO 1461, med krav til og toleranser for beleggets tykkelse (Ref. 46).

Gjerder av tre

For tregjerder bør det brukes trevirke som er impregnert etter godkjente metoder. Impregneringsklassen bør være A for stolper og AB for trevirke for øvrig.

753.5 Kontroll og dokumentasjon

Det kontrolleres om arbeidet er utført i henhold til beskrivelser, tegninger og/eller skisser. Det bør legges særlig vekt på riktig stolpedybde, komprimering rundt stolper, fylling bak stolper og forankringer. Konstruksjons-tegning og beskrivelse skal foreligge.

Vedlikeholdsansvar for gjerder skal være avklart mellom Statens vegvesen og privat grunneier.

753.6 Støttelitteratur

- SINTEF Byggforsk: *Fundamentering av lette konstruksjoner*. NBI blad 517.631. NBI, Oslo 1997.
- Arnulf, O. og Gauer, E.: *Vegloven med kommentarer*. Kommuneforlaget, Oslo 1998. ISBN 82-446-0579-0.

753.4

Det er satt begrensninger i bruk av trevirke impregnert med kreosot og enkelte andre kjemiske forbindelser (krom og arsen). Det vises til Forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften) (Ref. 17).

Uimpregnert trevirke vil normalt ha dårligere bestandighet mot råte, og bør kun brukes hvor lavere krav til levetid tilsier slik bruk.

753.6

For selve vegloven, se Ref. 43.

754. Viltgjerder

754.1 Generelt

Viltgjerder utgjør en permanent barriere for de fleste dyrearter, og bør i utgangspunktet unngås.

På veger som går gjennom viltrike områder og der ÅDT er større enn 10 000 anbefales bruk av viltgjerder dersom ikke andre tiltak er tilfredsstillende i forhold til trafiksikkerheten. Der viltgjerder settes opp bør behovet for viltoverganger vurderes og ivaretas. Eksempel på andre tiltak er siktrydding. Viltsluser med krysning i plan anbefales ikke brukt.

754.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Viltgjerdet skal tilpasses de dyreartene som lever på stedet og som en ønsker å lede bort fra vegen. Dette betyr at både viltgjerdets høyde og åpning mellom terreng og underkant av gjerdet skal tilpasses den funksjonen gjerdet er tiltenkt.

754.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Viltgjerder skal hindre dyr i å komme inn på vegområdet, og lede dyrene til sikre krysningssteder. Dette er spesielt viktig i områder med store sesongpregete trekk.

Et viltgjerde skal ha en levetid på minst 25 år, og skal tåle belastninger som vist i figur 754.1.

Type belastning	Beskrivelse
Belastning fra dyr	Sideveis press fra de største dyrene, men også et loddrett press på topptråden. Det er observert elg som har stått på bakbeina og presset ned nettet.
Snøvekt	Snø som pakkes rundt nettingen representerer en stor belastning på gjerdet etter hvert som snøen synker sammen. Belastningen øker med økende snødybde.
Snøsprut fra veg	Der gjerdet er plassert innenfor rekkevidde av sprut fra snøploger skal gjerdet tåle dette. 1)
Belastning fra vegetasjon	Gjerdet skal tåle belastningen av nedblåste greiner og mindre trær.

1) Hvis gjerdet på flatmark eller på fylling plasseres minimum 10-12 meter fra skulderkant, blir ikke gjerdet skadet av snøsprut.

Figur 754.1 Belastninger som viltgjerder skal tåle

754.4 Tekniske spesifikasjoner

Materialbruk

Den mest benyttede typen nett har loddrette tråder med fast avstand og langsående tråder med varierende avstand, tettest ned mot bakken og størst åpninger mot toppen.

754.3

Kollisjoner med store dyr bør unngås pga trafikantenes sikkerhet. Det er også like viktig å unngå å påføre dyr lidelser som følge av påkjørsler. Dyr i vegen kan også føre til unnamanøvrer som resulterer i ulykker. Det er derfor viktig å sette opp viltgjerder slik at også mindre dyr (for eksempel rev og grevling) ledes bort fra kjørebanelen.

754.4

Små maskeåpninger ned mot bakken skal hindre små dyr i å komme inn i vegen.

Trådernes krysningspunkter kan være sveiset eller holdt sammen med krampeknuter. Knutene skal ikke gli.

Total strekkstyrke i gjerdets topp- og bunntråd bør være minst 3600 N (ca. 360 kg) og ellers i nettet 2800 N (ca. 280 kg). Trådtykkelsen i topp- og bunntråd bør være minst 3,4 mm og i resten av nettet minst 2,5 mm. Bølge-tråd skal benyttes i topp og bunn i tillegg til nettets egen topp- og bunntråd. Bølge-trådens tykkelse bør være minst 4,2 mm og strekkstyrken bør være minst 5500 N (ca. 550 kg).

Avstand mellom trådene i nettet bør ikke overstige verdiene vist i figur 754.2.

Høyde fra nederste tråd (mm)	Største avstand (mm) mellom	
	Langsgående tråder	Loddrette tråder
0 – 750	160	150
750 – 1500	210	150
Over 1500	300	150

Figur 754.2 Anbefalt avstand mellom tråder i nettinggjerde (viltgjerde)

Trestolper eller metallstolper kan benyttes. For metallstolper anbefales å bruke rør med nominell diameter 2” (utvendig diameter 60 mm, godstykkelse 2,9 mm). Dersom det benyttes T-profil (for eksempel i dimensjon 50 mm x 50 mm x 5 mm) skal dimensjonen i knekkpunkter og endeavslutninger og ellers der en kan vente stor belastning, være 60 x 60 x 6 mm. Ved endeavslutninger og knekkpunkt økes godstykkelsen til 6 mm for skråstag. Andre profiler kan også benyttes dersom de tilfredsstiller kravene til styrke og stabilitet. Ved bruk av rør med nominell diameter 2”, som er omtrent dobbelt så sterke som T-profiler, kan skråstag unngås.

Stolper som benyttes bør ikke få varig deformasjon etter en vannrett belastning på 1000 N (ca 100 kg) i en høyde 1,2 m over terreng.

Alle stålmaterialer skal varmforsinkes eller ha overflatebehandling som minst tilsvarende kravene i NS-EN ISO 1461 (Ref. 46).

All hulltaking i stolper bør utføres før overflatebehandling. Dersom det oppstår behov for hulltaking eller kapping av stolper på anleggsstedet, skal bart metall etterbehandles med en sinkrik maling som inneholder minst 92 % tørrstoff. Påført mengde skal være 30 µm tykkere enn kravet til overflatebehandling i NS-EN ISO 1461 (Ref. 46).

Høyder

For hjort, rådyr og rein bør det være en effektiv gjerdehøyde på 220 cm, mens elg krever en effektiv gjerdehøyde på minimum 250 cm. Der det er mulig å utnytte terrenget til å øke effektiv gjerdehøyde, kan selve gjerdet bygges tilsvarende lavere. Effektiv høyde skal måles fra terrengsiden. Ved vurdering av effektiv høyde skal det også tas hensyn til snødybden på stedet.

Rørstolper er å foretrekke framfor stolper av T-profil.

Effektiv høyde på et viltgjerde er høyden fra der et dyr tar sats til toppen av gjerdet.

Dårlig fundamentering er det største problemet med eksisterende viltgjerder.

Et viltgjerde bør påbegynnes og avsluttes mot et naturlig hinder der viltet ikke kan komme inn på vegen eller i åpent terreng der trafikantene har god oversikt over sidearealene og eventuelle kryssende dyr. Gjerdet bør avsluttes på begge sider av vegen i samme snitt slik at viltet fritt kan krysse vegen på dette stedet.

Ved å la gjerdet forme en kurve ledes dyrene lettere langs gjerdet og mot sikre krysningspunkt. Stoppes de i en knekk i gjerdet er faren større for at de forsøker å forsere hindringen.

Utførelse

Det anbefales at traséen for viltgjerdet planeres før oppsetting. Dette forenkler selve oppsettingen, og sikrer en bedre kvalitet for det ferdige produkt. Et plant underlag reduserer også muligheten for at det blir unødvendige glipper mellom gjerdet og terrenget.

For å tilfredsstille kravet til belastningsopptak bør stolpen forankres minst 1,0 m ned i faste masser/fjell. Fundamenteringen skal være så god at denne tåler samme belastning som kreves for selve stolpen, dvs. 1000 N (ca. 100 kg) vannrett belastning i stolpen 1,2 m over terreng, uten at stolpen blir varig skjev.

En stolpe skal etter oppsetting stå fast og være i lodd. Maksimalt tillatt avvik fra loddlinja er 5 cm på 2 m høyde. Stolpene bør stå i linje og toppen av stolpene skal ha jevn høyde over nettingen.

Stolper bør plasseres med en stolpeavstand på ca. 2,5 m. Dersom den generelle stolpeavstanden økes, skal dette kompenseres med stivere stolper og sterkere topp-, bunn- og bølgetråder. Brukes rørstolper med nominell diameter 2" (60 mm utvendig diameter) kan stolpeavstanden økes til 2,75 m.

Nettet skal monteres på terrengsiden av stolpene for å kunne motstå de belastninger det kan bli utsatt for dersom viltet legger seg på gjerdet. Nett skal festes til øvre bølgetråd for hver 15 cm og til nedre og eventuelt midtre bølgetråd for hver 30 cm. I tillegg festes nettingen til stolpen med ca 50 cm avstand. I knekkpunkter bindes alle langsgående tråder fast til stolpen.

Avstanden mellom terrenget og gjerdet bør ikke være større enn 5 cm.

Endestolper vil være utsatt for vesentlig større belastning enn andre stolper og skal derfor sikres ekstra.

Alle knekkpunkt, både i vertikal- og horisontalplanet, skal stives av med skråstag i gjerdelinja. Ved små retningsendringer i horisontalplanet, kan en i stedet for å ha ett knekkpunkt fordele retningsendringen på 4 – 5 stolper og dermed unngå behov for spesiell avstiving. Stolpeavstanden bør i slike tilfeller ikke overstige 2,0 m.

Ved bruk av T-profil bør gjerdet på rette strekninger avstives med doble stag for maksimalt hver 100 m. Avstivningene kan med fordel plasseres der bølgetråden skjøtes. Avstivning er ikke nødvendig ved bruk av rørstolper med nominell diameter 2" (60 mm utvendig diameter).

Eventuelle porter i viltgjerdet skal utformes slik at de stenger seg selv. Portene bør også konstrueres og plasseres slik at de kan brukes for å jage ut dyr som har kommet seg mellom gjerdene, for eksempel der gjerdet danner et innvendig hjørne.

754.5 Kontroll og dokumentasjon

Følgende kontrolleres:

- Plassering som planlagt
- Stabilitet
- Skader på stolper og netting
- Rustbeskyttelse
- Effektiv høyde
- Åpning mellom terreng og bunnråd

Dokumentasjon skal foreligge mht.:

- Tegninger
- Oversikt over eventuelle krav til produktet som avviker fra krav i denne normalen
- Materialer/produsent som er benyttet
- Eventuelle avtaler som er inngått for eksempel med grunneiere bør dokumenteres (ansvar for framtidig vedlikehold, adkomst for vedlikehold, grunnleie/fri grunn og lignende)

754.6 Støttelitteratur

- Statens vegvesen Hedmark: *Rapport om erfaringer fra oppsetting av viltgjerde langs E-6*. Statens vegvesen, Hamar 2000.
- Statens vegvesen: *Veger og dyreliv*. Håndbok V134. Vegdirektoratet, 2005.

76. Trafikkregulering og belysning

760. Generelt

Signalanlegg, styrings- og overvåkingssystemer og belysning er gjenstand for kontinuerlig teknologisk utvikling. Kapitlet konsentrerer seg derfor om infrastrukturen knyttet til disse elementene.

761. Signalanlegg

761.1 Generelt

Signalanlegg omfatter lyssignaler i vegkryss (trelyssignaler, pilsignaler, kollektivsignaler, fotgjengersignaler, sykkelsignaler) og fotgjengeroverganger, skyttelsignalanlegg, lyssignaler ved planoverganger og kjørefelt-signaler i tunneler og i dagen. Vedtaksmyndighet for signalanlegg ligger i Vegdirektoratet.

761.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Det vises til følgende håndbøker for dimensjonering:

- Håndbok N303 – Trafikksignalanlegg (Ref. 47)
- Håndbok V322 – Trafikksignalanlegg. Planlegging, drift og vedlikehold (Ref. 48)
- Håndbok R310 – Trafikksikkerhetsutstyr. *Tekniske-krav* (Ref. 49)

For master til veg- og trafikkutstyr som utgjør fare ved påkjørsel er det innført krav om ettergivenhet. Kravene gjelder for:

- Nye veger
- Eksisterende veger
- Systematisk utskifting av eksisterende master
- Ved utskifting av enkeltmaster etter vurdering av faregrad

761.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

For at signalanlegget skal virke etter hensikten, må infrastrukturarbeidet utføres riktig. Med infrastrukturarbeid menes materialvalg, dimensjonering og utførelse for:

- Strømforsyning
- Fundamenter for stolper og skap
- Trekkerør
- Kabler (strømforsyning, signaler, detektorer)
- Kummer

Styreskap skal plasseres slik at risikoen for påkjørsel blir lavest mulig, samt slik at signalanlegget kan opereres manuelt. Er plasseringen slik at risikoen for påkjørsel er overhengende, skal skapet beskyttes av for eksempel rekkverk. Plasseringen bør være hensiktsmessig i forhold til strømforsyning. Det skal også tas hensyn til service- og vedlikeholdsvennlighet, bl.a. må behov for tilgjengelighet/parkeringsmulighet for servicebil og lignende vurderes (arealbehov, snørydding m.v.).

All utskifting av teknisk utstyr skal kunne foregå uten hinder for trafikken, såfremt infrastrukturen er intakt.

Master til veg- og trafikktutstyr som utgjør fare ved påkjørsel skal være ettergivende.

761.4 Tekniske spesifikasjoner

Mht. trekkerør for kabler vises det til kap. 4. De krav som stilles der skal også følges for infrastrukturen (rørsystem) vedrørende signalanlegg.

Det vises også til Håndbok R310 *Trafikksikkerhetsutstyr. Tekniske krav* (Ref. 49).

Det skal normalt ikke forekomme kryssing av kabler i rørtraseen.

Alle kabler som trekkes inn i rør og legges i grøft skal være beregnet for denne forleggingsmåten. Dette gjelder også kabler i samme forleggingsmåte (dvs. ved bruk av trekkerør) i tunneler.

For master med avskjæringsledd skal avskjæringsleddet monteres maksimalt 10 cm over bakken (målt til avskjæringsleddets mellomleggsplate). Mast med avskjæringsledd plassert i skråning ned fra vegkant må vurderes nøye, da det er vanskelig å forutsi hvor på masten kjøretøyet treffer.

NS-EN 12767 (Ref. 42) beskriver hvordan mastene skal testes. Søknad om godkjenning for bruk av master på riksveger og fylkesveger sendes til Vegdirektoratet.

761.5 Kontroll og dokumentasjon

Trekkerør og kabler skal måles inn digitalt. Anleggelse og tolking av trekkerør rapporteres. Data om signalanlegget skal legges inn i signalregisteret.

762. Styrings- og overvåkings-systemer

762.1 Generelt

Med styrings- og overvåkingssystemer menes infrastruktur, utstyr og systemer for styring og overvåking av vegtrafikk eller sikkerhets- og teknisk utstyr både i tunneler og langs veg i dagen.

762.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Det vises til følgende:

Tunneler: Håndbok N500 Vegtunneler (Ref. 51)

Veg i dagen: Dagens praksis forholder seg til type veg, ÅDT, ulykkesrisiko og kompleksitet i trafikkbildet (for eksempel innfartsårer til de største byene). Anleggene prosjekteres særskilt for den enkelte vegstrekning.

Det vises også til Håndbok R310 *Trafikksikkerhetsutstyr. Tekniske-krav* (Ref. 49).

For master til veg- og trafikkutstyr som utgjør fare ved påkjørsel er det innført krav om ettergivende master. Kravene gjelder for:

- Nye veger
- Eksisterende veger
- Systematisk utskifting av eksisterende master
- Ved utskifting av enkeltmaster etter vurdering av faregrad

762.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

For at styrings- og overvåkingssystemet skal virke etter hensikten, må infrastrukturarbeidet utføres riktig. Med infrastrukturarbeid menes materialvalg, dimensjonering og utførelse for:

- Tekniske rom
- Traforom og krafttilførsel
- Fundamenter for stolper, master, portaler og skap
- Trekkerør for signal- og strømkabler
- Kummer

Det bør vurderes om sensorer og styringsutrustning kan monteres i eksisterende stolper/portaler/bruer/bygninger, eller om dette skal etableres separat.

Styreskap skal plasseres slik at risikoen for påkjørsel blir lavest mulig, samt slik at styrings- og overvåkingssystemet kan opereres manuelt. Er plasseringen slik at risikoen for påkjørsel er overhengende, skal skapet beskyttes av f.eks rekkverk. Plasseringen bør være hensiktsmessig i forhold til strømforsyning. Hensyn til service- og vedlikeholdsvennlighet skal også tas.

All utskifting av teknisk utstyr skal kunne foregå uten hinder for trafikken, såfremt infrastrukturen er intakt.

Master til veg- og trafikktutstyr som utgjør fare ved påkjørsel skal være ettergivende.

For ytterligere faglige råd vises det til arbeidet som er gjort i etatsprosjektet ”Samfunnstjenlige vegtunneler”, rapport med tittel: ”Funksjonskrav for tekniske installasjoner” (se kap. 762.6).

762.4 Tekniske spesifikasjoner

Mht. trekkerør for kabler vises det til kap. 4 Grøfter, kummer og rør. De krav som stilles der skal også følges for infrastrukturen vedrørende styrings- og overvåkingssystemer.

Det vises også til Håndbok R310 *Trafikksikkerhetsutstyr. Tekniske krav* (Ref. 49).

Det skal normalt ikke forekomme kryssing av kabler i rørtraseen.

Alle kabler som trekkes inn i rør og legges i grøft skal være beregnet for denne forleggingsmåten. Dette gjelder også kabler i samme forleggingsmåte (dvs. ved bruk av trekkerør) i tunneler.

For master med avskjæringsledd skal avskjæringsleddet monteres maksimalt 10 cm over bakken (målt til avskjæringsleddets mellomleggsplate). Mast med avskjæringsledd plassert i skråning ned fra vegkant må vurderes nøye da det er vanskelig å forutsi hvor på masten kjøretøyet treffer.

NS-EN 12767 (Ref. 42) beskriver hvordan mastene skal testes. Søknad om godkjenning for bruk av master på riksveger og fylkesveger sendes til Vegdirektoratet.

762.5 Kontroll og dokumentasjon

Trekkerør og kabler skal måles inn digitalt. Anleggelse og tolking av trekkerør skal rapporteres.

762.6 Støttelitteratur

- Davik, K. I. og Buvik, H.: *Samfunnstjenlige vegtunneler 1998-2001; sluttrapport*. Publikasjon nr. 97. Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling, Oslo 2001. ISSN 0803-6950

763. Belysningsanlegg for gater og veger

763.1 Generelt

Med belysningsanlegg menes belysning av vegstrekninger, kryssområder, gang- og sykkelveger samt fotgjengerunderganger.

763.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Det vises til Håndbok N100 Veg- og gateutforming (Ref. 16) og Håndbok R310 *Trafikksikkerhetsutstyr. Tekniske krav* (Ref. 49).

For master til veg- og trafikkutstyr som utgjør fare ved påkjørsel er det innført krav om ettergivenhet. Kravene gjelder for:

- Nye veger
- Eksisterende veger
- Systematisk utskifting av eksisterende master
- Ved utskifting av enkeltmaster etter vurdering av faregrad

763.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

For at belysningsanlegget skal virke etter hensikten, må infrastrukturarbeidet utføres riktig. Med infrastrukturarbeid menes materialvalg, dimensjonering og utførelse for:

- Strømforsyning
- Fundamenter for master og skap
- Trekkerør for signal- og strømkabler
- Kummer

Ved valg av type belysningsanlegg skal det legges vekt på hensynet til både drift- og vedlikehold av anlegget, samt estetikk og kulturhistoriske verdier. For belysningsanlegg langs vegstrekninger bør trekkerørsføring foretrekkes framfor luftstrek. Det vises til håndbok N100 Veg- og gateutforming (Ref. 16) og håndbok V124 Teknisk planlegging av veg- og gatebelysning (Ref. 3).

Ved belysning av underganger bør det etableres løsninger som både forebygger hærverk, og er hærverksbestandig.

Belysningsanlegg bygges iht. Forskrift for Elektriske Forsyningsanlegg (Ref. 53), og etter normen NEK-400 (Ref. 52). Alle anlegg skal ha eget skap med kWh måler, hovedsikring/overbelastningsvern og med utgående kurssikringer. Skap skal plasseres slik at risikoen for påkjørsel blir lavest mulig. Er plasseringen slik at risikoen for påkjørsel er overhengende, skal skapet beskyttes av for eksempel rekkverk. Plasseringen bør være hensiktsmessig i forhold til service- og vedlikeholdsvennlighet.

All utskifting av teknisk utstyr skal kunne foregå uten hinder for trafikken, såfremt infrastrukturen er intakt.

Master til veg- og trafikkutstyr som utgjør fare ved påkjørsel skal være ettergivende.

763.4 Tekniske spesifikasjoner

Mht. trekkerør for kabler vises det til til Kap. 4 Grøfter, kummer og rør. De krav som stilles i dette kapitlet er også gjeldende for infrastrukturen vedrørende belyningsanlegg.

Det vises også til kap. 4 og Håndbok R310 *Trafikksikkerhetsutstyr. Tekniske krav* (Ref. 49).

Det skal normalt ikke forekomme kryssing av kabler underveis i rørtraseen.

Alle kabler som trekkes inn i rør og legges i grøft skal være beregnet for denne forleggingsmåten. Dette gjelder også kabler i samme forleggingsmåte (dvs. ved bruk av trekkerør) i tunneler.

For master med avskjæringsledd skal avskjæringsleddet monteres maks. 10 cm over bakken (til avskjæringsleddets mellomleggsplate). Mast med avskjæringsledd plassert i skråning ned fra vegkant må vurderes nøye da det er vanskelig å forutsi hvor på masten kjøretøyet treffer.

Det bør tilstrebnes å montere dimmefunksjon på belyningsanlegget med tanke på reduksjon av framtidige driftskostnader.

Nye belyningsanlegg bør koples sammen med øvrige belyningsanlegg i området i forhold til felles tenning. Dette sikrer ens standard i forhold til belyningsanleggenes driftstid, og vil også ha trafikksikkerhetsmessige effekter.

NS-EN 12767 (Ref. 42) beskriver hvordan mastene skal testes mht. evne til å gi etter ved belastninger. Søknad om godkjenning for bruk av master på riksveger og fylkesveger sendes til Vegdirektoratet.

763.5 Kontroll og dokumentasjon

Trekkerør og kabler måles inn digitalt. Anleggelse og tolking av trekkerør rapporteres. Det elektriske anlegget dokumenteres.

77. Vegoppmerking og optisk ledning

771. Vegoppmerking, generelt

771.1 Generelt

Oppmerking brukes for å lede, varsle eller regulere trafikken.

771.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Hvordan vegen skal merkes bestemmes av vegens bredde, geometri og siktforhold samt tillatt hastighet på strekningen. Det vises til Håndbok N100 Veg- og gateutforming (Ref. 16).

Kantlinjer mot kantstein er unødvendig i de fleste gater med fortau.

771.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Sammen med eventuell bakgrunnsmarkering, kantstolper og brøytestikk med refleks skal vegoppmerkingen hjelpe trafikantene til å oppfatte vegens videre forløp, spesielt i mørket.

Sammen med skiltingen skal vegoppmerkingen lede trafikantene gjennom angivelse av kjørebane og kjørefelt, varsle om farlige eller spesielle forhold ved vegens geometri og regulere trafikken gjennom selvstendig regulerende betydning gitt i skiltnormalen (Ref. 5).

For ytterligere funksjonskrav, materialkrav og andre krav vises det til Håndbok R310 (Ref. 49), Del 6. Det vises også til NS-EN 1436 *Vegmerkingmaterialer – funksjonskrav til vegmerking*. (Ref. 54).

771.4 Tekniske spesifikasjoner

Det vises til Håndbok N302 Vegoppmerking (Ref. 55) og Retningslinjer for anvendelse av kantstolper med refleks og brøytestikk påmontert refleks: Rundskriv nr 89/10 (Ref. 56).

771.5 Kontroll og dokumentasjon

Gjennomføring kontrolleres iht. beskrivelse og tegninger.

78. Skilt

781. Trafikkskilt, regulerende skilt

781.1 Generelt

All bruk av regulerende skilt krever at det fattes vedtak. Med regulerende skilt menes alle trafikkskilt fra skiltgruppene vikeplikts- og forkjørsskilt, forbudsskilt, påbudsskilt og opplysningsskilt. Hvem som har vedtaksmyndighet er avhengig av hvilket skilt det gjelder. Nærmere detaljer finnes i skiltnormalen, Håndbok N300 Trafikkskilt (Ref. 5).

781.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Antall trafikkskilt bør holdes så lavt som mulig, bl.a. av miljø- og trafikk-sikkerhetsmessige hensyn. Behovet for trafikkskilt bør derfor vurderes strengt, og en bør i den grad det er mulig foreta utbedringer av vegen og dens omgivelser framfor å sette opp et trafikkskilt. Ved plassering bør det om mulig tas estetiske hensyn, f.eks. til kulturhistoriske og estetiske verdier i bygninger og landskap.

Det vises til Håndbok N300 Trafikkskilt (Ref. 5).

781.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Skilt skal lede, varsle eller regulere trafikken. Trafikkskilt skal bidra til god trafiksikkerhet, framkommelighet og service.

781.4 Tekniske spesifikasjoner

Skiltets størrelse, type refleks, horisontal og vertikal plassering er avhengig av type skilt, fartsgrense, solforhold, skulder- og grøftebredde, tekstmengde og leseavstand. Det vises til Håndbok N300 Trafikkskilt (Ref. 5). Dersom det er fare for påkjørsel skal det brukes stolpe med avskjæringsledd. Stolpenes dimensjoner skal tilpasses skiltene størrelse.

781.5 Kontroll og dokumentasjon

Det skal settes opp vedtaksbrev og føres vedtaksprotokoll for alle vedtakspliktige skilt. Dersom den myndighet som fatter vedtak er en annen en den som har ansvar for oppsetting og vedlikehold, stiles vedtaksbrevet til den myndighet som har ansvaret for oppsetting og vedlikehold av skiltet.

79. Miljøtiltak og serviceanlegg

790. Generelt

Beskrivelsen gjelder bygging av busslommer, rasteplasser, toaletter og leskur. For drift (renhold og service) av anleggene vises det til vedlikeholdsstandarden, Håndbok R610 (Ref. 30).

Om øvrige miljøtiltak, spesielt i vassdrag, se kap. 4.

791. Bygging av serviceanlegg

791.1 Generelt

Rasteplasser lokaliseres til attraktive områder. Utforming og areal-disponering skal skje i tråd med Plan- og bygningsloven.

Dersom det ikke er redegjort for utformingen av serviceanleggene og deres ulike delelementer i reguleringsplan eller bebyggelsesplan, skal de ulike delelementene byggemeldes. Det vises til Forskrift om saksbehandling og kontroll i byggesaker (SAK) (Ref. 1). Forskriften er utdypet i Veiledning til forskrift om saksbehandling og kontroll og melding HO-2/2006. Offentlige veianlegg og byggesak (Ref. 2).

791.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Det vises til Håndbok N100 Veg- og gateutforming (Ref. 16) og Håndbok V123 *Tilrettelegging for kollektivtransport på veg* (Ref. 36).

791.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Toaletter

Dersom det er påkrevd med lukket anlegg for kloakken bør tanken dimensjoneres ut fra antatt bruk (antall besøk) pr. sesong og vanlige tømmerutiner. Avløpsvann uten kloakk bør ikke gå i tank, andre løsninger for bortledning bør tilstrebes.

Det bør kunne etterfylles toalettpapir, såpe og lignende fra et servicerom, og servicerommet bør ligge mellom toalettene.

Alle flater bør være enkle å holde rene, og bør være motstandsdyktige mot ”tagging”. Hovedrengjøring bør kunne utføres med høytrykkspyler.

Søppeldunker, -kurver og -containere

Søppeldunkene bør dimensjoneres slik at de ikke må tømmes mer enn en gang per dag. De bør være enkle å tømme og holde rene. Utstyret skal tåle snølast, vindpåkjenning og fuktighet. Utformingen skal være slik at problemer pga. avrenning, lukt og tiltrekking av dyr blir minst mulig.

Lekeutstyr

Utplassering av lekeutstyr på rasteplasser bør begrenses på grunn av sikkerhetskrav og behov for vedlikehold. Eventuelt lekeutstyr skal tilfredsstille Forskrift om sikkerhet ved lekeplassutstyr (Ref. 45).

Tilrettelegging for funksjonshemmede

Sentrale deler av rasteplassene skal være tilrettelagt for funksjonshemmede.

Leskur

Det vises til Håndbok V123 *Tilrettelegging for kollektivtransport på veg* (Ref. 36).

791.4 Tekniske spesifikasjoner

Serviceanlegg prosjekteres individuelt ut fra stedlige forutsetninger.

791.5 Kontroll og dokumentasjon

Ferdigbefaring gjennomføres ihht. planer og byggetekniske spesifikasjoner.

Referanser

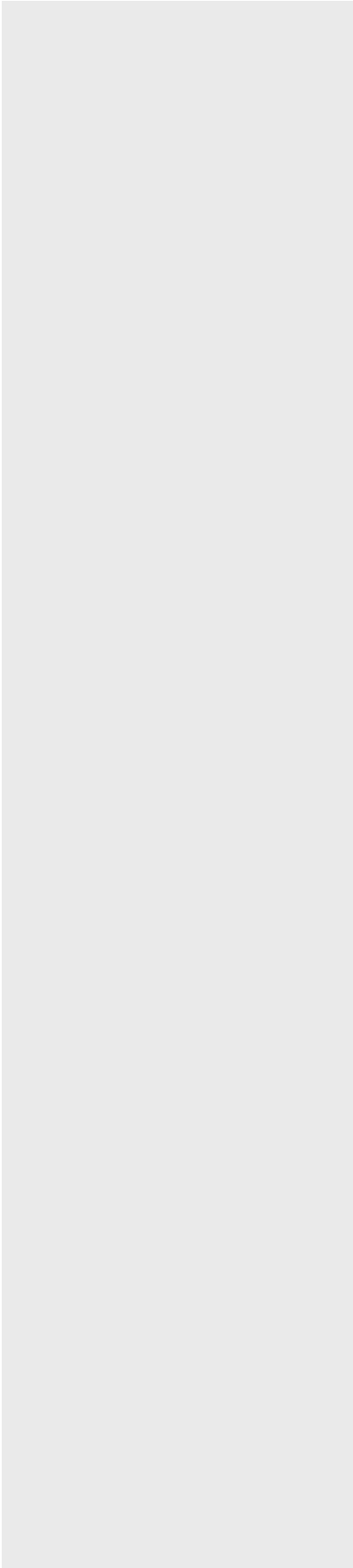
Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelig fra <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.

1. Kommunal- og regionaldepartementet: *Forskrift om saksbehandling og kontroll i byggesaker (SAK)*. FOR-2003-06-24-749, sist endret FOR-2007-01-26-95. www.lovdata.no
2. Direktoratet for byggkvalitet: *Offentlig veianlegg og byggesak*. Melding HO 2/2006. Oslo 2000.
3. Statens vegvesen: *Teknisk planlegging av veg- og gatebelysning*. Håndbok V124. Vegdirektoratet, 2013.
4. Statens vegvesen: *Bruprosjektering*. Håndbok N400. Vegdirektoratet, Oslo, oktober 2009. ISBN 82-7207-591-1.
5. Statens vegvesen: *Trafikkskilt; tekniske bestemmelser og retningslinjer for anvendelse og utforming (skiltnormal)*. Håndbok N300. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
6. Statens vegvesen: *Geoteknikk i vegbygging*. Håndbok V220. Vegdirektoratet, Oslo 2010.
7. Statens vegvesen: *Tørrmuring med maskin*. Håndbok V270. Vegdirektoratet, Oslo 1994.
8. Statens vegvesen: *Rekkverk og vegens sideområder*. Håndbok N101. Vegdirektoratet, Oslo -2013. I tilknytning til håndbok N101 foreligger det to veiledninger, henholdsvis håndbok V160 og håndbok V161.
9. Standard Norge: *NS-EN 1992 Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner*.
10. Klima- og miljøverndepartementet: *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging*. Retningslinje, T-1442/2012. Retningslinjen er utdypet i *Veileder til Miljøverndepartementets retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (støyretningslinjen)*, TA-2115/SFT, 2005. ISBN 82-7655-267-6.
11. Klima- og miljøverndepartementet: *Forskrift om begrenning av forurensning (forurensningsforskriften, FOR 2004-06-01 nr. 931 (www.lovdata.no))*, se forskriftens kap. 5 om støy. Forskriften er utdypet i *Veileder til forurensningsforskriftens kapittel 5 om støy*. TA-2207/2006. ISBN 82-7655-293-5.
12. Statens vegvesen: *Nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy*. Håndbok V716. Vegdirektoratet, Oslo 2000. ISBN 82-7207-485-0.

13. Standard Norge: NS-EN 1995-1-1 og NS-EN 1995-1-2 *Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner*.
14. Standard Norge: NS-EN 1993 *Eurokode 3, prosjektering av stålkonstruksjoner*.
15. Standard Norge: NS-EN 1991-1-4 *Eurokode 1, laster på konstruksjoner – Del 1-4: Allmenne laster - Vindlaster*.
16. Statens vegvesen: *Veg- og gateutforming*. Håndbok N100. Vegdirektoratet, Oslo 2013.
17. Miljøverndepartementet: *Forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften)*. FOR-2004-06-01-922. www.lovdata.no
18. Standard Norge: *Innretninger for reduksjon av vegtrafikkstøy; Ikke-akustiske egenskaper. Del 1 – Mekaniske egenskaper og stabilitetskrav*. NS-EN 1794-1. Standard Online, Oslo 2011.
19. Standard Norge: *Innretninger for reduksjon av vegtrafikkstøy. Ikke-akustiske egenskaper. Del 2: Generelle sikkerhets- og miljøkrav*. NS-EN 1794-2. Standard Online, Oslo 2011.
20. Standard Norge: *Akustikk - Vurdering av lydisolasjon i bygninger og av bygningsdeler - Del 1: Luftlydisolasjon*. NS-EN ISO 717-1. Standard Online, Oslo 2013.
21. Homb, A. og Hveem, S.: *Isolering mot utendørs støy; beregningsmetode og datasamling*. Håndbok 47. NBI, Oslo 1999. ISBN 82-536-0660-5.
22. Kommunal- og regionaldepartementet: *Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK 10)*. FOR-2010-03-26-489. www.lovdata.no
23. Direktoratet for byggkvalitet: *Veiledning om tekniske krav til byggverk*. Publikasjon HO-2/2011. byggeregler.dibk.no/dxp/content/tekniskekrav/
24. Statens vegvesen og Riksantikvaren: *Fasadeisolering mot støy*. Håndbok V135. Vegdirektoratet, Oslo 2005.
25. Statens vegvesen: *Vegetasjon ved trafikkårer*. Håndbok V271. Vegdirektoratet, Oslo 1994. ISBN 82-7207-357-9.
26. Standard Norge: *Dyrkingsmedier, jordforbedringsmidler og jorddekkingsmidler; Varedeklarasjon, pakking og merking*. NS 2890. Standard Online, Oslo 2003.
27. Landbruks- og matdepartementet: *Forskrift om floghavre*. FOR-1988-03-25-251. www.lovdata.no
28. Skringo, A. og Pedersen, P. A.: *Statens vegvesen: Naturlig revegetering: vegetasjonsetablering langs rv 23: Oslofjordforbindelsen*. UTB-rapport nr 2003:9. Vegdirektoratet, Utbyggingssavdelingen, Oslo 2003.

29. Statens vegvesen: *Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger*. Håndbok V221. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
30. Statens vegvesen: *Standard for drift og vedlikehold av riksveger*. Håndbok R610. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
31. Standard Norge: NS 3420 del ZK *Skjøtsel og drift av park- og landskapsområder*, del ZK2.2 *Skjøtsel av grasbakker*. Standard Online, Oslo 2009.
32. Statens vegvesen: *Temahefte til håndbok 111 Standard for drift og vedlikehold*. Intern rapport 2337. Vegdirektoratet, Oslo november 2003.
33. Løvbrøtte, H.: *Grøntveileder: for utvalg og bruk av planter i vegmiljø på Østlandet*. Statens vegvesen Oslo, Oslo 2002.
34. Standard Norge: *Planteskolevarer*. En rekke standarder nummerert fortløpende fra NS 4400 t.o.m. NS 4413. Standard Online, Oslo 2000.
35. [Ledig nr. Tidligere referanse utgår.]
36. Statens vegvesen: *Tilrettelegging for kollektivtransport på veg*. Håndbok V123. Vegdirektoratet, Oslo 2009.
37. Statens vegvesen: *Prosesskode 1. Standard beskrivelsestekster for vegkontrakter*. Håndbok R761. Vegdirektoratet: Oslo, 2012.
38. Standard Norge: *Kantstein av naturstein til utendørs belegg; Krav og prøvingsmetoder*. NS-EN 1343. Standard Online, Oslo 2002.
39. Standard Norge: *Betongkantstein; Krav og prøvingsmetoder*. NS-EN 1340. Standard Online, Oslo 2013.
40. Standard Norge: *Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner. Del K2: Utendørs belegg, kanter og renner*. NS 3420-K2. Standard Online, Oslo 2002.
41. *Nordisk samordning og godkjenning av ettergivende master i samsvar med EN 12767*. Utarbeidet i fellesskap av vegmyndighetene i Sverige, Norge, Danmark og Finland, 2000. Dokumentet ligger på internett som [Vägverket Publikation 2004:83](#).
42. Standard Norge: *Ettergivende konstruksjoner for vegutstyr – Krav, klassifisering og prøvingsmetoder*. NS-EN 12767. Standard Online, Oslo 2008.
43. Samferdselsdepartementet: *Veglov av 21. juni 1963 nr. 23; med endringer*. www.lovdatab.no/
44. Miljøverndepartementet: *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)*, LOV 2008-06-27-71. www.lovdatab.no

45. Justis- og beredskapsdepartementet: *Forskrift om sikkerhet ved lekeklassutstyr*. FOR-1996-07-19-703. Se www.lovdata.no.
46. Standard Norge: *Varmforsinkede belegg på fabrikkerte jern- og stålprodukter; Spesifikasjoner og prøvingsmetoder*. NS-EN ISO 1461. Utgave 1. Standard Online, Oslo 2009.
47. Statens vegvesen: *Trafikksignalanlegg*. Håndbok N303. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
48. Statens vegvesen: *Trafikksignalanlegg. Planlegging, drift og vedlikehold*. Håndbok V322. Vegdirektoratet, Oslo 2007. ISBN 978-82-7207-608-4.
49. Statens vegvesen: *Trafikksikkerhetsutstyr, tekniske krav*. Håndbok R310. Vegdirektoratet, Oslo, 2011.
50. Standard Norge: *Lydforhold i bygninger – Lydklasser for ulike bygningstyper*. NS 8175:2012. Standard Online, Oslo.
51. Statens vegvesen: *Vegtunneler*. Håndbok N500. Vegdirektoratet, Oslo 2010.
52. Norsk elektroteknisk komité (NEK): *Elektriske lavspenningsinstallasjoner*. NEK 400. NEK, Oslo, 2010.
53. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap: *Forskrift om elektriske forsyningsanlegg*. FOR-2005-12-20-1626 www.lovdata.no
54. Standard Norge: *Vegmerkingsmaterialer; funksjonskrav til vegmerking*. NS-EN 1436. Utgave 1. Standard Online, Oslo. www.standard.no
55. Statens vegvesen: *Vegoppmerking*. Håndbok N302. Vegdirektoratet, Oslo 2001. ISBN 82-7207-498-2.
56. Statens vegvesen: *Retningslinjer for anvendelse av kantstolper med refleks og brøytestikk påmontert refleks*. Rundskriv nr 89/10. Vegdirektoratet, Oslo 1989.



[blank side]

Kapittel 8

Bruer og kaier

INNHold

80. GENERELT	446
------------------------------	------------

80. Generelt

Bruer og kaier er beskrevet i flere håndbøker fra Statens vegvesen. Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelig fra <http://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker>.

