

ENGLISH VERSION



NORSK VERSJON

Environment in Focus



STATE OF THE ENVIRONMENT IN THE RAET NATIONAL MARINE PARK (SOUTHERN NORWAY)

APPLICATION OF THE EXPERT ELICITATION ASSESSMENT METHOD IN A MARINE PROTECTED AREA



Environment in Focus



www.grida.no

Suggested citation: Harris, P.T., Fabres, J., Sorensen, M., Rommens, W., Baker, E.K., Kroglund, T., Grundvig, K., Kroglund, F., Kiland-Langeland, T., Knutsen, J.A., Knutsen, H., Andersen, D.O. 2017. *State of the environment in the Raet National Marine Park (southern Norway): Application of the expert elicitation assessment method in a marine protected area.*

ISBN: 978-82-7701-164-6

Disclaimer

The contents of this report do not necessarily reflect the views or policies of GRID-Arendal or contributory organizations. The designations employed and the presentations do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of GRID-Arendal or contributory organizations concerning the legal status of any country, territory, city, company or area or its authority, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

This publication may be reproduced in whole or in part and in any form for educational or non-profit purposes without special permission, provided acknowledgement of the source is made. GRID-Arendal appreciate receiving a copy of any publication that uses this publication as a source.

No use of this publication may be made for resale or for any other commercial purpose whatsoever without prior permission in writing from GRID-Arendal.



STATE OF THE ENVIRONMENT IN THE RAET NATIONAL MARINE PARK (SOUTHERN NORWAY)

APPLICATION OF THE EXPERT ELICITATION ASSESSMENT METHOD IN A MARINE PROTECTED AREA

Authors Peter T. Harris¹, Joan Fabres², Morten Sorensen², Wouter Rommens², Elaine K. Baker³, Tone Kroglund⁴, Kari Grundvig⁵, Frode Kroglund⁶, Thomas Kiland-Langeland⁶, Jan Atle Knutsen⁷, Halvor Knutsen^{7,8}, Dag Olav Andersen⁸

Photography Peter Prokosch

-
1. Corresponding Author, GRID-Arendal, Postboks 183, 4836 Arendal, Norway, Peter.Harris@grida.no, Tel. +47 4763 0434
 2. GRID-Arendal, Postboks 183, 4836 Arendal, Norway
 3. GRID-Arendal c/o University of Sydney, School of Geosciences, Sydney, Australia
 4. Norwegian Institute for Water Research (NIVA), Gaustadalléen 21, 0349 Oslo, Norway
 5. Norwegian Directorate of Fisheries (Fiskeri-direktoratet), Postboks 185 Sentrum, 5804 Bergen, Norway
 6. Aust- and Vest-Agder County Governor's Office
 7. Institute of Marine Research (IMR), Nye Flødevigveien 20, NO-4817 His, Norway
 8. University of Agder, Postboks 422, 4604 Kristiansand, Norway.





Contents

Foreword	7
Executive summary	8
1. Introduction	9
1.1 State of the Marine Environment assessment	9
1.2 The Raet National Marine Park	9
1.3 Aims and objectives	10
2. Methods	11
2.1 Expert elicitation assessment process	11
2.2 Assessment parameters	11
2.3 Grading scores, grading statements and benchmarks	11
2.4 Assessment of condition	11
2.5 Assessment of pressures and socioeconomic benefits	12
2.6 Risk assessment	12
2.7 Conduct of the workshop	12
3. Results	13
3.1 Habitats	13
3.2 Species	14
3.3 Ecological processes	15
3.4 Physical and chemical processes	16
3.5 Pests, introduced species, diseases and algal blooms	16
3.6 Pressures and socioeconomic benefits	16
3.7 Risk assessment for the future of the Raet Park	18
4. Discussion	21
4.1 The condition and trend of the Raet Park	21
4.2 The expert elicitation method: strengths and weaknesses	21
5. Conclusions	25
Acknowledgements	26
References	26
Appendix 1. Web-based system for State of the Marine Environment reporting	30
Appendix 2. Tables of Grading Statements	31



Foreword

The Raet National Marine Park, on the south coast of Norway, is the newest addition to Norway's marine protected area network. It is an area of great natural beauty, with a vast variety of plant life, animal life and geology. It is also an area with a rich cultural history and historical significance.

Marine protected areas are essential tools to ensure healthy oceans. It is important that the management policies of these vulnerable and valuable areas are based on the best scientific information available. This report outlines an innovative and comprehensive new approach to support the development and evaluation of such policies. It includes the input of marine scientists, but also the input from the fishing industry, the tourism industry and a range of other stakeholders. In bringing a large set of experts together, we also recognize the local and traditional knowledge about

our marine environment. This report provides us with a solid understanding of the status and trends in the marine environment in the National Marine Park.

It is the first time this method has been applied for state of the marine environment reporting in Norway. The good news is that the report broadly concludes that the Raet National Marine Park is in good condition. However, it also points out significant information gaps we must address, and areas where new management measures are needed.

It is an important goal for the Norwegian government to make sure that our environmental policies are effective, and that any negative changes in the environment are identified promptly. This report makes a valuable contribution towards reaching that goal for the Raet National Marine Park.

Vidar Helgesen

Minister of Climate and Environment



Executive summary

We document a procedure for conducting a State of the Marine Environment assessment using the expert elicitation (workshop-based) method, including a new web-based tool for real-time feedback to participating experts.

The method is applied to the newly declared 607 km² Raet National Marine Park located in southern Norway, where a workshop was held with 20 experts with local knowledge of the environment, including its social and economic aspects.

The strengths and weaknesses of the expert elicitation method are discussed and it is concluded that the method is suitable for conducting an assessment at the scale of this marine park.

The method enables the rapid production of a cost-effective product that provides an assessment that is relevant to the park's management and which makes use of all available knowledge (including local and unpublished knowledge and information), with distinct advantages over costly, data-generated assessment methods. Although there is a marine research station located within the boundaries of the park, several data gaps have been identified for some habitats, which could not be assessed using the available data.

New management regimes are needed for some species that are overfished (European lobster, *Homarus gammarus*) or threatened by other human activities (sugar kelp habitat).

Overall, the environment within the park is considered to be in generally good condition.



1. Introduction

1.1 State of the Marine Environment assessment

It is fundamental to marine environmental management that governments have the capacity to assess and monitor the condition and trend of coastal and marine ecosystems within their jurisdiction (UNEP and IOC/UNESCO, 2009). Although undertaking integrated environmental assessments¹ can be expensive and time-consuming, sound information is critical to understanding the State of the Marine Environment (SOME) to underpin decision-making, achieve or maintain ocean health and develop national oceans policies (UNEP and IOC/UNESCO, 2009). Most importantly, large-scale integrated assessments must not be overly biased by information that is limited only to places or issues that are well studied, since this might result in outcomes that are not balanced or that do not properly represent conditions across the whole of the area assessed (e.g. Martin et al., 2012).

SOME assessments (e.g. Wilkinson et al., 2005; OSPAR, 2010; Australia State of the Environment 2011; EPA, 2015; United Nations World Ocean Assessment, 2016) provide authorities with information on the issues that they must address, any gaps in knowledge that may exist and the social and economic consequences that are likely to follow from policies and legislative actions taken. In the case of countries that have established marine protected

areas (MPAs) within their jurisdictions, there is an additional need to monitor and measure the condition and trend of ecosystems and their surrounding areas to verify that the MPA is performing as planned to yield the desired outcomes (Pomeroy et al., 2004).

Although data sets from local areas – including data sets about specific aspects of marine ecosystems – are common, these often have too coarse a resolution over the whole of the area being assessed and are usually not part of a systematic collection of data routinely synthesized for reporting purposes (Carpenter, 2002; Ward, 2011). Regional and national data sets are often patchy or lacking (e.g. Ban et al., 2009; Smith et al., 2009), making it difficult to establish a baseline against which to measure future changes and to select indicators that can be monitored and measured. Furthermore, since there are many existing frameworks and approaches to environmental assessment and reporting (Singh et al., 2012; Rombouts et al., 2013) and currently no globally accepted schemes (Ward, 2014), knowing how to approach the conduct of an SOME assessment can be a challenge.