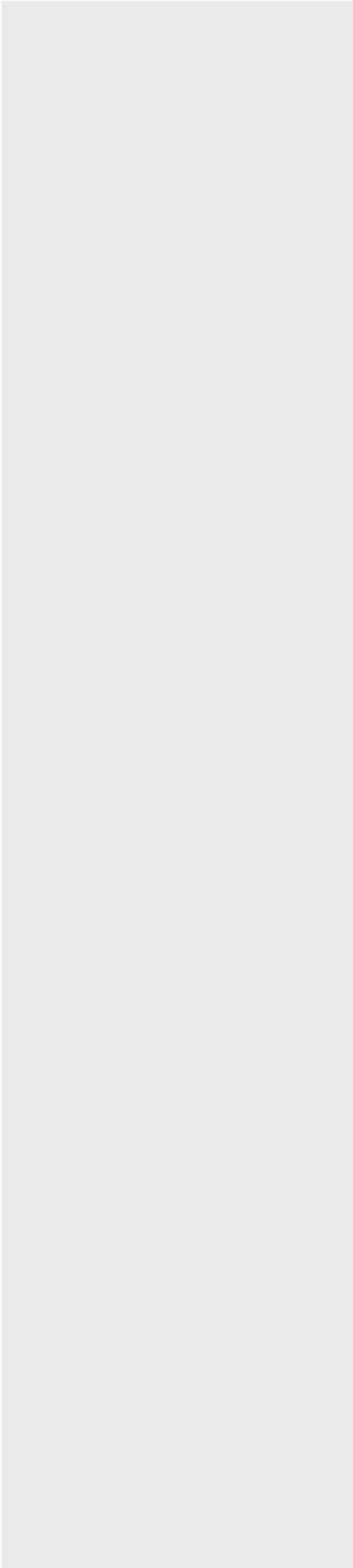
- Håndbok N400 *Bruprojektering* (2009, normal, *under revisjon*)
- Håndbok R762 *Prosesskode 2 Standard beskrivelsestekster for bruer og kaier* (2012)
- Håndbok R410 *Kabler til hengebruer: Tekniske spesifikasjoner* (2008). Håndboken inngår i Prosesskode 2 som prosess 85.6 Levering av brukabler.
- Håndbok R411 *Forvaltning, drift og vedlikehold av bruer* (1997)
- Håndbok V420 *Utforming av bruer* (1992)
- Håndbok V422 *Steinhvelvbruer* (2002)
- Håndbok R412 *Bruklassifisering: Lastforskrifter for klassifisering av bruer og ferjekaier i det offentlige vegnett* (2003)

Om generelle krav knyttet til geometri og utforming som er felles for bruer, kaier og veg i dagen, se Håndbok N100 *Veg- og gateutforming* (2013).

For geometrisk utforming av kaier/ferjeleier vises det også til Håndbok R413 *Ferjeleier-1: Ferjeleiers Landområder* (1999).

Vedlegg

	Side
1. Dimensjoneringseksempler	449
2. Årsmiddeltemperatur og frostmengder	457
3. Steinmaterialer	465
4. Dimensjonering av vegoverbygning, indeksmetoden	471
5. Grunnundersøkelser for dimensjonering, vegoverbygning	475
6. Nedbøyningsmålinger	477
7. Dimensjonering med laboratoriebestemte koeffisienter	479
8. Grunnlagsdata for planlegging av forsterkningstiltak	483
9. Forsterkningstiltak	485
10. Bindemidler	491
11. Metodikk for beregning av levetidskostnader/årskostnader	501
12. Enheter	511
13. Ordforklaringer	513



[blank side]

Vedlegg 1 – Dimensjoneringseksempler

V1.1 Arbeidsprosessen

I dette vedlegget er det gitt en kort beskrivelse av arbeidsprosessen ved dimensjonering av en vegoverbygning. I avsnittene nedenfor er det vist to dimensjoneringseksempler under ulike klimaforhold og trafikkmengde. I begge eksemplene er det krav om frostsikring av overbygningen.

Arbeidsprosessen består normalt av følgende punkter:

1. Bestemme om vegoverbygningen skal være frostsikret eller om dimensjoneringen bare skal ivareta en tilfredsstillende bæreevne.
2. Evt. fastlegge dimensjonerende frostmengder, se Vedlegg 2
3. Beregne dimensjonerende trafikkbetlastning (Trafikkgruppe), se figur 510.2
4. Fastlegge nødvendig tykkelse på vegdekket, se figur 512.1
5. Velge bærelag, evt. vurdere alternativer, se figur 512.2. Kontroll av bærelagsindeks, se figur 510.9 og figur 512.2
6. Velge materialer i forsterkningslag og evt. også materialer til frostsikring. Alternative løsninger bør vurderes. Velge åpen eller lukket drenering, samt plassering av dreneringen.
7. Bestemme nødvendige lagtykkelser ut fra de valg som er gjort (dvs. forsterkningslag og evt. frostsikring), se figurene 511.4 og 511.5 samt figur 510.3
8. Kontroll mot anleggstekniske forhold, se figur 512.2
9. Kontroll av styrkeindeks. Det kan være aktuelt å gjennomføre kontrollen ut fra bæreevnegruppen til flere materialer (materialet i grunnen, frostsikringslaget og isolasjonslaget).
10. Av de alternativer som er vurdert, velge den løsning som teknisk og økonomisk er optimal.

V1.2 Eksempel 1

Eksempel 1 er et tenkt tilfelle med dimensjonering av ny Rv 110 i Fredrikstad kommune i Østfold. ÅDT i åpningsåret er 8600, frostmengden F_{10} er 11.500 h°C. Dimensjoneringen omfatter to alternativer, et med litt telefarlig grus som frostsikringslag og et med isolasjonslag av skumglass.

Vegstrekning

En parsell på Rv 110 i Fredrikstad, nær grensen til Råde skal legges om. Vegstrekningen som skal bygges, består av to kjørefelt, strekningsvis med forbikjøringsfelt.

Det skal etableres lukket drenering som legges frostfritt sammen med overvannsledningen.

Forutsetninger

ÅDT i åpningsåret er satt til 8600, andel tungtrafikk er 10 %. Trafikkveksten er 4 % per år. Grunnen består av leire med c_u lik 45 kPa.

Et aktuelt materiale til frostsikringslag er litt telefarlig grus, evt. frostsikring med skumglass. I forsterkningslaget er det aktuelt å bruke knust fjell.

Dimensjonerende frostmengder

Vedlegg 2 viser for Fredrikstad kommune 6,7 °C i årsmiddeltemperatur, frostmengde F_{10} lik 10 000 h°C, maks korreksjonsfaktor 1,21. For vegstrekningen velges en korreksjonsfaktor lik 1,15 (da strekningen ligger på grensen til Råde som har F_{10} lik 13 000 h°C for kommunesenteret). Dimensjonerende frostmengde blir da 11.500 h°C.

Dimensjonerende trafikkbelastning

ÅDT 8600 i åpningsåret og 10 % tunge kjøretøy gir innslag i figur 510.2 på ÅDT-T lik 860 kjøretøy. Med dimensjoneringsperiode 20 år, 4 % årlig trafikkvekst, 10 tonns tillatt aksellast og to kjørefelt gir Sum ekvivalente aksellastpasseringer i størrelsesorden 4,8 mill. og en veg i Trafikkgruppe E.

Vegdekke og bærelag

Figur 512.1 angir for den aktuelle trafikkmengde et dekke bestående av 4,5 cm slitelag over 3,5 cm bindlag.

Figur 512.2 angir at to typer bærelag kan være aktuelle. Bærelag av 13 cm Ag eller 7 cm Ag over 9 cm Ap. I dette eksempelet velges det et bærelag av 13 cm Ag. Både vegdekke og bærelag forutsettes å bestå av varmblandet asfalt med vegbitumen 50/70 – 160/220 som bindemiddel. I henhold til figur 510.9 gir dette følgende bidrag til bærelagsindeksen :

Slitelag:	4,5 cm * 3,0	=	13,5
Bindlag:	3,5 cm * 3,0	=	10,5
Bærelag:	13,0 cm * 3,0	=	39

Dette gir totalt en bærelagsindeks på 63 som er mer enn kravet på 62 i figur 512.2. Samlet tykkelse på slitelag, bindlag og bærelag blir da 21cm.

Total overbygningstykkelse, forsterkningslag og frostsikring

Alternativ 1: Frostsikring med litt telefarlig grus

Total overbygningstykkelse

Med et frostsikringslag av litt telefarlig grus, drenert, skal total overbygningstykkelse være 1,65 m etter figur 511.4 når dimensjonerende frostmengde er 11.500 h°C. Denne tykkelsen skal justeres i henhold til årsmiddeltemperaturen på stedet, og skal derfor multipliseres med korreksjonsfaktoren 0,92 (etter interpolasjon) etter figur 511.5 siden årsmiddeltemperaturen i Fredrikstad i Vedlegg 2 er 6,7°C.

Krav om total overbygningstykkelse blir dermed $1,65 * 0,92 = 1,52$ m (inkl. slitelag og bærelag).

Forsterkningslag

Et frostsikringslag av litt telefarlig grus (dvs telefarlighetsgruppe T2) er i bæreevnegruppe 4 i henhold til figur 510.3. Dette gir en tykkelse på forsterkningslaget på 70 cm etter figur 512.2. Det er aktuelt å bruke kult i forsterkningslaget, slik at tykkelsen kan reduseres til 64 cm på grunn av lastfordelingskoeffisienten 1,1 for kult i henhold til figur 510.9.

Tykkelsen på forsterkningslaget avrundes til 65 cm.

Frostsikringslag

Tykkelsen på frostsikringslaget må være 66 cm for at total tykkelse på overbygningen skal bli 1,52 m ($1,52 \text{ m} - 0,21 \text{ m} - 0,65 \text{ m} = 0,66 \text{ m}$).

Tykkelsen på frostsikringslaget avrundes til 70 cm.

Kontroll mot anleggstekniske forhold

Vegstrekningen ligger på grunn av leire med c_u lik 45 kPa. Det må kontrolleres om tykkelsen også er tilfredsstillende ut ifra anleggstekniske forhold, se figur 512.2 og 511.3. Figur 512.2 angir med c_u lik 45 ikke behov for ekstra forsterkningslagstykkelse pga. anleggstekniske forhold. Kontroll mot figur 511.3 angir at nødvendig tykkelse på nedre frostsikringslag ut fra en undergrunn av leire med c_u lik 45 er 60 cm.

Tykkelsen (70 cm) er større enn kravet til lagtykkelse ut fra anleggstekniske forhold (60cm), og dermed OK ut fra dette.

Kontroll av styrkeindeks

Dimensjoneringen må også kontrolleres med hensyn på bæreevne i forhold til bæreevnen til leire med c_u lik 45. Figur 512.2 angir at tykkelsen på forsterkningslaget over dette materialet må være 90 cm.

Kravet til Styrkeindeks er etter dette $62 + 90 = 152$.

Lastfordelingskoeffisienter for forsterkningslag og frostsikringslag hentes fra figur 510.9. For frostsikringslaget er lastfordelingskoeffisienten for vannømfintlig materiale benyttet.

Styrkeindeks for vegkonstruksjonen:

$$= 63 \text{ (dekke og bærelag)} + 65 * 1,1 \text{ (forsterkningslag)} + 70 * 0,75 \text{ (frostsikringslag)} = 187.$$

Kravet til styrkeindeks er dermed oppfylt med god margin.

Alternativ 2: Frostsikring med skumglassFrostsikring

Dersom frostsikringen utføres med skumglass, kan tykkelse av isolasjonslag hentes ut fra figur 511.6 med frostmengde $11\,500 \text{ h}^\circ\text{C}$ og årsmiddeltemperatur på 6°C . Av figur 511.3 fant vi over at det nedre frostsikringslagets tykkelse minst må være 60 cm tykt ut fra anleggstekniske forhold. I henhold til punkt 511.4 slår kravet om minstetykkelse for isolasjonslag av skumglass på 20 cm inn.

Frostsikring bestående av et 20 cm tykt isolasjonslag med skumglass over et 60 cm tykt nedre frostsikringslag er i henhold til figur 511.6 tilstrekkelig for en frostmengde på $28\,000 \text{ h}^\circ\text{C}$ og årsmiddeltemperatur 6°C , som er mer enn dimensjonerende frostmengde.

Forsterkningslag

Skumglass er i henhold til figur 510.3 i Bæreevnegruppe 4. Dette gir en tykkelse på forsterkningslaget på 70 cm etter figur 512.2. Det er aktuelt å bruke kult i forsterkningslaget, slik at tykkelsen kan reduseres til 64 cm på grunn av lastfordelingskoeffisienten 1,1 fra figur 510.9 for kult. Tykkelsen avrundes til 65 cm.

Kontroll av styrkeindeks

Dimensjoneringen bør også kontrolleres med hensyn på bæreevne i forhold til bæreevnen til leire med c_u lik 45. Figur 512.2 angir at tykkelsen på forsterkningslaget over dette materialet må være 90 cm.

Kravet til Styrkeindeks er etter dette $62 + 90 = 152$.

Lastfordelingskoeffisienter for forsterkningslag og frostsikringslag hentes fra figur 510.9.

Styrkeindeks for vegkonstruksjonen:

$$= 63 \text{ (dekke og bærelag)} + 65 * 1,1 \text{ (forsterkningslag)} + 20 * 0,9 \text{ (isolasjonslag)} + 60 * 0,75 \text{ (nedre frostsikringslag)} = 197,5.$$

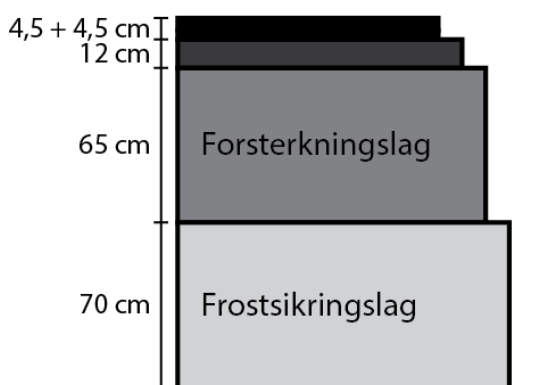
Kravet til styrkeindeks er etter dette oppfylt med god margin.

Oppsummering - Forslag til dimensjonering for eksempel 1

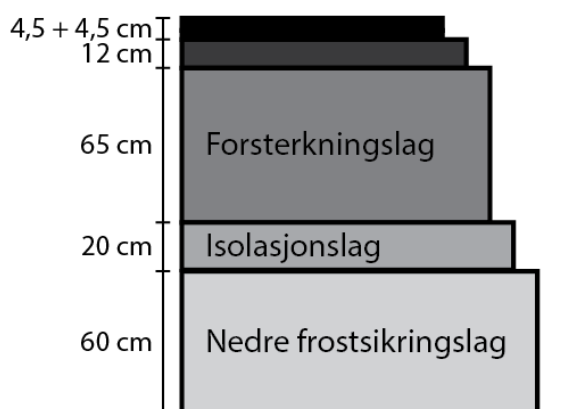
Som for de fleste andre nyanlegg er det aktuelt å utsette legging av slitelag noen år. Bl.a. av den grunn er det aktuelt å øke tykkelsen på bindlaget fra 3,5 cm til 4,5 cm. Tykkelsen på bærelaget av Ag kan dermed reduseres fra 13 cm til 12 cm. Dette gir følgende dimensjonering:

	Frostsikring	
	Alternativ 1 Litt telefarlig grus	Alternativ 2 Skumglass
Slitelag	4,5 cm Ab	4,5 cm Ab
Bindlag	4,5 cm Ab	4,5 cm Ab
Bærelag	12 cm Ag	12 cm Ag
Forsterkningslag	65 cm kult 22/120 forkilt med Ak	65 cm kult 22/120 forkilt med Ak
Frostsikringslag	70 cm knust grus, litt telef.	
Isolasjonslag		20 cm skumglass
Nedre frostsikringslag		60 cm knust fjell, litt telef.
Total overbygningstykkelse	156 cm	166 cm

Alternativ 1: Litt telefarlig grus



Alternativ 2: Skumglass



For Alternativ 2 med isolasjonslag av skumglass kan det være aktuelt å vurdere om tykkelsen på nedre frostsikringslag kan reduseres ved bruk av armering eller ved å bruke lett utstyr til utlegging av nedre frostsikringslag og isolasjonslag. Frostmessig er det tilstrekkelig med et nedre frostsikringslag med tykkelse 30 cm.

V1.3 Eksempel 2

Eksempel 2 er et tenkt tilfelle med omlegging av Rv 25 øst for Elverum i Hedmark. ÅDT i åpningsåret er 4500, frostmengden F_{10} er 42.000 h°C. Dimensjoneringen omfatter to alternativer, et med litt telefarlig grus som frostsikringslag og et med knust fjell som frostsikringslag.

Vegstrekning

En parsell på Rv 25 øst for Elverum i Hedmark, i Elverum kommune skal legges om. Vegstrekningen som skal bygges, består av to kjørefelt. Det skal etableres lukket drenering som legges frostfritt.

Forutsetninger

ÅDT i åpningsåret er satt til 4500, andel tungtrafikk er 11%. Trafikkveksten er 3% per år. Grunnen består av telefarlig silt, T4.

Et aktuelt materiale til frostsikringslag er litt telefarlig grus, eventuelt bruke ikke telefarlig knust fjell i både forsterkningslag og frostsikringslag.

Dimensjonerende frostmengder

Vedlegg 2 viser for Elverum kommune 3,3°C i årsmiddeltemperatur, frostmengde F_{10} lik 29 000 h°C, maks korreksjonsfaktor 1,49. Vegstrekningen er i den kaldere delen av kommunen og man velger en korreksjonsfaktor lik 1,45 slik at dimensjonerende frostmengde er 42.000 h°C.

Dimensjonerende trafikkbelastning

ÅDT 4500 i åpningsåret, 11% tunge kjøretøy gir innslag i figur 510.2 på ÅDT-T lik 495 kjøretøy. Med dimensjoneringsperiode 20 år, 3% årlig trafikkvekst, 10 tonns tillatt aksellast og to kjørefelt gir Sum ekvivalente aksellastpasseringer i størrelsesorden 2,47 mill., og en veg i Trafikkgruppe D.

Vegdekke og bærelag

Figur 512.1 angir for den aktuelle trafikkmengde et dekke bestående av 4,0 cm slitelag over 3,0 cm bindlag.

Figur 512.2 angir at flere typer bærelag kan være aktuelle; 12 cm Ag, 7 cm Ag over 8 cm Ap, 8 cm Ag over 10 cm Ak eller 6 cm Ag over 10 cm Gja. I dette eksempelet velges et bærelag av 12 cm Ag. Både vegdekke og bærelag forutsettes å bestå av varmblandet asfalt med vegbitumen 50/70 – 160/220 som bindemiddel. I henhold til figur 510.9 gir dette følgende bidrag til bærelagsindeksen :

Slitelag:	4 cm * 3,0	=	12
Bindlag:	3 cm * 3,0	=	9
Bærelag:	12 cm * 3,0	=	36

Dette gir totalt en Bærelagsindeks på 57 som er større enn kravet på 54 i figur 512.2, og en tykkelse på slitelag, bindlag og bærelag på totalt 19 cm.

Total overbygningstykkelse, forsterkningslag og frostsikring

Alternativ 1: Frostsikring med litt telefarlig grus

Total overbygningstykkelse

Med et frostsikringslag av litt telefarlig grus, drenert, skal total overbygningstykkelse være 2,90 m etter figur 511.4 ved en dimensjonerende frostmengde på 42 000 h°C. Denne verdien skal justeres i henhold til årsmiddeltemperaturen på stedet, og skal derfor multipliseres med korreksjonsfaktoren 1,03 etter figur 511.5 siden årsmiddeltemperaturen i Elverum i Vedlegg 2 er 3,3 °C. Forventet frostdybde blir dermed 3,0 m, men i henhold til figur 511.1 er det tilstrekkelig med en total overbygningstykkelse på 1,80 m for veger med ÅDT mellom 1500 og 8000 kj.t.

Forsterkningslag

Et frostsikringslag av litt telefarlig grus (dvs telefarlighetsgruppe T2) er i Bæreevnegruppe 4 i henhold til figur 510.3. Dette gir en tykkelse på forsterkningslaget på 60 cm etter figur 512.2. Det er aktuelt å bruke kult i forsterkningslaget, slik at tykkelsen kan reduseres til 55 cm på grunn av lastfordelingskoeffisienten 1,1 for kult i henhold til figur 510.9.

Frostsikringslag

Tykkelsen på frostsikringslaget må være 107 cm for at total tykkelse på overbygningen skal være 1,80 m ($1,80 - 0,19 - 0,55 = 1,06$).

Tykkelsen avrundes til 110 cm.

Kontroll mot anleggstekniske forhold

Undergrunnen består av telefarlig silt, T4, og det må kontrolleres om tykkelsen er tilfredsstillende ut fra anleggstekniske forhold i henhold til figur 512.2 og figur 511.3. For silt i grunnen for trafikkgruppe D er krav til forsterkningslagstykkelse 80 cm når c_u er større enn 25 kPa. Når c_u er mindre enn 25 angir figuren et tillegg på 30 cm for å ivareta anleggstekniske forhold, dvs sum 1,10 m. Kontroll mot figur 511.3 angir at nødvendig tykkelse på frostsikringslaget ut fra en undergrunn av silt er 50-110 cm avhengig av nivå på c_u .

Fastheten til de fleste siltjordarter vil være sterkt avhengig av vanninnholdet, men udrenert skjærfasthet er ofte ikke en god parameter for dette. Et eventuelt tillegg for anleggstekniske forhold må derfor vurderes ut fra de stedlige forhold hvor man også tar hensyn til tidspunkt på året for utførelsen, dreneringsforholdene etc. I vårt tilfelle ansees en tykkelse på 110 cm å være nødvendig.

Kontroll av styrkeindeks

Dimensjoneringen må også kontrolleres med hensyn på bæreevne i forhold til bæreevnen til silt i Bæreevnegruppe 6. Figur 512.2 angir at tykkelsen på forsterkningslaget over dette materialet må være 80 (eller 80+30 dersom c_u er < 25 kPa) cm. Kravet til Styrkeindeks er etter dette $54 + 80$ (110) = 134 (164).

Lastfordelingskoeffisienter for forsterkningslag og frostsikringslag hentes fra figur 510.9.

Styrkeindeks for vegkonstruksjonen:

$$= 57 \text{ (dekke og bærelag)} + 55 * 1,1 \text{ (forsterkningslag)} + 110 * 0,75 \text{ (frostsikringslag)} = 200.$$

Kravet til styrkeindeks er dermed oppfylt med god margin.

Alternativ 2: Frostsikring med knust fjell (samme materiale som i forsterkningslaget)

Total overbygningstykkelse

Med et frostsikringslag av knust fjell, drenert, skal total overbygningstykkelse være 3,7 m etter figur 511.4 med frostmengde 42.000 h°C. Denne verdien skal justeres i henhold til årsmiddeltemperaturen på stedet (3,3°C) og skal derfor multipliseres med korreksjonsfaktoren 1,07 etter figur 511.5. Forventet frostdybde blir dermed 4,0 m, men i henhold til figur 511.1 er det tilstrekkelig med en total overbygningstykkelse på 1,80 m.

Forsterkningslag

Et frostsikringslag av knust fjell er i Bæreevnegruppe 1. Dette gir en tykkelse på forsterkningslaget på 30 cm etter figur 512.2. Det er aktuelt å bruke kult i forsterkningslaget, slik at tykkelsen kan reduseres til 27 cm på grunn av lastfordelingskoeffisienten 1,1 fra figur 510.9 for kult. Man velger å avrunde oppover, slik at forsterkningslagets tykkelse blir 30 cm.

Frostsikringslag

Tykkelsen på frostsikringslaget må være 131 cm for at total tykkelse på overbygningen skal være 1,80 m ($1,80 \text{ m} - 0,19 \text{ m} - 0,30 \text{ m} = 1,31 \text{ m}$). Tykkelsen avrundes til 130 cm.

Kontroll mot anleggstekniske forhold

Tykkelsen er større enn kravet til lagtykkelse ut fra anleggstekniske forhold, se alternativ 1 over, og dermed OK ut fra dette. Håndbok N200 har ikke de samme kravene til knust fjell i frostsikringslag som i forsterkningslag. Som regel vil det i praksis ikke være noe behov for å utnytte disse forskjellene slik at det legges ut et kombinert forsterkningslag og frostsikringslag med samlet tykkelse lik 160 cm. Dersom man ut fra kravene til komprimering har behov for å legge ut det kombinerte frostsikring- og forsterkningslaget i to lag, skal tykkelsen på første lag oppfylle kravene i figur 511.3.

Kontroll av styrkeindeks

Dimensjoneringen må også kontrolleres med hensyn på bæreevne i forhold til bæreevnen til silt i Bæreevnegruppe 6. Figur 512.2 angir at tykkelsen på forsterkningslaget over dette materialet må være 80 (110) cm.

Kravet til Styrkeindeks er etter dette $54 + 80 (110) = 134 (164)$.

Lastfordelingskoeffisienter for forsterkningslag og frostsikringslag hentes fra figur 510.9.

Styrkeindeks for vegkonstruksjonen:

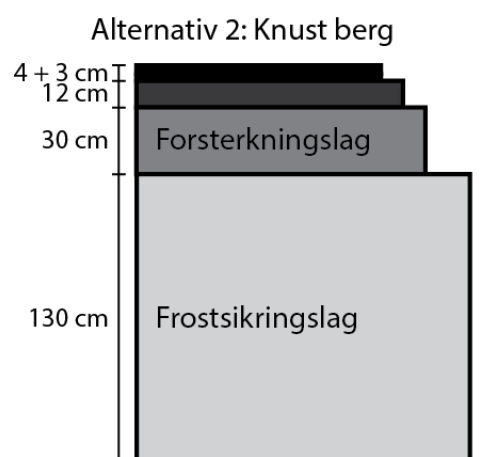
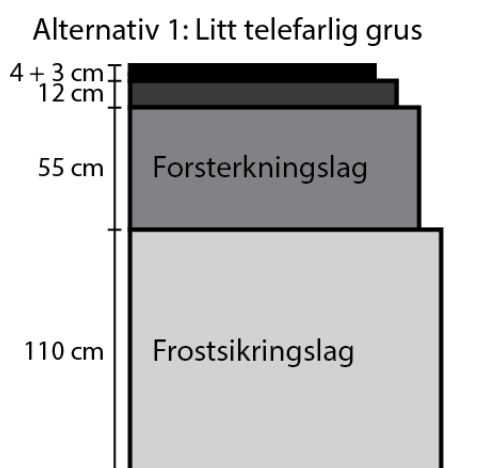
$$= 57 (\text{dekke og bærelag}) + 30 * 1,1 (\text{forsterkningslag}) + 130 * 1,1 (\text{frostsikringslag}) = 233.$$

Kravet til styrkeindeks er dermed oppfylt med god margin.

Oppsummering - Forslag til dimensjonering for eksempel 2

Alternativene over gir følgende dimensjonering. Det blir en egen vurdering hvorvidt det er økonomisk lønnsomt å bruke et eget material i frostsikringslaget eller om samme material kan brukes i begge lag.

	Frostsikring	
	Litt telefarlig grus	Knust fjell
Slitelag	4 cm Ab	4 cm Ab
Bindlag	3 cm Ab	3 cm Ab
Bærelag	12 cm Ag	12 cm Ag
Forsterkningslag	55 cm kult 22/120 forkilt med Ak	30 cm knust fjell 0/90 (evt. forkilt med Ak)
Frostsikringslag	110 cm knust grus, litt telef.	130 cm knust fjell 0/90
Total overbygningstykkelse	183 cm	179 cm



[blank side]

Vedlegg 2 – Årsmiddeltemperatur og frostmengder

V2.1 Generelt

Vedlegg 2 gir årsmiddeltemperatur (°C) og frostmengder i timegrader (h°C) for alle landets kommuner.

Kommunetabellen er ordnet fylkesvis basert på kommuneinndelingen i 2013.

- F_2 = frostmengden overskrides statistisk sett 1 gang i løpet av en 2-års periode
- F_5 = frostmengden overskrides statistisk sett 1 gang i løpet av en 5-års periode
- F_{10} = frostmengden overskrides statistisk sett 1 gang i løpet av en 10-års periode
- F_{100} = frostmengden overskrides statistisk sett 1 gang i løpet av en 100-års periode

V2.2 Kommunetabell

Det klimatiske grunnlaget for kommunetabellen er den statistiske undersøkelsen av frostmengder ved værstasjoner til Meteorologisk institutt.

Datagrunnlaget er perioden 1981 – 2010.

Verdiene i tabellen er knyttet til kommunesenteret. Innen de enkelte kommunene kan det være meget store lokale variasjoner i klima (kyst/innland, høyde over havet). Ved bruk av tabellen må man ta hensyn til dette.

Kommunetabellen inneholder også to verdier angitt som maks. og min. korreksjonsfaktorer. Disse faktorene er uttrykk for variasjoner i statistiske frostmengder innen en kommune. Maks. korreksjonsfaktor angir frostmengden i den delen av kommunen med størst frostmengde og det er offentlige veger, i forhold til frostmengden i kommunesenteret. Min. korreksjonsfaktor angir frostmengden i den delen av kommunen med den minste frostmengden forhold til frostmengden i kommunesenteret, også dette for den delen av kommunen hvor det er offentlige veger.

Ved f.eks. å multiplisere F_{100} for kommunesenteret med maks.-faktoren, finner man den beregnede største verdien for frostmengden F_{100} for et område innen kommunen hvor det finnes offentlig veg. Modellen som ligger til grunn for beregningene er en inndeling av Norge i et kvadratisk rutenett med sidekant 1,0 km.

Kommune-nummer	Kommune-navn	Årsmiddel-temperatur	Frostmengder, h°C				Korreksjonsfaktorer	
			F_2	F_5	F_{10}	F_{100}	Min	Maks
Østfold								
101	Halden	6,3	4000	9000	11 000	20 000	0.86	1.22
104	Moss	6,4	4000	8000	11 000	19 000	0.93	1.15
105	Sarpsborg	6,3	4000	9000	12 000	21 000	0.83	1.24
106	Fredrikstad	6,7	3000	7000	10 000	18 000	0.84	1.21
111	Hvaler	7,2	2000	6000	8 000	14 000	0.94	1.07
118	Aremark	5,4	6000	12000	15 000	26 000	0.90	1.09
119	Marker	5,0	8000	14000	18 000	30 000	0.89	1.14
121	Rømskog	4,4	9000	16000	20 000	34 000	0.97	1.04
122	Trøgstad	4,9	7000	13000	17 000	29 000	0.94	1.11
123	Spydeberg	5,3	6000	12000	15 000	27 000	0.95	1.07
124	Askim	5,2	6000	12000	16 000	27 000	0.97	1.04
125	Eidsberg	5,3	6000	12000	16 000	28 000	0.94	1.08
127	Skiptvet	5,4	6000	11000	15 000	26 000	0.92	1.03
128	Rakkestad	5,4	6000	11000	15 000	27 000	0.89	1.07
135	Råde	6,0	5000	9000	13 000	23 000	0.85	1.07
136	Rygge	6,1	4000	8000	11 000	19 000	0.97	1.18
137	Våler	5,9	5000	10000	13 000	23 000	0.94	1.13
138	Hobøl	5,7	5000	11000	14 000	25 000	0.89	1.09
Akershus								
211	Vestby	5,8	5000	10000	13 000	23 000	0.88	1.04
213	Ski	5,5	6000	11000	14 000	25 000	0.97	1.09
214	Ås	5,7	5000	10000	14 000	24 000	0.92	1.02

Vedlegg 2 – Årsmiddeltemperatur og frostmengder

Kommune-nummer	Kommune-navn	Årsmiddel-temperatur	Frostmengder, h°C				Korreksjonsfaktorer	
			F ₂	F ₅	F ₁₀	F ₁₀₀	Min	Maks
215	Frogn	5,9	5000	10000	13 000	24 000	0.93	1.02
216	Nesodden	5,7	5000	10000	13 000	23 000	0.95	1.03
217	Oppegård	5,8	5000	10000	13 000	24 000	0.95	1.04
219	Bærum	5,8	6000	11000	14 000	24 000	0.94	1.34
220	Asker	5,6	6000	10000	13 000	23 000	0.95	1.25
221	Aurskog-Høland	4,5	9000	16000	20 000	33 000	0.92	1.18
226	Sørum	4,8	8000	14000	17 000	29 000	0.95	1.12
227	Fet	5,0	7000	13000	16 000	28 000	0.96	1.16
228	Rælingen	5,1	6000	11000	14 000	24 000	0.99	1.16
229	Enebakk	5,0	7000	13000	17 000	29 000	0.90	1.07
230	Lørenskog	5,3	6000	11000	14 000	24 000	0.99	1.05
231	Skedsmo	5,2	6000	11000	14 000	24 000	0.99	1.23
233	Nittedal	4,9	7000	12000	16 000	26 000	0.90	1.51
234	Gjerdrum	4,5	9000	14000	18 000	30 000	0.94	1.07
235	Ullensaker	4,3	9000	15000	19 000	32 000	0.89	1.12
236	Nes	4,4	10000	16000	21 000	35 000	0.87	1.14
237	Eidsvoll	4,4	11000	18000	23 000	37 000	0.94	1.19
238	Nannestad	4,2	11000	17000	22 000	36 000	0.87	1.22
239	Hurdal	4,0	13000	20000	25 000	41 000	0.91	1.25
Oslo								
301	Oslo	6,4	5000	9000	12 000	21 000	0.99	1.44
Hedmark								
402	Kongsvinger	4,0	11000	18000	23 000	38 000	0.88	1.17
403	Hamar	4,2	11000	19000	24 000	39 000	0.98	1.39
412	Ringsaker	3,9	14000	22000	27 000	44 000	0.83	1.51
415	Løten	3,4	13000	22000	27 000	44 000	0.95	1.13
417	Stange	4,0	12000	19000	24 000	40 000	0.96	1.22
418	Nord-Odal	4,1	12000	19000	24 000	40 000	0.95	1.13
419	Sør-Odal	4,2	10000	17000	22 000	37 000	0.98	1.16
420	Eidskog	4,4	9000	16000	20 000	34 000	0.94	1.19
423	Grue	3,9	12000	20000	25 000	41 000	0.96	1.25
425	Åsnes	3,6	13000	21000	26 000	43 000	0.98	1.30
426	Våler	3,6	14000	22000	28 000	45 000	0.95	1.37
427	Elverum	3,3	15000	23000	29 000	47 000	0.96	1.49
428	Trysil	1,6	22000	34000	41 000	65 000	0.82	1.24
429	Åmot	2,4	18000	27000	34 000	54 000	0.99	1.26
430	Stor-Elvdal	2,1	17000	26000	32 000	51 000	0.89	1.54
432	Rendalen	2,2	14000	21000	27 000	43 000	0.99	1.58
434	Engerdal	0,1	24000	36000	44 000	69 000	0.88	1.08
436	Tolga	0,8	20000	30000	37 000	60 000	0.94	1.34
437	Tynset	1,2	17000	27000	34 000	55 000	0.70	1.17
438	Alvdal	1,6	17000	26000	32 000	51 000	0.89	1.18
439	Folldal	0,3	21000	31000	37 000	58 000	0.86	1.29
441	Os	0,4	20000	31000	38 000	59 000	0.98	1.24
Oppland								
501	Lillehammer	3,8	14000	22000	27 000	43 000	0.91	1.52
502	Gjøvik	4,3	12000	19000	23 000	38 000	0.99	1.36
511	Dovre	2,6	12000	19000	23 000	37 000	0.96	1.97
512	Lesja	1,3	17000	26000	32 000	50 000	0.59	1.34
513	Skjåk	2,4	17000	26000	32 000	50 000	0.48	1.35
514	Lom	2,3	16000	25000	30 000	48 000	0.90	1.78
515	Vågå	3,0	11000	18000	23 000	37 000	0.90	3.00
516	Nord-Fron	3,6	11000	17000	21 000	34 000	0.94	1.66
517	Sel	3,2	10000	16000	20 000	32 000	0.99	1.71
519	Sør-Fron	3,3	13000	20000	25 000	39 000	0.88	1.71
520	Ringebu	3,6	14000	21000	25 000	40 000	0.93	1.97
521	Øyer	3,6	16000	25000	30 000	48 000	0.83	1.18
522	Gausdal	3,6	14000	21000	26 000	42 000	0.93	1.80
528	Østre Toten	4,0	12000	20000	25 000	40 000	0.92	1.33
529	Vestre Toten	3,4	13000	21000	26 000	42 000	0.97	1.17
532	Jevnaker	4,5	10000	17000	21 000	34 000	0.99	1.17

Kommune- nummer	Kommune- navn	Årsmiddel- temperatur	Frostmengder, h°C				Korreksjonsfaktorer	
			F ₂	F ₅	F ₁₀	F ₁₀₀	Min	Maks
533	Lunner	3,7	13000	21000	26 000	42 000	0.90	1.12
534	Gran	3,8	13000	21000	26 000	42 000	0.84	1.23
536	Søndre Land	3,6	14000	21000	26 000	42 000	0.92	1.15
538	Nordre Land	3,7	14000	21000	26 000	42 000	0.92	1.81
540	Sør-Aurdal	2,8	15000	23000	28 000	45 000	0.93	1.51
541	Etnedal	2,7	16000	25000	30 000	48 000	0.85	1.58
542	Nord-Aurdal	2,6	17000	26000	32 000	52 000	0.86	1.23
543	Vestre Slidre	2,8	15000	24000	29 000	47 000	0.96	1.29
544	Øystre Slidre	1,9	17000	26000	32 000	51 000	0.94	2.13
545	Vang	1,9	16000	25000	31 000	50 000	0.85	1.73
Buskerud								
602	Drammen	5,7	7000	12000	16 000	28 000	0.91	1.19
604	Kongsberg	4,7	9000	15000	19 000	32 000	0.86	1.33
605	Ringerike	4,9	9000	15000	19 000	31 000	0.94	1.63
612	Hole	5,0	9000	14000	18 000	30 000	0.98	1.21
615	Flå	3,5	16000	25000	31 000	49 000	0.88	1.26
616	Nes	3,2	15000	23000	29 000	47 000	0.92	1.31
617	Gol	3,7	12000	20000	25 000	40 000	0.91	1.41
618	Hemsedal	1,1	20000	30000	37 000	57 000	0.76	1.49
619	Ål	2,8	13000	21000	26 000	41 000	0.87	1.68
620	Hol	2,3	14000	23000	28 000	45 000	0.85	2.29
621	Sigdal	4,6	10000	16000	20 000	34 000	0.93	1.92
622	Krødsherad	4,2	11000	18000	23 000	38 000	0.91	1.33
623	Modum	5,1	8000	14000	18 000	30 000	0.94	1.18
624	Øvre Elker	5,4	8000	14000	18 000	30 000	0.96	1.24
625	Nedre Eiker	5,5	7000	13000	17 000	29 000	0.99	1.21
626	Lier	5,6	7000	12000	16 000	27 000	0.95	1.21
627	Røyken	5,5	6000	10000	14 000	24 000	0.94	1.13
628	Hurum	5,6	6000	11000	14 000	24 000	0.83	1.06
631	Flesberg	4,3	10000	17000	21 000	35 000	0.95	1.34
632	Rollag	3,8	11000	19000	23 000	38 000	0.99	1.46
633	Nore og Uvdal	2,5	16000	25000	31 000	49 000	0.81	1.41
Vestfold								
701	Borre	6,4	4000	8000	10 000	18 000	1.00	1.19
702	Holmestrand	5,9	5000	9000	12 000	22 000	0.99	1.33
704	Tønsberg	6,4	4000	8000	11 000	20 000	0.92	1.13
706	Sandefjord	7,0	3000	7000	9 000	16 000	0.79	1.30
709	Larvik	7,2	3000	6000	8 000	14 000	0.86	2.07
711	Svelvik	6,0	5000	10000	13 000	23 000	0.96	1.09
713	Sande	5,8	6000	11000	15 000	26 000	0.84	1.15
714	Hof	5,6	7000	12000	15 000	27 000	0.95	1.21
716	Re	6,2	5000	10000	13 000	22 000	0.90	1.22
719	Andebu	6,0	5000	10000	13 000	23 000	0.87	1.21
720	Stokke	6,2	4000	9000	12 000	21 000	0.91	1.10
722	Nøtterøy	6,5	4000	8000	11 000	19 000	0.87	1.09
723	Tjøme	7,2	3000	6000	8 000	15 000	0.82	1.13
728	Lardal	5,5	7000	13000	16 000	27 000	0.90	1.29
Telemark								
805	Porsgrunn	6,7	4000	8000	11 000	20 000	0.79	1.14
806	Skien	6,5	5000	10000	13 000	23 000	0.85	2.00
807	Notodden	5,3	8000	14000	18 000	30 000	0.94	1.40
811	Siljan	5,7	7000	12000	16 000	27 000	0.84	1.48
814	Bamble	7,2	3000	6000	8 000	14 000	0.98	1.41
815	Kragerø	7,3	2000	5000	7 000	14 000	0.86	1.28
817	Drangedal	5,9	5000	9000	13 000	23 000	0.74	1.62
819	Nome	6,0	6000	11000	15 000	26 000	0.91	1.18
821	Bø	5,4	7000	13000	17 000	29 000	0.94	1.43
822	Sauherad	5,3	7000	13000	17 000	30 000	0.91	1.29
826	Tinn	3,5	14000	22000	27 000	43 000	0.75	1.50
827	Hjartdal	4,8	8000	14000	18 000	30 000	0.98	1.96
828	Seljord	4,5	9000	15000	19 000	32 000	0.94	1.72