Here we report on the application of the expert elicitation (EE) method to conduct an SOME assessment to support the management of the Raet National Marine Park, a newly declared MPA in south-eastern Norway. EE is essentially a scientific consensus methodology, aimed at generating an assessment of any chosen set of parameters by synthesizing the information available from existing assessments, scientific publications and data in conjunction with the subjective judgment of experts (EPA, 2011; McBride and Burgman, 2012; Morgan, 2014; Ward et al., 2014). In the case of an SOME

assessment, the EE method is used to assess the condition of the national or regional marine and coastal environment in a manner that can be used for reporting purposes (Ward, 2014). The EE method has been successfully applied for SOME assessments on several occasions, including in the 2011 Australia SOME report (Australia State of the Environment, 2011; Ward, 2014; Ward et al., 2014), in an assessment of the South China Sea (Ward, 2012; Feary et al., 2014), in the Guinea Current Region of West Africa and in Sierra Leone (EPA, 2015).

1.2 The Raet National Marine Park

The Raet National Marine Park (hereafter referred to as the “Raet Park”) was established on 16 December 2016, in recognition of the cultural and geological significance of the coastal landscape left behind when the Scandinavian ice sheet withdrew after the last ice age, approximately 10,000 years ago. The term “raet” refers to glacial moraine deposits comprised of cobble- to boulder-sized gravel, which occur offshore and along the coast of Vestfold, Telemark and Agder in southern Norway (Figure 1). The moraine follows the Baltic Coast, from Norway through Finland and Sweden into Russia (Dahl et al., 2014).

The Raet Park covers an area of 607 km² on the outer coastline of southern Norway (Figure 1). The underwater seascape, dominated by glacial moraine areas and productive kelp forests, is an area of high biological diversity, including fish, crustacea, benthic algae, molluscs and worms (Knutsen et al., 2010; Dahl et al., 2014). In sheltered and shallow-water coastline areas, soft-bottom habitats and eelgrass

1. An integrated environmental assessment is defined as one that includes environmental, social and economic aspects and covers all parts of the environment including habitats, species and ecological, physical and chemical processes (UNEP, 2009).

and mudflat communities occur. Glacially-formed bathymetric depressions on the inner shelf can trap water masses for extended periods such that the bottom water becomes depleted in dissolved oxygen, although anoxic bottom-water conditions have not been found in any locations to date (Dahl et al., 2014).

Biodiversity in hard-bottom communities (macroalgae and macrofauna) and soft-bottom fauna have been examined, and nutrients, water quality and hazardous substances have been studied (Moy et al., 2015; Green et al., 2010; see also <http://vannmiljo.miljodirektoratet.no>). The Norwegian Institute of Marine Research (IMR) holds an extensive database on Skagerrak (and the Raet Park) coastal marine life, including a beach-seine time series that has been conducted annually since 1919, which samples more than 110 stations along Skagerrak (e.g. Barceló et al., 2015). Meanwhile, a gill-net time series from 1984 to the present day (excluding the 1990s) provides a different range of generally bigger fish and other species (Olsen et al., 2008; Roney et al., 2016). Norway has an ongoing programme for mapping marine habitats along Skagerrak, focusing on eelgrass, kelp forest and fish spawning grounds (Knutsen et al., 2007; Olsen et al., 2008; Bekkby et al., 2012; Espeland et al., 2013; Barceló et al., 2015; Roney et al., 2016).

1.3 Aims and objectives

The aim of this report is to describe the application of the EE assessment approach to a marine protected area and to determine the strengths and weaknesses of this methodology. Its objective is to produce an environmental assessment of the Raet Park, including an assessment of knowledge gaps and potential future environmental risks, for the consideration of regional management authorities. An analysis of the EE method will determine its appropriateness for SOME assessments in a local (subnational) setting.

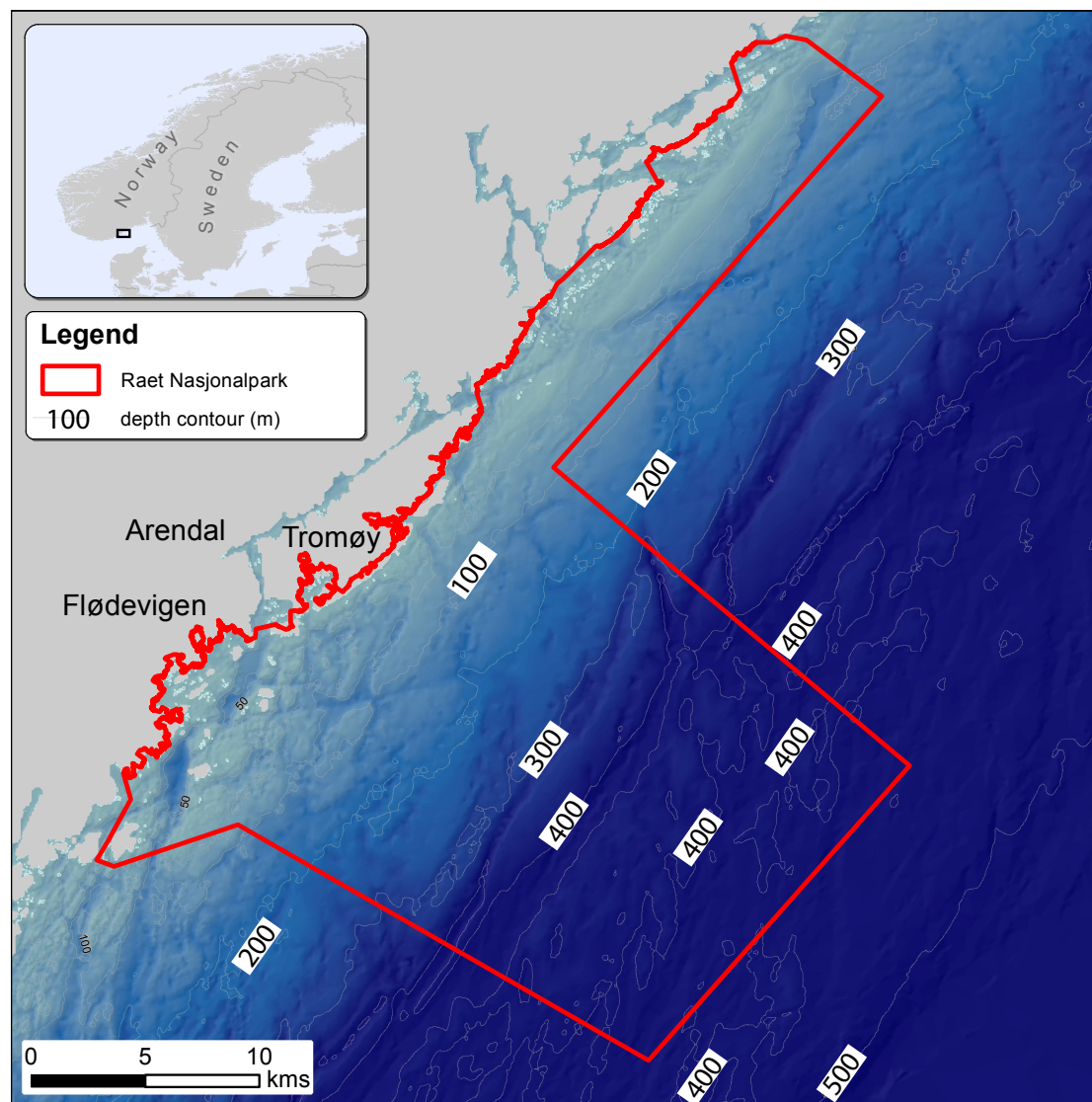


Figure 1: Map showing the location of the Raet Park in south-eastern Norway. More than 98 per cent of the park area consists of sea, with some land area and a number of small islands also included. The park extends up to about 12 nautical miles offshore, with water depths mainly <100 m except for the deeper areas south of Tromøy, where a maximum depth of up to ~500 metres occurs. The park is representative of deep-water *Norskerenna* habitat, as well as a broad spectrum of marine habitats associated with the raet glacial moraine (Brattegård and Holte, 1995).

2. Methods

2.1 Expert elicitation assessment process

The methodology described in this paper is largely based upon the Australia SOME report completed in 2011 (Australia State of the Environment, 2011; Ward et al., 2014). Technically, the method can be described as a form of behavioural aggregation using a modified Delphi Technique with direct discussion (Burgman, 2005). The ultimate success in the production and legitimacy of a report ensuing from an EE process depends upon the thoroughness of the steps before and after the elicitation has been carried out (Kristensen et al., 1999; Martin et al., 2012; McBride and Burgman, 2012). An ideal procedure should include certain steps (Figure 2) tailored to the needs and constraints of the state or region for which the report is being produced. The centrepiece of an EE assessment is the workshop (or series of workshops) attended by appointed experts (Figure 2). A new innovation reported here is a web-based SOME software developed by GRID-Arendal (appendix 1), which is used to record scores assigned

by consensus using the modified Delphic approach defined by Macmillan and Marshall (2006).

2.2 Assessment parameters

For the condition assessment, the present SOME-EE process uses standard parameters that are consistent with the United Nations World Ocean Assessment (United Nations World Ocean Assessment, 2016). In the present study, the following sets of parameters were assessed: 1) habitats; 2) species; 3) ecological processes; 4) physical and chemical processes; 5) pests, introduced species, diseases and algal blooms; and 6) pressures and socioeconomic benefits.

2.3 Grading scores, grading statements and benchmarks

During the assessment workshop, expert participants assign condition scores to each parameter on a scale from 1 to 8, whereby 1 designates the poorest state of condition, and 8 the best. Scores are assigned on

the basis of group consensus. Based on the scores agreed by the experts, four grades are derived as follows: 1 to 2 = Very Poor, 3 to 4 = Poor, 5 to 6 = Good and 7 to 8 = Very Good.

A key part of the process is applying a set of grading statements (see appendix 2) that have been uniquely derived for each major aspect of the assessment to represent the four condition grades (Very Poor, Poor, Good, Very Good), based on Ward (2011) and the Australia State of the Environment (2011). Each score is also assigned a confidence estimate (High, Medium or Low) based on the experts' current state of knowledge and judgment.

A "benchmark" (a point of reference for the condition) is used to avoid problems of "sliding baselines" (Dayton et al., 1998; Borja et al., 2012; McClenachan et al., 2012). A benchmark year of 1900 was chosen in the present study, since most scientific observations in the Raet Park are subsequent to that date. The use of a benchmark is only for the purpose of quantifying environmental change relative to the present time and should not be confused with an objective for management (Ward, 2014).

2.4 Assessment of condition

In the assessment workshop, scores are given for three aspects of each condition parameter, in a spatial reference frame (Figure 3): 1) the condition in the most-impacted 10 per cent of the region under consideration; 2) the condition in the least-impacted 10 per cent of the region under consideration; and 3) the condition in the majority (the remaining 80 per cent) of the region under consideration. The use of the upper and lower 10 per cent estimates follows from the Speirs-Bridge et al. (2010) method

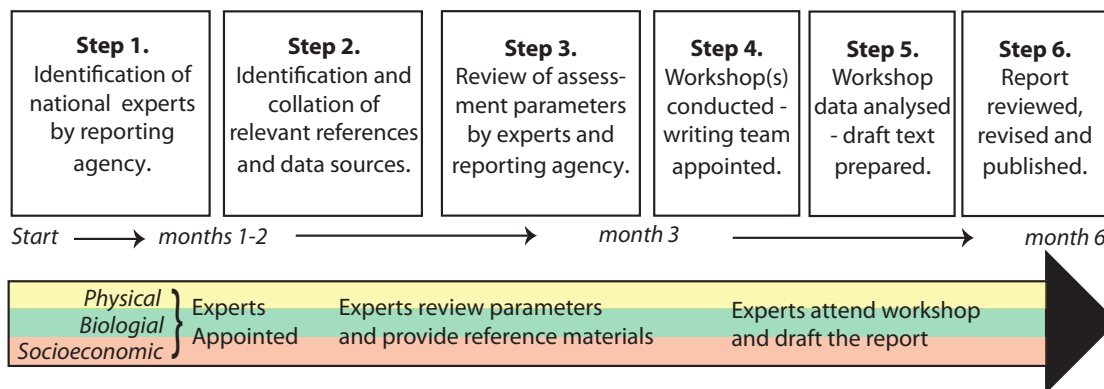


Figure 2: Diagram illustrating the timeline for one complete cycle of the SOME-EE process. Between three and six months are normally needed to plan and execute the complete process.

to reduce the level of overconfidence in expert judgment. Capturing the (lack of) availability of spatial information about each parameter is part of the knowledge gap analysis and is valuable in its own right (Ward, 2014). Otherwise, if there was a lack of spatial data on a parameter (or if the spatial aspects of the parameter were ill-defined), the experts may have decided to score only the whole (100 per cent) area, without scores for the best or worst 10 per cent.

The trend in each parameter is assessed as either declining, stable or improving for the last five years (and not in relation to the benchmark), to provide policymakers and decision makers with feedback on whether or not policy responses have had the desired effect. The choice of five years is based on the typical recurrence interval of SOME reporting in many states and also the fact that it is unlikely that measurable differences in condition could be detected in less than five years following government-led policy changes. A confidence estimate (High, Medium, Low) is also assigned to trends agreed by the experts. Key papers or reports that support the scores being assigned are recorded by the rapporteur; some may become “anchors” for establishing the condition or trend of a given parameter (or set of parameters).

2.5 Assessment of pressures and socioeconomic benefits

To score the environmental impact of marine-based industries (pressure), experts provide a consensus score, confidence grade and estimate of trend (in the last five years) for the condition of the environment that coincides with the spatial footprint (i.e. the space where the industry operates) of the industry, relative to the baseline. Changes in the condition of the environment should be attributable only to the industry under assessment. The confidence score may be influenced by uncertainty in the attribution of impact where two or more industries are impacting on the same area.

The totality of all socioeconomic benefits that society receives from the industry is then assessed. Several aspects must be evaluated, including: 1) whether it is a major national employer, paying fair wages, either through direct employment or supporting industries; 2) whether the state receives significant taxes, royalties and/or licence fees and whether a significant portion of profits remain in the country; 3) whether the industry exploits a sustainably managed renewable resource; 4) whether the industry contributes to education and training programmes, human health or medical benefits for its employees; 5) whether the industry creates national infrastructure such as roads, communication systems or other facilities; 6) whether the industry is mainly or wholly owned by national interests (i.e. the profits from the industry remain in the country). The industry is given a score from 1 to 8 based on the experts’ judgment. The environmental and socioeconomic scores for the industry are used to classify its overall rating.

2.6 Risk assessment

The likelihood of and consequences associated with a given risk are scored on a scale from 1 to 5. The risk assessment includes the likelihood that an event will occur: a) in the next five years; and b) in the next 50 years and its consequences (see also Kaplan and Garrick, 1981; FAO, 2016).

2.7 Conduct of the workshop

In order to assess the environmental status of the Raet Park, an EE workshop was conducted on 21-22 August 2014. The workshop was attended by 20 experts (the authors plus the volunteers listed in the acknowledgements) and was conducted according to the methodology outlined above. The results were recorded using software developed by GRID-Arendal (see appendix 1).