Vedlegg 2 – Årsmiddeltemperatur og frostmengder

Kommune- nummer	Kommune- navn	Årsmiddel- temperatur	Frostmengder, h°C				Korreksjonsfaktorer	
			F ₂	F ₅	F ₁₀	F ₁₀₀	Min	Maks
829	Kviteseid	5,3	8000	14000	18 000	31 000	0.87	1.40
830	Nissedal	5,2	6000	11000	14 000	25 000	0.84	1.58
831	Fyresdal	4,2	9000	16000	21 000	35 000	0.68	1.34
833	Tokke	5,3	7000	12000	16 000	28 000	0.99	1.82
834	Vinje	3,6	8000	14000	17 000	29 000	0.99	2.22
Aust-Agder								
901	Risør	7,4	2000	5000	6 000	11 000	0.93	1.38
904	Grimstad	7,1	2000	5000	6 000	12 000	0.81	1.50
906	Arendal	7,4	2000	4000	6 000	11 000	0.82	1.46
911	Gjerstad	6,6	3000	7000	9 000	17 000	0.86	1.32
912	Vegårshei	6,1	4000	7000	10 000	18 000	0.86	1.27
914	Tvedestrand	7,0	2000	5000	7 000	13 000	0.76	1.33
919	Froland	6,5	3000	6000	8 000	14 000	0.94	1.60
926	Lillesand	7,1	2000	5000	7 000	12 000	0.77	1.25
928	Birkenes	6,5	3000	6000	9 000	15 000	0.91	1.36
929	Åmli	5,7	5000	10000	14 000	24 000	0.76	1.44
935	Iveland	5,5	4000	7000	10 000	17 000	0.87	1.22
937	Evje og Hornnes	5,8	4000	7000	10 000	17 000	0.92	1.36
938	Bygland	5,4	5000	10000	14 000	24 000	0.75	1.50
940	Valle	4,2	10000	18000	22 000	37 000	0.75	1.54
941	Bykle	2,4	13000	21000	26 000	43 000	0.88	1.54
Vest-Agder								
1001	Kristiansand	7,3	2000	4000	5 000	10 000	0.69	1.58
1002	Mandal	7,6	1000	3000	4 000	7 000	0.86	1.59
1003	Farsund	7,5	1000	2000	3 000	5 000	0.90	1.93
1004	Flekkefjord	7,1	1000	3000	4 000	7 000	0.77	2.32
1014	Vennesla	6,1	3000	7000	9 000	16 000	0.85	1.15
1017	Songdalen	7,1	2000	4000	6 000	11 000	0.88	1.63
1018	Søgne	7,1	2000	3000	5 000	9 000	0.84	1.39
1021	Marnardal	6,7	3000	5000	7 000	13 000	0.82	1.46
1026	Åseral	5,1	5000	9000	12 000	20 000	0.81	1.82
1027	Audnedal	6,3	3000	6000	8 000	15 000	0.84	1.27
1029	Lindesnes	7,2	1000	3000	4 000	8 000	0.56	1.82
1032	Lyngdal	7,3	1000	3000	4 000	7 000	0.68	2.10
1034	Høgebostad	5,9	3000	6000	8 000	14 000	0.93	1.72
1037	Kvinesdal	6,5	1000	3000	4 000	8 000	0.93	4.99
1046	Sirdal	6,2	3000	6000	8 000	15 000	0.80	4.48
Rogaland								
1101	Eigersund	7,3	1000	2000	2 000	4 000	0.90	3.82
1102	Sandnes	7,4	1000	2000	3 000	6 000	0.74	1.57
1103	Stavanger	7,4	1000	1000	2 000	4 000	0.83	1.43
1106	Haugesund	7,6	0	1000	1 000	3 000	0.98	1.23
1111	Sokndal	7,4	1000	2000	3 000	5 000	0.88	1.77
1112	Lund	6,7	2000	4000	5 000	10 000	0.65	1.58
1114	Bjerkreim	6,8	1000	3000	4 000	8 000	0.68	2.67
1119	Hå	7,3	1000	2000	3 000	5 000	0.83	1.44
1120	Klepp	7,3	1000	2000	3 000	6 000	0.85	1.08
1121	Time	7,4	1000	2000	3 000	6 000	0.96	1.36
1122	Gjesdal	6,7	1000	3000	4 000	7 000	0.94	4.27
1124	Sola	7,3	1000	2000	3 000	5 000	0.81	1.11
1127	Randaberg	7,6	1000	1000	2 000	3 000	0.93	1.09
1129	Forsand	6,7	1000	3000	4 000	7 000	0.74	4.61
1130	Strand	7,4	1000	2000	3 000	5 000	0.70	1.89
1133	Hjelmeland	7,5	1000	2000	3 000	6 000	0.71	3.36
1134	Suldal	6,9	2000	5000	6 000	12 000	0.44	2.65
1135	Sauda	6,4	3000	5000	7 000	13 000	0.88	2.46
1141	Finnøy	7,8	1000	1000	2 000	3 000	0.91	1.98
1142	Rennesøy	7,8	1000	1000	2 000	3 000	0.81	1.08
1144	Kvitsøy	7,7	0	1000	1 000	3 000	1.00	1.00
1145	Bokn	7,5	0	1000	1 000	2 000	0.96	1.15
1146	Tysvær	7,7	1000	1000	2 000	4 000	0.75	1.75

Kommune- nummer	Kommune- navn	Årsmiddel- temperatur	Frostmengder, h°C				Korreksjonsfaktorer	
			F ₂	F ₅	F ₁₀	F ₁₀₀	Min	Maks
1149	Karmøy	7,6	0	1000	1 000	2 000	0.87	1.28
1151	Utsira	7,8	0	1000	1 000	1 000	1.00	1.00
1160	Vindafjord	7,3	1000	3000	4 000	7 000	0.56	1.90
Hordaland								
1201	Bergen	7,6	1000	2000	2 000	4 000	0.76	2.95
1211	Etne	7,1	1000	3000	4 000	7 000	0.76	2.87
1216	Sveio	7,7	1000	1000	2 000	3 000	0.83	1.39
1219	Bømlo	8,0	0	1000	1 000	2 000	0.84	1.71
1221	Stord	7,5	1000	1000	2 000	3 000	0.78	1.34
1222	Fitjar	7,3	0	1000	1 000	2 000	0.96	1.41
1223	Tysnes	7,3	1000	1000	2 000	4 000	0.77	1.17
1224	Kvinnherad	7,0	1000	3000	4 000	7 000	0.49	5.78
1227	Jondal	6,9	2000	3000	4 000	8 000	0.58	4.03
1228	Odda	6,3	4000	7000	9 000	15 000	0.81	4.36
1231	Ullensvang	6,5	3000	5000	7 000	12 000	0.78	1.96
1232	Eidfjord	6,3	3000	6000	7 000	13 000	0.72	7.15
1233	Ulvik	6,4	4000	7000	9 000	16 000	0.57	2.34
1234	Granvin	6,6	2000	5000	7 000	12 000	0.93	2.28
1235	Voss	5,3	5000	10000	13 000	23 000	0.64	1.91
1238	Kvam	6,5	2000	4000	6 000	10 000	0.33	2.88
1241	Fusa	7,0	1000	2000	3 000	6 000	0.58	2.18
1242	Samnanger	5,5	2000	4000	6 000	11 000	0.65	1.82
1243	Os	7,3	1000	2000	3 000	5 000	0.85	1.59
1244	Austevoll	7,6	0	1000	2 000	3 000	0.52	1.06
1245	Sund	7,1	1000	1000	2 000	3 000	0.87	1.21
1246	Fjell	7,3	1000	1000	2 000	3 000	0.69	1.37
1247	Askøy	7,6	1000	1000	1 000	3 000	0.72	1.12
1251	Vaksdal	5,8	3000	6000	9 000	15 000	0.50	2.21
1252	Modalen	6,1	2000	5000	6 000	12 000	0.72	2.12
1253	Osterøy	6,9	1000	2000	3 000	5 000	0.67	2.34
1256	Meland	7,6	0	1000	1 000	3 000	0.72	1.05
1259	Øygarden	7,7	0	1000	1 000	2 000	0.93	1.20
1260	Radøy	7,7	0	1000	1 000	2 000	0.79	1.28
1263	Lindås	7,5	1000	1000	2 000	3 000	0.57	4.86
1264	Austrheim	7,6	0	1000	1 000	2 000	0.96	1.14
1265	Fedje	7,8	0	0	0	0		
1266	Masfjorden	6,8	1000	1000	2 000	4 000	0.62	4.44
Sogn og Fjordane								
1401	Flora	7,4	0	1000	1 000	2 000	0.54	7.53
1411	Gulen	7,4	0	1000	1 000	2 000	0.57	4.57
1412	Solund	7,3	0	0	0	0		
1413	Hyllestad	7,0	1000	1000	2 000	4 000	0.57	1.62
1416	Høyanger	6,3	2000	5000	7 000	12 000	0.33	2.59
1417	Vik	6,2	3000	6000	8 000	14 000	0.50	2.78
1418	Balestrand	6,0	2000	3000	5 000	8 000	0.85	6.09
1419	Leikanger	6,2	2000	4000	5 000	10 000	0.82	1.57
1420	Sogndal	6,4	2000	5000	6 000	12 000	0.80	3.36
1421	Aurland	5,9	4000	8000	10 000	17 000	0.90	4.48
1422	Lærdal	6,0	3000	6000	8 000	13 000	0.85	5.57
1424	Årdal	5,2	6000	10000	14 000	24 000	0.62	2.53
1426	Luster	5,8	5000	11000	15 000	27 000	0.58	2.93
1428	Askvoll	7,2	0	1000	1 000	3 000	0.47	3.64
1429	Fjaler	6,7	2000	3000	4 000	8 000	0.23	1.53
1430	Gaular	5,8	2000	5000	7 000	12 000	0.76	2.60
1431	Jølster	4,4	7000	11000	15 000	24 000	0.63	1.85
1432	Førde	6,1	2000	5000	7 000	13 000	0.66	2.11
1433	Naustdal	6,3	2000	5000	6 000	12 000	0.44	1.73
1438	Bremanger	6,0	1000	3000	3 000	6 000	0.22	1.66
1439	Vågsøy	7,4	0	1000	1 000	2 000	0.66	3.04
1441	Selje	6,9	1000	1000	2 000	3 000	0.35	1.73
1443	Eid	6,5	1000	3000	4 000	7 000	0.60	2.44
1444	Hornindal	6,1	2000	4000	6 000	10 000	0.92	1.56

Vedlegg 2 – Årsmiddeltemperatur og frostmengder

Kommune- nummer	Kommune- navn	Årsmiddel- temperatur	Frostmengder, h°C				Korreksjonsfaktorer	
			F ₂	F ₅	F ₁₀	F ₁₀₀	Min	Maks
1445	Gloppen	6,3	2000	4000	6 000	10 000	0.73	3.78
1449	Stryn	6,2	2000	4000	6 000	10 000	0.87	4.08
Møre og Romsdal								
1502	Molde	6,9	1000	2000	2 000	4 000	0.84	2.54
1504	Ålesund	7,2	1000	1000	2 000	3 000	0.90	1.49
1505	Kristiansund	6,7	1000	2000	3 000	6 000	0.97	1.41
1511	Vanylven	6,7	1000	2000	3 000	5 000	0.69	2.66
1514	Sande	6,5	1000	2000	2 000	4 000	0.42	1.49
1515	Herøy	7,1	0	1000	1 000	3 000	0.52	2.06
1516	Ulstein	6,7	1000	2000	2 000	4 000	0.78	1.56
1517	Hareid	6,8	1000	2000	3 000	5 000	0.86	1.39
1519	Volda	6,4	2000	4000	5 000	9 000	0.74	3.10
1520	Ørsta	6,3	2000	4000	5 000	10 000	0.57	2.42
1523	Ørskog	6,9	1000	2000	2 000	4 000	0.94	1.56
1524	Norddal	6,5	0	0	0	0		
1525	Stranda	6,8	1000	2000	2 000	4 000	0.84	8.35
1526	Stordal	7,0	1000	2000	2 000	4 000	1.00	2.84
1528	Sykkylven	6,8	0	0	0	0		
1529	Skodje	7,0	1000	1000	2 000	3 000	0.85	1.25
1531	Sula	7,1	1000	1000	2 000	3 000	0.98	1.83
1532	Giske	7,2	0	1000	1 000	2 000	0.65	1.12
1534	Haram	7,1	0	1000	1 000	2 000	0.50	1.82
1535	Vestnes	6,7	1000	1000	2 000	3 000	0.74	3.14
1539	Rauma	6,5	1000	3000	4 000	7 000	0.51	5.78
1543	Nesset	6,3	2000	4000	5 000	10 000	0.83	4.51
1545	Midsund	7,0	1000	1000	2 000	3 000	0.67	1.12
1546	Sandøy	7,4	0	0	1 000	1 000	1.00	1.07
1547	Aukra	6,9	0	1000	2 000	3 000	0.80	1.63
1548	Fræna	6,6	1000	2000	3 000	6 000	0.56	1.62
1551	Eide	6,3	1000	3000	4 000	8 000	0.82	1.36
1554	Averøy	6,5	1000	3000	4 000	7 000	0.87	1.50
1557	Gjemnes	6,3	1000	3000	5 000	9 000	0.95	1.51
1560	Tingvoll	6,0	2000	4000	6 000	10 000	0.73	1.33
1563	Sunnadal	5,7	2000	4000	6 000	11 000	0.89	3.47
1566	Surnadal	5,6	3000	5000	7 000	12 000	0.84	1.75
1567	Rindal	4,4	5000	9000	11 000	19 000	0.85	1.74
1571	Halsa	5,8	2000	4000	5 000	10 000	0.83	1.62
1573	Smøla	6,9	1000	1000	2 000	4 000	0.96	1.54
1576	Aure	6,1	2000	3000	4 000	8 000	0.72	1.80
Sør-Trøndelag								
1601	Trondheim	5,3	4000	8000	11 000	19 000	0.92	1.41
1612	Hemne	5,3	3000	6000	8 000	14 000	0.53	2.06
1613	Snillfjord	4,9	5000	10000	12 000	21 000	0.44	1.54
1617	Hitra	5,2	1000	3000	4 000	6 000	0.58	1.37
1620	Frøya	6,4	1000	2000	2 000	4 000	0.67	1.09
1621	Ørland	5,9	2000	3000	5 000	8 000	0.81	1.21
1622	Agdenes	5,0	4000	8000	10 000	18 000	0.60	1.25
1624	Rissa	5,3	3000	7000	9 000	16 000	0.70	1.41
1627	Bjugn	5,7	2000	4000	5 000	10 000	0.54	1.89
1630	Åfjord	5,6	3000	6000	7 000	14 000	0.50	2.21
1632	Roan	6,0	2000	4000	5 000	9 000	0.89	2.18
1633	Osen	5,5	2000	5000	6 000	11 000	0.61	2.40
1634	Oppdal	2,8	10000	16000	20 000	32 000	0.65	2.21
1635	Rennebu	2,5	10000	16000	20 000	32 000	0.79	1.24
1636	Meldal	3,9	9000	14000	18 000	30 000	0.86	1.26
1638	Orkdal	4,3	7000	13000	16 000	28 000	0.78	1.28
1640	Røros	0,2	21000	32000	39 000	61 000	0.78	1.19
1644	Holtålen	2,3	13000	21000	26 000	41 000	0.74	1.30
1648	Midtre Gauldal	4,1	7000	13000	16 000	27 000	0.96	1.59
1653	Melhus	4,6	6000	11000	15 000	25 000	0.96	1.53
1657	Skaun	4,8	6000	12000	15 000	25 000	0.96	1.35

Kommune- nummer	Kommune- navn	Årsmiddel- temperatur	Frostmengder, h°C				Korreksjonsfaktorer	
			F ₂	F ₅	F ₁₀	F ₁₀₀	Min	Maks
1662	Klæbu	4,5	6000	11000	14 000	24 000	0.96	1.19
1663	Malvik	5,4	4000	8000	10 000	18 000	0.96	1.42
1664	Selbu	4,4	6000	10000	13 000	23 000	0.85	1.54
1665	Tydal	2,4	12000	19000	24 000	38 000	0.71	1.78
Nord-Trøndelag								
1702	Steinkjer	4,7	6000	11000	14 000	24 000	0.86	1.86
1703	Namsos	4,5	6000	11000	14 000	25 000	0.53	1.42
1711	Meråker	4,1	8000	13000	17 000	28 000	0.86	1.47
1714	Stjørdal	5,5	4000	7000	9 000	16 000	0.98	1.73
1717	Frosta	5,1	4000	7000	10 000	17 000	0.94	1.18
1718	Leksvik	4,9	4000	8000	11 000	18 000	0.94	1.31
1719	Levanger	5,3	4000	8000	11 000	19 000	0.91	1.34
1721	Verdal	5,3	5000	9000	11 000	20 000	0.99	2.60
1724	Verran	4,5	7000	13000	16 000	27 000	0.72	1.14
1725	Mandalseid	4,0	7000	13000	16 000	28 000	0.62	1.12
1736	Snåsa	3,5	9000	16000	20 000	33 000	0.91	1.18
1738	Lierne	1,3	17000	26000	33 000	52 000	0.91	1.18
1739	Røyrvik	1,2	17000	26000	33 000	52 000	0.87	1.34
1740	Namskogan	2,5	12000	20000	25 000	41 000	0.93	1.41
1742	Grong	3,8	9000	15000	20 000	33 000	0.95	1.77
1743	Høylandet	3,8	9000	15000	19 000	32 000	0.95	1.18
1744	Overhalla	4,1	8000	14000	17 000	29 000	0.88	1.15
1748	Fosnes	5,2	4000	7000	10 000	17 000	0.84	2.32
1749	Flatanger	4,4	5000	9000	12 000	20 000	0.36	1.10
1750	Vikna	5,6	2000	5000	6 000	12 000	0.52	1.01
1751	Nærøy	5,0	3000	7000	9 000	16 000	0.73	2.33
1755	Leka	5,3	2000	5000	7 000	12 000	0.84	1.31
1756	Inderøy	5,1	5000	9000	12 000	20 000	0.92	1.16
Nordland								
1804	Bodø	4,8	3000	6000	8 000	14 000	0.58	3.50
1805	Narvik	3,8	6000	10000	13 000	22 000	0.82	2.38
1811	Bindal	4,5	6000	11000	14 000	25 000	0.65	1.22
1812	Sømna	5,0	3000	7000	10 000	18 000	0.80	1.36
1813	Brønnøy	5,2	3000	7000	9 000	17 000	0.87	3.52
1815	Vega	5,4	2000	5000	7 000	13 000	0.88	1.23
1816	Vevelstad	4,8	4000	8000	11 000	21 000	0.92	1.53
1818	Herøy	5,6	2000	5000	7 000	13 000	0.86	1.01
1820	Alstahaug	5,3	3000	6000	9 000	16 000	0.86	1.29
1822	Leirfjord	4,6	4000	8000	11 000	20 000	0.79	1.59
1824	Vefsn	4,2	7000	13000	17 000	29 000	0.70	1.53
1825	Grane	3,2	10000	18000	24 000	40 000	0.88	1.49
1826	Hattfjellidal	2,1	15000	24000	29 000	48 000	0.93	1.61
1827	Dønna	5,6	2000	5000	6 000	12 000	0.77	1.41
1828	Nesna	4,9	3000	7000	9 000	15 000	0.60	1.99
1832	Hemnes	3,8	9000	15000	19 000	31 000	0.68	2.36
1833	Rana	3,7	9000	16000	20 000	33 000	0.52	2.40
1834	Lurøy	5,6	1000	3000	4 000	7 000	0.69	3.54
1835	Træna	5,6	1000	1000	2 000	4 000	0.99	1.00
1836	Rødøy	5,3	1000	3000	4 000	7 000	0.72	5.50
1837	Meløy	4,8	2000	3000	4 000	8 000	0.55	4.03
1838	Gildeskål	4,9	2000	4000	5 000	9 000	0.59	2.95
1839	Beiarn	3,8	6000	10000	14 000	23 000	0.95	1.89
1840	Saltdal	3,6	9000	15000	19 000	32 000	0.84	2.39
1841	Fauske	4,0	6000	11000	14 000	24 000	0.99	2.42
1845	Sørfold	3,9	7000	12000	16 000	26 000	0.81	1.84
1848	Steigen	4,7	4000	7000	8 000	15 000	0.74	2.31
1849	Hamarøy	4,3	4000	7000	9 000	15 000	0.82	2.55
1850	Tysfjord	3,3	5000	9000	11 000	18 000	0.72	1.89
1851	Lødingen	4,3	4000	7000	8 000	14 000	0.84	1.44
1852	Tjeldsund	3,6	5000	9000	11 000	18 000	0.83	1.58
1853	Evenes	3,4	6000	10000	12 000	20 000	0.79	1.51
1854	Ballangen	4,0	5000	8000	10 000	17 000	0.84	2.19

Vedlegg 2 – Årsmiddeltemperatur og frostmengder

Kommune-nummer	Kommune-navn	Årsmiddel-temperatur	Frostmengder, h°C				Korreksjonsfaktorer	
			F ₂	F ₅	F ₁₀	F ₁₀₀	Min	Maks
1856	Røst	5,7	0	1000	1 000	3 000	1.00	1.00
1857	Værøy	5,7	1000	2000	2 000	4 000	1.00	1.43
1859	Flakstad	5,3	1000	3000	4 000	7 000	0.78	1.96
1860	Vestvågøy	5,1	1000	3000	4 000	6 000	0.92	2.16
1865	Vågan	5,1	2000	4000	5 000	8 000	0.83	2.08
1866	Hadsel	4,7	3000	5000	6 000	11 000	0.87	1.92
1867	Bø	4,7	2000	5000	6 000	11 000	0.94	1.71
1868	Øksnes	4,3	3000	5000	7 000	12 000	0.93	1.72
1870	Sortland	4,1	3000	6000	8 000	13 000	0.90	1.72
1871	Andøy	3,7	3000	6000	8 000	14 000	0.91	1.64
1874	Moskenes	5,4	1000	2000	3 000	6 000	0.94	1.29
Troms								
1901	Harstad	3,4	4000	8000	10 000	16 000	0.94	1.62
1902	Tromsø	2,8	8000	12000	15 000	24 000	0.44	2.33
1911	Kvøyfjord	3,3	5000	9000	11 000	18 000	0.76	1.50
1913	Skånland	3,7	5000	9000	11 000	19 000	0.93	2.30
1915	Bjarkøy	3,5	4000	7000	10 000	16 000	1.00	1.17
1917	Ibestad	3,0	7000	11000	14 000	23 000	0.81	1.76
1919	Gratangen	2,4	12000	18000	22 000	35 000	0.72	1.42
1920	Lavangen	2,4	13000	19000	24 000	38 000	0.78	1.66
1922	Bardu	1,2	17000	26000	32 000	50 000	0.88	1.58
1923	Salangen	2,4	14000	21000	26 000	41 000	0.72	1.32
1924	Målselv	1,3	19000	28000	35 000	55 000	0.63	1.50
1925	Sørreisa	2,0	15000	23000	28 000	44 000	0.82	1.49
1926	Dyrøy	2,5	11000	17000	21 000	33 000	0.82	1.51
1927	Tranøy	2,8	11000	17000	21 000	34 000	0.56	1.30
1928	Torsken	1,5	6000	9000	11 000	19 000	0.99	2.08
1929	Berg	2,6	6000	10000	13 000	21 000	0.78	2.06
1931	Lenvik	2,2	11000	18000	22 000	34 000	0.49	1.32
1933	Balsfjord	1,8	16000	24000	29 000	46 000	0.55	1.60
1936	Karlsøy	3,3	6000	10000	13 000	21 000	0.50	1.52
1938	Lyngen	1,8	13000	19000	23 000	37 000	0.66	1.38
1939	Storfjord	1,7	16000	24000	29 000	45 000	0.78	1.78
1940	Kåfjord	1,8	15000	22000	27 000	42 000	0.90	1.69
1941	Skjervøy	2,6	7000	11000	14 000	22 000	0.71	1.69
1942	Nordreisa	1,5	16000	24000	29 000	46 000	0.63	2.18
1943	Kvænangen	2,8	11000	17000	21 000	34 000	0.50	1.50
Finnmark								
2002	Vardø	1,8	9000	15000	18 000	28 000	0.97	1.66
2003	Vadsø	0,3	21000	32000	39 000	61 000	0.75	1.21
2004	Hammerfest	2,3	8000	14000	17 000	27 000	0.66	1.37
2011	Kautokeino	-2,6	38000	55000	66 000	101 000	0.80	1.07
2012	Alta	1,4	17000	25000	31 000	49 000	0.56	1.82
2014	Loppa	1,8	9000	13000	17 000	26 000	0.45	1.80
2015	Hasvik	3,1	5000	8000	11 000	17 000	0.83	1.29
2017	Kvalsund	2,1	12000	19000	23 000	37 000	0.86	1.79
2018	Måsøy	2,8	5000	9000	11 000	19 000	0.81	2.18
2019	Nordkapp	2,4	9000	14000	17 000	27 000	0.63	1.29
2020	Porsanger	0,5	21000	31000	38 000	59 000	0.58	1.55
2021	Karasjok	-2,4	38000	56000	68 000	104 000	0.89	1.04
2022	Lebesby	1,2	13000	19000	23 000	36 000	0.89	2.15
2023	Gamvik	1,6	10000	15000	18 000	29 000	0.85	2.76
2024	Berlevåg	1,4	11000	17000	21 000	33 000	0.99	2.05
2025	Tana	-0,8	29000	43000	52 000	80 000	0.80	1.19
2027	Nesseby	-0,6	27000	39000	48 000	74 000	0.92	1.09
2028	Båtsfjord	1,2	14000	21000	26 000	41 000	0.72	1.55
2030	Sør-Varanger	-0,2	24000	35000	43 000	66 000	0.91	1.35

Vedlegg 3 – Steinmaterialer

V3.1 Generelt

Dette vedlegget gir veiledning om naturlige (knuste og uknuste) steinmaterialer og resirkulerte materialer (knust betong, tegl, resirkulert asfalt) til bruk i vegbygging. Vedlegget gir ingen fullstendig oversikt over hvilke krav som gjelder.

Steinmaterialers brukbarhet til vegbygging fastlegges ved geologiske undersøkelser og prøvetaking som beskrevet i Håndbok R211 Feltundersøkelser (Ref. 2) og ved vurdering av analyse-resultater. Analysemetodene er beskrevet i Håndbok R210 Laboratorieundersøkelser (Ref. 1) og i nye standarder, se nedenfor.

Brukbarheten av naturlige og resirkulerte materialer til vegbyggingsformål bedømmes hovedsakelig ut fra korngradering og geometriske og mekaniske egenskaper som kornform og motstand mot nedknusning, slitasje og piggdekkslitasje. Tilslagets poleringsmotstand påvirker friksjonsegenskapene til dekket. Også evt. belegg, mineralinnhold (f. eks. kalk, glimmer og kis) og lysrefleksjonsevne påvirker brukbarheten.

V3.2 Analysemetoder

Analysemetodene er beskrevet i standarder. For metoder der det ennå ikke finnes standarder, gjelder metodene i Håndbok R210 Laboratorieundersøkelser (Ref. 1). De viktigste analysene er:

- Sikteanalyser (bestemmelse av korngradering) som foretas på prøver som vaskes før de siktes og tørkes, se NS-EN 933-1 (Ref. 6). Prosentandel av ulike fraksjoner beregnes i forhold til total prøve.
- Slemmeanalyse, håndbok R210, 14.434 (Ref. 1)
- Måling av flisighetsindeks (FI) for materialer 4–80 mm bestemmes i hht. NS-EN 933-3 (Ref. 8). Alle aktuelle delfraksjoner for sorteringen mellom 4 mm og 80 mm siktes først på sikter med kvadratiske åpninger og deretter på stavsikter.
- Måling av motstandsevne mot nedknusning etter Los Angeles-metoden går ut på å tromle tilslaget tørt 500 omdreininger med store stålkuler som veier ca. 450 g. Los Angeles-verdi (LA-verdi) er prosent gjennomgang på 1,6 mm-sikten etter tromling. Standardfraksjonen for testen er 10/14. Metoden utføres i hht. NS-EN 1097-2 (Ref. 12).

En bør være oppmerksom på at sedimentære bergarter kan få en feilaktig for god LA-verdi. Høyt innhold av glimmer eller kalk gir også utilsiktet god LA-verdi.

- Måling av motstandsevne mot slitasje gjøres med micro-Deval-mølle, resultatet uttrykkes som micro-Deval-koeffisient (M_{DE}). Standardfraksjonen er 10/14 og materialet tromles vått med 5 kg 10 mm stålkuler. Analysen utføres i hht. NS-EN 1097-1 (Ref. 11).
- Måling av motstandsevne mot piggdekkslitasje utføres med møllemetoden, der tilslaget tromles vått med små stålkuler (15 mm i diameter). Standardfraksjonen er 11,2/16. Mølleverdien (A_N) er prosent gjennomgang på 2 mm-sikten etter tromling, se NS-EN 1097-9 (Ref. 15).
Merknad 1: Det er standardfraksjonen for Los Angeles-, micro-Deval- og kulemøllemetoden som kravene i HBN200 er relatert til, men også andre fraksjoner kan benyttes. Siden alternative fraksjoner gir ulikt resultat for samme tilslag kan ikke krav til standardfraksjonen uten videre benyttes til andre fraksjoner. Det er ønskelig at det samles erfaringsdata fra testing på mer aktuelle fraksjoner avhengig av bruksområde.
Merknad 2: Resultater fra kulemøllemetoden og micro-Deval korrelerer godt med hverandre. Der det er aktuelt å dokumentere driftskontrollen med den av metodene som ikke er referansemetode kan følgende sammenhenger fra NGUs pukkdatabase benyttes:

$$A_N = 1,30 \times M_{DE} + 0,3$$

$$M_{DE} = 0,77 \times A_N - 0,3$$
- Knusningsgraden, $C_{xx/yy}$, angis for grovt tilslag med henholdsvis minimum prosentandel helt og delvis knuste korn (xx) og maksimum andel helt rundede (uknuste) korn (yy) i området 4-63 mm. Eksempel: $C_{50/30}$ betyr at materialet skal ha minst 50 % helt/delvis knuste korn og høyst 30 % helt rundede korn. Metodebeskrivelsen er gitt i NS-EN 933-5 (Ref. 9). *Merknad: Kravene gjelder i HBN200-sammenheng for materiale >4 mm av sammensatt kurve. Kravene kan avvike fra kategoriene i standardene siden de gjelder sammensatt kurve.*
- Steinmaterialets motstand mot polering (Polished Stone Value, PSV) måles etter NS-EN 1097-8 (Ref. 14). Jo høyere tallverdi for PSV, desto bedre poleringsmotstand. Tilslagets poleringsmotstand er en av flere faktorer som har betydning for et dekkets friksjonsegenskaper. *Merknad: Det er f.t. ikke satt krav til PSV.*

V3.3 Oversikt – krav til materialer

Generelle krav iht. standardene

Krav til og klassifisering av naturlig og resirkulert tilslag er fastsatt i felleseuropeiske produktstandarder under Byggevaredirektivet. For vegbygging gjelder følgende tilslagsstandarder (for fullstendig tittel se referanselista):

- NS-EN 13043 Tilslag for bituminøse masser (Ref. 20)
- NS-EN 13242 Tilslag for mekanisk og hydraulisk stabiliserte masser (Ref. 21)
- NS-EN 12620 Tilslag for betong (Ref. 19)

Standardene angir overordnede krav til graderinger og toleranser, og definerer kategorier for de ulike egenskapene kulemølleverdi, Los Angeles-verdi osv. og angir hvilke analysemetoder som skal brukes for deklarasjon. For motstand mot polering og piggedekkslitasje kan det stilles krav til og deklarerer mellomliggende verdier i forhold til angitte kategorier. Med mellomliggende verdier forstås også verdier bedre enn strengeste kategori.

Krav i normalen

Krav til materialer for den enkelte masstype og valg av kategorier for de ulike egenskaper er beskrevet i kapitlene 5 og 6 i normalen. Det stilles krav til mekaniske egenskaper avhengig av trafikkbelastningen og hvor i vegkonstruksjonen materialene skal benyttes.

En forenklet oversikt over krav til flisighetsindeks, Los Angeles-verdi, mølleverdi og Micro Deval-koeffisient for dekker, bærelag og forsterkningslag er gitt i figur V3.1. Det presiseres at fullstendige krav står i kap. 5 og 6, og figuren oppsummerer kravene kun til mekaniske egenskaper, den sier f.eks. ikke noe om forurensninger (farlige stoffer).

Det stilles samme krav til resirkulerte materialer som naturlige materialer.

Krav til mølleverdi (A_N) gjelder kun dekketilslag, og krav til flisighetsindeks (FI) gjelder dekketilslag og bærelag. Dårlig kornform fanges opp av Los Angeles-metoden, noe som medfører at det ikke er satt krav til FI for forsterkningslag. Micro-Deval-krav gjelder primært mekanisk stabiliserte bærelag og forsterkningslag, men kan også benyttes for tilslag til bitumenstabilisert bærelag som et alternativ til mølleverdi.

Krav til tilslag i vegdekker av betong er beskrevet i kap. 66.

Krav til siktekurver for ulike materialer gitt i denne normalen vil i noen tilfeller avvike fra handelssorteringene. For å oppnå kravene til de ulike materialtypene, kan det være nødvendig å sette sammen to eller flere sorteringer. Se V3.5.

Andre typer krav som er fastsatt for den enkelte masstype eller som kan vurderes spesielt, er:

- Belegg på tilslag, se Hb R210 pkt. 14.453
- Lyshet, se Hb R210, pkt. 14.412
- Innhold av humus, se NS-EN 1744-1 (Ref. 16), se også Hb R210 pkt. 14.444
- Innhold av glimmer se Hb R210 pkt. 14.417
- Innhold av kismaterialer, se NS-EN 1744-1 (Ref. 16), se også Hb R210 pkt. 14.416
- Materialsammensetning av resirkulert tilslag av betong og tegl, se NS-EN 933-11 (Ref. 10)
- Utlekking fra resirkulert tilslag av betong og tegl, se NS-EN 1744-3 (Ref. 17)

V3.4 Dokumentasjon/deklarasjon

Generelt

Før materialer leveres til anlegget, skal det dokumenteres at materialet har egenskaper i samsvar med aktuelle standarder og spesifiserte krav, se kap. 03. Med materialene skal det følge en samsvarserklæring fra produsenten. Hvilken informasjon som skal inngå i produsentens samsvarserklæringsskjema framgår av tilslagsstandardenes tillegg ZA samt nasjonalt tillegg. Ut over informasjonen i CE-deklarasjonsdokumentet skal samsvarserklæringen inneholde en produktbeskrivelse/betegnelse, en henvisning til bestemmelser som produktet oppfyller. Samsvarserklæringen skal underskrives av den person i bedriften som er bemyndiget til dette. En del produsenter velger å kombinere samsvarserklæringen og CE-deklarasjonsdokumentet (dette er ganske vanlig og er fullt akseptabelt).

Valg av system for samsvarsattestering

I Norge har myndighetene (v/Direktoratet for byggkvalitet, DIBK) bestemt følgende system for attestering av tilslag til vegformål:

- Tilslag til bituminøse masser etter NS-EN 13043 skal følge system 2+
- Tilslag til mekanisk stabiliserte materialer etter NS-EN 13242 skal følge system 4
- Tilslag til hydraulisk stabiliserte materialer etter NS-EN 13242 skal følge system 2+
- Tilslag til betong etter NS-EN 12620 skal følge system 2+

System 2+ betyr at produsenten avgir samsvars-erklæring underbygd av produksjonskontroll-sertifikatet fra et akkreditert teknisk kontrollorgan (uavhengig tredjepartskontroll).

System 4 betyr at produsenten selv avgir en samsvarserklæring.

Resirkulert tilslag: Klassifisering av resirkulert tilslag av betong er gitt i NS-EN 12620 tabell 20. Krav til og beskrivelse av resirkulert asfalt er gitt i NS-EN 13108-8 [Ref. 23].

Farlige stoffer: Tilslagets innhold av forurensninger skal angis.

	ÅDT						
	< 300	300-1500	1500-3000	3000-5000	5000-15000	> 15000	
Dekke							
Flisighetsindeks, FI	≤35	≤30	≤30	≤30	≤25	≤25	
Los Angeles-verdi, LA	≤40	≤30	≤30	≤30	≤25	≤15	
Mølleverdi, A _N	≤19	≤19	≤14	≤10	≤10	≤7	
	Trafikkgruppe ³⁾						
	< 0,2	A	B	C	D	E	F
Bærelag¹⁾							
Bitumenstabiliserte							
Flisighetsindeks, FI ²⁾	≤35	≤35	≤35	≤35	≤35	≤35	≤35
Los Angeles-verdi, LA ²⁾	≤40	≤40	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30
Mølleverdi, A _N ⁴⁾	≤26	≤19	≤19	≤19	≤19	≤19	≤19
Micro-Deval koeffisient, M _{DE} ⁴⁾	≤20	≤15	≤15	≤15	≤15	≤15	≤15
Mekanisk stabiliserte							
Flisighetsindeks, FI	≤35	≤35	≤35	≤35	-	-	-
Los Angeles-verdi, LA	≤35	≤35	≤35	≤35	-	-	-
Micro-Deval koeffisient, M _{DE}	≤20	≤15	≤15	≤15	-	-	-
Forsterkningslag							
Los Angeles-verdi, LA	≤35	≤35	≤35	≤35	≤35	≤35	≤35
Micro-Deval koeffisient, M _{DE}	≤20	≤15	≤15	≤15	≤15	≤15	≤15

1) For Cp (sementstabilisert pukk) bør LA ≤ 45 og FI ≤ 40.

2) For asfaltert pukk (Ap) skal FI ≤ 40 når ÅDT ≤ 5000. For Pp med ÅDT < 15000 kan LA være inntil 40.

3) Se pkt. 510.2. For 2-felts veg med 15 % tunge, 20 års dimensj.periode, 10 t aksellast og 2 % trafikkvekst vil trafikkgruppene omtrentlig tilsvare ÅDT-gruppene, men skillet mellom traf.gruppe A og B går ved ca. ÅDT 750. ÅDT<300 tilsvare ca N <0,2 mill. ekvivalente 10 t aksellaster.

4) Krav til slitasegenskaper for tilslag til bitumenstabiliserte bærelag kan settes til både M_{DE} og A_N, men ikke begge samtidig. Til slitelag skal A_N deklarerer, og for tilslag som benyttes både til bære- og slitelag vil det derfor normalt holde å deklarerer A_N også til bærelagsmasser.

Figur V3.1 Forenklet oversikt over krav til flisighetsindeks (FI), Los Angeles-verdi (LA), mølleverdi (A_N) og micro-Deval-koeffisient (M_{DE}) for tilslag til dekker, bærelag og forsterkningslag. For noen massetyper er kravene strengere enn vist i tabellen. For fullstendige krav, se kapitlene 5 og 6 i normalen.

V3.5 Aktuelle sorteringer

Generelt

Produkter (handelssorteringer) benevnes som d/D der d er nedre siktstørrelse og D er øvre siktstørrelse angitt i mm, i henhold til produktstandardene (Ref. 20-22). Figur V3.2 viser noen vanlige sorteringer.

Krav til sikterenhets

Figur V3.2 viser sammendrag av generelle krav til renhet på siktstørrelser tilsvarende d/2, 1,4D og

2D, og hvilke siktstørrelser dette innebærer for en del vanlige sorteringer. Fullstendige krav er gitt i de respektive produktstandardene. Sikterenhets på øvre og nedre siktstørrelser D og d velges iht. kategorier gitt i produktstandardene. Eksempler er vist i figur V3.2 (utdrag fra flere standarder). Hvilke analysesikter som er tillatt brukt, er gitt i figur V3.3.