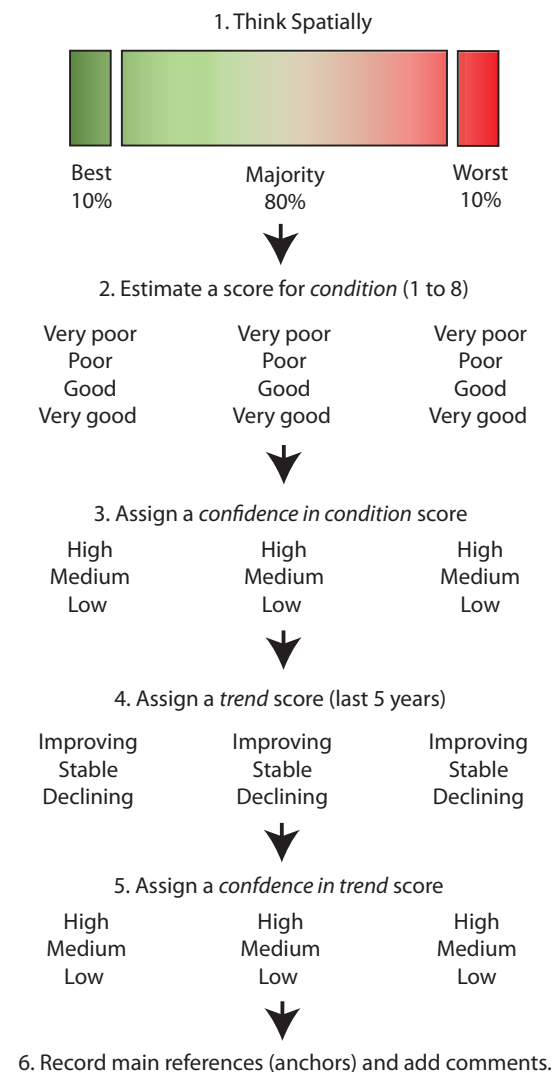


Figure 3: Flow diagram illustrating steps to be taken in the assessment of each parameter for habitats, species, ecological processes, physical and chemical processes and human pressures. Note that all the scores are ideally assigned for the best 10 per cent, worst 10 per cent and majority (80 per cent) of the area where each parameter applies.

3. Results

During the workshop held for the present study, the authors volunteered to participate in the subsequent report-writing and thus self-nomination avoided any conflict of interest. The results of the workshop are as follows:

3.1 Habitats

Of the 17 habitats thought to potentially exist in the Raet Park that were identified prior to the EE workshop (Knutsen et al., 2010; Dahl et al., 2014), the participating experts considered that there was sufficient evidence to provide an assessment for only eight of them (Figure 4). The nine habitats not assessed were: anoxic soft bottom; anoxic hard bottom; coral; aphotic hard bottom, including rock and gravel; aphotic soft bottom; euphotic soft bottom; euphotic hard bottom including rock and gravel; shell sands; salt marsh; and algal wracks.

Figure 4: Screen shot from the SOME web-based software (appendix 1), showing a list of known or expected habitats in the Raet Park region, with scores for condition (white boxes), trend (arrows or horizontal line) and confidence (coloured squares) produced using GRID-Arendal's web-based system (appendix 1). The solid black line represents the range in condition scores from the worst 10 per cent to the best 10 per cent for the specified habitat. See Table 1 (appendix 2) for grading statements used to derive the scores. Scores were not provided for habitats where the experts considered there to be insufficient information or evidence available to make an assessment. Hovkilen is the name of an embayment within the Raet Park (on Tromøy Island; Figure 1), commonly frequented by tourists and leisure boaters. The "i" symbol is a weblink to text data entered by the rapporteur relevant to the parameter and discussion of the experts.

Component	Info	Assessment grade				Confidence	
		Very poor	Poor	Good	Very good	In grade	In trend
Estuaries and small bays		■	□	□	■	■	■
Hove kilen		■	■	□	□	■	■
Sugar Kelp	(i)	□	□	□	□	■	■
Anoxic soft bottom	(i)	■	■	■	■		
Anoxic hard bottom	(i)	■	■	■	■		
Coral	(i)	■	■	■	■		
Zostera eelgrass meadows	(i)	■	□	□	□	■	■
Aphotic hard bottom including rock and gravel	(i)	■	■	■	■		
Aphotic soft bottom	(i)	■	■	■	■		
Euphotic hard bottom	(i)	■	□	□	□	■	■
Euphotic soft bottom	(i)	■	■	■	■		
Skjellsand - Shell sands	(i)	■	■	■	■		
Rocky foreshore and beach		■	□	□	□	■	■
Soft sediment foreshore and beach		■	□	□	□	■	■
Salt marsh		■	■	■	■		
Algegytjebunn - algal wracks	(i)	■	■	■	■		
Large kelp		■	■	□	□	■	■

Grades	■ Very poor	■ Poor	■ Good	■ Very good
Recent trends	▴ Improving	▬ Stable		■ High confidence based on high-quality data
	▾ Declining	⊕ Unclear	Confidence	■ Moderate confidence based on some limited evidence
	▭ Worst/best 10% of places			■ Low confidence based on expert judgement with little or no data

Of the eight habitats that were assessed, three were scored with a high degree of confidence (sugar kelp, Zostera eelgrass meadows and rocky foreshore-beach (= rocky littoral zone)), three with a moderate degree of confidence (estuaries and small bays, euphotic hard bottom and large kelp) and two with low confidence (Hovekilen and soft sediment foreshore-beach). The long-term monitoring programme has shown good conditions for hard-bottom vegetation (kelp) in the Raet Park (Moy et al., 2015). Local surveys have also shown good conditions for the rocky littoral zone, soft-bottom fauna and water quality within the Raet Park (Kroglund et al., 2004, 2012).

Moy and Christie (2012) assessed the condition and trend of sugar kelp (*Saccharina latissima*) habitat for southern and western Norway during 2004–2009 and recorded a large-scale shift from sugar kelp forest to communities dominated by filamentous, ephemeral macroalgae. They attributed this shift mainly to eutrophication (nutrient and particle pollution) and climate change (increase in ocean temperature).

The average condition of habitats is assessed as good to very good (Figure 4). Habitats in the 10 per cent area worst affected by human activities were assessed as being in poor condition, whereas the habitats in the 10 per cent least affected area were assessed as being in very good condition (Figure 4).

The trend for habitat condition over the preceding five years (2009–2014) is assessed as being steady for six out of eight habitats and improving for two habitats (sugar kelp and Zostera eelgrass meadows; Figure 4). No habitat is considered to be in a state of decline.

3.2 Species

Of the 22 species thought to potentially exist in the Raet Park that were identified prior to the EE workshop, the expert participants considered that there was

Component	Info	Assessment grade				Confidence	
		Very poor	Poor	Good	Very good	In grade	In trend
Whales		Very poor	Poor	Good	Very good		
Seals		Very poor	Poor	Good	Very good	Low confidence	Low confidence
Porpoise		Very poor	Improving	Good	Very good	Low confidence	Low confidence
Resident birds - small gull species	(i)	Very poor	Stable	Good	Very good	High confidence	High confidence
Migratory birds - terns	(i)	Very poor	Stable	Good	Very good	High confidence	High confidence
European oyster		Very poor	Poor	Good	Very good	Low confidence	Low confidence
Blue mussel		Very poor	Poor	Good	Very good	High confidence	High confidence
Pandalus borealis		Very poor	Poor	Good	Very good	Moderate confidence	High confidence
Crabs		Very poor	Poor	Good	Very good	Low confidence	Moderate confidence
Lobster		Very poor	Stable	Good	Very good	High confidence	High confidence
Coastal cod		Very poor	Stable	Good	Very good	High confidence	High confidence
Other cod fishes		Very poor	Stable	Good	Very good	Moderate confidence	Moderate confidence
Leppefisk (Berggyt etc.)	(i)	Very poor	Poor	Good	Very good	High confidence	High confidence
Sea trout		Very poor	Poor	Good	Improving	High confidence	High confidence
European eel		Stable	Poor	Good	Very good	Moderate confidence	Moderate confidence
Spratt (Sprattus sprattus)		Very poor	Unclear	Good	Very good	Low confidence	Low confidence
Herring		Very poor	Poor	Good	Very good	Low confidence	Low confidence
Makrell		Very poor	Poor	Good	Very good	Moderate confidence	Moderate confidence
Piggho (shark or dogfish)		Very poor	Poor	Good	Very good		
Large gulls		Very poor	Poor	Good	Very good	High confidence	High confidence
Cormorants		Very poor	Poor	Good	Improving	High confidence	High confidence
Flatfishes		Very poor	Poor	Good	Very good	Low confidence	Low confidence

Grades	Very poor	Poor	Good	Very good
Recent trends	Improving	Stable	Declining	Unclear
	Worst/best 10% of places		Confidence	High confidence based on high-quality data
				Moderate confidence based on some limited evidence
				Low confidence based on expert judgement with little or no data

sufficient evidence to provide an assessment for 20 of them (Figure 5). They found that insufficient data were available to score the best and worst 10 per cent of areas of species occurrence (spatially) and hence scores were provided for the total area only.

Of the species that were assessed for their current condition, nine were scored with a high degree of confidence, four with a moderate degree of confidence and seven with low confidence. Published papers and reports supporting the assessment of the condition and trend of species include Juliussen (2013), who examines the biodiversity of fish species in a gill-net time series, and Barceló et al. (2015), who describe the historic changes in species composition in the beach-seine survey from 1919 until the present day. The average condition of species is assessed as good, although the European eel is considered to be in very poor condition and seven other species are considered to be in poor condition (Figure 5).

The local European lobster (*Homarus gammarus*) fishery has been in decline for many years (Pettersen

Figure 5: Screen shot from the SOME web-based software (appendix 1), showing a list of known or expected species in the Raet Park region, with scores for condition (white boxes), trend (arrows or horizontal line) and confidence (coloured squares); figure produced using GRID-Arendal's web-based system (appendix 1). See Table 2 (appendix 2) for grading statements used to derive the scores. The experts did not provide condition scores for the best or worst 10 per cent of species due to insufficient data. Scores were not provided for whales or sharks (including dogfish) because the experts considered there to be insufficient information or evidence available to make an assessment. The "i" symbol is a weblink to text data entered by the rapporteur relevant to the parameter and discussion of the experts.

et al., 2009) and there are strong indications that the stock is over-harvested; the fishery is poorly regulated and the total estimated catch might be 14 times higher than official reports suggest (Kleiven et al., 2012). Rebuilding the lobster population within existing MPAs has further shown that fishing pressure is an important contributor to stock decline (Moland et al., 2013).

The trend for species condition over the preceding five years (2009–2014) is assessed as being steady for 16 of the 20 species assessed, improving for three species (harbour porpoise (*Phocoena phocoena*), sea trout (*Salmo trutta trutta*) and cormorants (*Phalacrocorax carbo*)) and uncertain for one species (sprat (*Sprattus sprattus*); see Figure 5). No species is considered to have been declining in condition over the last five years.

3.3 Ecological processes

Experts participating in the workshop assessed five ecological processes: 1) migration routes for salmon, eel and sea trout; 2) bird nesting and roosting sites; 3) feeding grounds; 4) trophic structures and relationships; and 5) primary productivity.

The migration routes for Atlantic salmon (*Salmo salar*), sea trout (*Salmo trutta trutta*) and eels (*Anguilla anguilla*) are assessed with a high degree of confidence as being in very good condition. Two of the most significant commercial fish species caught within the Raet Park do not spawn within the park itself: European eels spawn in the Sargasso Sea, with eels from eastern parts of Europe passing through the park on their migration run (Westerberg et al., 2014), while sea trout spawn and utilize nursery habitats in surrounding streams and brooks that discharge along the coast beyond the park (Durif et al., 2011). A recent survey of many of the sea trout brooks bordering the Raet Park has found their

present status to be moderate, ranging from good to poor (Haraldstad et al., 2014; Agder, 2015). A key point, therefore, is that human actions outside the park will affect fish status within the park.

Although salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) are regarded as the most significant challenge to the survival of anadromous fish in Norway in general, eight years of monitoring have shown that they are not affecting anadromous fish within the Raet Park (Nilsen et al., 2016). Atlantic salmon from rivers east of the Raet Park most likely pass within the boundaries of the Raet Park on their marine migration run. There are no migratory barriers to anadromous or catadromous fish within or outside the Raet Park, but oceanic factors will affect survival to adulthood. Acidification of freshwater streams was the prime cause for species extinction during the 1960s and liming since the mid-1990s has resulted in a major increase in survival and in salmon catches within the region (Hesthagen et al., 2011). Current pressures still affecting anadromous and catadromous fish are mainly related to hydropower. Sea trout are affected mainly by road-related barriers (Haraldstad et al., 2014; Agder, 2015).

Nesting and roosting sites for seabirds such as terns and cormorants on the Raet Park islands and coasts are considered to be in good condition, although the worst 10 per cent of areas are considered to be in poor condition (Fauchald et al., 2015). Feeding grounds are considered to be in good condition with a moderate degree of confidence, although the worst 10 per cent of areas are considered to be in poor condition. Trophic structures and relationships are considered, with a high degree of confidence, to be in poor condition (Knutsen, 2010). Lastly, primary production is assessed as being in good condition with a high degree of confidence (Andersson et al., 2006), although the worst 10 per cent of areas are considered to be in poor condition.

The trend for the condition of ecological processes over the preceding five years (2009–2014) is assessed as being steady for all processes assessed, although there is a confidence score for only two of these trends. No ecological process is considered to be in a state of declining condition.

3.4 Physical and chemical processes

Experts participating in the workshop assessed four physical/chemical processes: 1) coastal currents; 2) urban discharge; 3) freshwater run-off; and 4) dissolved oxygen content. All four were assessed as being in very good condition. The participants found that insufficient data were available to spatially score the best and worst 10 per cent of areas of physical and chemical processes; hence scores were provided for the total area only. There is, however, a

high degree of confidence in the condition and trend assessments for all four processes (Agder, 2015).

The trend for the condition of physical-chemical processes over the preceding five years (2009–2014) is assessed as being steady for coastal currents and dissolved oxygen, improving for urban discharge and declining for the quality of run-off. Run-off from watersheds has become steadily darker over the last 20–30 years due to organic matter content. This may affect light transmission within the coastal waters (Aksnes et al., 2009).

3.5 Pests, introduced species, diseases and algal blooms

The overall status of pests and invasive species was assessed by workshop participants as being good with reference to the benchmark of 1900. The condition in

the worst 10 per cent of areas was assessed as being poor and in the best areas the status was assessed as being good. However, over the last five years the condition is, with a high degree of confidence, assessed as declining (Gederaas et al., 2012).

Diseases are not well studied in the Raet Park and were not assessed as part of the workshop.

Algal blooms (*Chrysocromulina polylepis*) have not occurred on a large scale in the region since the last major bloom in 1988, which affected many marine species. As algae species have not been monitored, the experts decided not to score this parameter.

3.6 Pressures and socioeconomic benefits

The workshop considered six separate human pressures and the socioeconomic benefits that they provide to society in the Raet Park region: commercial fisheries; recreational fisheries; commercial shipping; recreational boating; tourism; and coastal development (Figure 6). The participants found that insufficient data were available to spatially score the best and worst 10 per cent of areas of most parameters, but there was sufficient information to score the best and worst 10 per cent of areas for pressures of commercial fishing, recreational fishing, tourism and coastal development (Figure 6).

For commercial fisheries, the experts considered the environmental pressure to be moderate (good) overall, with the worst 10 per cent of areas impacted by fishing experiencing significant pressure and the best 10 per cent of areas experiencing low, but increasing (declining condition) pressure over the past five years (indicating increasing pressure on the areas in best condition where commercial fishing occurs; see above for “species” regarding the European lobster fishery). The confidence in the environmental impact of this pressure, and its trend over the past five years, are



considered to be low (Figure 6). The experts consider commercial fishing to be providing significant (good) social and economic benefits to the region.

For recreational fishing, the experts considered the environmental pressure to be moderate (good) overall, with the worst 10 per cent of areas impacted

by fishing experiencing high pressure (very poor) and the best areas experiencing moderate pressure (good). The trend in this pressure has been steady over the past five years and there is moderate confidence in this assessment. The experts consider recreational fishing to be providing significant benefits (good) to the region, which are believed to have been increasing over the past five years. There is a high degree of confidence in the score and trend for social and economic benefits (Figure 6).

For commercial shipping, the experts considered the environmental pressure to be moderate (good) overall. The trend in this pressure has been steady over the past five years and there is high confidence in this assessment. The experts consider commercial shipping to be providing the region with high benefits (very good), which are believed to have been increasing during the past five years. There is a high degree of confidence in the score and trend for social and economic benefits (Figure 6).

For recreational boating, the experts considered the environmental pressure to be moderate (good) overall. The trend in this pressure has been steady over the past five years and there is moderate confidence in this assessment. Recreational boating is considered by the experts to be providing the region with high benefits (very good), which are believed to have been steady over the past five years (attributed mainly to recreational boat harbours). There is a low degree of confidence in the score and trend for social and economic benefits (Figure 6).