For noen massetyper er krav eller anbefalinger til sikterenhets på D og d gitt i denne normalen. For noen massetyper er det, for det totale materialet, gitt krav eller anbefalinger til kornfordelingen

gjennom tabeller og/eller grensekurver. Ensgraderte sorteringer skal ha kornfordeling som strekker seg opp til øvre siktstørrelse og ned til nedre siktstørrelse (se figur V3.2). For sorterin-

gene 0/2, 0/4, 0/8, 0/16, 0/22, 0/32, 0/45 og 0/63 skal materialet være jevnt fordelt innenfor de respektive fraksjoner.

Handelsbetegnelse	Sortering d/D	Krav til siktegjennomgang		
		Maks. 5 % skal passere d/2 ²⁾	Min. 98 % skal passere 1,4D ³⁾	Alt skal passere 2D
mm	mm	mm	mm	mm
Filler ¹⁾	0/0,063			
0/2	0/2			4
0/4	0/4		5,6 ⁴⁾	8
0/8	0/8		11,2	16
0/16	0/16		22,4	31,5
0/22	0/22,4		31,5	45
0/32	0/31,5		45	63
0/45	0/45		63	90
0/63	0/63		90	125
2/4	2/4	1	5,6	8
4/8	4/8	2	11,2	16
8/11	8/11,2	4	16	22,4
8/16	8/16	4	22,4	31,5
8/22	8/22,4	4	31,5	45
11/16	11,2/16	5,6	22,4	31,5
16/22	16/22,4	8	31,5	45
16/32	16/31,5	8	45	63
22/32	22,4/31,5	11,2	45	63
22/56	22,4/56	11,2	80	125
22/63	22,4/63	11,2	90	125
22/120	22,4/125	11,2	180	250
22/180	22,4/180	11,2	250	360
32/56	31,5/56	16	80	125
32/63	31,5/63	16	90	125
63/120	63/125	31,5	180	250

Generelt: Det skal være minst 1 % sikterest på D, og for bærelagsmasser også 1 % gjennomgang på d/2.

- 1) For filler: Alt skal passere 2 mm, 85-100 % skal passere 125 µm
- 2) For asfalttilslag G_{90/10} og G_{85/15} skal maks. 2 % passere angitt sikt
- 3) For asfalttilslag G_{90/10} skal alt passere denne sikten
- 4) For betongtilslag skal minimum 95 % passere denne sikten

Sikterenhetsgraden G (d/D) har symboler for hvor rent det er siktet:

G _{90/10}	10 % overkorn og 10 % underkorn
G _{90/15}	10 % overkorn og 15 % underkorn
G _{90/20}	10 % overkorn og 20 % underkorn
G _{80/20}	20 % overkorn og 20 % underkorn
G _{85/15}	15 % overkorn og 15 % underkorn
G _{85/20}	15 % overkorn og 20 % underkorn
G _{85/35}	15 % overkorn og 35 % underkorn

Figur V3.2 Eksempler på sorteringer og sikterenhetsgrad

V3.6 Helse, miljø og sikkerhet

Generelt

Norsk lovverk inneholder en rekke reguleringer av etablering og driving av materialtak og gjenbruksvirksomhet. Direktoratet for mineralforvaltning er

statens forvaltningsorgan når det gjelder lovforvaltning, registrering av rettigheter, godkjenning av uttaksplaner (driftsplaner) og tilsyn med drift av mineraluttak. Videre stilles krav om at alle ledd i produksjonskjeden frem til ferdig veg skal følge HMS-lovgivingen. Dette kapitlet setter bare fokus på noen generelle punkter. Utførende i

Siktåpninger i mm		
Standard	Standard + sats 1	Standard + sats 2
0,063	0,063	0,063
0,125	0,125	0,125
0,250	0,250	0,250
0,500	0,500	0,500
1	1	1
2	2	2
4	4	4
-	-	5
-	5,6 (5)	-
-	-	6,3 (6)
8	8	8
-	-	10
-	11,2 (11)	-
-	-	12,5 (12)
-	-	14
16	16	16
-	-	20
-	22,4 (22)	-
-	-	25
31,5 (32)	31,5 (32)	31,5 (32)
-	-	40
-	45	-
-	-	50
-	56	-
63	63	63
-	-	80
-	90	-
125	125	125
-	180	-
250	250	250
-	360	-

Avrundede verdier i parentes kan brukes ved beskrivelse av tilslaget.

Figur V3.3 Tillatte analysesikter

alle ledd er forpliktet til å sette seg inn i norsk lov og det aktuelle kontraktsgrunnlaget.

Materialproduksjon

Det skal stilles miljøkrav som sikrer bærekraftig ressursbruk og hindrer en negativ miljøpåvirkning under produksjon og bruk. Der det er teknisk, økonomisk og miljømessig forsvarlig med hensyn til transportpåvirkning, skal det vurderes å bruke resirkulerte materialer.

Uttak av stein og grus kan komme i konflikt med andre interesser som bebyggelse, jordbruk, grunnvann, fornminner, elvefiske og rekreasjon. Etablering og drift av massetak er derfor regulert i lovverk og planprosess.

Planer for drift av materialtak skal foreligge. Plan- og bygningsloven og Vannressursloven regulerer ethvert masseuttak. Krav til massetak er gitt i egne forskrifter.

Innhold av eventuelle skadelige stoffer skal deklarerer. Resirkulerte materialer med så høye verdier av skadelige stoffer at de kan betegnes som farlig avfall skal ikke bygges inn i vegkroppen, men i stedet sendes til godkjent deponi. Materialer med skadelige stoffer med lavere konsentrasjon enn at de kategoriseres som farlig avfall, men som har høyere konsentrasjon enn det som godkjennes for fri bruk, må vurderes spesielt ut i fra hvordan det skal benyttes og hvor følsomme omgivelsene er.

Også naturlige materialer kan komme fra områder med naturlige bakgrunnsnivåer som er høyere enn gjeldende normverdier fra Miljødirektoratet og som gjør at materialene ikke uten videre kan benyttes i en vegkonstruksjon. Det kan i slike tilfeller være en forutsetning at bakgrunnsverdiene på stedet hvor det skal benyttes er like høye eller høyere.

Naturlige mineraler som bl.a. svovelkis kan brytes ned ved tilgang på vann og luft og bl.a. danne svovelsyre som kan skade livet i tilstøtende vassdrag.

Arbeidsgiver har ansvar for at lover og regelverk for miljø og sikkerhet blir fulgt, og arbeidstaker har plikt til å følge opp dette. Arbeidstilsynet er øverste kontrollinstans for arbeidsmiljø og Miljødirektoratet for ytre miljø.

Ved uttak og produksjon skal det tilstrebes å redusere arbeidstakernes eksponering for støy og støv til et minimum.

Støv fra grus- og steinproduksjon og fra håndtering av resirkulerte materialer kan være helseskadelig og bør unngås i størst mulig grad. Noen mineraler er mer skadelige enn andre og har skjerpede krav, se ref. 18.

Produsent og/eller selger av tilslag må kunne dokumentere at produktet er tilvirket etter gjeldende lover og regler.

V3.7 Referanser og annen litteratur

1. Statens vegvesen: *Laboratorieundersøkelser*. Håndbok R210. Vegdirektoratet, Oslo 2005.
2. Statens vegvesen: *Feltundersøkelser*. Håndbok R211. Vegdirektoratet, Oslo 1997.
3. Vegdirektoratet: *CEN/TC 154 Tilslag: Handels-sorteringer og krav til sikterenheter*. Intern rapport nr. 2174. Vegteknisk avdeling, Oslo 2000. [ikke referert til i teksten]
4. Standard Norge: *Prøvmåter for generelle egenskaper for tilslag, Del 3: Prosedyre og terminologi for forenklet petrografisk beskrivelse*. NS-EN 932-3. Standard Online AS, Oslo 1996. (engelsk) [ikke ref. i tekst]
5. Standard Norge: *Prøvmåter for generelle egenskaper for tilslag, Del 5: Vanlig utstyr og kalibrering*. NS-EN 932-5. Standard Online, Oslo 2012. [ikke ref. i tekst]
6. Standard Norge: *Prøvmåter for geometriske egenskaper for tilslag, Del 1: Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling. Sikteanalyse*. NS-EN 933-1. Standard Online, Oslo 2012.
7. Standard Norge: *Prøvmåter for geometriske egenskaper for tilslag Del 2: Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling. Sikter, nominell størrelse av siktåpninger*. NS-EN 933-2. Standard Online, Oslo 1996. [Ikke ref. i tekst]
8. Standard Norge: *Prøvmåter for geometriske egenskaper for tilslag, Del 3: Bestemmelse av kornform. Flisighetsindeks*. NS-EN 933-3. Standard Online, Oslo 2012.
9. Standard Norge: *Prøvmåter for geometriske egenskaper for tilslag, Del 5: Bestemmelse av prosentinnhold av knuste korn i grovt tilslag*. NS-EN 933-5. Standard Online, Oslo 1998. (Endringsblad A1:2004)

10. Standard Norge: *Prøvningsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag - Del 11: Metode for klassifisering av bestanddelene av grovt resirkulert tilslag*. NS-EN 933-11 Standard Online, Oslo 2009.
11. Standard Norge: *Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag, Del 1: Bestemmelse av motstand mot slitasje (micro-Deval)*. NS-EN 1097-1. Standard Online, Oslo 2011.
12. Standard Norge: *Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag, Del 2: Metoder for bestemmelse av motstand mot knusing [bl.a. Los Angeles-metoden]*. NS-EN 1097-2. Standard Online, Oslo 2010.
13. Standard Norge: *Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag, Del 6: Bestemmelse av korndensitet og vannabsorpsjon (innbefattet rettelsesblad AC:2002)*. NS-EN 1097-6. Standard Online, Oslo 2013. [ikke ref. i tekst]
14. Standard Norge: *Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag, Del 8: Bestemmelse av poleringsverdi*. NS-EN 1097-8. Standard Online, Oslo 2000. (engelsk)
15. Standard Norge: *Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag, Del 9: Bestemmelse av motstand mot piggdekkslitasje, nordisk metode [kulemøllemetoden]*. NS-EN 1097-9. Standard Online, Oslo 1998. (Endringsblad A1:2005) (engelsk)
16. Standard Norge: *Prøvningsmetoder for kjemiske egenskaper for tilslag - Del 1: Kjemisk analyse* NS-EN 1744-1:1998 Standard Online, Oslo 1998. (engelsk)
17. Standard Norge: *Prøvningsmetoder for kjemiske egenskaper for tilslag, Del 3: Tilberedning av væske for analyse ved utvasking av tilslag*. NS-EN 1744-3. Standard Online, Oslo 2002. (engelsk)
18. Arbeidstilsynet: *Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet samt smitterisikogrupper for biologiske faktorer (forskrift om tiltaks- og grenseverdier)*, FOR-2011-12-06-1358.
19. Standard Norge: *Tilslag for betong*. NS-EN 12620. Standard Online, Oslo 2009.
20. Standard Norge: *Tilslag for bituminøse masser og overflatebehandlinger for veier, flyplasser og andre trafikkarealer*. NS-EN 13043. Standard Online, Oslo 2002. (Nasjonalt tillegg NA:2008)
21. Standard Norge: *Tilslag for mekanisk stabiliserte og hydraulisk stabiliserte materialer til bruk i bygg- og anleggsarbeid og vegbygging*. NS-EN 13242. Standard Online, Oslo 2003. (Endringsblad A1:2007 + Nasjonalt tillegg NA:2009)
22. Standard Norge: *Tilslag for mekanisk stabiliserte og hydraulisk stabiliserte materialer til bruk i bygg- og anleggsarbeid og vegbygging*. NS-EN 13285. Standard Online, Oslo 2010.
23. Standard Norge: *Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner - Del 8: Resirkulert asfalt*. NS-EN 13108-8:2005. Standard Online, Oslo 2003.

Vedlegg 4 – Dimensjonering av vegoverbygning med hensyn på bæreevne, indeksmetoden

V4.1 Indeksmetoden

Indeksmetoden er utgangspunktet for dimensjonering av vegoverbygninger med hensyn på bæreevne i Norge. Dimensjonering av overbygning etter indeksmetoden bygger på en klassifisering av materialene i over- og underbygningen.

V4.2 Undergrunnens bæreevne

De ulike undergrunnstyper er inndelt i 7 bæreevnegrupper, se figur 510.3. Bæreevnen i teleløsningsperioden er utslagsgivende. Materialenes telefarlighet har derfor stor betydning.

V4.3 Lastfordelingskoeffisienter

Materialene i overbygningen er gitt lastfordelingskoeffisienter etter deres relative lastfordelende evne. Som enhetsmateriale (referanse) er valgt forsterkningslagsgrus med lastfordelingskoeffisient $a = 1,0$.

En oversikt over de mest aktuelle materialtyper og tilhørende lastfordelingskoeffisienter er vist i figur 510.9. Legg merke til at materialene i frostsikringslaget kan være noe telefarlig og derfor ha lavere lastfordelingskoeffisient enn tilsvarende koeffisient for ikke telefarlige materialer. Figur V4.3 har en komplett oversikt over lastfordelingskoeffisienter.

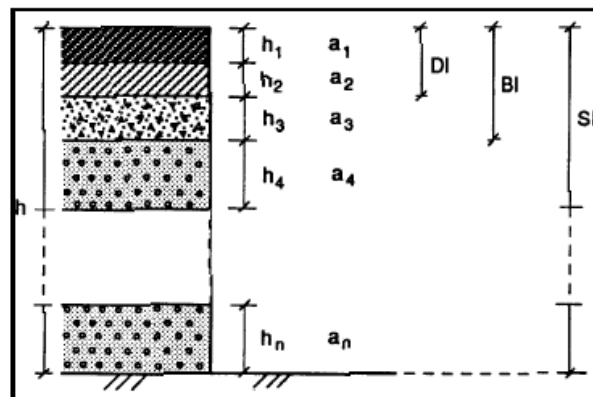
V4.4 Indeksverdier

Et lags indeksverdi (ekvivalentverdi) er lagtykkelse multiplisert med lastfordelingskoeffisient. Indeksverdien gir uttrykk for lagets lastfordelende evne. 10 cm av et materiale med koeffisient 2,0 vil ha en indeksverdi på $10 \times 2 = 20$.

Betegnes tykkelsene på de enkelte lag i overbygningen for h_1, h_2 osv. og tilsvarende lastfordelingskoeffisienter a_1, a_2 osv., er den ekvivalente overbygningstykkelse h_e for en flerlagskonstruksjon lik:

$$h_e = h_1 \times a_1 + h_2 \times a_2 + \dots + h_n \times a_n$$

Lagtykkelsene h_1, h_2 osv. angis i cm, som også gir h_e i cm. Lastfordelingskoeffisientene a_1, a_2 osv. er ubenevnt.



Figur V4.1 Betegnelser som nyttes i indeksmetoden

Det settes krav til følgende indekser, se også figur V4.1:

Bærelagsindeks (BI) er summen av ekvivalentverdiene for alle lag regnet fra vegens overflate og nedover til det første lag i konstruksjonen med en lastfordelingskoeffisient $< 1,25$.

Styrkeindeks (SI) er summen av ekvivalentverdiene for alle lag i vegoverbygningen ned til undergrunnen. Dersom frostsikringslaget består av noe telefarlige materialer, eller frostsikringen inkluderer isolasjonsmaterialer av skumglass, lettklinker eller ekstrudert polystyren, skal det i tillegg sikres at kravene til indeksverdier er overholdt i forhold til disse materialenes bæreevnegruppe.

Krav til bærelagsindeks, BI_k , og styrkeindeks, SI_k , finnes av dimensjoneringstabellen i figur 512.2. Kravet til styrkeindeks, SI_k , er lik kravet til bærelagsindeks pluss angitt tykkelse på forsterkningslaget slik den er angitt i figur 512.2.

V4.5 Beregning av trafikklaster

På vegen vil en normalt ha et vidt spekter av kjøretøy og aksellaster. Den strukturelle nedbryting av vegene forårsakes i hovedsak av de tunge kjøretøyene. Indeksmetoden forutsetter at en aksellast P (tonn), har en nedbrytende effekt i

forhold til en 10 tonns aksellast (ekvivalensfaktor E), som er proporsjonal med forholdet i fjerde potens:

$$E = (P/10)^4$$

Det vil si at en 8 tonns aksel har en nedbrytende effekt på ca. 40 % av en 10 tonns aksel ($E_{8t} = (8/10)^4 = 0,41$), eller om en vil: 2,5 passeringer av en 8 tonns aksel har samme nedbrytende effekt som en 10 tonns aksel.

For dimensjonering av vegoverbygninger med indekismetoden tar en utgangspunkt i summen av antall ekvivalente 10 tonn aksellaster pr. felt i dimensjoneringsperioden. Denne størrelsen (N) avhenger av følgende faktorer:

- årsdøgntrafikk tunge kjøretøyer
- dimensjoneringsperiode
- trafikkvekst
- tillatt aksellast
- antall kjørefelt

N kan beregnes ved hjelp av figur 510.2 eller følgende ligning (1):

$$N = f \times \text{ÅDT}_T \times 365 \times ((1,0 + 0,01 \times p)^n - 1) / (0,01 \times p) \times C \times E \quad (1)$$

hvor

f = fordelingsfaktor, beregnes ut fra mengde tungtrafikk på dimensjonerende kjørefelt i forhold til total mengde tungtrafikk over alle kjørefelt. Normalt kan følgende verdier benyttes:

- 1 felts veg: f = 1,0
- 2 felts veg: f = 0,5
- 4 felts veg: f = 0,4

ÅDT_T = gjennomsnittlig antall tunge kjøretøy pr. døgn i vegens åpningsår (skrives av og til ÅDT-T og angis ofte som %-andel av årsdøgntrafikken (ÅDT))

p = årlig trafikkvekst for tunge kjøretøy i %
 n = dimensjoneringsperiode i år
 C = gjennomsnittlig antall aksler pr. tungt kjøretøy (C kan settes lik 2,4)

E = gjennomsnittlig ekvivalensfaktor for akslene på tunge kjøretøy. Aksellastfordelingene i figur V4.2 gir følgende verdier for E:

- E = 0,207 ved tillatt aksellast 8 tonn
- E = 0,301 ved tillatt aksellast 9 tonn
- E = 0,424 ved tillatt aksellast 10 tonn

Figur 510.2 og dimensjoneringstabellen i figur 512.2 forutsetter at vegen har en normal aksellastfordeling avhengig av tillatt aksellast som vist i figur V4.2. Dersom forutsetningen avviker fra dette må en beregne gjennomsnittlig ekvivalensfaktor for de tunge akslene og deretter N vha. ligning (1).

Gjennomsnittlig ekvivalensfaktor beregnes ved å summere produktene av antall aksler i en aksellastgruppe med den tilhørende ekvivalensfaktor. Summen divideres til slutt på totalt antall aksler som er registrert.

Ekvivalensfaktorer og antatt normal aksellastfordeling på veger med 8 og 10 tonn tillatt aksellast er vist i figur V4.2.

V4.6 Eksempel på beregning av trafikklaster

- f = 0,5 (2-felts veg)
- ÅDT-T = 100 (tunge kjøretøy)
- p = 2 (%)
- n = 20 (år)
- C = 2,4
- E = 0,424

Ligning (1) gir:

$$N = 0,5 \times 100 \times 365 \times ((1,0 + 0,01 \times 2)^{20} - 1) / (0,01 \times 2) \times 2,4 \times 0,424$$

$$\approx 451231 \text{ dvs. } N = \text{ca. } 0,45 \text{ mill.}$$

Aksellast P (tonn)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ekvivalensfaktor	0,0001	0,0016	0,008	0,026	0,063	0,13	0,24	0,41	0,66	1,00	1,46	2,07	2,86	3,84	5,06
Aksellastfordeling for en 8 tonns veg (%)	6	14	20	18	11	7	6	5,5	5	3,5	2	1,2	0,5	0,2	0,1
Aksellastfordeling for en 10 tonns veg (%)	4	8	11	14	11	10	9	8	7	6,5	5,5	3,5	1,6	0,6	0,3

Figur V4.2 Ekvivalensfaktorer og antatt normal aksellastfordeling i prosent for tunge kjøretøyer

Vedlegg 4 – Dimensjonering av vegoverbygning, indekismetoden

	Material- betegn- elser	Bindemiddel Kvalitet vegbitumen Kvalitet myk bitumen	Verdi, normal ⁴⁾	Verdi, krakelert ⁴⁾	Verdi, vannømfintlig materiale ⁴⁾	
					7-15 % < 63 µm	>15 % < 63 µm
Vegdekker						
Varmblandet asfalt unntatt drensasfalt	Sta, Top, Ab, Agb, Ska	Vegbitumen 35/50 50/70-160/220 >250/300	3,5 3,0 2,5	1,5 1,5 1,5		
Drensasfalt	Da	Vegbitumen, PMB	2,0	1,5		
Mykasfalt	Ma	Myk bitumen V>6000 V<6000	1,5 1,25	1,25 1,25		
Myk drensasfalt	Mda	Myk bitumen	1,25	1,25		
Emulsjonsgrus, tett	Egt	Vegbitumen Myk bitumen V>6000 V<6000	2,0 1,5 1,25	1,25 1,25 1,25		
Emulsjonsgrus drenerende	Egd	Vegbitumen Myk bitumen	1,75 1,25	1,25 1,25		
Asfaltskumgrus	Asg	Vegbitumen Myk bitumen V>6000 V<6000	1,75 1,5 1,25	1,25 1,25 1,25		
Oljegrus/asfaltløsn.grus	Og/Alg	VO/BL	1,25	1,25		
Enkel/dobbel overflatebehandling	Eo/Do	Vegbitumen Myk bitumen	1,5 1,25	1,25 1,25		
Enkel/dobbel overflate- behandling med grus	Eog/Dog	Myk bitumen V>6000 V<6000	1,5 1,25	1,25 1,25		
Gjenbruksasfalt, kaldprodusert	Gja	Vegbitumen Myk bitumen	1,75 1,5	1,25 1,25		
Bærelag						
Sementstab.matr.	Cg, Cp		2,25	1,25		
Asfaltert grus	Ag	Vegbitumen 50/70-160/220 250/300-330/430	3,0 2,75	1,5 1,5		
Asfaltert sand	As	Vegbitumen	2,0	1,25		
Asfaltert pukk	Ap	Vegbitumen	2,0			
Penetrert pukk	Pp	Vegbitumen, myk bitumen eller bitumenløsning	1,5			
Emulsjonspukk	Ep	Vegbitumen Myk bitumen V>6000 V<6000	1,75 1,5 1,25	1,25 1,25 1,25		
Emulsjonsgrus Skumgrus	Eg/Sg		2,0 ¹⁾ 1,75 ²⁾ 1,5 ³⁾	1,25 1,25 1,25		
Bitumenstabilisert grus	Bg		1,75 ²⁾ 1,5 ³⁾ 1,25	1,25 1,25 1,25		
Gjenbruksasfalt, kaldprodusert	Gja	Vegbitumen Myk bitumen	1,75 1,5	1,25 1,25		
Gjenbruksbetong	Gjb I		1,25			
Forkilt pukk	Fp		1,25			
Knust fjell	Fk		1,35			
Knust asfalt	Ak		1,35		0,75	0,5
Knust grus	Gk		1,25		0,75	0,5
Forsterkningslag						
Sand, grus, Cu<15			0,75		0,5	0,5
Sand, grus, Cu≥15			1,0		0,75	0,5
Pukk, kult			1,1		0,75	0,5
Gjenbruksbetong	Gjb I Gjb II		1,0 0,9			
Isolasjonslag						
Skumglass			0,9			
Lettklinker			0,9			
Frostsikringslag						
Pukk, kult			1,0	0,75		
Sand, grus, Cu ≥ 15			1,0	0,75		
Sand, grus, Cu < 15			0,75	0,5		

1) Indirekte strekkstyrke > 145 kPa eller E-modul > 860 MPa (v/25 °C)

2) Indirekte strekkstyrke > 100 kPa eller E-modul > 580 MPa (v/25 °C)

3) Indirekte strekkstyrke > 60 kPa eller E-modul > 360 MPa (v/25 °C)

4) Normalverdier benyttes ved dimensjonering av ny veg. Krakelert verdi og verdi for vannømfintlig materiale kan benyttes ved vurdering av materialer i eksisterende veg ved forsterkning

Figur V4.3 Lastfordelingskoeffisienter

[blank side]

Vedlegg 5 – Grunnundersøkelser for dimensjonering av vegoverbygningen

V5.1 Generelt

Dette vedlegget beskriver nødvendige grunnundersøkelser i detalj- eller byggeplanfasen for dimensjonering av overbygningen. For andre problemstillinger som for eksempel vurdering av stabilitet eller setninger, samt kartlegging og bruk av lokale materialforekomster til grunnforsterkning eller i overbygningen, henvises det til annen litteratur (Ref. 1). Se også Håndbok V222 Geoteknisk felthåndbok (Ref. 5).

Dimensjonering av overbygningen i kap 5 i Håndbok N200 er basert på en inndeling av grunnen i bæreevnegrupper. Dette vedlegget beskriver minimumsomfang for felt- og laboratorieundersøkelser for bestemmelse av bæreevnegrupper. Det kan imidlertid være aktuelt med en del tilleggsundersøkelser.

V5.2 Inndeling i homogene seksjoner for grunnundersøkelser

Vegen deles inn i homogene seksjoner mht. grunnforhold på grunnlag av allerede utførte grunnundersøkelser til andre formål samt annen tilgjengelig informasjon som topografi, geologiske kart (berggrunn, kvartærgeologi, marine grenser), luftfoto, lokalkunnskap etc.

V5.3 Prøvetaking

Det skal tas prøver i vegens senterlinje til minimum 2 m dybde under planum for bestemmelse av:

- kornfordelingskurve for ikke kohesive materialer
- uforstyrret skjærstyrke for kohesive materialer

For prøvetaking av ikke kohesive materialer anbefales ”Naverboring”, jfr. pkt. 15.243 i Håndbok R211 Feltundersøkelser (Ref. 3) eller ”Graving og sjaktning” (jfr. 15.241 i Håndbok R211). For kohesive materialer skal det tas uforstyrrede prøver med ”54 mm prøvetaker” (jfr. 15.232 eller 15.233 i Håndbok R211). Totalt omfang av prøvetakingen skal minimum være som vist i figur V5.1. I tillegg skal det være minimum 1 punkt pr. homogen seksjon. Prøver fra tidligere grunnundersøkelser kan også

benyttes dersom krav til laboratorieanalyser er tilfredsstillt.

Vegtype	Antall profiler pr. km hvor det tas prøver ¹⁾
Hovedveger, ÅDT > 1500	8
Hovedveger, ÅDT ≤ 1500	4 ²⁾
Samleveger og atkomstveger	

- 1) Sum av profiler hvor det tas prøver (54 mm prøvetaker, naverboring eller graving og sjaktning).
- 2) Det bør fokuseres på områder der spesielle problemer knyttet til bæreevne og/eller ujevne telehiv er ventet. For eksempel overganger mellom fylling/skjæring og undergrunn med ulik telefarlighet (fra kvartærgeologisk kart), fundamentering på bløt undergrunn eller erfaringer med eksisterende veg som tilsier problemer.

Figur V5.1: Minste antall prøver for bestemmelse av bæreevnegruppen

V5.4 Laboratorieanalyser

Kohesjonsmaterialer

For 54 mm prøver av silt/leire utføres laboratorieanalyser som beskrevet i NGFs beskrivelsestekster for grunnundersøkelser (Ref. 4). For hver prøvesylinder bestemmes:

- vanninnhold: 3 prøver
- enkelt trykkforsøk: 3 prøver
- konusforsøk: 1 prøve

Andre materialer

Før en starter med laboratorieanalyser foretas en visuell klassifisering og gruppering av materialprøvene. Prøver og materialer som ligner hverandre sorteres i samme gruppe. Materialprøvene i samme gruppe skal imidlertid ikke blandes. For hver gruppe bestemmes minimum 1 kornfordelingskurve for en representativ materialprøve fra gruppen. Nærmere beskrivelse av felt- og laboratoriemetoder er gitt i Håndbok R210 (Ref. 2), Håndbok R211 (Ref. 3) og Håndbok V220 (Ref. 1).

V5.5 Tilleggsundersøkelser

Foregående avsnitt beskriver minimumsomfang av grunnundersøkelser for å bestemme bæreevnegrupper. En rekke tilleggsundersøkelser både i felt

og i laboratorium kan imidlertid være aktuelle, deriblant:

Feltmålinger (ref. = pkt. nr. i Håndbok R211):

- DCP (Dynamic Cone Penetrometer) (ref. 15.326)
- Sonderboringer (ref. 15.21)
- Vingeboring (ref. 15.221)
- Trykksondering (ref. 15.222)
- Poretrykksmåling (ref. 15.223)

Laboratoriemålinger (ref. = pkt. nr. i Håndbok R210):

- CBR (California Bearing Ratio) (ref. 14.463)
- Mineralogisk beskrivelse
- Humusinnhold (ref. 14.444-14.445)
- Mekaniske egenskaper (ref. 14.45, omfatter flere metoder)
- Glimmerinnhold (ref. 14.417)
- Teletekniske egenskaper: poresug og fryseforsøk

V5.6 Inndeling i homogene seksjoner for dimensjonering av vegoverbygningen

Etter at resultatene av laboratorieanalysene foreligger vurderes inndelingen i homogene seksjoner på nytt.

V5.7 Referanser

Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelig fra <http://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker>.

1. Statens vegvesen: *Geoteknikk i vegbygging*. Håndbok V220. Vegdirektoratet, Oslo 2010.
2. Statens vegvesen: *Laboratorieundersøkelser*. Håndbok R210. Vegdirektoratet, Oslo 2005.
3. Statens vegvesen: *Feltundersøkelser*. Håndbok R211. Vegdirektoratet, Oslo 1997.
4. Norsk Geoteknisk Forening (NGF): *NGFs beskrivelsestekster for grunnundersøkelser*. Melding nr. 10. Oslo 1994, revidert 2008. www.ngf.no
5. Statens vegvesen: *Geoteknisk felthåndbok – råd og metodebeskrivelser*. Håndbok V222. Vegdirektoratet, Oslo 2010.

Vedlegg 6 – Nedbøyningsmålinger

V6.1 Utstyr

Nedbøyningsmålinger utføres fortrinnsvis med fallodd (Falling Weight Deflectometer, FWD) som beskrevet i Håndbok R211 Feltundersøkelser, kap. 15.412.

Det bør fortrinnsvis utføres måling med plate-diameter 300 mm, tilsiktet last 50 kN og minst 6 nedbøyningsensorer hvorav én er plassert i lastsenteret, én i avstand 20 cm fra lastsenteret, én i avstand 30 cm fra lastsenteret og minst én minst 120 cm fra lastsenteret, men så langt fra dette som mulig. Det bør imidlertid være en nedbøyning på minst 2 μm på ytterste sensor. I tillegg bør det plasseres minst én sensor i avstandsintervallet 45-75 cm fra lastsenteret.

Målingene skal utføres med kalibrert utstyr. Dette gjelder både nedbøyningsensorer, distansemåler og lastcelle (for FWD).

V6.2 Nedbøyningsmålinger

Nedbøyningene måles normalt i punkt med inntil 50 m avstand. Normalt skal målingene gjøres i ytre hjulspor, men det kan i spesielle tilfeller være aktuelt også å måle mellom hjulsporene. Dersom det måles i begge retninger, kan det være aktuelt å bruke inntil 100 m punktavstand på hver side. Punktene på hver side bør da forskyves i forhold til hverandre slik at det er utført målinger minst for hver 50. meter langsetter strekningen.

Det må gjøres en vurdering av punktavstanden avhengig av formålet med målingene. Ved detaljerte forsterkningsanalyser er det aktuelt å bruke kortere avstandsintervaller enn det som er nevnt her, og for oversiktsformål kan det være aktuelt med større punktavstand.

Nøyere retningslinjer for utførelse av målinger med fallodd kan finnes i sluttrapporten fra COST 336, "Use of Falling Weight Deflectometers in Pavement Evaluation".

V6.3 Tilleggsmålinger

Det bør etterregnes E-moduler på basis av nedbøyningsmålingene. For å kunne utføre dette med tilstrekkelig god nøyaktighet, må lagtykkelsene i konstruksjonen være kjent. I første rekke gjelder dette tykkelsen av de bituminøse lagene. For å

fastsette disse tykkelsene kan det utføres georadar-målinger, gjøres oppgravinger, eller verdiene må hentes fra dekke- og/eller oppgravingsregisteret.

E-modulen til asfalt er svært temperaturavhengig. Etterregnet E-modul for bituminøse lag må derfor justeres for avvik i temperatur fra standardtemperaturen. Dekketemperaturen måles i ett, to eller tre nivåer avhengig av tykkelsen av de bituminøse lagene. Dette må gjøres for hver strekning før målingene starter og etter at de er avsluttet. Dessuten bør dekketemperaturen måles før og etter pauser og ved store variasjoner i sol/skyggeforhold. I tillegg skal overflatetemperaturen måles i hvert målepunkt. Overflatetemperaturen kalibreres mot målt dekketemperatur vha. de utførte dybdemålingene, og i hvert målepunkt bør overflatetemperaturen justeres til en representativ dekketemperatur, f.eks. temperaturen i et nivå som tilsvarer halve tykkelsen av bituminøse lag.

V6.4 Etterregning

I prinsippet kan et hvilket som helst etterregningsprogram benyttes til etterberegning av E-moduler. En skal imidlertid være klar over de begrensningene og forenklingene de ulike programmene er beheftet med før en tar dem i bruk.

Av utenlandske program kan nevnes MODULUS, EVERCALC, ELMOD, BISDEF, ELSDEF, WESDEF, FPEDD1, PADAL, MODCOMP2, CHEVDEF. Med unntak av FPEDD1 kjenner en ikke til at noen av disse programmene etterregner E-moduler basert på DFL-målinger.

De fleste programmene krever at måleresultatene er tilpasset et spesielt lagringsformat. Ingen av disse takler det norske vegdatabankformatet. For å kunne etterregne målinger som er lagret på dette formatet, uten omformatering, kan det norske etterregningsprogrammet EMODUL benyttes. Dette programmet korrigerer automatisk etterregnet E-modul for bituminøse lag til verdi ved 25 °C (standardtemperatur), og det beregnes også lastfordelingskoeffisienter for lagene basert på etterregnede E-moduler.

Det bør utføres etterregning av E-moduler i alle punkt der det er utført målinger. En statistisk håndtering av resultatene utføres for homogene strekninger på basis av de etterregnede verdiene eller avledede verdier fra disse.

V6.5 Forsterkningsdimensjonering

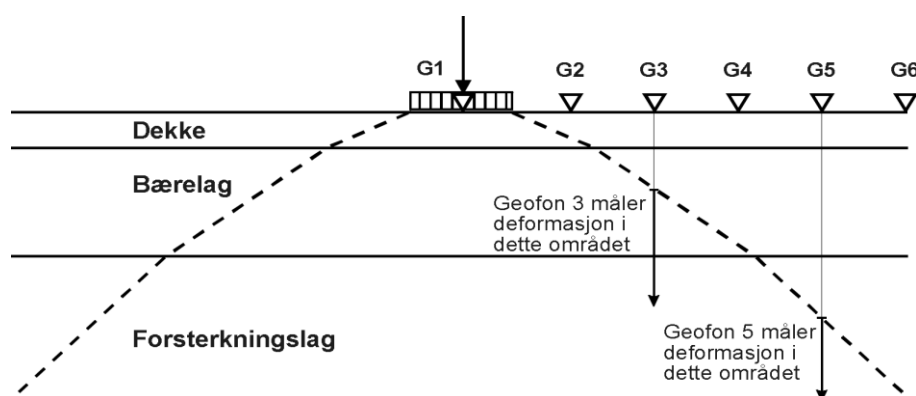
Selve dimensjoneringen utføres som omtalt i kap. 531.231, med de unntakene at lagtykkelsene allerede forutsettes kjent (se ”Tilleggsmålinger” foran) og at lastfordelingskoeffisientene bestemmes fra de etterregnede E-modulene. En bestemmer deretter for hvert målepunkt konstruksjonens forskjellige indeksverdier og F_{DIFF} som angitt i kap. 531.231.

Da det sjelden er utført en fullstendig oppgraving for å finne vegkonstruksjonens lagtykkelser og materialtypene dermed ikke er kjent fullt ut, vil det normalt ikke være aktuelt å justere F_{DIFF} for tynne vannømfintlige/telefarlige lag.

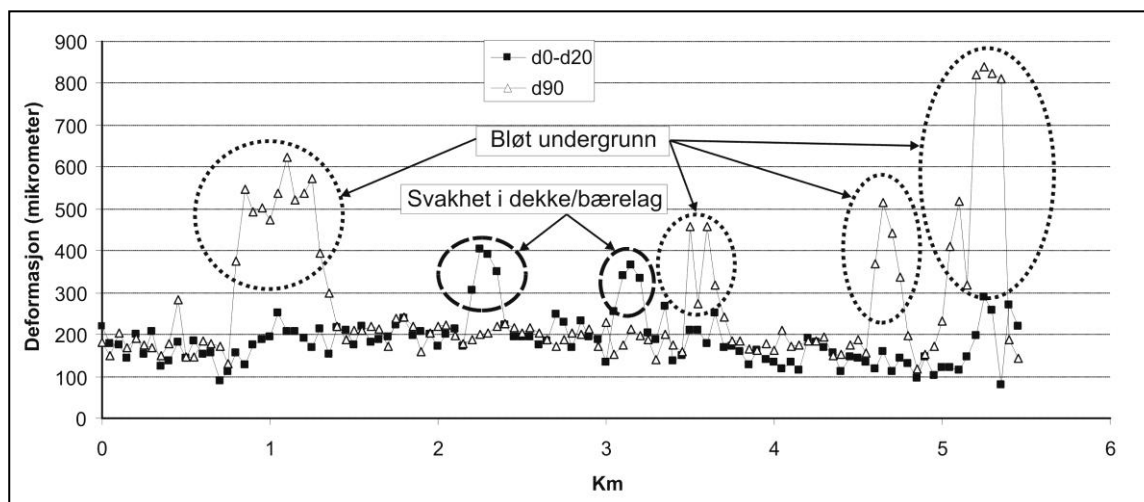
For å finne dimensjonerende F_{DIFF} for en homogen strekning må det utføres en statistisk analyse av forsterkningsbehovet for punktene på strekningen.

V6.6 Alternativ bruk av nedbøyningsdata

Figur V6.1 og V6.2 viser hvordan nedbøyningen for de ulike geofoner kan benyttes til å vurdere stivhet av undergrunn og overbygning i ulike nivå (lokalisering av svake lag).



Figur V6.1 Hva de ulike geofoner måler ved nedbøyningsmåling med fallodd



Figur V6.2 Eksempel på tolking av falloddmålinger mht. lokalisering av svake lag (d_{90} = nedbøyning i avstand 90 cm fra lastsentret, d_0-d_{20} = differanse mellom nedbøyning rett under lastsentret og nedbøyning 20 cm fra lastsentret, dvs. krumning av overflaten under lastsentret)

Vedlegg 7 – Dimensjonering av vegoverbygning med laboratoriebestemte lastfordelingskoeffisienter

V7.1 Generelt

Vedlegg 7 omhandler i hovedsak forutsetninger og fremgangsmåte for dimensjonering med laboratoriebestemte lastfordelingskoeffisienter. Dette er en utdyping av kravene i punkt 512.6 i håndboken. Det er også gitt en oversikt over noen EDB-program for dimensjonering av vegger.

I henhold til kapittel 512 kan dimensjonering med laboratoriebestemte lastfordelingskoeffisienter benyttes når nye materialer tas i bruk i vegoverbygningen, eller om en for kjente materialer ønsker å utnytte dokumenterte materialeegenskaper som avviker fra dimensjoneringsforutsetningene gitt i kapittel 512.

Det er ennå ikke utviklet mekanistiske dimensjoneringsmetoder for alminnelig bruk under norske forhold. Disse beregningsprogrammene for norske forhold mest egnet til forsknings- og utviklingsarbeider. Noen metoder (EDB-programmer) for mekanistisk dimensjonering er i bruk i Norge, og er derfor kort omtalt i dette vedlegget.

Det presiseres at dimensjonering etter de metoder som er beskrevet i Vedlegg 7, kun tar for seg den bæreevnemessige dimensjonering slik denne er beskrevet i kap 512. Dimensjonering med hensyn på frost og tele, etter reglene gitt i kap 511 kommer i tillegg.