For tourism, the experts considered the environmental pressure to be moderate (good) overall, with the worst 10 per cent of areas impacted by tourism experiencing moderate pressure (poor) and the best areas experiencing low pressure (very good). The trend in this pressure has been steady over the past five years for most areas but increasing (declining

Component	Info	Assessment grade				Confidence	
		Very poor	Poor	Good	Very good	In grade	In trend
Commercial fisheries - environmental pressure		Very poor	Poor	Good	Very good	Low confidence	Low confidence
Commercial fisheries - socio-economic benefits		Very poor	Poor	Good	Very good	High confidence	High confidence
Recreational fisheries - environmental pressure		Very poor	Poor	Good	Very good	Moderate confidence	Moderate confidence
Recreational fisheries - socio-economic benefits		Very poor	Poor	Good	Very good	High confidence	High confidence
Commercial shipping - environmental pressure		Very poor	Poor	Good	Very good	High confidence	High confidence
Commercial shipping - socio-economic benefits		Very poor	Poor	Good	Very good	High confidence	High confidence
Recreational boating - environmental pressure		Very poor	Poor	Good	Very good	Moderate confidence	Moderate confidence
Recreational boat harbours - socio-economic benefits		Very poor	Poor	Good	Very good	Low confidence	Low confidence
Tourism - environmental pressure		Very poor	Poor	Good	Very good	Moderate confidence	Moderate confidence
Tourism - socio-economic benefits		Very poor	Poor	Good	Very good	High confidence	High confidence
Coastal development - environmental pressure		Very poor	Poor	Good	Very good	Moderate confidence	High confidence
Coastal development - socio-economic benefits		Very poor	Poor	Good	Very good	Moderate confidence	High confidence

Grades	Very poor	Poor	Good	Very good
Recent trends	Improving	Stable	Declining	Unclear
	Worst/best 10% of places			
Confidence	High confidence based on high-quality data			
	Moderate confidence based on some limited evidence			
	Low confidence based on expert judgement with little or no data			

Figure 6: Screen shot from the SOME web-based software (appendix 1), showing a list of some human pressures and social and economic benefits known to occur in the Raet Park region, identified prior to the workshop, with scores assigned during the workshop to the extent of the pressure (white boxes), trend (arrows or horizontal line) and confidence estimates (coloured squares); figure produced using GRID-Arendal's web-based system (appendix 1). The pressure scores should be interpreted in relation to the grading statements listed in Table 6 (appendix 2) and the social-economic scores with reference to Table 7 (appendix 2). In some cases, the experts did not provide condition scores for the best or worst 10 per cent due to insufficient data.



condition) in the worst 10 per cent of areas; there is moderate confidence in the trend assessment. Tourism is considered by the experts to be providing the region with significant benefits (good), which are believed to have been steady over the past five years. There is a high degree of confidence in the score and

trend assessment for social and economic benefits (Figure 6).

Lastly, for coastal development, the experts considered the environmental pressure to be significant (poor) overall, with the worst 10 per cent of

areas impacted by tourism experiencing high pressure (very poor) and the best areas experiencing moderate pressure (good). There is moderate confidence in the assessment of pressure (Figure 6). The trend in this pressure has been steady over the past five years for all areas and there is high confidence in this trend

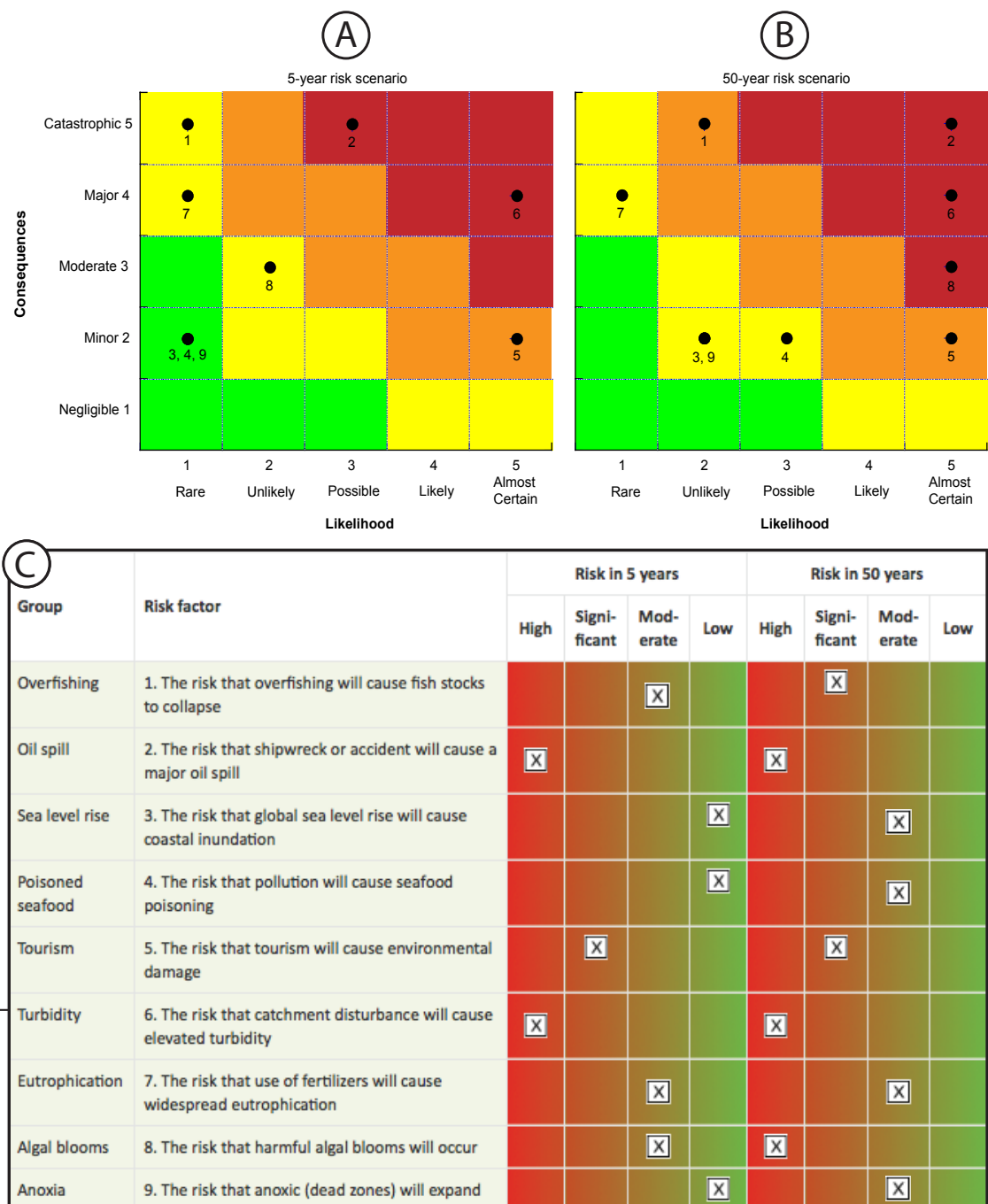
assessment. Tourism is considered (with moderate confidence) by the experts to be providing significant benefits (good) to the region, which are believed to have been increasing over the past five years. There is a high degree of confidence in the upward trend for social and economic benefits derived from coastal development (Figure 6).

3.7 Risk assessment for the future of the Raet Park

The workshop considered nine separate risk scenarios with five-year (Figure 7A) and 50-year (Figure 7B) time horizons using the assessment procedure outlined in section 2.7. Two risks that the experts assessed as being low for the Raet Park region were the risk of anoxic dead zones appearing and the risk of sea level rise causing coastal inundation (Figure 7A). The two risk scenarios that the experts rated as having the highest risk, and which did not change over five-year and 50-year timescales, were for shipwreck (or accident) causing an oil spill and the risk of catchment disturbance causing elevated turbidity and terrestrial organic matter in coastal waters (Figure 7A and B).

The risk that the use of fertilizers will cause widespread eutrophication (rated as a moderate risk) and that tourism will cause environmental damage (significant risk) did not change between five and 50 years (Figures 7A and B). In contrast, the risk of harmful algal blooms increased from moderate in a five-year scenario to high in 50 years (Figures 7A and B).

Figure 7: Results of risk analysis carried out for the Raet Park showing (A) likelihood versus consequences scores with a five-year time-horizon; (B) likelihood versus consequences scores with a 50-year time-horizon; and (C) overall risk assessment. The numbers on the likelihood versus consequences graphs (A and B) refer to the risk scenarios listed in (C).





4. Discussion

4.1 The condition and trend of the Raet Park

One aim of this study was to produce an assessment of the Raet Park, including an assessment of knowledge gaps and potential future environmental risks, for the consideration of regional management authorities. As reported in the results above, the average condition of habitats is assessed as good, although habitats in the 10 per cent area worst affected by human activities are assessed as being in poor condition, and none of the assessed habitats are considered to be in a state of declining condition. One area of concern is that of the 17 habitats in the Raet Park that the IMR mapped, there are sufficient data to comment on the condition of only eight of them (Figure 4). For example, anoxic habitats are thought to exist within perched basins where bottom waters are poorly flushed and infrequently replenished, but data are lacking.

The average condition of species is assessed as good, and although no species is considered to be in a declining condition, the condition of the European eel is considered to be very poor and seven other species are considered to be in poor condition (Figure 5). The local European lobster (*Homarus gammarus*) is probably overfished and the total catch might be 14 times higher than official reports suggest (Kleiven et al., 2012). Regarding ecological processes, the trend is improving for urban discharge but declining for the quality of run-off. There has been an increase in the numbers of invasive species and marine pests over the past five years.

The spatial information available on species, ecological processes, physical and chemical processes and human pressures is insufficient in

most cases to provide scores on the best and worst 10 per cent of areas (spatially; Figures 4 and 5). Managers of the Raet Park will need to know which areas are most exposed to human pressures in order to be able to take marine spatial planning decisions, making this is an important knowledge gap.

The workshop considered six separate human pressures and the economic benefits that they provide to the Raet Park: commercial fisheries; recreational fishing; commercial shipping; recreational boating; tourism; and coastal development. There was concern over the impact of coastal development, which was assigned the lowest score (greatest impact) of all human pressures (Figure 6). Out of nine risk scenarios, the two that the experts considered to be the highest risk were the risk of a shipwreck or accident causing an oil spill and the risk of catchment disturbance causing elevated turbidity in coastal waters (Figure 7A and B).

There are also factors that are beyond the control of the park managers, including the threat of changes in the quality of run-off, increased turbidity and run-off from coastal development and road-building in catchments along the adjacent coast. Invasive species are likely also beyond the control of park managers (although it could be possible to ban the discharge of ballast or bilge water within the boundaries of the marine park).

4.2 The expert elicitation method: strengths and weaknesses

Generally speaking, three main categories of methodologies are used to conduct environmental assessments: 1) indicator-based, data-driven

assessments (e.g. UKTAG, 2008; UNEP, 2014); 2) desktop assessments conducted by one or more experts based on a review of available data (e.g. OSPAR, 2010; United Nations World Ocean Assessment, 2016); and 3) assessments based on the analysis of views of experts gathered by questionnaire, using web-based surveys or in a workshop setting (e.g. Australia State of the Environment, 2011; Feary et al., 2014; EPA, 2015). The EE method described in this paper may be classified in the third category of assessment methodologies. It was able to provide a rapid, thorough and scientifically valid summary of the status and trends (with explicit confidence statements) for the State of the Marine Environment within the Raet Park in southern Norway. However, in all such environmental assessment procedures, the methods used have their own strengths and weaknesses, and the EE approach is no exception (Burgman, 2005; McBride and Burgman, 2012).

Among the main strengths of the EE method is the rapid turnaround time to complete an assessment, which under optimal conditions can make it possible to complete an assessment and publish a report within three to six months. This feature lends itself to situations where frequent assessments are needed, for example to gauge the effectiveness of newly enacted government regulations (Feary et al., 2014).

The effectiveness of the EE method is wholly dependent upon the pool of experts appointed by the reporting agency (the party organizing the assessment). Unless the experts participating in the process have the relevant knowledge, the process will be flawed, thereby compromising the quality of the final product. For this reason, Step 1 in the EE process (Figure 2) is critical to its success (McBride and Burgman, 2012).

Provided that a representative group of experts has been appointed, another strength of the EE method is its comprehensiveness and its ability to produce a fully integrated environmental assessment (as defined by UNEP, 2009). The value of an integrated assessment is illustrated by the following example: the condition of estuaries and lochs in Scotland was rated as “very good” by UKTAG (2008) based on the winter mean of dissolved inorganic nitrogen over a six-year period (2001–2006). However, the ecology of at least one of these Scottish bodies of water (the Firth of Clyde) has been described by Thurstan and Roberts (2010) as “a marine ecosystem nearing the endpoint of overfishing, a time when no species remain that are capable of sustaining commercial catches”. Hence, while the water quality in this firth may be rated as very good, the ecosystem has been significantly impacted by overfishing; information that an integrated assessment would capture. This example illustrates the danger of relying too heavily upon individual indicators to provide an assessment of overall environmental condition.

One criticism of the EE method is that it is not quantitative and that the outcome is heavily dependent upon the judgment of individual experts (e.g. the expert frailties listed by Burgman, 2005). The EE method asks experts to provide their qualified opinion on the condition and trend of habitats, species, ecological processes, etc., which might produce an incorrect assessment (albeit qualified by a statement of confidence limits) due to overconfidence (Burgman, 2005). The approach used here of requiring consensus before recording a score (a form of aggregation) may reduce the effects of individuals being overly confident in their assessment (because extreme views are averaged out).

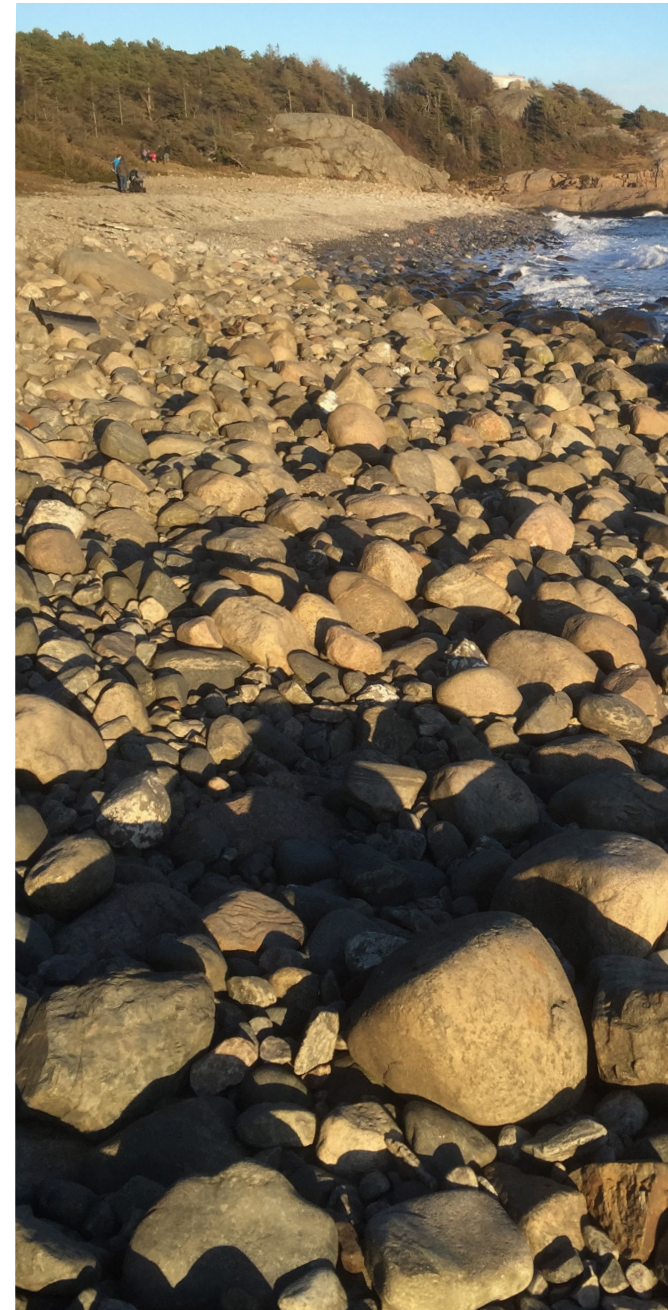
Of course, the same criticism applies to any method in which expert opinion or judgment by an individual plays a role. Even quantitative data requires an expert to produce an interpretation of the results. Testing the validity of any interpretation is the purpose of peer

reviewing the final report, which is included in the EE method (Step 6; Figure 2) in the same way as any other assessment method. The value of expert opinion on status or trend provided with low confidence may be debated; at the very least, it does serve the purpose of highlighting where data gaps exist and where further research may be needed to increase the confidence in future assessments. It may also alert authorities to take action in order to avoid serious damage to ecosystems goods and services.