V7.2 Dimensjonering med lastfordelingskoeffisienter bestemt i laboratoriet eller i felt

Formål

Formålet med denne metoden er å gi en mulighet for å utnytte de aktuelle materialers lastfordelende evne og styrke når disse avviker fra det som er forutsetningene i kap. 512. Dette kan bestå i å utnytte materialer med egenskaper bedre enn eller noe dårligere enn forutsatt.

Begrensninger

Dimensjoneringsmetoden må fortsatt betraktes som en metode med begrenset erfaringsmateriale. Ved anvendelse skal en derfor alltid sammenlikne med dimensjonering i henhold til kap 512.

Dimensjoneringsmetoden bør kun benyttes for trafikkgruppe A – E. Dersom grove mekanisk stabiliserte lag skal anvendes i overbygningen, bør en være forsiktig med å anvende denne metoden fordi korrekt bestemmelse av materialparametre kan være vanskelig.

De tykkelser som fremkommer, skal kontrolleres mot vanlige betraktninger om minste lagtykkelser av anleggstekniske og materialtekniske årsaker. Metoden tar f.eks. ikke hensyn til at det for materialer i bæreevnegruppe 6 kan være anleggsperioden som er bestemmende for tykkelsen av forsterkningslaget.

Materialeegenskaper

Dersom man skal gjennomføre en dimensjonering ut fra forutsetninger som avviker fra det som er forutsatt i kap 510 og 512 skal materialeegenskapene være dokumentert. Følgende metoder for dokumentasjon kan anvendes:

- Bestemmelse av lastfordelingskoeffisient for bituminøse materialer ved indirekte strekk, se Håndbok N210, kap. 14.554.
- Bestemmelse av lastfordelingskoeffisient for bituminøse materialer ved treaksialforsøk.
- Bestemmelse av materialers relative bæreevne i laboratoriet ved CBR (California Bearing Ratio), se Håndbok N210, kap. 14.463. Med mindre lokale forhold skulle tilsi noe annet, skal CBR-verdien bestemmes etter 4 døgn vannlagring.
- Bestemmelse av materialers relative bæreevne in situ ved hjelp av DCP (Dynamic Cone Penetrometer), se Håndbok N211, kap. 15.326. DCP-verdiene må omregnes til CBR-verdier som brukes i dimensjoneringen. Eksempel på omregning er gitt i rapport nr. 68 i Laboratorieserien fra Veglaboratoriet.
- Bestemmelse av lastfordelingskoeffisient ved hjelp av nedbøyningsmålinger med Dynaflect (Håndbok N211, kap. 15.411) eller fallodd (Håndbok N211, kap. 15.412), og tilbakeregning av E-modul.

Dersom lastfordelingskoeffisient for et materiale i en planlagt overbygning skal bestemmes ut fra nedbøyningsmålinger, forutsettes det at målingene utføres på en strekning som ut fra materialsammensetning, tykkelser etc., er relativt lik den som

skal dimensjoneres. Ved denne type målinger kan det være nødvendig å ta hensyn til at E-modulen for mange materialer endres den første tiden etter utlegging og komprimering. For noen bitumenstabiliserte materialer kan det ta et par år før de oppnår full fasthet og styrke.

Materialeegenskaper vil i felt kunne variere over året. Materialeegenskapene skal derfor bestemmes under kritiske (ugunstigste) forhold.

Lastfordelingskoeffisienter

Lastfordelingskoeffisienten for bituminøse materialer bestemmes ved indirekte strekkforsøk. Det kan også benyttes enaksial- eller treaksialforsøk. Avhengig av metoden som er benyttet, bør lastfordelingskoeffisienten beregnes ved hjelp av ett av følgende uttrykk:

$$a = 0,38 \cdot \sqrt[3]{p} \quad \text{Likning V7.1}$$

$$a = 0,21 \cdot \sqrt[3]{E} \quad \text{Likning V7.2}$$

For mekanisk stabiliserte materialer:

$$a = 0,17 \cdot \sqrt[3]{E_{200}} \quad \text{Likning V7.3}$$

hvor:

a = lastfordelingskoeffisient

p = indirekte strekkstyrke i kPa ved 25 °C

E = E-modul i MPa ved temperatur 25 °C og belastningsfrekvens 10 Hz

E_{200} = E-modul ved 200 kPa middelspenning, bestemt ved sykliske treaksialforsøk etter NS-EN 13286 del 7.

De oppgitte formler kan ikke benyttes for materialer som er tilsatt sement uten at dette er vurdert særskilt.

Lastfordelingskoeffisienter kan også bestemmes på grunnlag av E-moduler som er beregnet ut fra nedbøyningsmålinger med fallodd.

Materialenes lastfordelende evne er avhengig av en rekke forhold. Foruten materialets egen E-modul, er følgende forhold av vesentlig betydning:

- over- og underliggende lags E-modul og tykkelser
- E-modulen for materialet i grunnen
- belastningenes størrelse og fordeling
- forholdet mellom materialenes styrke og påkjenning

Likningene V7.1 – V7.3, samt beregninger av lagenes E-modul ut fra nedbøyningsmålinger, må derfor benyttes med forsiktighet.

Ved bruk av materialeegenskapsdata bestemt i laboratorium eller felt, skal 20 %-fraktilen benyttes som dimensjonerende verdi, det vil si at 4 av 5 prøveresultater skal være lik eller bedre enn den dimensjonerende verdi. I tillegg til dette skal en for hele konstruksjonen vurdere om kravet om at hele vegstrekningen får tilfredsstillende styrke, er ivarettatt.

Dimensjonerende lastfordelingskoeffisient skal avrundes til nærmeste 0,05. Det skal ikke brukes en lastfordelingskoeffisient som er større enn 0,75 over standardverdien for tilsvarende material etter dimensjoneringsnivå 1 (se figur 510.9 og figur V4.3).

Krav til indeksverdier

Det er i kapittel 512 satt en del krav til vegdekkets tykkelse. Disse kravene gjelder uavhengig av materialene i vegens fundament og i grunnen, og må oppfattes som minstekrav.

Lagene i en vegkonstruksjon skal fordele belastningene fra trafikken slik at påkjenningene på materialene ikke blir større enn det de tåler. Dette kommer til uttrykk ved at en setter krav til indeksverdier for lagene som ligger over det materialet en vurderer styrken til.

Ved dimensjonering av en ny veg er kravene konsentrert om to nivåer i vegkonstruksjonen; i underkant av bærelaget og i underkant av overbygningen. Disse kravene er angitt som krav til bærelagsindeks BI_k og styrkeindeks SI_k , se også vedlegg 4.

Ved forsterkning av eksisterende veg kan det ofte være vanskelig å skille mellom de forskjellige lag i vegens overbygning. Av den grunn er det nødvendig å benytte et indeksskrav I_k som er mer generelt enn kravene til bærelagsindeks og styrkeindeks.

I hver dybde hvor man har et skille i materialer, enten visuelt bedømt eller ut fra analyse/målinger, skal et evt. forsterkningsbehov beregnes. I hvert lagskille bestemmes indeksskravet I_k ut fra en identifisering og klassifisering av materialene i vegens over- og underbygning, på samme måte som ved dimensjoneringsnivå 1, eller ut fra egenskaper målt i felt eller laboratorium.

Dersom indeksskravet er større enn opptredende indeks, beregnes differansen mellom dem, F_{DIFF} . Når dette er gjennomført for alle lag i overbygningen, bestemmes beregningspunktets forsterkningsbehov ut fra den største verdien for F_{DIFF} .

I hvert beregningspunkt (regnet i vegens lengde- og tværr-retning) vil man på denne måten få en verdi for F_{DIFF} samt dybden hvor den største verdien opptrer. Forsterkning av vegstrekningen bestemmes ut fra en samlet vurdering av F_{DIFF} i beregningspunktene.

Ved bruk av bituminøse bærelag skal tykkelsen minst være som vist i figur V7.1.

Trafikkgruppe	A	B	C	D	E
Minstetykkelse	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	7 cm

Figur V7.1 Minimumstykkelser for bituminøse bærelag

V7.3 Mekanistisk dimensjonering

Formål

Ved mekanistisk dimensjonering bestemmes nødvendige lagtykkelser ut fra beregninger av spenninger og tøyninger i ulike dybder i vegkonstruksjonen og i undergrunnen. Disse beregningsresultatene kontrolleres mot krav som er satt til dekketilstanden ved utløpet av dimensjoneringsperioden, eventuelt indirekte gjennom maksimalverdier for de påkjenninger materialene i vegoverbygningen og grunnen kan utsettes for.

Generelle trekk

Beregningsgangen ved mekanistisk dimensjonering vil normalt inkludere følgende trinn:

- Klarlegge hvilke trafikkpåkjenninger vegoverbygningen forventes å bli utsatt for i løpet av dimensjoneringsperioden. Dette kan bestå av aksellastfordelinger som er omregnet til et ekvivalent antall 10 tonns aksellaster, eller mer detaljerte data.
- Gjennomføre grunnundersøkelser for å identifisere og klassifisere materialene i grunnen. Det må i den forbindelse vurderes hvorvidt erfaringsdata for materialeegenskapene kan benyttes, eller om spesielle materialtester må gjennomføres.
- Fastlegge klimadata. Både temperatur og nedbør er viktige inngangsparametere for beregningene. Noen modeller benytter en inndeling i klimasoner og gjennomsnittsdata

for disse, andre modeller krever mer detaljerte data.

- Gjennomføre selve dimensjoneringen ved å velge materialer og tykkelser for de forskjellige lagene i overbygningen, og deretter utføre selve beregningene. I noen dimensjoneringsmetoder beregnes påkjenningene på materialene, som f.eks. horisontale tøyninger i underkant av asfaltlagene og vertikalpåkjenningene på materialene i grunnen. I andre metoder beregnes en forventet tilstandsutvikling med hensyn på spor, jevnhet, krakelering, etc.
- Resultatene av beregningene sammenliknes med et sett av krav. Dersom beregningsresultatene er innenfor kravene, kan den valgte overbygning brukes, hvis ikke må lagtykkelser og/eller materialvalg justeres, og ny beregning gjennomføres inntil resultatene er innenfor kravene.

En stor fordel ved flere av de modeller som er lansert i de seinere år, er at de er koblet til forventninger om vegoverbygningens tilstandsutvikling. Begrepet ”dimensjoneringsperiode” får dermed en konkret betydning, og det er relativt enkelt i ettertid å vurdere om vegen er dimensjonert riktig ved å sammenlikne observert tilstandsutvikling med de forventninger man hadde da vegoverbygningen ble dimensjonert.

På grunn av relativt omfattende og kompliserte beregninger er mekanistiske dimensjoneringsmetoder i hovedregelen IT-baserte. Flere IT-program er utviklet de siste årene og er omtalt nedenfor.

AASHTOWare Pavement ME Design

AASHTOWare Pavement ME Design er utviklet av National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) i USA. Metoden har i de seinere år skiftet navn flere ganger. I tidligere versjoner ble metoden betegnet Mechanistic Empirical Design Guide (M-E PDG), AASHTO 2002 Design Guide og DARWin-ME Pavement Design. Det må presiseres at dimensjoneringsmetoden fortsatt er under utvikling. Versjon 1.3.28 ble tilgjengelig i februar 2013.

AASHTOWare Pavement ME Design gir anledning til å benytte detaljerte klimadata ved dimensjonering. Den gir også mulighet for å benytte detaljerte data for trafikkens sammensetning og for egenskapene til de materialer man ønsker å benytte i vegoverbygningen.

Beregningsgangen i AASHTOWare Pavement ME Design er at man velger en vegkonstruksjon med materialer og lagtykkelser som man antar er tilfredsstillende, og deretter beregner prognoser for denne konstruksjonens tilstandsutvikling med hensyn på deformasjoner, sprekker og jevnhet. Dersom den beregnede tilstandsutvikling innenfor dimensjoneringsperioden ikke er akseptabel, må det gjennomføres nye beregninger med en sterkere vegkonstruksjon inntil man får et resultat som er akseptabelt.

Man må være oppmerksom på at dersom AASHTOWare Pavement ME Design skal brukes til dimensjonering i Norge, må modellene for tilstandsutvikling være kalibrert for norske forhold.

PMS Objekt (Sverige)

PMS Objekt er et beregningshjelpemiddel for dimensjonering av veger. Programmet er utarbeidet for Trafikverket i Sverige og omfatter både nybygging og forsterkning av veger. Versjon 5.01 er fra September 2012. De mest sentrale delene i programmet er følgende:

- Trafikkberegninger for beregning av ekvivalent antall 10 tonns standardaksler i dimensjoneringsperioden.
- Bæreevneberegninger for å kontrollere at den valgte overbygningskonstruksjon har en akseptabel tilstandsutvikling i forhold til forventet trafikk
- Beregning av telehiv ut fra klimaforhold, materialene i grunnen og overbygningskonstruksjon. Det er for de forskjellige veger i Sverige angitt hva som kan aksepteres av telehiv.

Modellene i beregningsprogrammet er basert på en inndeling av Sverige i fem klimasoner som kombineres med fire klimaperioder for beregning av materialeegenskaper og påkjenninger. For to av klimasonene er klimaperiodene utvidet til seks ved at man også gjennomfører beregninger for ”teleløsningsvinter” og ”senvår”.

Modellene i PMS Objekt er validert mot observert tilstandsutvikling for en rekke observasjonsstrekninger geografisk fordelt i Sverige¹².

¹ Validering av PMS Objekt. Delmoment för nybyggnation, VTI Notat 2-2004

² Validering av PMS Objekt. Delmoment för forsterkning, VTI Notat 2-2005

MMOPP (Danmark)

Mathematical Modelling of Pavement Performance (MMOPP) er et program for dimensjonering av veger. Programmet er utviklet av Statens Vejvesen i Danmark og godkjent av Vejreglerådet.

Dimensjoneringen i MMOPP kan gjennomføres etter to forskjellige metoder:

- ved en tradisjonell analytisk metode
- en simulering av vegens tilstandsutvikling med hensyn på endringer i asfaltens egenskaper og vegens tilstandsutvikling med hensyn på spor og jevnhet

Simuleringen er basert på en rekke matematiske modeller for nedbrytning av vegkonstruksjonen på grunn av påkjenningene fra trafikken. De viktigste modellene i programmet for simulering av vegens nedbrytning, er:

- Belastningsmodellen som beskriver sammenhengen mellom vegoverflatens geometri, hjulets bevegelser og påkjenningene på vegoverflaten
- Klimamodellen som omfatter sammenhengen mellom klimaet og materialenes deformasjonsegenskaper
- Responsmodellen beskriver hvordan påkjenningene på vegoverflaten fordeles nedover i vegkonstruksjonen
- Modellen for strukturell nedbrytning beskriver sammenhengen mellom dynamiske påkjenninger og nedbrytningen av asfaltlagene
- Modellen for permanente deformasjoner beskriver sammenhengen mellom dynamiske påkjenninger og de permanente deformasjoner, inkludert tilstandsutviklingen med hensyn på spor og jevnhet

For norske forhold har MMOPP en begrensning ved at beregningene er kalibrert for danske klimaforhold og i liten grad fanger opp de klimatiske variasjoner vi har i Norge.

Vedlegg 8 – Grunnlagsdata for planlegging av forsterkningstiltak

V8.1 Vegdatabanken

Vegdatabanken (NVDB) er den viktigste informasjonskilde for forsterkningsplanlegging.

For å vurdere behovet for forsterkning er informasjon om *tillatt aksellast* og *dekkelevetid/levetidsfaktor* (fra tilstandsmålinger) nødvendig kunnskap.

For å vurdere hvilket forsterkningstiltak som er det riktige er kunnskap om *vegens oppbygning* det viktigste.

Følgende tekniske data kan innhentes fra NVDB:

Trafikkbelastning

Nåværende og framtidig (etter forsterkningen) årsgjennsnitttrafikk (lette/tunge kjøretøy) og tillatt aksellast

Bæreevne

Dekkelevetid, nedbøyningsmålinger og oppgravingsprøver

Vegfundament

Materialtype og tykkelse for bærelag, forsterkningslag mv.

Vegdekke

Leggeår, massetype, tykkelse og mengde

Underbygning

Materialtype

Dekketilstand

Jevnhet (lengderetning), spor (deformasjon, slitasje), tekstur/friksjon og tverrfall, horisontalkurvatur, krakelering og sprekker

Tverrprofil

Bredden (fast dekke, skulder osv.), grøfter og grøftetilstand, sideterreng (skjæring, fylling osv.)

Data fra både riks- og fylkesveger kan finnes i NVDB.

Nye, mer detaljerte manuelle og/eller visuelle registreringer kan likevel være aktuelt. Bilder fra ViaPhoto (tidligere VidKon) med bilder for hver 20 m, kan benyttes som et supplement til befarings på veg.

V8.2 PMS

Statens vegvesens system for oppfølging av tilstandsutviklingen på vegene, PM-systemet (Pavement Management System), er et hjelpemiddel for å presentere de tilstandsdata som er registrert i Vegdatabanken.

PM-systemet kan bl.a. vise:

- tilstandsutviklingen på vegdekket (spordybde og jevnhet)
- prognose for tidspunkt når dekketilstanden vil overskride vedlikeholdsstandarden ut fra kravene i Håndbok R610 (Ref. 1)

V8.3 Lokalkunnskap og andre informasjonskilder

Under planlegging av forsterkningsarbeid bør personer med lokalkunnskap om den aktuelle vegstrekning kontaktes.

Andre informasjonskilder kan være:

- befarings/skaderegistrering (Ref. 2)
- kvalitetskontrolldata
- telehivkartlegging
- klimadata (frostmengde, nedbør, vind- og snøforhold)
- dreneringsforhold (grunnvannsregistreringer, stikkrenner, grøfter)
- styrkeegenskaper for overbygningen ut fra DCP-målinger
- materialprøver fra oppgraving
- data fra georadar

V8.4 Referanser

1. Statens vegvesen: *Standard for drift og vedlikehold av riksveger*. Håndbok R610. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
2. Statens vegvesen: *Skadekatalog for bituminøse vegdekker*. Håndbok V261. Vegdirektoratet, Oslo 1996.

[blank side]

Vedlegg 9 – Forsterkningstiltak

V9.1 Generelt

Aktuelle tiltak for forsterkning kan være:

- drenering
- breddeutvidelse
- dekke
- dekke + bærelag
- dekke + bærelag + forsterkningslag
- armering
- frostsikring

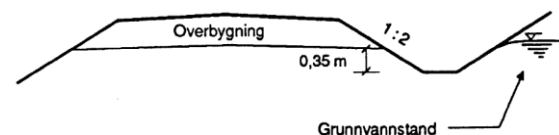
Tiltak Formål	Drenering	Breddeutvidelse	Dekke	Dekke + bærelag				Dekke + bærelag + forsterkningslag	Armering		Frostsikring
				Bærelagstyper				Bærelagstyper: som for dekke+ bærelag	Nett	Duk	
				Vegblanding		Verksblanding					
				Cg, Cp	Sp, Gk, Fk, Fp, Pp, Eg, Sg, Bg, Gja	Cg, Cp, Vb	Ag, Ap, As, Eg, Ep, Sg, Bg, Gja				
Øke bæreevnen - sommer - teleløsningen	X X	(X) (X)	(X) X		X X		X X	X X			
Forlenge dekkelevetiden	X		(X)	X	X		X	X	(X)	(X)	
Overgang fra grus- dekke til fast dekke	X		X		X		X	X	(X)		
Bedre framkommelighet	X	X	(X)		X		X	(X)	(X)	(X)	
Kantforsterkning	(X)	X			X		X	X	(X)		
Fjerne/reducere telehiv	X				X		X	(X)		X	

(X) sekundærtiltak

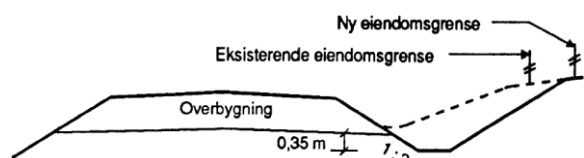
Figur V9.1 Aktuelle forsterkningstiltak for de ulike formål

V9.2 Drenering

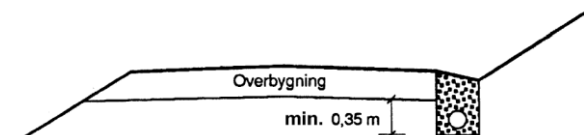
Ved forsterkning av grusveg og veger med spesielt dårlig bæreevne og/eller ujevne telehiv, er ofte høy grunnvannstand eller tilsig av vann fra sideskjæring et hovedproblem. Drenering med åpen sidegrøft eller lukket drensgrøft kan i slike tilfeller være et hovedelement i forsterkningen. Bunn i dyp sidegrøft skal ligge minst 35 cm under underkant av dimensjonerende overbygning, se kap. 4. Drenering bør utføres minst ett år før øvrige tiltak vurderes/iverksettes.



Figur V9.2 Åpen sidegrøft som forsterkningselement ved høy grunnvannstand



Figur V9.3 Åpen sidegrøft kan medføre behov for grunnerv



Figur V9.4 Lukket sidegrøft sikrer bedre bæreevne langs skulder. Dreneringsledningen bør tilpasses slik at den kan føres inn i eksisterende stikkrenne/kum

Med dimensjonerende overbygning forstås den nye forsterkningen, samt hele eller deler av den eksisterende overbygningen.

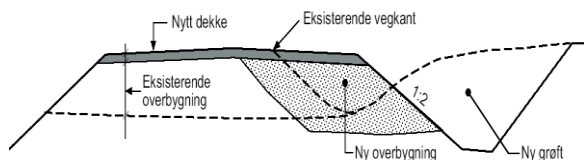
Ved drenering vil det i mange tilfeller oppstå setninger når vegkroppen tørker.

Åpen sidegrøft er ofte vanskelig å gjennomføre innenfor eksisterende vegområde. For å tilfredsstille krav til skråningshellning er det som regel nødvendig med grunnerv.

V9.3 Breddeutvidelse

På vegger med liten bredde vil svake vegkanter kunne gi tilsvarende problemer som dårlig bæreevne. Breddeutvidelse, ensidig eller tosidig, kan da være et forsterkningselement. Tverrprofil og takfall skal ivaretas ved breddeutvidelsen (vegens senterlinje vil normalt bli forskjøvet).

Ved breddeutvidelse bør endelig slitelag legges 1-2 år etter at forsterknings-/bærelagsarbeidene er avsluttet.



Figur V9.5 Eksempel på ensidig breddeutvidelse

Innspenning av breddeutvidelsen ved bruk av armeringsnett og/eller fiberduk, kan være en aktuell metode.

V9.4 Dekke

På vegger med fast dekke kan nytt asfaltdekke være et forsterkningselement for å bedre dekketilstanden, bæreevnen vil samtidig bli forbedret.

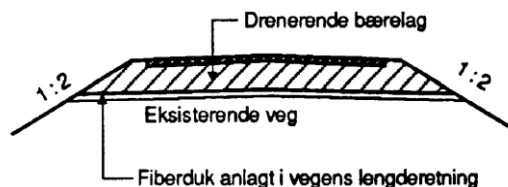
Stive bituminøse dekker, f.eks. asfaltbetong (Ab), bør benyttes på høytrafikkerte vegger ved forsterkning til teeløsningsbæreevne. Mykere dekker, f.eks. mykasfalt (Ma) og dobbel overflatebehandling med grus (Dog), bør benyttes på lavtrafikkerte vegger og ved forsterkning til sommerbæreevne.

V9.5 Dekke + bærelag

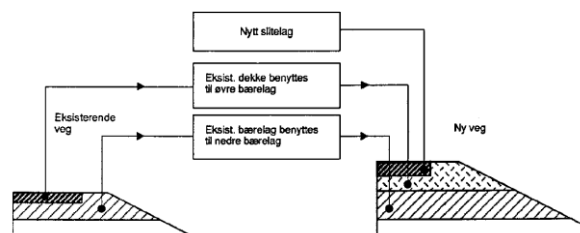
For å bedre framkommeligheten og/eller øke bæreevnen, samt ved overgang fra grusdekke til fast dekke, kan det være nødvendig med en forsterkning som i tillegg til nytt dekke innbefatter et bærelag.

Bærelag direkte på dårlig fundamentert grusveg eller på veg med sterkt krakelert og/eller oppsprukket asfaltdekke skal være drenerende. Der det er fare for oppressing av underliggende material, kan fiberduk benyttes, se nedenfor om armering.

På veg med lite eller ikke oppsprukket asfaltdekke og ved forsterkning til teeløsningsbæreevne, kan også andre bærelagstyper benyttes, for eksempel sementstabiliserte materialer, se figur V9.1.



Figur V9.6 Drenerende bærelag, f.eks. Pp



Figur V9.7 Bitumenstabilisering av eksisterende bærelag og dekke

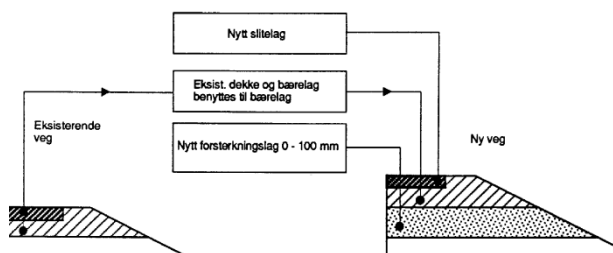
Pp, Fp og Ap kan brukes som drenerende bærelag. Pp og Ap er best egnet dersom trafikken ønskes påsatt umiddelbart. Dypstabilisering ved hjelp av bitumenemulsjon eller skumbitumen er aktuelt på veg med tilfredsstillende drenering og med tynt asfaltdekke, f.eks. Dog, over gammelt grusbærelag. Ved verksstabilisering (sement eller bitumen) av eksisterende grusbærelag bør dette kombineres med et underliggende drenerende lag. Gjenbruk av freste asfaltmasser tilsatt bitumenemulsjon

eller skumbitumen kan være et alternativ, både som bærelag og dekke (bindlag). Disse løsningene gir minimal endring av profilhøyder, bredder osv.

Eksempel (figur V9.7): Stabilisering av eksisterende dekke og bærelag. Gammelt vegdekke freses, anrikes med 1 % bindemiddel og lagres midlertidig. Eksisterende grusbærelag freses, anrikes med 3 % bindemiddel direkte på veg og fungerer som nedre bærelag. Anrikt gammelt dekke legges ut som øvre bærelag og nytt slitelag legges.

V9.6 Dekke + bærelag + forsterkningslag

Ved forsterkning, primært hovedveger med liten bæreevne, kan det være behov for forsterkningslag i tillegg til bærelag og dekke. Det kan da være gunstig å benytte armeringsnett i underkant av forsterkningslaget. Dette vil bl.a. avhenge av om redusert vegbredde kan aksepteres, eller om breddeutvidelse er nødvendig.



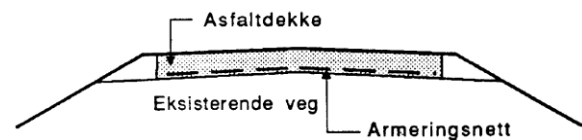
Figur V9.8 Bitumenstabilisering av eksisterende bærelag og dekke, og nytt forsterkningslag

Eksempel (figur V9.8): Stabilisering av eksisterende dekke og bærelag, og nytt forsterkningslag. Dekke og grusbærelag freses, anrikes med 2,5 % bindemiddel og lagres midlertidig. Forsterkningslag av grus eller pukk/kult utlegges, anrikt gammelt dekke og bærelag utlegges som nytt bærelag, ev. i to lag. Til slutt legges nytt slitelag.

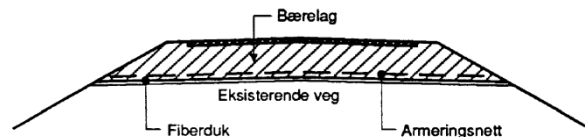
V9.7 Armering

For armering av undergrunn, se kap. 235.

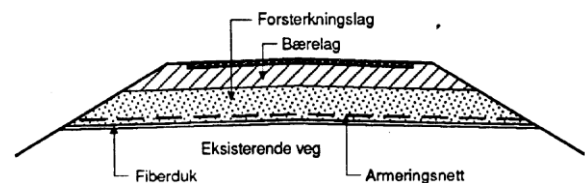
Armering av asfaltdekke kan utføres i tilknytning til reasfaltering på sterkt oppsprukket dekke for å redusere/forsinke dannelse av refleksjonssprekker.



Figur V9.9 Plassering av armeringsnett i nedre del av asfaltdekke



Figur V9.10 Plassering av armeringsnett + fiberduk i nedre del av bærelaget



Figur V9.11 Plassering av armeringsnett + fiberduk i forsterkningslag (alternativ metode v/breddeutvidelse)

Ved forsterkning av veger med liten bæreevne kan armering gi reduksjon i tykkelsen på forsterkningslaget. Dette kan være gunstig for å opprettholde en tilfredsstillende vegbredde. Tykkelsen av bærelaget skal normalt ikke reduseres ved bruk av armeringsnett. Armeringen kan bestå av geonett, geokompositter eller vevd fiberduk.

Ved bruk av åpne, drenerende bærelag og/eller forsterkningslag mot finkornige materialer kan fiberduk separere materialene og opprettholde bæreevnen.

Armeringstyper til de ulike formål skal vurderes mht. styrke og andre funksjonsegenskaper.

Armering av mekanisk stabiliserte bærelag eller forsterkningslag bedrer ikke vegens elastiske egenskaper, men kan gi positiv effekt mot plastiske deformasjoner, som spordannelse. Armering av bærelag kan bedre utmatningsegenskapene og bidra til å forlenge vegens levetid i spesielle tilfeller. Geonett kombineres med fiberduk i klasse 3 (figur V9.10 og V9.11).

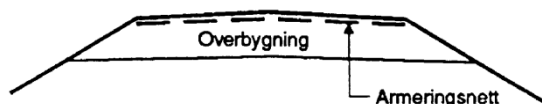
V9.8 Frostsikring

En forsterkning av overbygningen vil som regel ikke endre forholdene vesentlig når det gjelder telehiv. Dersom telehiv tidligere har ført til problemer, bør det vurderes å utføre spesielle sikrings tiltak i forbindelse med forsterkningen. Aktuelle tiltak for å eliminere eller redusere ujevne telehiv kan være:

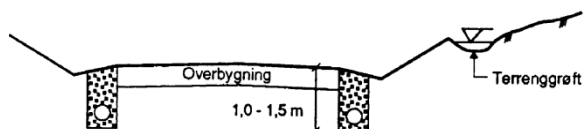
- masseutskiftning (med ikke telefarlige materialer)
- isolering (isolasjonsplater, lettklinker)
- omfattende drenering (figur V9.13)

For nærmere beskrivelse og dimensjonering av frostsikring, se pkt. 511.

Armering av dekke/bærelag, figur V9.12, kan være et tiltak for å redusere omfang/størrelse av telesprekker. Tiltaket vil i liten grad redusere ujevnt telehiv.



Figur V9.12 Plassering av armeringsnett ved telehiv



Figur V9.13 Omfattende drenering med dype, lukkede sidegrøfter og/eller skråningsgrøfter og terrenggrøfter

Ved vurdering av spesielt omfattende dreneringsarbeider bør det tas hensyn til faren for setnings-skader i vegens nærområde. For å unngå ujevne telehiv ved stikkrenner og ved overgang mellom fjell og telefarlig jord, skal det utføres en drenert utkiling med ikke-telefarlige materialer, se figur 512.3.

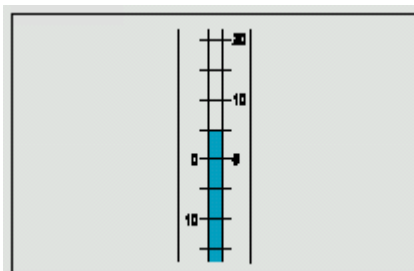
Ved overgang mellom fylling og skjæring i telefarlig jord bør utkilingen utføres med det materialet fyllingen er bygd opp av, se figur V9.11.

Ved utskifting av eksisterende stikkrenner bør utkiling foretas, se figur 512.5-7. Av trafikkmessige grunner kan det være vanskelig å få etablert en forskriftsmessig utkiling. Ved ingen eller sterkt redusert utkiling bør det vurderes å fylle eksisterende masse i underbygningen tilbake rundt røret.

V9.9 Spesielle forhold

Gjennomføringstidspunkt

Forsterkning av veg bør utføres under gunstige værforhold.



Figur V9.14 Sement- og bitumenstabiliserte bærelag og dekker bør ikke legges ved temperaturer lavere enn 3-5 °C avhengig av materialtype

Vinterbygging

De fleste tiltak for forsterkning av veg er lite egnet som vinterarbeid.

I Norge er muligheten for å utføre forsterkningsarbeid om vinteren meget varierende. Utførelse av lukket drenering eller breddeutvidelser for å bedre vegens innspenning, kan være aktuelle vinterarbeider.

Trafikkavvikling

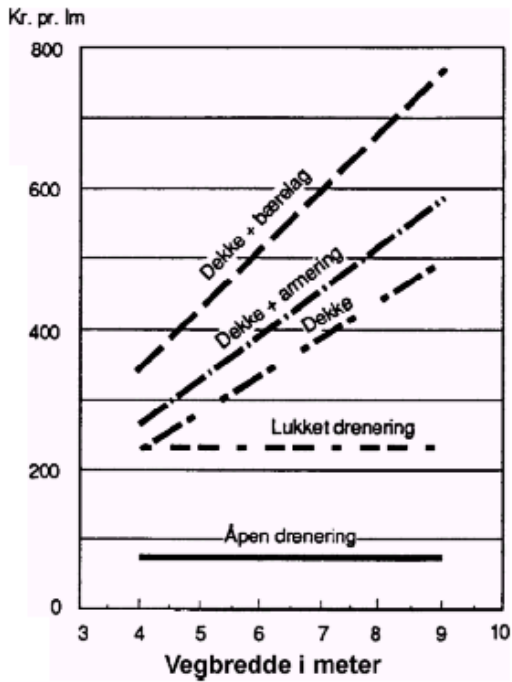
Planlegging og gjennomføring av trafikkavviklingen skal skje i henhold til forskrifter og veiledninger. Se håndbok N301 Arbeid på og ved veg (Ref. 1). Se også kap. 134.

Ulike forsterkningsarbeider vil ofte kunne føre til store problemer med avvikling av trafikken. Det er derfor viktig at dette problemet vies oppmerksomhet under planleggingen av de enkelte tiltak. God og korrekt informasjon til trafikantene er meget viktig.

Tiltakskostnader

Kostnader i forbindelse med forsterkning vil variere mye fra prosjekt til prosjekt og over tid.

Tiltakskostnader (anleggskostnader) vil på et oversiktsnivå kunne angis som løpemeterpris (kr/lm). For mer detaljerte beregninger brukes enhetspriser (kr/m² eller kr/m³). Enhetspris kan hentes fra lokal eller sentral enhetsprisliste. For å få en grov oversikt over løpemeterpris for noen vanlige forsterkningstiltak kan figur V9.16 brukes (prisnivå 1990).



Figur V9.15 Eksempler på gjennomsnittskostnader for ulike forsterkningstiltak (prisnivå 1990)

V9.10 Referanser

Publikasjoner fra Statens vegvesen er tilgjengelig fra <http://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker>.

1. Statens vegvesen: *Arbeid på og ved veg*. Håndbok N301. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
2. Statens vegvesen: *Dekkevalg 2013: Beste praksis i Region øst*. Statens vegvesens rapport nr. 255. Utarbeidet av Region øst, Veg- og trafikkavdelingen, 2013.
3. Statens vegvesen: *Armering av vegdekker i Norge 1960-2005. Regionenes erfaringer*. Utarbeidet av Region øst, Veg- og trafikkavdelingen. Utgitt som Rapport nr. 2462 fra Teknologivdelingen, Vegdirektoratet, 2006.

[blank side]

Vedlegg 10 – Bindemidler

V10.1 Generelt

I kapittel 622.1 er spesifikasjonene for bitumen, myk bitumen og polymermodifisert bitumen oppført. Dette er de mest anvendte bindemidlene og danner basis for øvrige bindemidler som bitumenløsning, bitumenemulsjon, skumbitumen og emulsjon av polymermodifisert bitumen. Spesifikasjonene for disse bindemidlene angis i dette vedlegget.

En beregningsmetode for bestemmelse av bitumengrad ved varm asfaltgjenvinning er også angitt. Beregningen foretas når asfaltgranulat tilsettes i mer enn 10 % for slitelag eller mer enn 20 % for bærelag ved produksjon av normerte asfaltmasser.

V10.2 Bitumenemulsjon

Bitumenemulsjon (kationisk) skal tilfredsstillere kravene i figurene V10.1–V10.3. Bitumenemulsjon skal bestå av bitumen (B) eller myk bitumen (V) som er emulgert i vann ved hjelp av emulgatorer og eventuelt andre tilsetninger. De bindemidler som benyttes i emulsjonen, skal tilfredsstillere de normgitte krav.

Bitumenemulsjon kan inneholde løsemidler.

Kommentar: Bitumenemulsjoner er spesifisert etter Norsk Standard NS-EN 13808. Bitumenemulsjon benevnes med C (kationisk), prosentandel bindemiddel (to sifre), brytningshastighet 2–3 (rask), 4–5 (middels) eller 5–7 (sakte) og bitumentype i emulsjon (B for ordinær bitumen, P for polymertilsetning og F for mer enn 2 masse-% fluks). Det er ønskelig at også bindemiddelgraden som er emulgert oppgis, f.eks C69B3-160/220.

	Prøvningsmetode	C50B3 (BE50R)	C60B3 (BE60R)	C65B3 (BE65R)	C69B3 (BE70R)	C69B3 (BE70R)
		B	B eller V	B eller V	B	V
Viskositet, utstrømningstid, sekunder						
2 mm, 40 °C	NS-EN 12846	15–45				
4 mm, 40 °C ¹⁾	NS-EN 12846	-	10–25	12–85	18–85	12–35
4 mm 50 °C	NS-EN 12846	-	-	25–50 ²⁾	25–50 ²⁾	-
Brytningsverdi	NS-EN 13075-1	50–100	50–100	50–100	50–100	50–100
Bindemiddelinnhold ³⁾ , masse-%	NS-EN 1428	48–52	58–62	63–67	67–71	67–71
Homogenitet, silrest, 0,5 mm, ved 25 eller 60 °C, masse-%	NS-EN 1429	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
Lagingsstabilitet, silrest, 0,5 mm, etter 7 døgns lagring ved 25 eller 60 °C, masse-%	NS-EN 1429	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
Destillasjon til 260 °C	NS-EN 1431					
- Oljedestillat, maks. volum-%		3	3	3	3	3
- Bindemiddelinnhold, min. masse-% ⁴⁾		>48	>58	>63	>67	>67
Gjenvunnet bindemiddel ved fordampning ⁵⁾	NS-EN 13074					
- Penetrasjon ved 25 °C, 0,1 mm eller	NS-EN 1426	80–400	80–400	80–400	80–400	
- Viskositet ved 60 °C mm ² /s	NS-EN 12595		1500–12000	1500–12000		1500–12000

1) Verdiene for 40 °C er omregnet fra utstrømningstid ved 50 °C

2) Når bitumenemulsjonen benyttes til overflatebehandling, skal viskositeten ved 50 °C være 25–50 sekunder

3) Bindemiddelinnhold er (100 – vanninnhold). Alternativt kan ASTM D6934-08 benyttes.

4) Bindemiddelinnhold er gjenvunnet bindemiddel + oljedestillat

5) For noen emulsjoner er ikke metode NS-EN 13074 egnet, og da benyttes i stedet metode 14.536 i håndbok N210 (tilsvarende ASTM D6934-08). Egenskap til gjenvunnet bindemiddel skal være representativ for det emulgerte bindemiddel (deklart verdi).

Figur V10.1 Krav til bitumenemulsjon – raskt brytende. (Gammel benevning er vist i parentes.)

	Prøvings- metode	C60B4 (BE60M)	C65B4 (BE65M)	C69B4 (BE70M)	C69B4 (BE70M)
		B eller V	B eller V	B	V
Viskositet, utstrømningstid, sekunder ¹⁾ 4 mm, 40 °C	NS-EN 12846	10–25	10–30	18–35	12–30
Brytningsverdi	NS-EN 13075-1	70–130	70–130	70–130	70–130
Bindemiddelinnhold ²⁾ , masse-%	NS-EN 1428	58–62	63–67	67–71	67–71
Homogenitet, silrest, 0,5 mm, ved 25 eller 60 °C , masse-%	NS-EN 1429	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
Lagringsstabilitet, silrest, 0,5 mm, etter 7 døgns lagring ved 25 eller 60 °C, masse-%	NS-EN 1429	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
Destillasjon til 260 °C	NS-EN 1431				
- Oljedestillat, maks. volum-%		3	3	3	3
- Bindemiddelinnhold, min. masse-% ³⁾		>58	>63	>67	>67
Gjenvunnet bindemiddel ved fordampning ⁴⁾	NS-EN 13074				
- Penetrasjon ved 25 °C, 0,1 mm eller	NS-EN 1426	80–400	80–400	80–400	
- Viskositet ved 60 °C mm ² /s	NS-EN 12595	1500–12000	1500–12000		1500–12000

- 1) Verdiene for 40 °C er omregnet fra utstrømningstid ved 50 °C
- 2) Bindemiddelinnhold er (100 – vanninnhold). Alternativt kan ASTM D6934-08 benyttes.
- 3) Bindemiddelinnhold er gjenvunnet bindemiddel + oljedestillat
- 4) For noen emulsjoner er ikke metode NS-EN 13074 egnet, og da benyttes i stedet metode 14.536 i håndbok N210 (tilsvarer ASTM D6934-08). Egenskap til gjenvunnet bindemiddel skal være representativ for det emulgerte bindemiddel (deklart verdi).

Figur V10.2 Krav til bitumenemulsjon – middels brytende. (Gammel benevnning er vist i parentes.)

	Prøvings- metode	C60B5 (BE60S)	C65B5 (BE65S)	C69B5 (BE70S)	C69B5 (BE70S)
		B eller V	B eller V	B	V
Viskositet, utstrømningstid, sekunder ¹⁾ 4 mm, 40 °C	NS-EN 12846	10–24	12–85	18–85	12–35
Brytningsverdi	NS-EN 13075-1	120–180	120–180	120–180	120–180
Bindemiddelinnhold ²⁾ , masse-%	NS-EN 1428	58–62	63–67	67–71	67–71
Homogenitet, silrest, 0,5 mm, masse-% ved 25 eller 60 °C	NS-EN 1429	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
Lagringsstabilitet, silrest, 0,5 mm, etter 7 døgns lagring ved 25 eller 60 °C, masse-%	NS-EN 1429	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
Destillasjon til 260 °C	NS-EN 1431				
- Oljedestillat, maks. volum-%		3	3	3	3
- Bindemiddelinnhold, min. masse-% ³⁾		>58	>63	>67	>67
Gjenvunnet bindemiddel ved fordampning ⁴⁾	NS-EN 13074				
- Penetrasjon ved 25 °C, 0,1 mm eller	NS-EN 1426	80–400	80–400	80–400	
- Viskositet ved 60 °C mm ² /s	NS-EN 12595	1500–12000	1500–12000		1500–12000

- 1) Verdiene for 40 °C er omregnet fra utstrømningstid ved 50 °C
- 2) Bindemiddelinnhold er (100 – vanninnhold) . Alternativt kan ASTM D6934-08 benyttes.
- 3) Bindemiddelinnhold er gjenvunnet bindemiddel + oljedestillat
- 4) For noen emulsjoner er ikke metode NS-EN 13074 egnet, og da benyttes i stedet metode 14.536 i håndbok N210 (tilsvarer ASTM D6934-08). Egenskap til gjenvunnet bindemiddel skal være representativ for det emulgerte bindemiddel (deklart verdi).

Figur V10.3 Krav til bitumenemulsjon – sakte brytende. (Gammel benevnning er vist i parentes.)

V10.3 Skumbitumen

Skumbitumen skal bestå av varm bitumen/myk bitumen som i en prosess tilsettes små mengder vann (1–4 %). Prosessen skal føre til at blandingen “skummer” og får en kortvarig volumøkning (15-20 ganger).

V10.4 Bitumenløsning

Bitumenløsning skal tilfredsstillere kravene i figur V10.4. Bitumenløsning skal bestå av bitumen blandet med lavaromatisk destillat (fluks). Av miljøhensyn bør bindemidler uten løsemiddel velges hvis de ellers er teknisk likeverdige.

Kommentar: Bitumenløsning betegnes BL samt et tall som angir midlere viskositet ved 60 °C. En bokstav etter tallet angir herdehastigheten: R for raskt herdende og M for middels raskt herdende.

Til overflatebehandlinger og penetrering anbefales følgende leveringstemperaturer:

BL18000R	145 +/- 10 °C
BL9000R	135 +/- 10 °C
BL5000R	130 +/- 10 °C
BL8000M	130 +/- 10 °C
BL4000M	120 +/- 10 °C

Ved lengre tids lagring bør temperaturen senkes til under flammepunktstemperaturen. En må da være oppmerksom på faren for at kondensert vann kan forårsake overkoking når bindemiddelet skal varmes opp til brukstemperatur igjen.

Normal leveringstemperatur for BL45R er 10-50 °C. Ved langtidslagring bør temperaturen senkes til ca. 20 °C. Bitumenløsning BL45R kan brukes til klebing ved asfaltering under vinterforhold.

En ny europeisk standard for bitumenløsninger foreligger (NS-EN 15322)

	Prøvingsmetode	BL45R	BL4000	BL8000M	BL5000R	BL9000R	BL18000R
Viskositet 60 °C, mm ² /s	NS-EN 12595	30-60	3000-5000	6000-10000	3500-6500	6500-11500	14000-22000
Flammepunkt PMcc, °C, min.	NS-EN ISO 2719	28	85	90	80	85	90
Løselighet, vekt %, min.	NS-EN 12592	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
Vanninnhold, % maks.	NS-EN 1428	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
TFOT, 3 timer, 130 °C:	14.515 ¹⁾						
- Vekttap, % maks.			5,5	4,0	7,0	5,5	4,0
- Penetrasjon, 25 °C, 0,1 mm, min.	NS-EN 1426		300	300	150	150	150
Destillasjon, destillat i volum-% av total mengde til:	NS-EN 13358						
190 °C, min.		6					
225 °C, min.		22					
260 °C, min.		28					
316 °C, min.		30					
360 °C		32-50					
Krav til destillasjonsrest:							
Penetrasjon, 25 °C, 0,1 mm	NS-EN 1426	70-140					
Tilleggsdata (oppgis):							
- Densitet, 15 °C eller 25 °C	NS-EN ISO 3838						

1) Håndbok N210 Laboratorieundersøkelser (Statens vegvesen).

Figur V10.4 Krav til bitumenløsning.

V10.5 Polymermodifisert bitumenemulsjon (PMBE)

Polymermodifisert bitumenemulsjon skal dokumenteres i henhold til figur V10.5.

Polymermodifisert bitumenemulsjon skal dokumenteres etter følgende:

- Viskositet, utstrømningstid, 2 mm eller 4 mm ved 40 °C eller 50 °C (NS-EN 12846)
- Brytningsverdi (NS-EN 13075-1)
- Bindemiddelinnhold ¹⁾, masse-% (NS-EN 1428)
- Homogenitet, silrest ved 50 °C, 0,5 mm sil (NS-EN 1429)
- Lagringsstabilitet, silrest etter 7 døgns lagring ved 25 °C (NS-EN 1429)
- Gjenvunnet bindemiddel ved fordampning ²⁾ (NS-EN 13074)
 - Penetrasjon, 25 °C, 0,1 mm (NS-EN 1426)
 - Mykningspunkt, Kule & Ring, °C (NS-EN 1427)
 - Bruddpunkt etter Fraass, °C (NS-EN 12593)
 - Elastisk tilbakegang, 10 °C, % (NS-EN 13398)

Alternativt kan det oppgis tilsvarende data på det PMB-bindemiddel som benyttes til fremstilling av den polymermodifiserte bitumenemulsjonen.

- 1) Bindemiddelinnhold er (100 – vanninnhold). Alternativt kan ASTM D6934-08 benyttes.
- 2) For noen emulsjoner er ikke metode NS-EN 13074 egnet, og da benyttes i stedet metode 14.536 i håndbok N210 (tilsvarende ASTM D6934-08). Egenskaper til gjenvunnet bindemiddel skal være i samsvar med deklareerte verdier.

Figur V10.5 Dokumentasjon av polymermodifisert bitumenemulsjon (PMBE), CxxBPy

Kommentar: Bitumenemulsjoner er spesifisert etter Norsk Standard NS-EN 13808. Bitumenemulsjon benevnes med C (kationisk), prosentandel bindemiddel (to sifre), bitumentype i emulsjon (B for ordinær bitumen, P for polymertilsetning, F hvis mer enn 2 masse-% fluks samt brytningshastighet: 2–3 (rask), 4–5 (middels) eller 5–7 (sakte). Eksempel på polymermodifisert emulsjon (60 %, raskt brytende): C60BP3.

V10.6 Beregning av penetrasjonsgrad og mykningspunkt ved bruk av asfaltgranulat i varme asfaltmasser

Beregningene kan bare anvendes for materialer som utelukkende inneholder eller anvender bitumen.

Penetrasjonsgrad

Følgende forkortelser benyttes:

Pen_{mix}: Penetrasjon i den ferdige blanding inneholdende granulat

Pen₁: Penetrasjon av gjenvunnet bindemiddel fra asfaltgranulat

Pen₂: Penetrasjon av tilsatt bitumen ved produksjonen

a og b: Andel av den totale bindemiddelmengden i ny asfaltmasse som kommer fra asfaltgranulatet (a) og fra tilsatt bindemiddel (b), slik at a + b = 1

Følgende formel benyttes:

$$b \cdot \log \text{Pen}_2 = \log \text{Pen}_{\text{mix}} - a \cdot \log \text{Pen}_1$$

Eksempel

Penetrasjonen i den ferdige blandingen skal tilsvare graden 70/100.

Velg midtpunktet i graden dvs. 85 (eller man foretar to beregninger med yttergrensene 70 og 100). Penetrasjonen i asfaltgranulatet er bestemt til Pen₁ = 30 og andelen av gammelt og nytt bindemiddel er a = 0,4 og b = 0,6.

Dette gir:

$$0,6 \cdot \log \text{Pen}_2 = \log 85 - 0,4 \cdot \log 30 = 1,3386$$

$$\log \text{Pen}_2 = 2,231$$

$$\text{Pen}_2 = 170 \text{ dvs. Man velger bitumen 160/220.}$$

Mykningspunkt

Følgende forkortelser benyttes:

- $T_{K\&R\text{ mix}}$: Mykningspunkt for den ferdige blanding inneholdende granulat
- $T_{K\&R\ 1}$: Mykningspunkt for gjenvunnet bindemiddel fra asfaltgranulat
- $T_{K\&R\ 2}$: Mykningspunkt for tilsatt bitumen ved produksjonen
- a og b: Andel av bindemiddelmengden fra asfaltgranulatet (a) og fra tilsatt bindemiddel (b) i den totale asfaltblandingen, slik at $a + b = 1$

Følgende formel benyttes:
$$T_{K\&R2} = \frac{T_{K\&R\text{ mix}} - a \times T_{K\&R\ 1}}{b}$$

Eksempel

Mykningspunktet for den ferdige blandingen skal være 50 °C.

Mykningspunktet for asfaltgranulatet er bestemt til $T_{K\&R\ 1} = 62$ °C og andelen av gammelt og nytt bindemiddel er $a = 0,4$ og $b = 0,6$.

Dette gir:

$$T_{K\&R2} = \frac{50 - 0,4 \times 62}{0,6} = 42$$

Dvs at nytt bindemiddel må ha et mykningspunkt på ca 42 °C som tilsvarer bitumen 100/150 eller 160/220.

Mykningspunktene til det tilsatte bindemiddelet og det gjenvunnede bindemiddelet skal bestemmes etter NS-EN 1427.

V10.7 Valg av bindemidler på grunnlag av klimatiske data og trafikkmengde for varmprodusert asfalt

Dette er et system for valg av bindemidler på grunnlag av den amerikanske Superpave-spesifikasjonen som er tilpasset norske forhold. (Ref. 1: PROKAS, Sluttrapport. Prosjektrapport nr 15, rapport nr. STF22 A04354. Trondheim 2004. www.sintef.no/upload/A04354_Sluttrapport%20PROKAS.pdf)

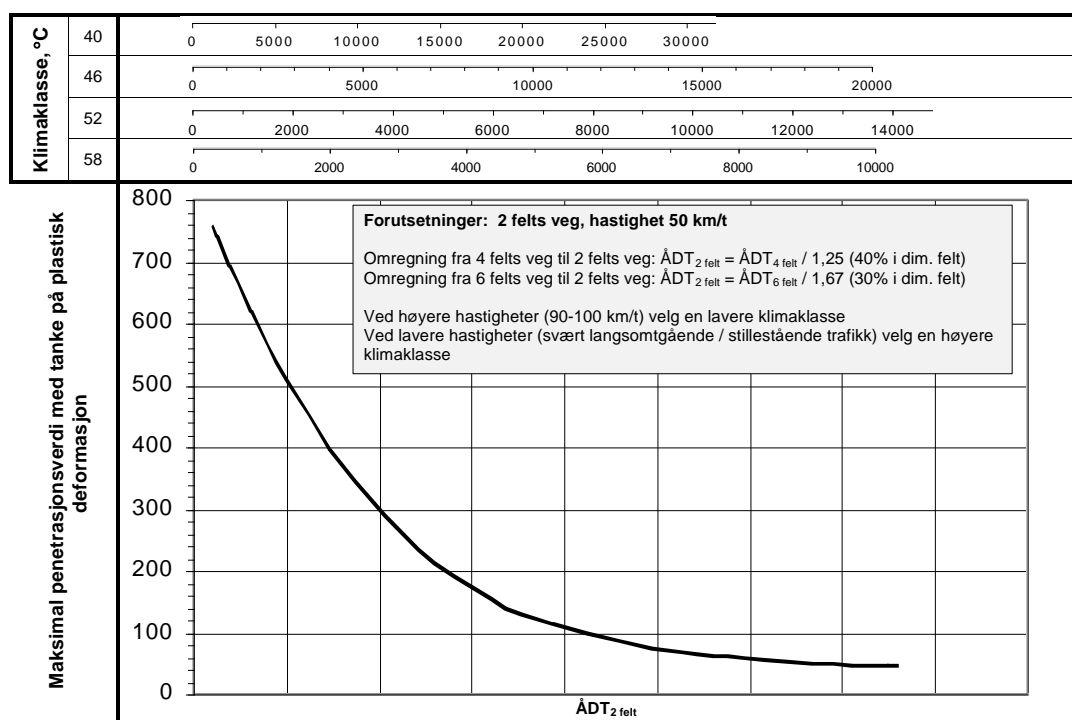
Valg av bindemiddel foretas på grunnlag av klima, breddegrad og trafikkmengde (ÅDT). Følgende data må foreligge om vegen/prosjektet:

- Gjennomsnittlig maksimal lufttemperatur i varmeste 7-døgns periode, T_{luftmax} i °C (finnes fra temperaturkart i figur V10.7)
- Laveste lufttemperatur, T_{luftmin} i °C (finnes fra temperaturkart i figur V10.8)
- Breddegrad i °
- Trafikkmengde (ÅDT) og andel tungtrafikk (%), se pkt II)

Ut fra disse parameterne bestemmes en bruksklasse (Performance Grade). Bruksklassen angis med PG etterfulgt av to tall som angir det maksimale brukstemperaturområdet hvor bindemiddelet vil ha tilfredsstillende deformasjons- og lavtemperaturegenskaper. Eksempelvis skal bruksklasse PG 52-28 kunne brukes der maksimal dekketemperatur kommer opp mot 52 °C om sommeren og går ned mot -28 °C om vinteren. Kart som viser høyeste og laveste dekketemperatur er vist i figurene V10.9 og V10.10.

Dette forutsetter at massen er proporsjonert på en tilfredsstillende måte. For norske forhold vil det i tillegg være aktuelt å ta hensyn til piggdekkslitasje og eventuell dårlig bæreevne med tanke på bestandighet. For umodifiserte bindemidler er det tidligere funnet meget god korrelasjon mellom spesifikasjonene basert på penetrasjon og/eller viskositet og PG-klassene. Bruksklassen kan derfor brukes til direkte å velge riktig hardhetsgrad (penetrasjon), se figur V10.6. I det følgende systemet deles maksimal dekketemperatur inn i fire klimaklasser med 6-graders intervall.

Figur V10.6 gir et forslag til bindemiddelvalg som ivaretar deformasjon i de ulike klimaklassene. Det må i tillegg kontrolleres om lavtemperateregenskapene til det beregnede bindemidlet er tilfredsstillende.



Figur V10.6 Bestemmelse av maksimal bindemiddelhardhet ut fra klimaklasse og $\dot{A}DT$ (Ref 1).

I) Bestemmelse av høyeste kritiske dekketemperatur, klimaklasse

Den høyeste kritiske dekketemperaturen beregnes etter formelen:

$$T_{\max 20} = (T_{\text{luftmax}} - 0,0055\varphi^2 + 0,15\varphi + 36) \cdot 0,9545 - 0,8$$

hvor φ er breddegrad i ° og T_{luftmax} finnes i kartet figur V10.7.

Som alternativ til å beregne $T_{\max 20}$ med formelen kan man lese den ut av figur V10.9, som viser fordeling av høyeste dekketemperatur $T_{\max 20}$ i ulike deler av Norge. Temperaturen som beregnes/avleses angir den høyeste temperatur som kan forventes i asfaltdekket i 20 mm dybde, som er dimensjonerende for deformasjonsegenskapene. Denne temperaturen brukes til å bestemme klimaklassen, som er det første tallet xx- i bruksklassen (PG xx-yy). I tilfeller der beregnet dekketemperatur ligger mellom to klimaklasser, skal man alltid velge den høyeste klassen, f.eks. ved $T_{\max 20} = 49$ °C skal man velge klimaklasse 52 °C.

II) Bestemmelse av hardhetsgrad (penetrasjon) ut fra klimaklasse

Dette gjøres ved bruk av figur V10.6, hvor man inngir aktuell trafikkmengde. Figuren er laget ut fra følgende forutsetninger:

- dimensjonerende hastighet 50 km/t
- 2 felts veg
- det ønskes bindemiddel til slitelag

Man går inn i figuren med beregnet klimaklasse og aktuell trafikkmengde, trekker en rett linje ned til kurven og ut til venstre på penetrasjonsaksen. Dette angir den høyeste penetrasjonsverdien man kan velge ut fra deformasjonshensyn. Basert på denne penetrasjonsverdien gjør man et foreløpig valg av bitumengrad, 70/100, 160/220 mv.

Kommentar: Det kan være aktuelt å korrigere $\dot{A}DT$ -verdien hvis andel tunge kjøretøy er betydelig høyere enn utgangspunktet i figur V10.6 (for hovedveg er det antatt 15 % tunge kjøretøy).

III) Kontroll av lavtemperaturegenskaper, endelig valg av bruksklasse

Den foreløpig valgte bindemiddelgrad sjekkes mht. om den tilfredsstillende lavtemperaturkriteriet på stedet. Den laveste kritiske dekketemperatur, T_{\min} , bestemmes etter formelen:

$$T_{\min} = 0,859 \cdot T_{\text{luftmin}} + 1,7$$

hvor T_{luftmin} finnes i kartet figur V10.8.

Som alternativ til å beregne T_{\min} med formelen kan man lese den ut av figur V10.10, som viser en grovinndeling (6-graders intervaller) av laveste dekketemperatur T_{\min} i ulike deler av Norge. Den beregnede/avleste dekketemperaturen utgjør det siste tallet -yy i bruksklassen (PG xx-yy).

Da gjeldende spesifikasjoner baserer lavtemperatur-egenskapene på Fraass bruddpunkt, omregnes den kritiske dekketemperaturen til en ”nødvendig” Fraass-verdi etter følgende formel:

$$\text{Fraass verdi} = 0,7 \cdot T_{\min} + 6,8$$

Denne verdien kontrolleres deretter mot Fraass bruddpunktkravet for den foreløpig valgte bitumengraden i figur 622.1. Dersom det valgte bindemiddelet oppfyller både deformasjonskravet og lavtemperaturkravet, vil det være tilpasset både trafikk og klima.

Dersom bruksklasseverdiene for høytemperatur og lavtemperatur ikke oppnås med ordinær vegbitumen, skal valg av PMB vurderes. For dokumentasjonskrav til PMB, se kapittel 622.1.

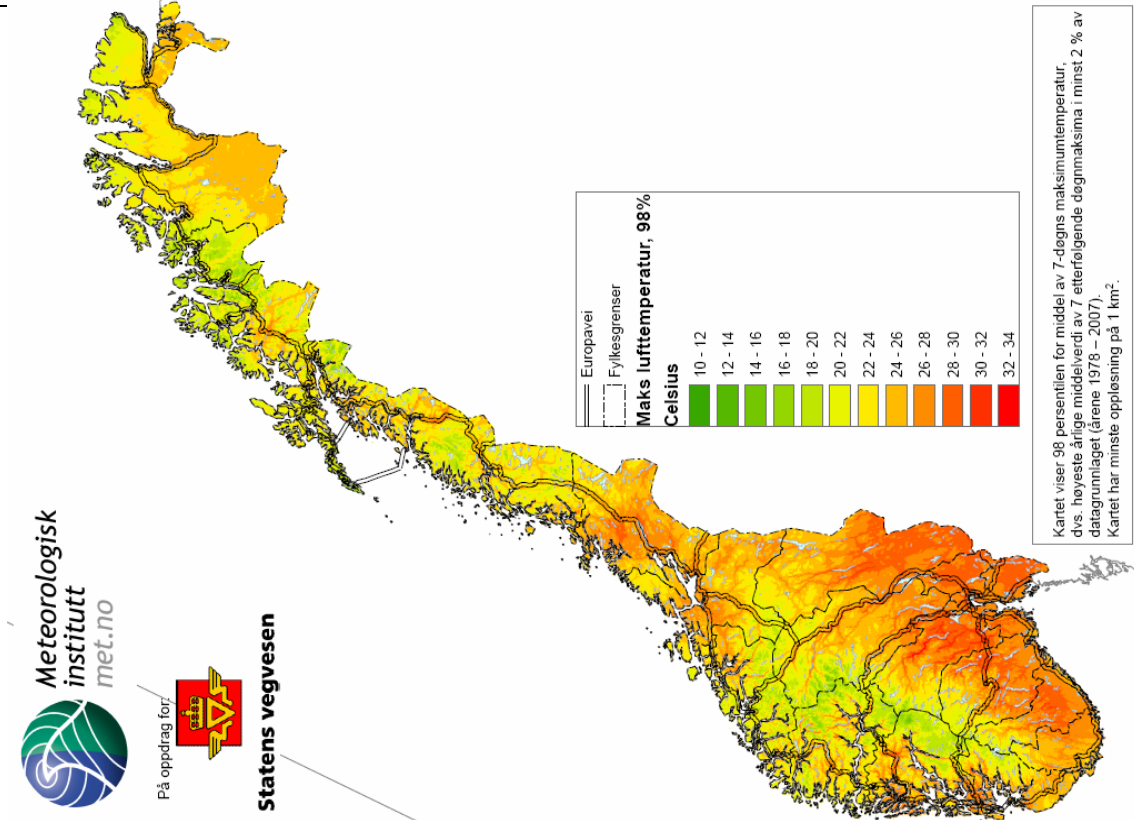
IV) Begrensninger for bruk av metoden

Før man har fått mer erfaring med metoden skal man ikke gå mer enn én grad over eller under de ”normale” gradene for en gitt kombinasjon av ÅDT og masstype som er angitt i kapittel V10.7.

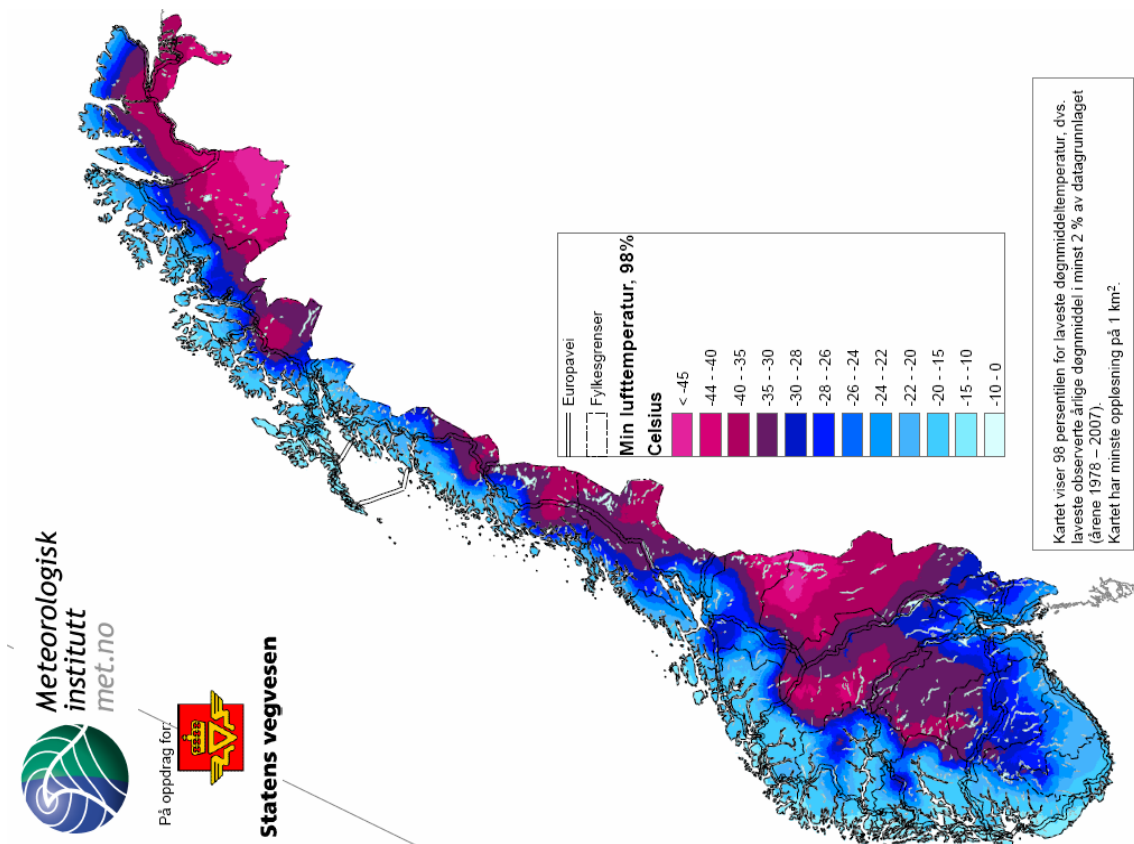
V) Eksempel på bindemiddelvalg ut fra klimadata og trafikkmengde

Eksempel basert på framgangsmåten i pkt. I), II) og III)

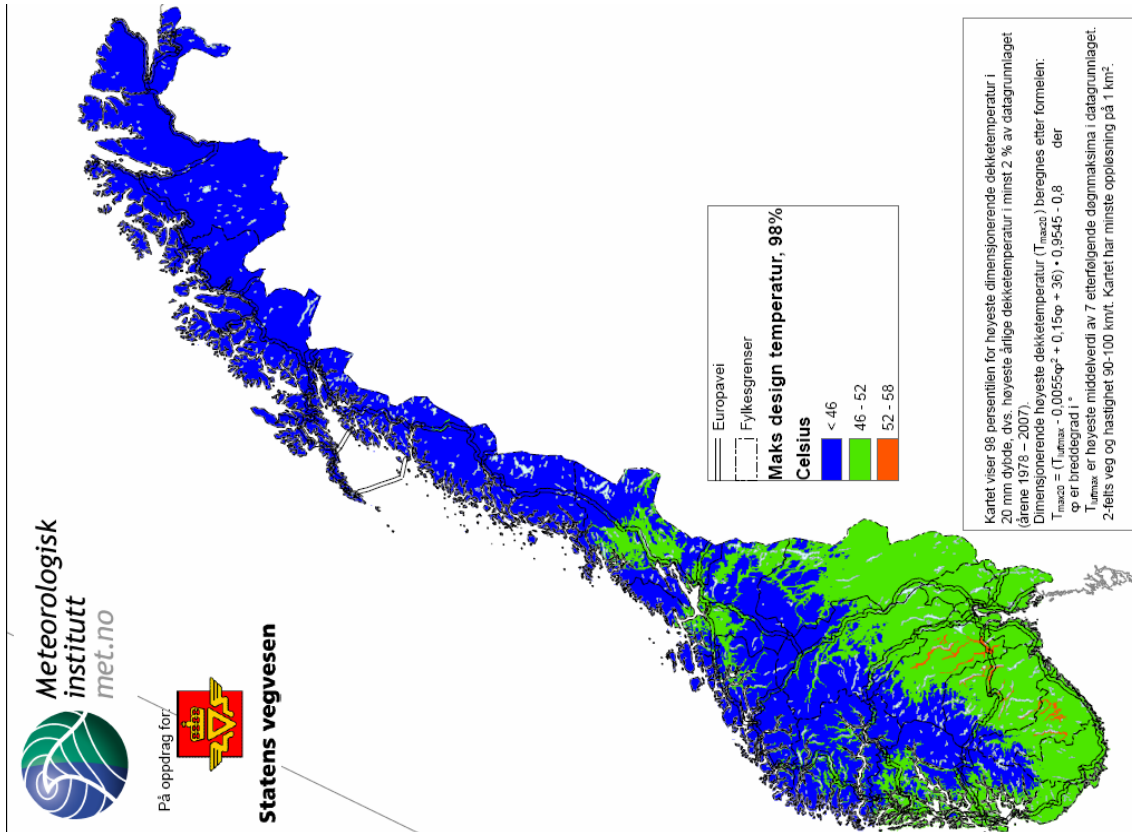
- For en gitt vegstrekning på breddegrad 59° er kritiske lufttemperaturer anslått til å være $T_{\text{luftmaks}} = 26 \text{ °C}$ og $T_{\text{luftmin}} = -27 \text{ °C}$. Vegstrekningen er en 2-felts veg med hastighet 50km/t. Omregning med formlene gir høyeste kritiske dekketemperatur $T_{\text{max20}} = 48,6 \text{ °C}$ og laveste kritiske dekketemperatur $T_{\min} = -21,5 \text{ °C}$. Med utgangspunkt i verdien for T_{max20} velges klimaklasse 52.
- I figur V10.6 går man inn på ÅDT=9000 for klimaklasse 52 og finner at anbefalt maks. penetrasjonsverdi ligger rundt 80. Blant standardklassene av penetrasjonsbitumen velges foreløpig 70/100 bitumen.
- Deretter bestemmes lavtemperaturkravet ved at man beregner nødvendig Fraass-verdi for temperatur $T_{\min} = -21,5 \text{ °C}$. Dette gir en nødvendig Fraass-verdi på $-8,3 \text{ °C}$, og som siste sjekk må dette kontrolleres mot tilsvarende krav for 70/100 bitumen i figur 622.1. Kravet til Fraass-verdi for 70/100 bitumen er -10 °C .
- Konklusjon: 70/100 bitumen vil altså ha tilstrekkelige deformasjons- og lavtemperaturegenskaper på den aktuelle vegen i det aktuelle klima. Ved å velge 70/100 bitumen vil den være i bruksklasse PG 52-22.



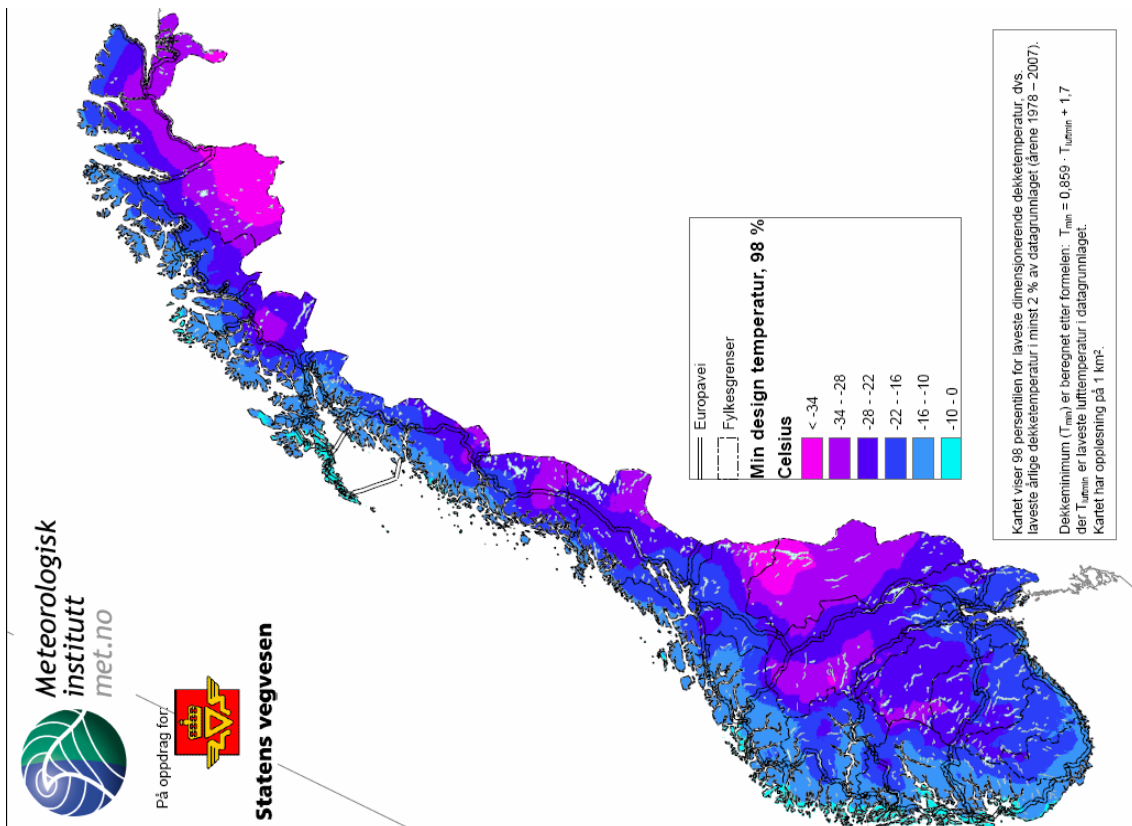
Figur V10.7 Fordeling av høyeste lufttemperatur $T_{luftmaks}$ i ulike deler av Norge (midlere maksimal 7-døgns temperatur, 98 % sikkerhet).



Figur V10.8 Fordeling av laveste lufttemperatur $T_{luftmin}$ i ulike deler av Norge (98 % sikkerhet).



Figur V10.9 Fordeling av høyeste dekketemperatur T_{maks20} i ulike deler av Norge (midlere maksimal 7-døgns temperatur) med 98 % sikkerhet.



Figur V10.10 Fordeling av laveste dekketemperatur T_{min} i ulike deler av Norge med 98 % sikkerhet.

V10.8 Valg av bindemidler tradisjonelt

Figur V10.11 angir hvilke bindemidler som normalt anvendes til bituminøse dekker og bærelagstyper ved ulike ÅDT-klasser. Se kap. 6 og 5 for fullstendige krav til de ulike dekke- og bærelagstypene. Det gis valgmuligheter utover de spesifiserte på grunnlag av rent funksjonelle, klimatiske og/eller stedlige forhold, se pkt. V10.7. Hvis særskilte forhold tilsier det kan også valgene avvike fra figur V10.6.

ÅDT	Beteg- nelse	<1500	1500–3000	3000–5000	5000–15000	>15000
Verksproduserte massetyper, varmblandede						
Asfaltgrusbetong	Agb	160/220–330/430				
Asfaltbetong	Ab	70/100–160/220			50/70–70/100	35/50–70/100, PMB
Skjelettasfalt	Ska			70/100–160/220	50/70–70/100, PMB	35/50–70/100, PMB
Mykasfalt	Ma	V1500–V6000	V3000–V12000			
Støpeasfalt	Sta	35/50–50/70, PMB ³⁾			35/50–70/100, PMB	35/50–50/70, PMB
Topeka	Top	35/50–70/100, PMB ³⁾			35/50–70/100, PMB	35/50–50/70, PMB
Drensasfalt	Da	160/220		70/100–160/220, PMB	35/50–70/100, PMB	
Tynndekke, normert	T	35/50–330/430, PMB				
Verksproduserte massetyper, kaldblandede						
Emulsjonsgrus, tett	Egt	330/430 ¹⁾ V1500–12000 ¹⁾	330/430 ¹⁾ V6000–12000 ¹⁾			
Asfaltskumgrus	Asg	330/430 ¹⁾ – V12000 ¹⁾				
Andre verksproduserte asfaltmaterialer						
Asfaltert finpukk	Af	50/70–70/100				
Overflatebehandling						
Overflatebehandling, enkel/dobbel	Eo/Do	160/220–330/430 ¹⁾ PMB ¹⁾ BL5000R–BL18000R				
Overflatebehandling med grus, enkel/dobbel	Eog/Dog	V3000–V12000 ²⁾ BL4000M– BL8000M				
Andre asfaltdekketiltak						
Varm gjenbruksasfalt	Gja	Bindemiddelhardhet oppgis ved > 25 % evt. 35 % gjenbruk				
Kald gjenbruksasfalt	Gja	V1500–V12000 ²⁾ , 250/330–330/430 ²⁾				
Forsegling	F	160/220–330/430 ¹⁾ V3000–V12000 ¹⁾ , BL45R	160/220– 330/430 ¹⁾ BL45R	160/220–330/430 ¹⁾ PMB ¹⁾	160/220–330/430 ¹⁾ PMB ¹⁾	
Slamasfalt	Sla	160/220 ¹⁾ , PMB ¹⁾				
Bærelag av bitumenstabiliserte materialer						
Asfaltert grus	Ag	ÅDT>300: 70/100–330/430			50/70–160/220	
Asfaltert sand	As	[massetyper anbefales ikke brukt i Norge]				
Asfaltert pukk	Ap	70/100–330/430				
Penetrert pukk	Pp	160/220–330/430 ¹⁾ , V6000–V12000 ²⁾ , BL4000–BL9000				
Emulsjonsgrus	Eg	160/220–330/430 ¹⁾ , V6000–V12000 ¹⁾				
Emulsjonspukk	Ep	160/220–330/430 ¹⁾ , V3000–V12000 ¹⁾				
Skumgrus	Sg	160/220–330/430, V6000–V12000				
Bitumenstabilisert grus	Bg	V6000–12000 ²⁾ , 160/220–330/430 ²⁾ [bindemiddeltipe ikke angitt i kap. 5]				
Kald gjenbruksasfalt	Gja	V1500–V12000 ²⁾ , 250/330–330/430 ²⁾				
Annet						
Klebing	–	160/220–330/430 ¹⁾ , PMB ¹⁾ , BL45R				

1) Bindemiddeltipe i emulsjon

2) Angitt bindemiddeltipe kan også anvendes i emulsjon

3) For Sta og Top er bruksområdet ÅDT < 5000 mest aktuelt for fuktmembran på bruer

Figur V10.11 Valg av bindemiddel, samletabell/oversikt. Detaljerte krav er gitt i kap. 5 og 6.

Vedlegg 11 – Metodikk for beregning av levetidskostnader og årskostnader

V11.1 Generelt

Når man står overfor valget mellom flere mulige tekniske løsninger, bør man ideelt sett velge den løsningen som over tid er best for samfunnet som helhet. Foruten å oppfylle de tekniske og funksjonelle kriteriene bør valgt løsning også innebære så lave totale kostnader som mulig for samfunnet over tid. De totale kostnadene en løsning påfører samfunnet i løpet av en definert analyseperiode, defineres som *levetidskostnadene* eller *livssyklus-kostnadene* (Engelsk: "life cycle costs", *LCC*). I NS 3454:2013 (Ref. 1) brukes kun begrepet *livssyklus-kostnader*. Det er synonymt med *levetidskostnader*.

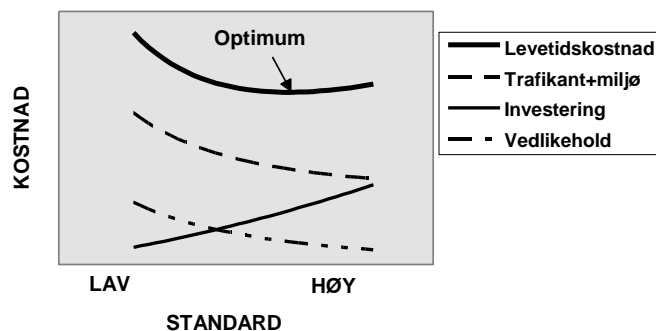
Levetidskostnaden kan også uttrykkes som en ekvivalent årskostnad (ÅK).

Ved valg av overbygning og andre vegelementer kan ulike løsninger innebære forskjeller i byggekostnader, men også i fremtidige vedlikeholdskostnader. I tillegg kan de innebære ulike konsekvenser for trafikanter og miljø. Ved beregning av levetidskostnader er kun de prissatte konsekvensene tatt med, dvs. de som kan uttrykkes i kroner. En slik analyse behøver ikke å gjøres unødig komplisert. Alle kostnader som er like for de alternativene som sammenlignes kan utelates fra analysen.

V11.2 Begrep og definisjoner

Levetidskostnader

I normale tilfeller vil man forvente at en økning i investering (f.eks. tykkere og/eller sterkere lag i en vegoverbygning) vil gi en gevinst i form av lavere vedlikeholdskostnader i fremtiden. På samme måte vil man forvente at dersom man sparer på investeringskostnadene så vil fremtidige vedlikeholdskostnader kunne øke. I tillegg kommer betraktninger omkring trafikantenes kostnader og evt. miljøkostnader. Teoretisk vil det da finnes et *optimum* som gir de laveste levetidskostnadene, som vist i figur V11.1.



Figur V11.1 Levetidskostnader

Generelt kan levetidskostnadene uttrykkes som:

$$LCC = NV_0 = B_0 + V_0 - R_0 + T_0 + M_0 \text{ hvor:}$$

$LCC = NV_0$ = levetidskostnaden: nåverdien til alle aktuelle kostnader med begynnelsen av år 1 som sammenlikningstidspunkt

B_0 = byggekostnader (i begynnelsen av år 1)

V_0 = nåverdien av alle vedlikeholdskostnader i analyseperioden

R_0 = nåverdien av evt. restverdi av bygge- og vedlikeholdskostnader ved slutten av analyseperioden

T_0 = nåverdien av evt. merkostnader for trafikantene i analyseperioden

M_0 = nåverdien av evt. miljøkostnader i analyseperioden

Sammenlikningstidspunktet er begynnelsen av år 1 i analyseperioden. Alle prissatte konsekvenser og kostnader i analysen diskonteres til sammenlikningstidspunktet. (Ref. 2)

Kostnadene regnes med en fast kroneverdi (faste priser, f.eks. 2014-kroner) gjennom hele analyseperioden. Dette innebærer at man ikke trenger å anslå den generelle prisstigningen fremover i tid.

Dersom man sammenligner flere gjensidig utelukkende alternativer behøver man ikke ta med kostnader som er like for alle alternativene. Det kan også være kostnader som er vanskelig å kvantifisere, f.eks. trafikant- og miljøkostnader. Det finnes

modeller for å beregne disse, men de er ofte ikke nøyaktige nok til å brukes på detaljert prosjekteringsnivå. Så lenge løsningene man skal sammenligne forutsettes å oppfylle vedlikeholdsstandarden (Ref. 4) til enhver tid, er det rimelig å anta at trafikantkostnadene som funksjon av vegtilstand er like store for alle løsningene. Dersom tiltakene vil innebære store ulemper for trafikantene i form av forsinkelser bør dette tas hensyn til i analysene, i den grad de er forskjellige for ulike alternativ.

Nåverdi

En krone i dag er ikke verd det samme som en krone om 10 år. Grunnen er at en krone i dag kan investeres og gi en realavkastning, dvs. få en reelt høyere verdi. Når en investering vurderes, vil investoren alltid sammenligne den forventede avkastningen i prosjektet med den alternative avkastningen en vil kunne oppnå i "sikre" pengeplasseringer (f.eks. en bankkonto). Kalkulasjonsrenten som brukes ved beregning av nåverdi kan derfor også sees på som et avkastningskrav på de investerte midlene.

Man regner som regel alltid med en fast kroneverdi (faste priser knyttet til et bestemt år) ved beregning av nåverdi. Dermed er inflasjon, som uansett er svært vanskelig å forutsi, ikke noe man trenger å ta eksplisitt hensyn til i analysene.

Nåverdien til fremtidige kostnader kan beregnes som:

$$NV_0 = \sum_{n=1}^N \frac{K_n}{(1+r)^n} \quad \text{eller} \quad NV_0 = \sum_{n=1}^N K_n \cdot C_n$$

hvor

NV_0 = nåverdien av alle kostnader mellom år 0 og N med begynnelsen av år 1 som sammenligningstidspunkt

N = antall år i analyseperioden

K_n = kostnader i år n

r = kalkulasjonsrenten i %

$$C_n = \frac{1}{(1+r)^n} = \text{diskonteringsfaktor}$$

Diskonteringsfaktoren (nåverdifaktoren) for ulike nivåer for kalkulasjonsrenten er vist i tabell til slutt i vedlegget (figur V11.4).

Årskostnad

Levetidskostnaden kan omregnes til en ekvivalent årskostnad (annuitet) ved å multiplisere den med årskostnadsfaktoren.

$$ÅK = LCC \cdot \frac{r \cdot (1+r)^N}{(1+r)^N - 1}$$

hvor

$ÅK$ = årskostnad

LCC = NV_0 = levetidskostnaden: nåverdien til alle aktuelle kostnader med begynnelsen av år 1 som sammenligningstidspunkt

N = antall år i analyseperioden

K_n = kostnader i år n

r = kalkulasjonsrenten i %

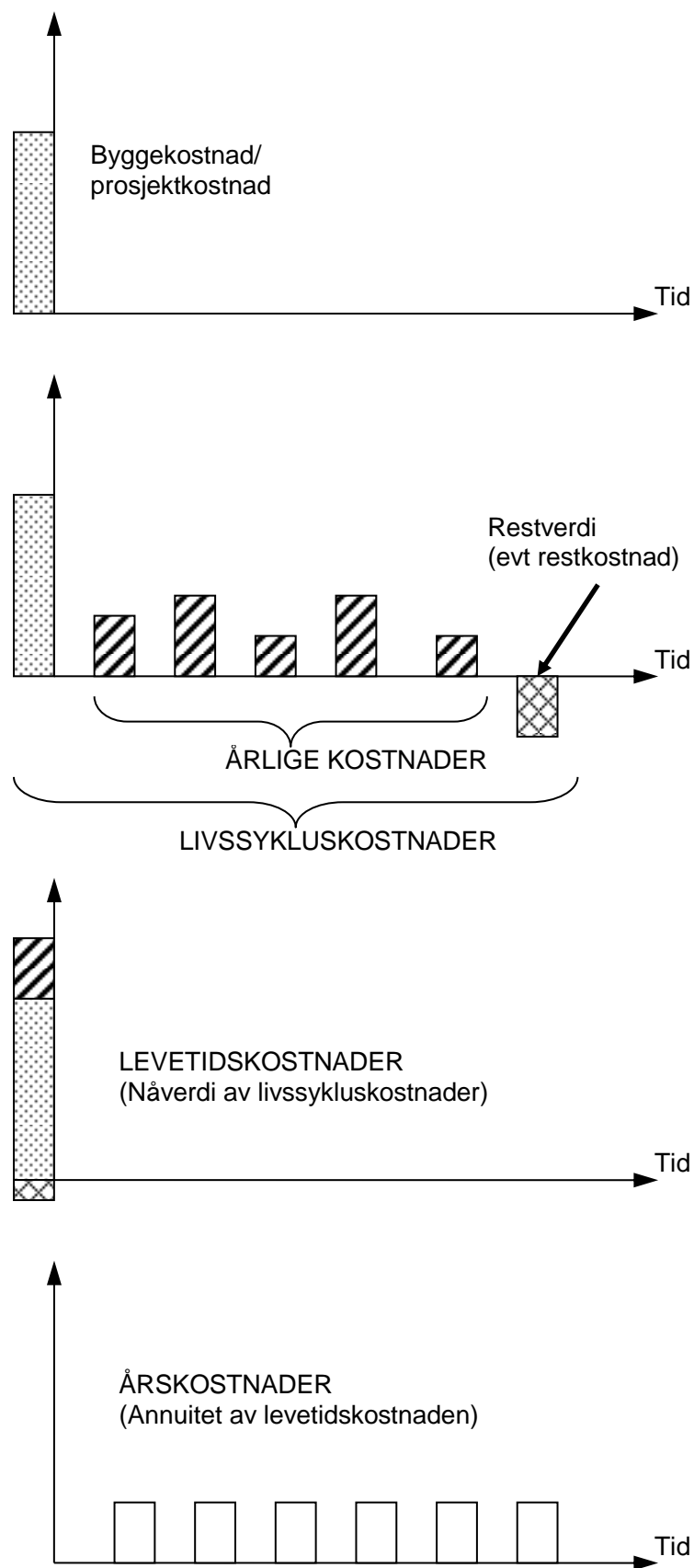
Leddet som LCC multipliseres med for å kalkulere $ÅK$ kalles annuitetsfaktoren. Annuitetsfaktoren for ulike nivåer av kalkulasjonsrenten er vist i tabell til slutt i vedlegget (figur V11.5).

Kalkulasjonsrente

Størrelsen på kalkulasjonsrenten som brukes i nåverdiretninger kan være avgjørende for hvilket alternativ som kommer best ut i en gitt planleggingssituasjon. En tolkning av kalkulasjonsrenten er at denne representerer den realrenten vi kunne oppnådd ved en alternativ pengeplassering, dvs. den er et uttrykk for den tidspreferansen en knytter til bruken av penger. Den kan også sees på som et avkastningskrav, da penger som brukes på et bestemt prosjekt alternativt kunne vært benyttet på en annen måte.

Generelt vil en høy kalkulasjonsrente favorisere alternativer som har relativt lav investeringskostnad og høyere fremtidige vedlikeholdskostnader. Tilsvarende vil en lav kalkulasjonsrente favorisere alternativer som har relativt høy investeringskostnad og lavere fremtidige vedlikeholdskostnader.

For tiden brukes en kalkulasjonsrente på 4,0 % (Ref. 7). For nærmere beskrivelse av momenter rundt fastsettelse av kalkulasjonsrenten vises det til Ref. 3, Ref. 5. og Ref. 6.



Figur V11.2 Sammenhengen mellom forskjellige kostnadsbegrep

Skattekostnad

Økonomiske utredninger av statlige tiltak skal inkludere kostnadene ved skattefinansiering, se Ref. 3 og Ref. 5 for en mer detaljert beskrivelse. Skattekostnaden er satt til 20 øre pr. krone, dvs. 20 %. I praksis betyr det at alle kostnader som finansieres av skattemidler skal gis et påslag på 20 % ved beregning av levetidskostnader.

Dekkelevetid

Tidsrommet fra dekket er nylagt til det ikke lenger oppfyller kravene i vedlikeholdsstandarden (Ref. 4).

Byggekostnader

Inkluderer alle kostnader forbundet med bygging av vegelementet. Det er ikke nødvendig å inkludere kostnader som er like for de ulike alternativene, som for en vegoverbygning kan være f.eks. grunnverv, planleggingskostnader og vegmerking.

Vedlikeholdskostnader

Kostnader med å holde vegens tilstand innenfor en definert minstestandard (vedlikeholdsstandard) i analyseperioden. Det vil vanligvis være en sammenheng mellom størrelsen på investeringskostnadene og vedlikeholdskostnadene. Det å heve vegens standard til et nivå som er over det den hadde i utgangspunktet, f.eks. økt bæreevne, vil vanligvis betegnes som rehabilitering. Dersom et alternativ innebærer slike tiltak skal disse kostnadene også inkluderes i beregningen av levetidskostnadene.

Trafikantkostnader

Den andelen av de akkumulerte kostnadene trafikantene har ved å ferdes på vegen som direkte kan tilskrives vegens tilstand eller forsinkelseskostnader trafikantene påføres ved gjennomføring av vedlikeholdstiltak e.l., bør inkluderes i analysen dersom de antas å være forskjellige for de ulike alternativene. Så lenge løsningene man skal sammenligne forutsettes å oppfylle vedlikeholdsstandarden til enhver tid, er det rimelig å anta at trafikantkostnadene som funksjon av vegtilstand er like store for alle løsningene. Dersom tiltakene vil innebære store ulemper for trafikantene i form av forsinkelser, bør dette tas hensyn til i analysene, i den grad de er forskjellige for ulike alternativ.

Trafikantkostnadene kan deles opp i:

- Kjøretøykostnader (drivstoff, olje, dekk, avskrivning)
- Tidskostnader (tidsforbruk; avhenger av fart som igjen avhenger av vegtilstand)
- Ulykkeskostnader
- Forsinkelseskostnader (pga. vedlikeholdsarbeid e.l.)
- Nytte av evt. oppskrivning av tillatt aksellast

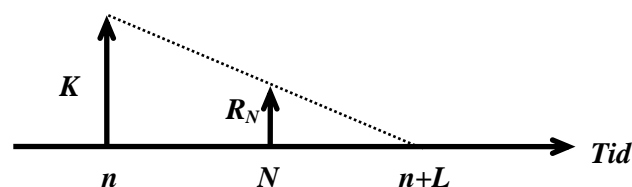
Ved beregning av trafikantkostnader må man benytte samme enhetskostnader som ved andre konsekvensanalyser (jfr. håndbok V712 Konsekvensanalyser, Ref. 2).

Miljøkostnader

Aktuelle miljøkostnader ved valg av alternativ kan være knyttet til f.eks. støy, støv, ressursbruk (materialvalg), nedsmussing og luftforurensing. Som for de andre kostnadene vil det bare være aktuelt å ta med miljøkostnader i den grad disse antas å være forskjellige for de ulike alternativene. Det kan være problematisk å kvantifisere miljøkostnadene i kroner. For nærmere omtale av miljøkostnader vises det til Håndbok V712 Konsekvensanalyser (Ref. 2).

Restverdi (evt. restkostnad)

For at de beregnede levetidskostnadene for alle alternative løsninger skal bli sammenlignbare, må man beregningsmessig ta hensyn til restverdien (evt. restkostnaden, for eksempel dersom hele eller deler av den må fjernes) av vegkonstruksjonen inkl. siste vedlikeholdstiltak. Det foretas vanligvis en lineær avskrivning av den siste forventede vedlikeholdsaktiviteten i analyseperioden, som vist i figur V11.3.



Figur V11.3 Illustrasjon av restverdiregning med lineær avskrivning

Beregning av restverdi ved lineær avskrivning gjøres etter følgende formel:

$$R_N = \frac{(n + L) - N}{L} \cdot K_n$$

hvor:

R_N = restverdi av kostnad i år n (K_n) ved utløpet av analyseperioden N

L = antatt dekkelevetid for vedlikeholdstiltaket i år n

Det kan også være aktuelt å beregne en restverdi av kostnaden for den opprinnelige overbygningen, men det er vanlig å avskrive denne kostnaden til null dersom analyseperioden er større enn eller lik dimensjoneringsperioden (vanligvis 20 år for vegoverbygninger). Størrelsen av eventuell restkostnad må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Analyseperiode

Analyseperioden for investeringstiltak på vegger er 40 år (Ref. 7).

Følsomhetsanalyser

Alle parameterne i analysen er forbundet med større eller mindre usikkerhet. Det kan derfor være aktuelt å gjennomføre flere beregninger hvor man varierer de mest usikre parameterne mellom det laveste og høyeste nivået man regner som rimelig. Ved å se hvordan resultatet av analysen evt. endrer seg ved ulike verdier av de usikre inngangsparameterne får man en test på hvor robust den opprinnelige konklusjonen var.

V11.3 Skisse til framgangsmåte

Her er en punktvis skisse til framgangsmåte ved beregning av levetidskostnader:

1. Framskaff forutsetninger og prosjekteringsgrunnlag (plandata) og mulighetene for variasjon.
2. Fastlegg mulige alternative utførelser for både investeringstiltak og påfølgende vedlikeholdstiltak gjennom analyseperioden. Pass på å få med alle kostnader som er forskjellige for de ulike alternativene. Kostnadskomponenter som er like for alle alternativene behøver ikke inkluderes i analysene.
3. Beregn evt. trafikant- og miljøkostnader.
4. Beregn levetidskostnadene for hvert alternativ.
5. Foreta evt. følsomhetsanalyser. Disse bør gjennomføres for parametere som er spesielt

usikre og/eller har stor innvirkning på levetidskostnadene.

6. Angi evt. ikke-kvantifiserbare faktorer som er forskjellige for de ulike alternativene.
7. Trekk en konklusjon basert på de gjennomførte analysene.

V11.4 Eksempel: Valg av overbygning ved fare for telehiv

I dette eksempelet står man overfor valget mellom å frostsikre konstruksjonen for å gardere seg mot telehiv, eller å dimensjonere uten å frostsikre. Det er i dette eksempelet ikke regnet med noen forskjell i trafikantkostnader da begge alternativene til enhver tid antas å holde seg innenfor verdiene som er angitt i vedlikeholdsstandard (Ref. 4).

Ikke frostsikker overbygning:

Antatt dekkelevetid: 8 år

Frostsikker overbygning:

Antatt dekkelevetid: 12 år

De to overbygningene er like unntatt tykkelsen på forsterkningslaget samt frostsikringslaget. Det er kun nødvendig å ta med kostnadene som er forskjellige mellom alternativene. Byggekostnadene (inkl. 20 % påslag for skattekostnad) for forsterkningslag + frostsikringslag for de to alternativene er beregnet til:

Ikke frostsikker: $B_0 = 1.600$ kr/lm
Frostsikker: $B_0 = 1.900$ kr/lm

Aktuelt vedlikeholdstiltak er legging av nytt dekke (90 kg/m^2). For den ikke frostsikre overbygningen påregner en også ekstra oppretting (50 kg/m^2). Dette gir følgende kostnader for hvert vedlikeholdstiltak (inkl. 20 % påslag for skattekostnad):

Ikke frostsikker: $V_n = 600$ kr/lm
Frostsikker: $V_n = 370$ kr/lm

Beregningsperioden er 40 år.

Levetidskostnader (4,0 % kalkulasjonsrente):

Ikke frostsikker:
 $1.600 + 600 \cdot [0,7307 + 0,5339 + 0,3901 + 0,2851]$
 $= 2.764$ kr/lm

Frostsikker:
 $1.900 + 370 \cdot [0,6246 + 0,3901 + 0,2437 - (8/12) \cdot 0,2083]$
 $= 2.314$ kr/lm

Selv om den frostsikre overbygningen innebærer økt byggekostnad for forsterkningslag + frostsikringslag på om lag 19 %, er de totale levetidskostnadene beregnet å være ca. 16 % lavere for den frostsikre overbygningen. Her er trafikantkostnadene antatt å være like for de to alternativene.

Omregnet til årskostnad blir resultatet for de to alternativene:

Ikke frostsikker:

$$\text{ÅK} = 2.764 \cdot 0,0505 = 140 \text{ kr/lm}\cdot\text{år}$$

Frostsikker:

$$\text{ÅK} = 2.314 \cdot 0,0505 = 117 \text{ kr/lm}\cdot\text{år}$$

Følsomhetsanalyse:

I dette eksempelet er det kun gjennomført en følsomhetsanalyse mht. kalkulasjonsrenten. Det kunne også vært gjennomført følsomhetsanalyser for andre faktorer, f.eks. forventet dekkelevetid og vedlikeholdskostnader.

Kalkulasjonsrente 8 %

Dersom man hadde regnet med en kalkulasjonsrente på 8 % ville levetidskostnadene for de to alternativene blitt som følger:

Ikke frostsikker:

$$1.600 + 600 \cdot [0,5403 + 0,2919 + 0,1577 + 0,0852] = \mathbf{2.245 \text{ kr/lm}}$$

Frostsikker:

$$1.900 + 370 \cdot [0,3971 + 0,1577 + 0,0626 - (8/12) \cdot 0,0460] = \mathbf{2.117 \text{ kr/lm}}$$

De totale levetidskostnadene for den frostsikre overbygningen blir i dette tilfellet ca. 6 % lavere enn for den usikrede overbygningen.

Omregnet til årskostnad:

Ikke frostsikker:

$$\text{ÅK} = 2.245 \cdot 0,0839 = 188 \text{ kr/lm}\cdot\text{år}$$

Frostsikker:

$$\text{ÅK} = 2.117 \cdot 0,0839 = 178 \text{ kr/lm}\cdot\text{år}$$

Kalkulasjonsrente 2 %

Dersom man hadde regnet med en kalkulasjonsrente på 2 % ville levetidskostnadene for de to alternativene blitt som følger:

Ikke frostsikker:

$$1.600 + 600 \cdot [0,8535 + 0,7284 + 0,6217 + 0,5306] = \mathbf{3.241 \text{ kr/lm}}$$

Frostsikker:

$$1.900 + 370 \cdot [0,7885 + 0,6217 + 0,4902 - (8/12) \cdot 0,4529] = \mathbf{2.491 \text{ kr/lm}}$$

Ved bruk av en såpass lav kalkulasjonsrente får man en større forskjell i favør av den frostsikre overbygningen. Denne har nå beregningsmessig ca. 23 % lavere levetidskostnader enn det ikke frostsikre alternativet.

Omregnet til årskostnad:

Ikke frostsikker:

$$\text{ÅK} = 3.240 \cdot 0,0366 = 119 \text{ kr/lm}\cdot\text{år}$$

Frostsikker:

$$\text{ÅK} = 2.491 \cdot 0,0366 = 91 \text{ kr/lm}\cdot\text{år}$$

Oppsummering av følsomhetsanalysen:

Levetidskostnad (nåverdi, NV_0)

Overbygning	Levetidskostnad (kr/lm) avhengig av kalkulasjonsrente		
	2 %	4 %	8 %
Ikke frosts.	3.241	2.764	2.245
Frostsikker	2.491	2.314	2.117
Endring v/frostsikker	- 750 (ca. 23 %)	- 450 (ca. 16 %)	- 128 (ca. 6 %)

Konklusjonen er at det frostsikre alternativet har lavest levetidskostnader når kalkulasjonsrenten varieres fra 2 – 8 %.

n år	Diskonteringsfaktor - C_n Nåverdien av 1 kr innbetalt i slutten av år n							
	Kalkulasjonsrente - r							
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%
1	0,9901	0,9804	0,9709	0,9615	0,9524	0,9434	0,9346	0,9259
2	0,9803	0,9612	0,9426	0,9246	0,9070	0,8900	0,8734	0,8573
3	0,9706	0,9423	0,9151	0,8890	0,8638	0,8396	0,8163	0,7938
4	0,9610	0,9238	0,8885	0,8548	0,8227	0,7921	0,7629	0,7350
5	0,9515	0,9057	0,8626	0,8219	0,7835	0,7473	0,7130	0,6806
6	0,9420	0,8880	0,8375	0,7903	0,7462	0,7050	0,6663	0,6302
7	0,9327	0,8706	0,8131	0,7599	0,7107	0,6651	0,6227	0,5835
8	0,9235	0,8535	0,7894	0,7307	0,6768	0,6274	0,5820	0,5403
9	0,9143	0,8368	0,7664	0,7026	0,6446	0,5919	0,5439	0,5002
10	0,9053	0,8203	0,7441	0,6756	0,6139	0,5584	0,5083	0,4632
11	0,8963	0,8043	0,7224	0,6496	0,5847	0,5268	0,4751	0,4289
12	0,8874	0,7885	0,7014	0,6246	0,5568	0,4970	0,4440	0,3971
13	0,8787	0,7730	0,6810	0,6006	0,5303	0,4688	0,4150	0,3677
14	0,8700	0,7579	0,6611	0,5775	0,5051	0,4423	0,3878	0,3405
15	0,8613	0,7430	0,6419	0,5553	0,4810	0,4173	0,3624	0,3152
16	0,8528	0,7284	0,6232	0,5339	0,4581	0,3936	0,3387	0,2919
17	0,8444	0,7142	0,6050	0,5134	0,4363	0,3714	0,3166	0,2703
18	0,8360	0,7002	0,5874	0,4936	0,4155	0,3503	0,2959	0,2502
19	0,8277	0,6864	0,5703	0,4746	0,3957	0,3305	0,2765	0,2317
20	0,8195	0,6730	0,5537	0,4564	0,3769	0,3118	0,2584	0,2145
21	0,8114	0,6598	0,5375	0,4388	0,3589	0,2942	0,2415	0,1987
22	0,8034	0,6468	0,5219	0,4220	0,3418	0,2775	0,2257	0,1839
23	0,7954	0,6342	0,5067	0,4057	0,3256	0,2618	0,2109	0,1703
24	0,7876	0,6217	0,4919	0,3901	0,3101	0,2470	0,1971	0,1577
25	0,7798	0,6095	0,4776	0,3751	0,2953	0,2330	0,1842	0,1460
26	0,7720	0,5976	0,4637	0,3607	0,2812	0,2198	0,1722	0,1352
27	0,7644	0,5859	0,4502	0,3468	0,2678	0,2074	0,1609	0,1252
28	0,7568	0,5744	0,4371	0,3335	0,2551	0,1956	0,1504	0,1159
29	0,7493	0,5631	0,4243	0,3207	0,2429	0,1846	0,1406	0,1073
30	0,7419	0,5521	0,4120	0,3083	0,2314	0,1741	0,1314	0,0994
31	0,7346	0,5412	0,4000	0,2965	0,2204	0,1643	0,1228	0,0920
32	0,7273	0,5306	0,3883	0,2851	0,2099	0,1550	0,1147	0,0852
33	0,7201	0,5202	0,3770	0,2741	0,1999	0,1462	0,1072	0,0789
34	0,7130	0,5100	0,3660	0,2636	0,1904	0,1379	0,1002	0,0730
35	0,7059	0,5000	0,3554	0,2534	0,1813	0,1301	0,0937	0,0676
36	0,6989	0,4902	0,3450	0,2437	0,1727	0,1227	0,0875	0,0626
37	0,6920	0,4806	0,3350	0,2343	0,1644	0,1158	0,0818	0,0580
38	0,6852	0,4712	0,3252	0,2253	0,1566	0,1092	0,0765	0,0537
39	0,6784	0,4619	0,3158	0,2166	0,1491	0,1031	0,0715	0,0497
40	0,6717	0,4529	0,3066	0,2083	0,1420	0,0972	0,0668	0,0460

Figur V11.4 Diskonteringsfaktor - C_n (brukes i formelen ved beregning av nåverdi)

n år	Annuitetsfaktor (invers sumfaktor)							
	Den summen som må legges til side hvert år for å amortisere (forrente og avdra) 1 kr i løpet av n år							
	Kalkulasjonsrente – r							
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%
1	1,0100	1,0200	1,0300	1,0400	1,0500	1,0600	1,0700	1,0800
2	0,5075	0,5150	0,5226	0,5302	0,5378	0,5454	0,5531	0,5608
3	0,3400	0,3468	0,3535	0,3603	0,3672	0,3741	0,3811	0,3880
4	0,2563	0,2626	0,2690	0,2755	0,2820	0,2886	0,2952	0,3019
5	0,2060	0,2122	0,2184	0,2246	0,2310	0,2374	0,2439	0,2505
6	0,1725	0,1785	0,1846	0,1908	0,1970	0,2034	0,2098	0,2163
7	0,1486	0,1545	0,1605	0,1666	0,1728	0,1791	0,1856	0,1921
8	0,1307	0,1365	0,1425	0,1485	0,1547	0,1610	0,1675	0,1740
9	0,1167	0,1225	0,1284	0,1345	0,1407	0,1470	0,1535	0,1601
10	0,1056	0,1113	0,1172	0,1233	0,1295	0,1359	0,1424	0,1490
11	0,0965	0,1022	0,1081	0,1141	0,1204	0,1268	0,1334	0,1401
12	0,0888	0,0946	0,1005	0,1066	0,1128	0,1193	0,1259	0,1327
13	0,0824	0,0881	0,0940	0,1001	0,1065	0,1130	0,1197	0,1265
14	0,0769	0,0826	0,0885	0,0947	0,1010	0,1076	0,1143	0,1213
15	0,0721	0,0778	0,0838	0,0899	0,0963	0,1030	0,1098	0,1168
16	0,0679	0,0737	0,0796	0,0858	0,0923	0,0990	0,1059	0,1130
17	0,0643	0,0700	0,0760	0,0822	0,0887	0,0954	0,1024	0,1096
18	0,0610	0,0667	0,0727	0,0790	0,0855	0,0924	0,0994	0,1067
19	0,0581	0,0638	0,0698	0,0761	0,0827	0,0896	0,0968	0,1041
20	0,0554	0,0612	0,0672	0,0736	0,0802	0,0872	0,0944	0,1019
21	0,0530	0,0588	0,0649	0,0713	0,0780	0,0850	0,0923	0,0998
22	0,0509	0,0566	0,0627	0,0692	0,0760	0,0830	0,0904	0,0980
23	0,0489	0,0547	0,0608	0,0673	0,0741	0,0813	0,0887	0,0964
24	0,0471	0,0529	0,0590	0,0656	0,0725	0,0797	0,0872	0,0950
25	0,0454	0,0512	0,0574	0,0640	0,0710	0,0782	0,0858	0,0937
26	0,0439	0,0497	0,0559	0,0626	0,0696	0,0769	0,0846	0,0925
27	0,0424	0,0483	0,0546	0,0612	0,0683	0,0757	0,0834	0,0914
28	0,0411	0,0470	0,0533	0,0600	0,0671	0,0746	0,0824	0,0905
29	0,0399	0,0458	0,0521	0,0589	0,0660	0,0736	0,0814	0,0896
30	0,0387	0,0446	0,0510	0,0578	0,0651	0,0726	0,0806	0,0888
31	0,0377	0,0436	0,0500	0,0569	0,0641	0,0718	0,0798	0,0881
32	0,0367	0,0426	0,0490	0,0559	0,0633	0,0710	0,0791	0,0875
33	0,0357	0,0417	0,0482	0,0551	0,0625	0,0703	0,0784	0,0869
34	0,0348	0,0408	0,0473	0,0543	0,0618	0,0696	0,0778	0,0863
35	0,0340	0,0400	0,0465	0,0536	0,0611	0,0690	0,0772	0,0858
36	0,0332	0,0392	0,0458	0,0529	0,0604	0,0684	0,0767	0,0853
37	0,0325	0,0385	0,0451	0,0522	0,0598	0,0679	0,0762	0,0849
38	0,0318	0,0378	0,0445	0,0516	0,0593	0,0674	0,0758	0,0845
39	0,0311	0,0372	0,0438	0,0511	0,0588	0,0669	0,0754	0,0842
40	0,0305	0,0366	0,0433	0,0505	0,0583	0,0665	0,0750	0,0839

Figur VII.5 Annuitetsfaktor (invers sumfaktor, brukes i formelen ved beregning av årskostnad)

V11.6 Referanser

1. Standard Norge: *Livssyklus kostnader for byggverk – Prinsipper og klassifisering*, Norsk Standard NS 3454:2013
2. Statens vegvesen: *Konsekvensanalyser - Veiledning*. Håndbok V712. Vegdirektoratet, Oslo 2006.
3. Finansdepartementet: *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser*. Oslo 2005
4. Statens vegvesen: *Standard for drift og vedlikehold av riksveger- Retningslinjer*. Håndbok R610. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
5. Finansdepartementet: *Behandling av kalkulasjonsrente, risiko, kalkulasjonspriser og skattekostnad i samfunnsøkonomiske analyser* R-109/2005
6. Finansdepartementet: *NOU 2012:16 Samfunnsøkonomiske analyser*. Departementenes servicesenter Informasjonsforvaltning, Oslo 2012
7. Statens vegvesen: *Nytte-kostnadsanalyser for infrastrukturtiltak - endret analyseperiode og kalkulasjonsrente*. Notat, Vegdirektoratet (2010/002182-461), Oslo 2013

[blank side]

Vedlegg 12 – Enheter

For bruk av enheter gjelder generelt Norsk Standard NS-ISO 1000. Følgende grunnstørrelser og grunnenheter gjelder i SI (Det internasjonale enhetssystem):

Grunnstørrelse	Grunnenhet	Symbol
lengde	meter	m
masse	kilogram	kg
tid	sekund	s
elektrisk strøm	ampere	A
temperatur	kelvin	K
lysstyrke	candela	cd

Av grunnstørrelsene er bl.a. følgende enheter avledet og gitt eget navn:

Størrelse	Enhet	Symbol
kraft	newton	N
frekvens	hertz	Hz
trykk, spenning	pascal	Pa
energi, varme, arbeid	joule	J
effekt	watt	W

Andre enheter kan også benyttes sammen med SI-enhetene på grunn av deres praktiske betydning:

Størrelse	Navn	Symbol	Andre enheter
areal	kvadratmeter	m ²	1 km ² = 1000 000 m ² 1 ar (a) = 100 m ² 1 dekar (daa) = 1000 m ² 1 hektar (ha) = 10 000 m ²
volum	kubikkmeter	m ³	liter, 1 l = 1 dm ³ = 0,001 m ³ milliliter, 1 ml = 1 cm ³ = 0,000 001 m ³
masse	kilogram	kg	gram, 1 g = 0,001 kg tonn, 1 t = 1000 kg
densitet	kilogram per kubikkmeter		1 Mg/m ³ = 1 t/m ³ = 1 kg/dm ³ = 1 kg/l = 1 g/cm ³
trykk	pascal	Pa	1 Pa = 1 N/m ² , 1 MPa = 1 N/mm ²
temperatur	grad Celsius	°C	

For å få tall som er lettere å arbeide med, gjerne tall mellom 0,1 og 1000, kan enhetene kombineres med prefikser:

Navn	Symbol	Potens	Faktor	Navn	Symbol	Potens	Faktor
giga	G	10 ⁹	1 000 000 000	desi	d	10 ⁻¹	0,1
mega	M	10 ⁶	1 000 000	centi	c	10 ⁻²	0,01
kilo	k	10 ³	1 000	milli	m	10 ⁻³	0,001
hekto	h	10 ²	100	mikro	μ	10 ⁻⁶	0,000 001
deka	da	10 ¹	10	nano	n	10 ⁻⁹	0,000 000 001

[blank side]

Vedlegg 13 – Ordforklaringer

Dette vedlegget inneholder forklaring på en del ord som er brukt i normalen. Andre ord er tatt med for å komplettere oversikten. Ordforklaringene er gitt for å gi mening til teksten, og er derfor ikke formelle definisjoner.

aksellast

Total belastning fra et kjøretøys aksel på underlaget.

aksellast, tillatt

- For veg: Den maksimale aksellast på enkel aksel som er tillatt på vegen.
- For kjøretøy: Den maksimale aksellast kjøretøyet er registrert for (iht. vognkortet).

amin

Fellesbetegnelse for kjemiske stoffer som inneholder aminogruppen – NH₂. I denne sammenheng brukes betegnelsen om de aminer som virker vedheftningsfremmende mellom steinmaterialer og *bitumen*.

armert jord

Jordkonstruksjoner forsterket med kunstige materialer med det formål å forbedre egenskapene til konstruksjonen f.eks. mht. bæreevne, deformasjoner og *stabilitet*.

asfalt

En ensartet blanding av *steinmaterialer* og *bitumen*. Det finnes en rekke ulike typer og varianter.

asfaltgranulat

Se *asfalt*, *knust (Ak)*.

asfalt, knust (Ak)

Resirkulert asfalt produsert ved granulering og evt. sikting (fresmasser eller knuste asfaltflak) for anvendelse uten noen form for tilsetning av nytt bindemiddel.

avløpsledning

Rør med tette vegger som fører vann fra samleklummer for dredivann, overflatevann og spillvann til avløp.

avrenningsfaktor (C)

Uttrykk for den del av den totale nedbørsmengde i et område som renner bort som overflatevann.

avvanningssystem

Sammenhengende system av avvanningskonstruksjoner for oppsamling og bortledning av vann fra *vegområdet*.

avvanningssystem, kombinert

Avvanningssystem hvor overflatevann og dredivann føres i felles *avløpsledninger*.

avvanningssystem, separat

Avvanningssystem hvor overflatevann og dredivann føres i atskilte *avløpsledninger*.

avvik

Mangel på oppfyllelse av spesifiserte krav.

Benkelmansbjelke

Utstyr for måling av nedbøyningen, vanligvis på et vegdekke, under en gitt belastning. Nedbøyningene brukes blant annet til å uttrykke vegens bæreevne.

bindemiddel

Fellesbetegnelse for bitumen, bitumenemulsjon, bitumenløsning og bindemiddel, polymermodifisert.

bindlag

Nedre del av asfaltdekket når dette består av mer enn ett lag, dvs. lag mellom slitelag og bærelag.

bitumen

Fellesbetegnelse for faste eller flytende hydrokarboner, naturlig forekommende eller framstilt ved raffinering av jordolje. Brukes som bindemiddel ved framstilling av asfaltmasse. Graderes etter *penetrasjon* eller *viskositet* (myk *bitumen*).

bitumen, polymermodifisert (PMB)

Bitumen som er tilsatt polymerer, for å forbedre asfaltdekkets egenskaper (tåle større påkjenninger fra trafikk og klima). Type og mengde polymermodifisering bestemmes bl.a. ut fra hvilke egenskaper man ønsker å forbedre.

bitumenemulsjon

Bitumen som er emulgert i vann. Brukes til *klebing*, ved *overflatebehandling* og som *bindemiddel* ved framstilling av asfaltmasse. Se også *emulsjon*.

bitumenløsning

Bitumen som midlertidig er gjort flytende ved tilsetning av lettere oljer. Brukes bl.a. som bindemiddel til *overflatebehandling* og penetrasjonsdekke. Anvendes i dag i liten grad, på grunn av høyt innhold av flyktige petroleumsprodukter.

bitumenstabilisering (bærelag)

Stabilisering av grus på veg ved fresing og tilsetning av bituminøst bindemiddel.

bulkdensitet

En materialprøves masse i forhold til dens totale (ytre) volum, inkludert mellomrom mellom kornene i prøven. Ofte kalt bare densitet el. romvekt. Det kan skilles på ulike former for bulkdensitet, avhengig av materialets lagringstetthet, vanninnhold etc. Se også *densitet*.

bæreevne, vegens

Den største *aksellast* en veg kan ta over en tidsperiode (dimensjoneringsperioden) uten at vegens tilstand, ved normalt vedlikehold, faller under en definert akseptabel

grense. Dårlig bæreevne gir seg utslag i en *dekkelevetid* som er lavere enn normert dekkelevetid.

bæreevnegrupper

Bæreevнемessig inndeling av *undergrunnen* i grupper fra 1 til 7 for dimensjoneringsformål.

bærelag

Det øverste lag under *vegdekke*. Hovedfunksjonen til bærelaget er å oppta spenninger knyttet til ringtrykk og å fordele laster til underliggende lag. Deles ofte i nedre og øvre bærelag. Se også *forsterkningslag*.

bærelagsindeks (BI)

Sum av indeksverdier for alle lag regnet fra vegens overflate og nedover til det første lag i konstruksjonen med en *lastfordelingskoeffisient* mindre enn 1,25.

CBR-verdi

Uttrykk for et materiales skjærstyrke. Bestemmes gjennom et standardisert trykkforsøk. (CBR = California Bearing Ratio).

CEN

Forkortelse for *Comité Européen de Normalisation* (europeisk standardiseringsorganisasjon).

DCP (Dynamic Cone Penetrometer)

Standardisert utstyr hvor en stålstang med konisk spiss som slås ned i/gjennom vegoverbygningen for å måle styrken av de enkelte lag.

DCP-verdi

Et uttrykk for materialstyrke, i hovedsak skjærmotstanden, målt med *DCP*. Uttrykkes i mm nedsynkning pr. slag for utstyrets stålstang med konisk spiss. DCP-verdien kan omregnes til *CBR-verdi*.

dekke

Se *vegdekke*.

dekkeindeks (DI)

Sum av *indeksverdier* for alle lag regnet fra vegens overflate og nedover til det første lag i konstruksjonen med en *lastfordelingskoeffisient* mindre enn 2,5.

dekkelevetid

Tiden fra et nytt dekke legges til det får en tilstand som utløser dekkefornyelse iht. Håndbok 111, uavhengig av når dekkefornyelsen faktisk skjer.

Kan deles i to typer:

1. Funksjonell dekkelevetid
Funksjonell dekkelevetid kan fastlegges ut fra årlige tilstandsregistreringer for spor og jevnhet
2. Normert dekkelevetid
Den dekkelevetid som bør forventes på en veg som er dimensjonert riktig og under forutsatte klima- og belastningsforhold.

dekkelevetidsfaktor (f)

Det matematiske forholdet mellom funksjonell ("opptredende") dekkelevetid og normert ("forventet") dekkelevetid. (Se også "dekkelevetid, normert" og "dekkelevetid, funksjonell".)

densitet

Masse pr. volumenhet. For bl.a. granulære materialer skiller det mellom bulkdensitet og partikkeldensitet. For hver av disse finnes det flere varianter avhengig av målemetode og materialtilstanden.

dimensjoneringsperiode (for vegoverbygning)

Den periode – i Norge 20 år – fra vegen settes under trafikk til vegen har behov for forsterkning fordi den beregnede trafikkbelastning er nådd. I praksis vil den nødvendige dekkefornyelse som skjer i løpet av dimensjoneringsperioden tilføre en tilstrekkelig styrkeøkning slik at det ikke er nødvendig å foreta en forsterkning når dimensjoneringsperioden er nådd.

drensgrøft, lukket

Drensgrøft fylt med filtermateriale og eventuelt med drenerør for samling og bortledning av drenevann.

dypdrenering

Fellesbetegnelse på dreneringsmetode hvor overskuddsvann fra vegens underbygning eller *undergrunn* føres ut til terrengoverflaten eller ned til drenerende lag, eventuelt over i et avløpssystem.

dypsprengning

Løssprengning av fjell til bestemt nivå under teoretisk traubunn.

ekvivalente 10 tonns aksler (N)

Se *trafikkbelastning (N)*.

E-modul (elastisitetsmodul/-verdi)

Forholdet mellom påført spenning (belastning) og elastisk deformasjon. Kan i felt bestemmes bl.a. ved *platebelastningsforsøk* og *fallodd*, i laboratoriet bl.a. ved treksialforsøk.

emulsjon

En suspensjon av en væske i en annen hvor væskene ikke er blandbare, hvor den indre fase er i form av finfordelte dråper, som regel ved hjelp av små mengder tilsetningsstoff (emulgator). Avhengig av brytningstiden skiller det mellom rasktbrytende (labile) og saktebrytende (stabile) emulsjoner.

erosjon

Utgraving (slitasje) forårsaket av naturen.

fallodd

Utstyr for måling av en vegs *bæreevne*. Måler nedbøyningen og krumningen på et *vegdekke* ved at vegen utsettes for støtbelastning. Brukes i begrenset grad i Norge, bl.a. for å si noe om hvilket forsterkningstiltak som er best.

fiberduk

Permeabel duk som hovedsakelig brukes til separasjon av gode og dårlige masser, eller som filter. Visse duker har også en armeringsfunksjon. Betegnelsene geotekstil og fiberduk brukes om hverandre. Se også *geotekstil*.

filler

Steinmateriale med kornstørrelse $< 0,063$ mm. Handelsvaren filler skal ha en gradering innenfor nærmere angitte grenseverdier, blant annet kreves at minst 70 % er $< 0,063$ mm.

Filterkriterium

- Mellom jordarter:
Et sett av forholdstall mellom *kornstørrelser* ved bestemte punkter i to *kornkurver* som må være oppfylt for at materialene ikke skal trenge inn i hverandre, samt at det groveste materialet er drenerende i forhold til det fineste.
- Mellom jord og fiberduk:
Et sett av forholdstall mellom kornstørrelser i jordarten og porestørrelser i fiberduk, for å sikre at fiberduken slipper gjennom vann uten å tettes til.

filterlag

Lag av filtermateriale, normalt nederste lag i overbygningen mellom *planum* og *forsterkningslag*. Er i dag normalt erstattet av en *fiberduk*.

finstoff

Den kornstørrelsesfraksjonen av et tilslag som passerer 0,063 mm-sikten.

fjell, knust (Fk)

Bærelagsmateriale av velgraderte, knuste *steinmaterialer* med øvre siktstørrelse i området 16-63 mm og bestemte krav til *kornkurve* og andre egenskaper. Med knust fjell menes også knust stein, dersom den er knust fra stein større enn 60 mm.

flammepunkt

Den laveste temperatur en brennbar væske har når dampen fra væsken antennes av åpen flamme. Flammepunkt bestemmes ved en standardisert testmetode, for eksempel Cleveland Open Cup.

flatelapping

Kortsiktig, mindre dekkefornyelse, normalt mellom 10 og 100 meter lengde, som dekker ett eller flere kjørefelt eller del av kjørefelt. Flatelapping er ikke et selvstendig dekketiltak, men en reparasjon av en skade – for eksempel deformasjon/dekkefeil.

flisighetsindeks (FI)

Karakteristikk av kornform, bestemt ved sikting av *fraksjoner* i området 4-80 mm på *kvadratsikt* og *stav-sikt*. Den totale flisighetsindeksen beregnes som den totale massen av korn som passerer gjennom stav-siktene, uttrykt i prosent av prøvens totale tørrmasse.

flyt

Uttrykk for et asfaltmateriales stabilitetsegenskaper. Et mål (mm) for den deformasjon et standardisert prøve-stykke får før maksimal deformasjonsmotstand oppnås under standard Marshall-forsøk (se *Marshallprøve*).

flytegrense (w_L)

Det *vanninnhold* i prosent av tørrstoffmengden hvor en jordart går over fra plastisk til flytende tilstand. Bestemmes med Casagrandes flytegrenseapparat (støt-flytegrense), eller ved inntrykking av en standardisert konus (konusflytegrense).

forkiling

Tetting av pukklag i overflaten med *pukk* av finere gradering eller asfalterte materialer.

forsegling

Behandling av *vegdekke* hvor vegbanen først sprøytes med *bindemiddel* og deretter avstrøs etter behov med *sand* e.l.

forsterkning av veg

Økning av vegens *bæreevne* for at

- 1) *dekkelevetiden* på vegen skal økes, normalt for å oppnå en ”normal dekkelevetid”, slik at kostnadene til dekkefornyelse kan bli normale.
- 2) vegen kan tillates for en høyere *aksellast* enn før, typisk fra 8 til 10 tonn.

forsterkningslag

Lag i vegens *overbygning*, under *bærelag*. Hovedfunksjonen er å fordele *trafikkbelastningen* slik at undergrunnen ikke overbelastes. Se også *bærelag*.

forvitring

Gradvis nedbrytning av materialer utsatt for klima-påkjenninger og kjemiske stoffer.

fraksjon

Se *kornfraksjon*.

friksjonsjordart

Grovkornige jordarter (*sand* og grovere) der størstedelen av jordartens skjærstyrke skyldes friksjon (motsatt: *jordart, kohesiv*).

friksjonskoeffisient

Ubenevnt tall som angir friksjonsforholdet mellom to flater/materialer. Definert som forholdet mellom friksjonskraften og normalkraften.

frostmengde

Summen av produktet av antall timer (evt. døgn) i et år med temperatur lavere enn 0 °C og den gjennomsnittlige temperaturen i denne tiden. Uttrykkes ofte i timegrader(h°C) evt. døgngrader(døgn°C).

frostsikringslag

Lag under forsterkningslaget, eller bygget sammen med forsterkningslaget, for å hindre frosten i å trenge ned i telefarlig undergrunn eller underbygning.

funksjonskrav

Krav til funksjon, ytelse, levetid mv., for et vegelement (for eksempel *vegdekke*) eller for en *vegkonstruksjon* som helhet, som alternativ til detaljerte krav til materialets enkeltegenskaper eller konstruksjonens utførelse.

ylling, lett

Vegfylling som pga. stabilitets- eller setningsforhold bygges opp av materialer som er vesentlig lettere enn vanlige fyllmasser (ofte 0,02 til 0,1 t/m³ mot vanlig ca 2 t/m³).

yllingshøyde

Høydeforskjell mellom vegkant og fyllingsfot.

geokompositter

Kombinasjon av flere lag *geotekstiler* eller geotekstilbeslektede produkter.

geonett

Nett med hovedfunksjon armering av veger, plasser, fyllinger og støttestruksjoner.

geomembran

Membran av syntetisk materiale som brukes i geotekniske og anleggstekniske sammenhenger for å hindre eller begrense gjennomstrømming av væsker.

georadar, georadarmålinger

Utstyr og metodikk for ikke-destruktiv undersøkelse av lagdeling og *vanninnhold* i grunnen eller i *vegkonstruksjoner* basert på registrering av varierende dielektrisitetkonstant som følge av at bl.a. materialenes vanninnhold varierer. Utstyret har også annen anvendelse.

geosynteter

Fellesbetegnelse på *geotekstiler*, *geonett*, *geomembraner*, skumplast (til lett fylling og isolasjon), osv.

geotekstil

Plane og permeable tekstiler eller duker brukt i geotekniske og byggtekniske områder. (merk: Brukes her som fellesbetegnelse for geotekstiler og geotekstilrelaterte produkter. Disse kan være basert på polymere eller naturlige råstoffer og ulike fremstillingsmåter.) Se også *fiberduk*.

gjenbruk

Ny utnyttelse av et materiale tidligere brukt i byggearbeider etter at materialet er bearbeidet, f. eks. gjenbruk av asfalt.

gjenbruksasfalt (Gja)

Betegnelse på *bærelag* eller *vegdekke* som i hovedsak består av resirkulert asfalt tilsatt et bituminøst

bindemiddel, og hvor det ikke er relevant å nytte spesifikasjonene for de normerte massetyperne.

gjenbruksbetong (Gjb)

Forsterkningslag- eller bærelagsmasse som består hovedsakelig av resirkulert knust betong eller blandet masse (knust betong og tegl).

gjenvinning

Nyttiggjøring av avfall og andre restprodukter. Stadig flere gjenvinningsmaterialer finner anvendelse i vegbygging. Se *gjenbruk*.

graderingstall (Cu)

Forholdet mellom *kornstørrelsene* (d), normalt ved 60 % og 10 % gjennomgang i en *kornkurve*, dvs. $Cu = d_{60}/d_{10}$. (Fra engelsk: Coefficient of uniformity)

grensekurver

Begrensningskurver for normalt tillatte *korngraderinger*.

grunnforsterkning med lokale materialer

Lokale materialer, gjerne materialer som ikke oppfyller kravene til materialer i overbygningen, som legges ut som ny undergrunn i tilstrekkelig tykkelse til at vegoverbygningen kan dimensjoneres etter disse materialene.

grunnsprengning

Løssprengning av berg til teoretisk *planum*.

grunnvann

Fritt bevegelig vann som finnes i grunnen, fra det nivå alle porer og sprekker er fylt med vann.

grunnvannstand

Grunnvannets øvre grense. Under denne er grunnen mettet med vann.

grus

Naturlig forekommende *steinmateriale* hvor grusfraksjonen (2-60 mm) er den dominerende.

grus, knust (Gk)

Bærelagsmateriale av naturlig forekommende *steinmateriale* i blanding med nedknuste *overstørrelser*, med bestemte krav til *kornkurve* og andre egenskaper.

grusveg

Veg med slitelag av grus. Se *grus, knust*.

hardhet

1. Beskrivelse av et bitumens konsistens, bestemt ved måling av *penetrasjon*.
2. Uttrykk for en støpeasfalts *stabilitet*, målt i mm for inntrykk i prøvestykke med belastet standardstempel under standardiserte betingelser.

hjelpesluk

Sluk hvor overflatevann tas inn i overvannsledning uten *sandfang*. Brukes når plassforholdene gjør det vanske-

lig å bruke vanlig sandfang. Hjelpesluket koples til sandfang med kortest mulig ledning (< 5 m), og med så godt fall som mulig.

hulrom

I asfaltdekke betegnelsen på de mellomrom mellom mineralkornene som ikke er fylt med *bindemiddel*. Hulrommet angis i prosent av totalt volum.

humus

Finfordelte, delvis nedbrutte plante- og dyrerester i jord- og *steinmaterialer*.

hydrometeranalyse

Se *slemmeanalyse*.

indeksmetoden

Metode for å styrkeberegne en *vegkonstruksjon*. Materialene i undergrunnen klassifiseres i *bæreevnegrupper* etter den *bæreevne* de forskjellige materialtyper har, og materialene i *overbygningen* etter lastfordelende evne, uttrykt ved *lastfordelingskoeffisienter*.

indeksverdi

Et lags *lastfordelingskoeffisient* (ubenevnt tall) multiplisert med lagtykkelsen (i cm).

inspeksjonskum

Kum som gir atkomst til å inspisere, kontrollere og vedlikeholde ledninger i grunnen.

instabilitet

Uttrykk for materialers manglende motstandsevne mot deformasjoner på grunn av dynamiske og/eller statiske belastninger.

jevnhet

Uttrykk for hvor mye en overflate avviker fra en plan flate. Måles vanligvis med *rettholt*. På ferdig dekkeoverflate brukes ofte måleutstyr basert på laser og ultralyd.

jevnhet (IRI)

Uttrykk for jevnhet i vegens lengderetning slik denne innvirker på kjørekomforten i et standardisert kjøretøy (personbil). IRI (International Roughness Index) uttrykkes normalt i mm/m.

jordart, kohesiv

Finkornige jordarter (*silt/leire*) der den vesentlige del av skjærstyrken skyldes kohesjon i massene (motsatt: *friksjonsjordart*).

jordart, telefarlig

Jordart som under frysing har evnen til å trekke opp vann kapillært til frostsone.

jordmasser

Løsmasser som består av naturlig forekommende løsavleiringer fra og med *leire* til og med *grus*-fraksjonen.

kalkstabilisering

Innblanding av brent kalk eller hydratkalk i kohesive *jordarter* for å oppnå øket fasthet.

klebing

Bruk av bituminøst *bindemiddel* for å sikre god heft mellom nytt asfaltlag og underliggende bundne lag (asfalt, betong, Cg).

knust asfalt

Se *asfalt, knust (Ak)*.

kohesjonsjordart

Se *jordart, kohesiv*.

kompaktering

Se *komprimering*.

komprimering

Tilførsel av komprimeringsarbeid (valsing, stamping, annen energi) for å oppnå en bestemt *komprimeringsgrad* / lagringstetthet og *stabilitet* på materialet.

komprimeringsgrad (asfalt)

Forholdet mellom dekkets *densitet* ρ_d i felt og referansedensitet bestemt ved *komprimering* av massen i lab med Marshallstamping. Uttrykkes i prosent.

komprimeringsgrad (steinmateriale)

Forholdet mellom materialets tørre *densitet* i felt og den referansedensitet en standard komprimeringsutførelse i lab, f.eks. *Proctor* (Standard eller Modifisert), gir. Uttrykkes i prosent. Metoden brukes på relativt tette og velgraderte materialer opp til ca. 32 mm *kornstørrelse*. For grove/åpne materialer bestemmes komprimeringsgraden på andre måter.

kontroll

Vurdering av overensstemmelse ved hjelp av observasjon og bedømmelse som følge av målinger, tester og inspeksjoner.

kontursprengning

Sprengningsmetode for å oppnå en bedre kvalitet på skjæringsflatene, f.eks. presplitting eller slettsprengning.

kornform

Karakteristikk av et steinkorns form (rundt, kubisk, langstrakt eller flisig) etter forholdet bredde/tykkelse og forholdet lengde/tykkelse. Se også *flisighetsindeks*.

kornfraksjon

Del av *steinmateriale* med *kornstørrelser* mellom to angitte yttergrenser som gir navn til fraksjonen. Se også *sortering*.

korngradering

Kornstørrelsesfordeling i et *steinmateriale*. Se *kornkurve*.

kornkurve

Grafisk fremstilling av *korngraderingen* til et *steinmateriale*. Se *siktekurve*.

kornstørrelse

Bestemmes ofte ved *slemmeanalyse* og/eller *sikteanalyse*. Se også *siktstørrelse*. Se også *siktstørrelse, maksimal* (D_{maks}). Se også *siktstørrelse, nedre og øvre* (d og D).

krakelering

Uregelmessig sprekkdannelse i form av et rutemønster i overflaten av veg med fast dekke.

kulemølle

Utstyr til bestemmelse av *steinmaterialers* motstandsevne mot slitasje. Se *mølleverdi* (A_N).

kult

Knuste *steinmaterialer* med øvre siktstørrelse i området 90 til 300 mm, f.eks. handelsbetegnelse 22/150 mm.

kulvert

Vanngjennomløp på tvers av vegen med overliggende fylling og åpent inn- og utløp, og lysåpning inntil 2,5 m. Kulvert med lysåpning større enn 2,5 m betegnes som bru. Kulvert med maks. 1 m fri åpning betegnes som *stikkrenne*.

kum (inntakskum)

Konstruksjon som fører vann ned under terrengnivå. Kummer kan være med eller uten lokk og med eller uten sandfang. Kummen kan også ha støtteskjold for å stabilisere skråningen rundt kummen. Se også *sandfang*.

kvadratsikt

Sikt der åpningene har kvadratisk form (Motsatt: *stavsikt* dvs. langmaskesikt). Se også *maskesikt* og *platesikt*.

kvalitet

Evnen som et sett av iboende egenskaper hos et produkt, et system eller en prosess har til å oppfylle behov og forventninger fra kunder og andre interessenter.

kvalitetsplan

Dokument som fastsetter hvilke prosedyrer og tilhørende ressurser som skal anvendes av hvem og når i et spesielt prosjekt, produkt, prosess eller kontrakt.

lastfordelingskoeffisient

Tallmessig uttrykk for et overbygningmateriales evne til å fordele *trafikkbelastningene*. I Norge er referanse-materialet forsterkningslagsgrus som er gitt *lastfordelingskoeffisient* = 1,0.

ledningsgrøft

Grøft for rørledninger eller kabler.

leire

Kohesjonsjordart med over 30 masseprosent materiale med *kornstørrelse* i leirfraksjonen (mindre enn 0,002 mm). Se også *jordart, kohesiv*.

leire, overkonsolidert

Leire som tidligere har hatt større belastning.

lettklinker

Granulært materiale produsert ved oppvarming av *leire* i roterovn ved ca 1200 °C (Leca).

lineær krymp (LS-verdi)

Linær krymp for en jordart er lengdereduksjonen av en preparert prøve, uttrykt i prosent av lengden før tørking, når prøvens *vanninnhold* reduseres fra *flytegrensen* til ovenstørket tilstand. (LS = Linear Shrinkage)

Los Angeles-verdi (LA-verdi)

Uttrykk for et materiales motstandsevne mot mekanisk nedknusing ved prøving i Los Angeles-trommel etter standardisert prosedyre.

Marshallprøve

Standardisert laboratoriemetode for stabilitetsvurdering av bituminøse masser. Se *flyt* og *stabilitet*. I dagens retningslinjer brukes disse parameterne bare til å bestemme komprimeringsgrad og hulrom ved proporsjonering.

maskesikt

Sikt av trådduk med like store, kvadratiske åpninger mellom trådene (motsatt: *platesikt*). Maskesikt brukes for sikt i området fra og med 0,063 mm til og med 4,0 mm.

maskevidde

Den korteste frie avstand mellom trådene i et *maskesikt* eller langmaskesikt (*stavsikt*).

maskinkult

Se *kult*.

massetak

Sted utenfor *vegområdet* hvor det tas ut masser til underbygningen.

masseutskiftning

Fjerning av uegnede løsmasser som erstattes med masser av ønsket kvalitet.

materialer, bituminøse

Alle materialer som er forbedret eller stabilisert med *bitumen*, typisk 2-4 %, slik at materialet får en forbedret lastfordelende evne.

materialer, ensgraderte

Løsmasser med *graderingstall* (C_u) under 5.

materialer, mekanisk stabiliserte

Materiale hvor bæreevnen er oppnådd ved mekanisk påvirkning (komprimering) uten tilsetning av stabiliserende midler som bitumen, sement e.l.

materialer, middels graderte

Løsmasser med graderingstall (Cu) mellom 5 og 15.

materialer, selvdrenerende

Et materiale er vanligvis selvdrenerende dersom mindre enn 8 % av materialet mindre enn 22,4 mm passerer 63 µm siktet (se også *vannømfintlighet*).

materialer, velgraderte

Gradert materiale med *graderingstall* (Cu) større enn 15.

materialekoeffisient

Se *lastfordelingskoeffisient*.

materialektak

Sted utenfor *vegområdet* hvor det tas ut masser til *overbygningen*.

micro-Deval-koeffisient (M_{DE})

Mål på steinmaterialets motstandsevne mot slitasje. Finnes ved å undersøke materialet med en standardisert metode.

morene

Naturlig forekommende *steinmateriale* som er transportert og avsatt direkte av en bre. Morene er gjerne alle *kornstørrelser* til stede.

motfylling

Opplag av masse for å sikre *stabiliteten* i et område.

myk bitumen

Bindemiddel brukt ved fremstilling av myk-asfalt. Se også *bitumen*.

mykningspunkt (bitumen)

Måleparameter hos *bitumen*. Refererer til en standardisert målemetode, og angir den temperatur hvor en stålkule av bestemt masse gir en viss deformering av et spesifisert bindemiddelsjikt.

mølleverdi (A_N)

Uttrykk for et materiales motstandsevne mot slitasje ved prøving i *kulemåle*. (A_N = Abrasion resistance, Nordic method)

N, sum ekvivalente 10 tonns aksler

Se trafikkbelastning, N.

Ottadekke

Se *overflatebehandling*.

overbygning

Den del av *vegkroppen* som er over *traubunn/planum*. Overbygningen kan bestå av *frostsikringslag*, *filterlag*

(ev. *fiberduk*), *forsterkningslag*, *bærelag* og *dekke* (*bindlag* og *slitelag*).

overflatebehandling

Asfaltdekketype som produseres på veggen. Fremstilles ved spredning av flytende *bindemiddel* på veggen med etterfølgende påføring av *pukk* eller *grus*. Ved dobbel overflatebehandling utføres spredning av bindemiddel og pukk/grus to ganger. Ved bruk av grus kalles dekket også for *Ottadekke*.

overheng

Fjell som henger ut over grøft eller vegkropp.

overstørrelse

Andel korn i en sortering som er større enn *øvre siktstørrelse* (D). Også kalt *overkorn* eller *overstein*. Mengden angis i masseprosent av det samlede materialet.

overvannsledning

Rør med tette vegger som fører overflatevann fra samlekkummer til naturlig avløp.

pall

Naturlig eller utsprengt avsats i fjell / steinbrudd.

pallhøyde

Høyden av den pall som skal sprenges i en operasjon.

Pavement Management System (PMS)

Et planleggingsverktøy for vedlikehold av vegdekker. Systemet brukes av Statens vegvesen bl.a. til oppfølging av tilstanden på vegene gjennom årlige spør- og jevnhetsmålinger, og til kontraktsutlysning for asfaltarbeider.

penetrasjon (bitumen)

Måleparameter for klassifisering av *bitumen*. Penetrasjonen måles etter en standardisert metode, som den dybde en bestemt nål synker ned i et stoff ved bestemt belastning, temperatur og tid. Nedtrengningen angis med et penetrasjonstall, uttrykt i 1/10 mm.

penetrasjonsdekke

Penetrert pukk benyttet som et vegdekke. Se pukk, penetrert (Pp).

penetrasjonsindeks

Uttrykk for temperaturfølsomhet hos *bitumen*, altså bitumenets grad av oppmykning ved økende temperatur.

permeabilitet (k)

Uttrykk for et materiales vanngjennomtrengelighet. Angis i cm/s.

planum

Overflaten av underbygningen. Kalles også *traubunn*.

plastisitetsgrense (w_p)

Laveste *vanninnhold* i prosent av tørrstoffmengden hvor en jordart i omrørt tilstand er plastisk. Bestemmes ved utrulling av jordarten til en 3 mm tykk tråd.

plastisitetsindeks (I_p)

Differansen mellom *flytegrense* (w_L) og *plastisitetsgrense* (w_p).

platebelastningsforsøk

Metode til bestemmelse av sammenhengen mellom trykk og elastisk deformasjon på et lag i en *vegkonstruksjon*. Brukes til måling av en vegs *E-modul* eller *bæreevne* og til kontroll av *komprimeringsgraden*.

platesikt

Sikt av plater med utstansede kvadratiske åpninger (motsatt: *maskesikt*).

poleringsmotstand (PSV)

For et *steinmateriale* uttrykt ved poleringsverdi (PSV = Polished Stone Value).

polystyren, ekspandert (EPS)

Polystyrenkorn som ved hjelp av damp ekspanderes til plater eller blokker av forskjellig størrelse. Brukes i vegbygging først og fremst til fylling.

polystyren, ekstrudert (XPS)

Smeltet polystyren som under høyt trykk ekstruderes gjennom en dyse til ønsket platetykkelse. Brukes til frostsikring.

poretall (e)

Forholdet mellom jordmassens totale porevolum og jordpartiklenes sammenlagte faste volum.

porøsitet (n)

Forholdet mellom volumet av luft og vann i en jordartsprøve og prøvens totalvolum. Uttrykkes normalt i %.

presplitting

Kontursprengning som utføres ved at konturhullene sprenses før en salve eller på det/de første tennernummeret/-ene i en salve.

Proctor

Metode for bestemmelse av optimalt vanninnhold og høyeste tørrdensitet for jordarter, iht. standardisert prosedyre. Se også vanninnhold, optimalt. Metoden har to hovedvarianter:

- Modifisert Proctor: Utføres ved at materialet komprimeres i 5 lag i en standardisert form med en ca. 4,8 kg stamper med ca. 45 cm fri fallhøyde. Spesifikk komprimeringsenergi ved Modifisert Proctor er ca. 2,7 MJ/m³, som er ca. 4,5 ganger større enn spesifikk komprimeringsenergi for Standard Proctor.
- Standard Proctor: Utføres ved at materialet komprimeres i 3 lag i en standardisert form med en ca. 2,63 kg stamper med ca. 30 cm fri

fallhøyde. Spesifikk komprimeringsenergi er ca. 0,6 MJ/m³.

profilsprengning

Se *kontursprengning*.

proporsjonering

Prosessen med å finne optimale blandingsforhold mellom bestanddelene i et sammensatt materiale, f. eks. *asfalt* og betong, for at de ønskede materialegenskaper skal bli oppnådd ("mix design").

pukk

Knust *steinmateriale* med *sortering* innenfor området 4-90 mm, f.eks. 32/63 mm.

pukk, forkilt (Fp)

Ensgradert *bærelagsmateriale* av *pukk* som er forkilt med *finpukk* for å gi laget økt *stabilitet*.

pukk, penetrert (Pp)

Pukk lag som er sprøytet/penetrert med *bitumen* og forkilt i overflaten ved nedvalsing av *finpukk* eller asfalterte materialer.

remix

Metode for dekkefornyelse der eksisterende *vegdekke* varmes opp før det freses og det tilsettes nytt *binde-middel* (ca. 1%). Det tilføres ny asfaltmasse, typisk 25-40 kg/m² for å kompensere for bortslitt masse og justering av setninger. Ingen blanding av ny og gammel *asfalt* før massen legges ut og komprimeres. Se også *remix pluss*.

remix pluss

Metode for dekkefornyelse som skiller seg fra *remix* ved at alt nytt asfaltmateriale legges som et eget dekke over det freste gamle dekket.

repaving

Metode for dekkefornyelse der eksisterende dekke varmes opp før det freses eller rives og planeres. Nytt slitelag, typisk 50-60 kg/ m² legges sammenhengende på toppen før massen komprimeres.

responsmåling

Måling fra valsemontert måleutstyr, som gir et relativt mål på stivheten til materialet som komprimeres.

rettholt

3-5 m langt bord (linjal) for måling av overflaters *jevnheter*. Til måling av ujevnheter ved skjøter på asfaltdekker brukes ofte 1 m lang rettholt.

romvekt

Se *bulkdensitet*. Se også *densitet*.

samfengt pukk

Se *tilslag*, *samfengt*.

sand

Naturlig forekommende *steinmateriale* hvor sandfraksjonen (0,06-2,0 mm) er den dominerende.

sandfang

Kum hvor bunnen ligger 80-100 cm dypere enn utløpsrøret for at *sand*, slam osv. skal holdes tilbake slik at avleiring i *overvannsledningen* unngås. Toppen av kummen er vanligvis utstyrt med slukrist for å ta overflatevann inn i overvannssystemet.

sandfangskum

Kum der bunnen ligger dypere enn utløpsrøret slik at *sand*, slam osv. holdes tilbake og avleiring i utløpsledningen unngås.

separasjon

Utsiktet atskillelse av finere og grovere korn i et materiale som gjør at dette blir mindre homogent.

sidegrøft, dyp

Sidegrøft langs vegen for åpen drenering av overflatevann og drensvann.

sidegrøft, grunn

åpen grøft langs vegen for åpen drenering av overflatevann. Drensvannet bør samles opp i lukket drenering.

sidetak

Brukes om både massetak og materialtak. Sted utenfor *vegområdet* hvor det tas ut masser til *vegkroppen*.

sikteanalyse

Metode til bestemmelse av *kornkurve* ved sikting av materialet gjennom plater med utstansede kvadratiske åpninger (*platesikt*) og/eller vevd metallduk med kvadratiske masker (*maskesikt*).

siktekurve

Kornkurve bestemt ved sikteanalyse.

siktstørrelse

Minste fri maskevidde/åpning (sidekant) i et *maskesikt* eller *platesikt* som kornet kan passere ved sikting. d_x angir siktstørrelsen ved x % gjennomgang. Se også *siktstørrelse, nedre og øvre (d og D)*.

siktstørrelse, nedre (d) og øvre (D)

Siktstørrelse angitt som grense for en *sortering* (d = nedre siktstørrelse, D = øvre siktstørrelse). Innen visse grenser aksepteres det at materialet har en andel *understørrelse* og *overstørrelse*. Motsetning: Den størrelse som 100 % av materialet er mindre enn, se *steinstørrelse, maksimal*.

silt

Mellomjordart hvor siltfraksjonen (0,002-0,06 mm) er den dominerende.

singel

Naturlig forekommende *steinmateriale* med *sortering* innenfor området 4-80 mm, f.eks. 16/45 mm.

skjærfasthet, udrenert (c_u)

Fra engelsk: cohesion, undrained (c_u). Skjærspenning ved brudd i finkornige jordarter som følge av hurtig belastning (relativt hurtig belastning slik at porevannet ikke dreneres ut).

skumbitumen

Oppvarmet *bitumen* som er midlertidig skummet ved tilsetning av små mengder vann. Teknikken brukes ved *bitumenstabilisering* og produksjon av skumgrus (Sg) og lavtemperaturprodusert asfalt.

skumglass

Produkt til frostsikring og lett fylling, basert på glassavfall som gjennom en industriell prosess omdannes (skummes) til granulat med karakteristisk *sortering* ca. 10/60 mm og løs *romvekt (bulkdensitet)* ca. 180-250 kg/m³.

slemmeanalyse

Metode for bestemmelse av den delen av *kornkurven* som er under 0,063 mm *kornstørrelse*. Metoden er basert på kornenes sedimentasjonshastighet i vann.

slitelag

Det øverste laget i et *vegdekke*. Settes sammen / beregnes for å kunne oppta trafikk- og klimapåkjenninger.

sommerbæreevne

Den største *aksellast* som en veg kan utsettes for utenom teleløsningsperioden over en tidsperiode (*dimensjoneringsperioden*) uten at vegens kjørbarehet ved normalt vedlikehold faller under en nedre akseptabel grense.

sommerdøgnetrafikk (SDT)

Det totale antall kjøretøy som passerer et snitt av en veg i juni, juli og august dividert med faktoren (365/4).

sortering

Siktet *steinmateriale* angitt ved nedre og øvre siktstørrelse (d/D). Se også *siktstørrelse, nedre og øvre (d og D)*. En sortering kan, i motsetning til en *kornfraksjon*, inneholde *overstørrelser* og *understørrelser*.

sporfylling

Metode for dekkefornyelse på sporete vegdekker der eksisterende dekke oppvarmes og ny asfaltmasse legges over hele kjørefeltet slik at hjulsporene fylles og de høyeste partier så vidt dekkes av den nye massen. Se også *track paving*.

sprengt stein

Utsprengte bergmasser uten spesielle krav til bearbeiding eller sortering.

sprenget stein, sortert

Utsprengte bergmasser som har gjennomgått en enkel bearbeiding for å sikre at maks. steinstørrelse er i henhold til angitte krav, eventuelt også at overskudd av finstoff er fjernet.

stabilisering

Forbedring av et materiales byggetekniske egenskaper ved mekanisk bearbeiding og/eller tilsetning av for eksempel *bitumen*, kalk eller sement.

stabilitet

Materialers evne til å motstå forskyvninger og setninger ved dynamiske og/eller statiske belastninger. Uttrykkes ved *E-modul*, *CBR-verdi*, Marshallverdi (se *Marshall-prøve*) mv.

stavsikt

Også kalt langmaskesikt. Sikt med parallelle stenger i lik avstand (rektangulære åpninger), til forskjell fra *kvadratsikt*.

steinmasser

Løsmasser av naturlig forekommende stein og blokk, samt sprenget fjell med forskjellig stykkfall.

steinmateriale

Fellesbetegnelse for naturlig oppdelt eller maskinelt knust bergartsmateriale (som brukes ved vegbygging), så som filler, grus, kult, pukk, rundkamp, sams grus, sams pukk, sand, singel, steinmel.

steinmel

Knust *steinmateriale* med *øvre siktstørrelse* < 4 mm.

steinstørrelse, maksimal (D_{maks})

D_{maks} er den steinstørrelse som 100 % av et materiale er mindre enn. Også kalt største steinstørrelse.

stikkrenne

Vanngjennomløp på tvers av vegen med maks. 1 m fri åpning. Inn- og utløp kan være åpne, men kan også være knyttet til inn- og utløpskonstruksjoner som kummer og støtteskjold.

stivhet (asfalt)

Uttrykk for et asfaltmateriales stabilitetsegenskaper. Forholdet mellom *stabilitet* og *flyt* målt på *Marshall-prøve*.

styrkeindeks (SI)

Summen av *indeksverdiene* for alle lag i en *vegoverbygning* ned til *grunnen/underbygningen*.

subbus

Sikkerest fra sprengte og/eller knuste *steinmaterialer* etter at de *ønskede kornfraksjoner* er tatt ut.

telefarlig jordart (undergrunn)

Se jordart, telefarlig.

telefarlig materiale (overbygning)

Overbygningsmateriale som på grunn av høyt innhold av de fineste *kornfraksjoner* anses som telefarlig og/eller vannømfintlig. Se *telefarlighetsgrad* og *vannømfintlighet*.

telefarlighet

Egenskap ved jordarter og steinmaterialer som på grunn av høyt innhold av de fineste kornfraksjoner medfører dannelse av islinser ved innfrysing med tilgang på vann. Man kan dermed få telehiv, og nedsatt bæreevne ved optining. Se også *telefarlighetsgrad* og *vannømfintlighet*.

telefarlighetsgrad

En jordarts telefarlighet, i Norge angitt etter en skala fra T1 (ikke telefarlig) til T4 (meget telefarlig).

telehiv

Løfting som følge av frost og påfølgende teledannelse i underliggende *telefarlige jordarter*.

teeløsning

Den periode hvor telen går ut av vegkroppen (islinser smelter), og hvor *bæreevnen* er på sitt laveste.

telestriksjoner

Last- eller kjørerestriksjoner i teeløsningsperioden, når telen går ut av vegkroppen, og hvor *bæreevnen* normalt er på sitt laveste.

teleskader

Skader på vegen pga. *telehiv* og/eller nedsatt *bæreevne* i *overbygningen* pga. smeltevann som ikke har fritt avløp i teeløsningsperioden.

terrenggrøft (overvanngrøft)

Grøft langs vegen utenfor skjæringstoppen eller fyllingsfoten for avskjæring og bortledning av vann.

tilsetningsstoffer

Fellesbetegnelse for materialer som tilsettes som del av eller i tillegg til et *bindemiddel* for å forbedre eller forandre egenskaper ved det ferdige laget.

tilslag

Fellesbetegnelse for granulært materiale som brukes i asfalt, betong og sementstabiliserte materialer, eller i ubunden form.

tilslag, fint

Betegnelse for *tilslag* der *d* er lik 0 og *D* er mindre enn eller lik 4 mm

tilslag, grovt

Betegnelse for *tilslag* der *d* er større enn eller lik 1 og *D* er større enn eller lik 4 mm

tilslag, resirkulert

Tilslag fra bearbeiding av materialer tidligere brukt i bygg- og anleggsbransjen eller fra restbetong. Se *asfalt*, *knust (Ak)*, *gjenbruksbetong* og *gjenbruksasfalt*.

tilslag, samfengt

Blanding av grovt og fint *tilslag*. d er 0, D er større enn eller lik 4 mm.

track paving

Metode for legging av *asfalt* kun i hjulsporene. Eksisterende masse i hjulsporene er oppvarmet, og ofte også revet opp for å forbedre kontakten mellom gammel og ny asfalt. Se også *sporfylling*.

trafikkbelastning (N)

N er lik summen av ekvivalente 10 tonns aksler pr. felt i *dimensjoneringsperioden* og er den trafikkbelastning som veggen beregningsmessig skal tåle.

trafikkgrupper

Inndeling av *trafikkbelastning (N)* i grupper (trafikkgruppe A til F) som funksjon av sum ekvivalente 10 tonns aksler i *dimensjoneringsperioden*.

trafikkmengde

Se *årsdøgntrafikk (ÅDT)*. Se også *sommerdøgntrafikk (SDT)*, *årsdøgntrafikk, tunge (ÅDT-T)*.

traubunn

Se *planum*. (Traubunn brukes ofte om planum i skjæring.)

underbygning

En fellesbetegnelse for *undergrunn*, *forbedret* og *fylling opp til planum*.

undergrunn

Eksisterende masser i grunnen. Se også *undergrunn*, *forbedret*

undergrunn, forbedret

Eksisterende masser i grunnen, som gjennom bearbeiding, evt. ved tilsetning av materialer, får en forbedret styrke i forhold til opprinnelig styrke. Eksempler på tiltak kan være komprimering, senking av grunnvannstanden, stabilisering av leire ved innblanding av kalk. Formålet er å oppnå en redusert tykkelse på nødvendig overbygning. Se også *grunnforsterkning med lokale materialer*.

understørrelse

Andel korn i en sortering som er mindre enn *nedre siktstørrelse (d)*. Også kalt underkorn eller understein. Mengden angis i masseprosent av det samlede materialet.

utkiling

Kileformet endring i tykkelsen til et lag i vegoverbygningen. Utkilingen tilpasses overgangen mellom undergrunnsmaterialer i ulike bæreevnegrupper eller i overgangen mellom materialer som kan forårsake ulikt telehiv eller ulike setninger.

valsebetong

Jordfuktig betong som er slik proporsjonert at den kan komprimeres med vibrerende vals like etter utlegging.

vanngjennomløp

Rom eller tverrsnitt hvor vannet beveger seg under eller gjennom en konstruksjon.

vanninnhold

Vanninnholdet i et materiale angitt i masseprosent av tørrstoffmengden.

vanninnhold, optimalt

Det *vanninnhold* et materiale må ha for å gi størst tørrdensitet ved en gitt komprimeringsenergi. Ved *komprimering* i felt vil det gunstigste vanninnhold avhenge av komprimeringsutstyret, og ofte være forskjellig fra det optimale målt ved for eksempel Proctorforsøk i laboratoriet. Se *Proctor, Standard* og *Proctor, Modifisert*.

vannømfintlighet

Stabilitetsegenskap ved påvirkning av vann. Et materiale er vanligvis vannømfintlig dersom minst 7 % av materialet mindre enn 22,4 mm passerer 63 μm siktet. (Se også *materialer, selvdrenerende*.)

vedheftningsmidler

Stoff som tilsettes et bituminøst *bindemiddel* for å bedre vedheftningen til *steinmaterialet*. Se *amin*.

vegdekke

Den øverste del av *overbygningen*. Består vanligvis av et *slitelag* og et *bindlag*.

vegfundament

Alle lag i *vegoverbygningen*, minus *vegdekke*.

vegfylling

Oppfylling på opprinnelig terreng begrenset av fyllings-skråning og vegens *planum*.

vegkonstruksjon

Summen av alle elementer som inngår i veggen, dvs. *underbygning*, *overbygning*, samt konstruksjoner av kompletterende karakter som rekkverk, *avvannings-system* osv.

vegkropp

Vegens *overbygning* og *underbygning*.

vegolje

Blanding av *bitumen*, tungolje og petroleum. Vegolje anvendes som *bindemiddel* i oljegrus. Bruk av vegolje er i de senere år betydelig redusert til fordel for *myk bitumen*.

vegområde

Område som eies eller forvaltes av vegmyndigheten. Omfatter vegbane og sideområde inkludert sideanlegg.

skjæring

Utgraving i opprinnelig terreng begrenset av skjæringsskråning og vegens *planum*.

viskositet, dynamisk

Egenskap ved væske som flyter eller utsettes for flyt. Uttrykker forholdet mellom spenningen og hastighetsgradienten (forandring av hastighet per lengdeenhet).

viskositet, kinematisk

Dynamisk viskositet dividert med væskens densitet.

våtsikting

Vasking av materiale før *sikteanalyse*, hvis materialet inneholder finstoff som belegg på større steiner eller som kitter steinpartiklene sammen. Utføres for å få en mest mulig korrekt *kornkurve* for materialet.

årsdøgntrafikk (ÅDT)

Det totale antall kjøretøy som passerer et snitt av en veg i løpet av ett år, dividert med 365.

årsdøgntrafikk, lange (ÅDT-lange)

Det totale antall kjøretøy (med registrert total lengde, inkl. evt. tilhenger, > 5,5 meter) som passerer et snitt av en veg i løpet av ett år, dividert med 365.

årsdøgntrafikk, tunge (ÅDT-T)

Det totale antall tunge kjøretøy (med registrert/tillatt totalvekt > 3,5 tonn) som passerer et snitt av en veg i løpet av ett år, dividert med 365.



www.vegvesen.no/handboker

ISBN 978-82-7207-672-5

Trygt fram sammen