The EE method allows for the capture and inclusion of local and traditional knowledge and experience in the assessment process (Reed, 2008). The reporting agency mandated to organize an EE workshop has the option at the outset of inviting local experts from diverse backgrounds to participate (McBride and Burgman, 2012; Step 1 in Figure 2). Such experts could include representatives from indigenous groups, local artisanal fisherfolk, environmental groups or others whose knowledge and experience is otherwise not available (i.e. not published in reports or available from other sources). In the present study, local experts from the Norwegian Directorate of Fisheries (Fiskeridirektoratet), the Norwegian Fishermen’s Association (Fiskarlaget Sør) and from the Aust- and Vest-Agder County Governor’s Office participated in the workshop.

Workshop discussions contain a human dimension that includes personalities, cultural differences, deference to authoritative senior individuals and bias that can be introduced subconsciously by the facilitator (Burgman, 2005). These factors can, to some extent, be accounted for by appointing an independent facilitator to conduct the workshop discussions (Walls and Quigley, 2001).

The EE method can address the bias introduced from well-studied locations and their influence on assessing the condition of a larger area (the





so-called “boundary problem” in spatial analysis; Haining, 1993). The question here is the extent to which an observation at a specific location can be extrapolated to the surrounding area that has no natural boundaries. The EE method uses the 10 per cent best and 10 per cent worst area scenarios to address this bias. It is acknowledged that the latter may have the best available data (and highest confidence in scoring), whereas there may be very little data available for the former area (un-impacted by human activities).

Another factor that is important in planning an EE workshop is the selection of the spatial area to be considered by the experts. For example, in the case of the Australia State of the Environment (2011) report, the assessment was carried out using three workshops that covered four different biogeographic provinces. Different experts were invited to each of the workshops, reflecting the regional partitioning of the available expert knowledge. This factor is likely to apply in most regions of the global ocean and hence it is probably most reasonable to expect one workshop to focus on an area no larger than a single biogeographic province or large marine ecosystem (FAO, 2005).

An important consideration for the conduct of any state of the environment assessment is the availability of data. A major advantage of the EE method is that, provided that there are experts available with knowledge of the area under consideration, it can be applied in data-poor regions of the world. Such data-poor conditions occur in both developing (e.g. Sierra Leone; EPA, 2015) and developed countries (Australia; Australia State of the Environment, 2011), but building national SOME assessments in developing countries using the available, in-country knowledge base is a critical consideration. This was the experience of the United Nations World Ocean Assessment, which held a series of workshops

to ascertain the levels of data and information available in various regions around the world (United Nations World Ocean Assessment, 2016). A consistent message received from the workshops was that, while there may be a lack of peer-reviewed publications backed by quantitative data sets, there are experts available with knowledge and experience relevant to the conduct of an SOME assessment. In short, the participation of developing countries in initiatives such as the United Nations World Ocean Assessment (2016) is dependent upon their ability to conduct their own SOME assessments. Approaches based on the analysis of experts’ views (such as the EE method) may provide a solution.

The scientific credibility of any method is dependent upon its ability to produce results that are both consistent and repeatable. Assessment results are subject to peer review, which is the primary means of their scientific validation for consistency with what is known about the condition of the environment under investigation. There have been no studies comparing SOME assessments completed by the EE method to investigate their ability to reproduce a result using (for example) different, but comparable, experts. However, growing literature on testing the validity of EE-type assessments (e.g. Burgman, 2005; Dahlstrom et al., 2012; McBride et al., 2012) has provided numerous suggestions on ways to improve the outcome, such as by addressing the issues discussed above (expert bias, overconfidence, use of an independent facilitator, etc.).



5. Conclusions

The state of the environment in the Raet Park has been assessed using the expert elicitation (EE) method. Factors contributing to the successful completion of this assessment include the involvement of 20 experts with a broad range of experience and knowledge of the local marine park environment as well as its social and economic aspects. The experts' knowledge and experience is supplemented by a number of published reports and scientific papers, which document high degrees of confidence in the assessment of a number of factors. The web-based software developed by GRID-Arendal allows the experts to review the results of their assessment in real time, which also contributes to the quality of the final report and the speed at which it is produced. We conclude that the EE method is suitable for application on a local spatial level, to assess the environmental condition and trend of a marine protected area (marine park). While it may not provide quantitative information as would be provided by field surveys (collection of primary data), the method does provide managers with sufficient information to take decisions on whether or not to intervene in particular situations, while avoiding the added cost and length of time that field surveys require.

Several knowledge gaps have been identified based on the analysis. Firstly, there are insufficient data to comment on the condition of nine of the 17 habitats in the Raet Park that the IMR has mapped; the habitats are known to exist but information on their status is lacking. However, there is strong evidence that lobsters are overfished and their conservation could be strengthened through expanding existing no-take zones or establishing new ones within the park. Sugar kelp habitat has been damaged in the park by human activities and although its



condition is thought to have stabilized in recent years, it requires ongoing monitoring to ensure that it continues towards recovery. Spatial information on species, ecological processes, physical and chemical processes and human pressures is insufficient in

most cases to provide scores on the best and worst 10 per cent of areas. Thus, while the overall condition of the Raet Park environment is generally good, there are significant data gaps and management measures that warrant the authorities' attention.

Acknowledgements

The authors are grateful for the contributions made by the workshop participants from Aust-Agder County (Berit W. Gregersen), the Institute of Marine Research, Flødevigen (Erlend Moksness, Even Moland, Einar Dahl and Sigurd Espeland Heiberg), the Norwegian Fishermen's Association, Fiskarlaget Sør (Atle Nilsen), the Norwegian Institute for Water Research (Hilde Trannum) and the Aust-Agder former County Governor (Øystein Djupedal). Thanks to Geir Andrew and his team at Frameworks (www.frameworks.no) for their assistance in developing the online web-based reporting system used to produce the figures in this paper. The authors are grateful to anonymous reviewers, whose comments and suggestions helped improve the paper. The work described in this paper was produced with financial support from GRID-Arendal.

References

- Agder, V. 2015. Regionalt tiltaksprogram for vannregion Agder. Available from www.vannportalen.no/agder
- Aksnes, D.L., Dupont, N., Staby, A., Fiksen, Ø., Kaartvedt, S., Aure, J. 2009. Coastal water darkening and implications for mesopelagic regime shifts in Norwegian fjords. *Marine Ecology Progress Series*, 387: 39-49.
- Andersson, P., Axe, P., Eilola, K., Hansson, M., Håkansson, B., Karlson, B., Sahlsten, E. 2006. Monitoring the pelagic system in the Skagerrak. *Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Uddevalla, Sweden*, p. 67.
- Australia State of the Environment 2011. Independent report to the Australian Government Minister for Sustainability, Environment, Water, Population and Communities. Canberra: DSEWPac. Available from <https://www.environment.gov.au/science/soe/2011>
- Ban, N.C., Hansen, G.J.A., Jones, M., Vincent, A.C.J. 2009. Systematic marine conservation planning in data-poor regions: Socioeconomic data is essential. *Marine Policy* 33: 794-800.
- Baker, E.K., Harris, P.T. 2012. Habitat mapping and marine management, in: Harris, P.T., Baker, E.K. (eds.), *Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat: GeoHab Atlas of seafloor geomorphic features and benthic habitats*. Elsevier, Amsterdam, pp. 23-38.
- Barceló, C., Ciannelli, L., Olsen, E.M., Johannessen, T., Knutsen, H. 2015. Eight decades of sampling reveal a contemporary novel fish assemblage in coastal nursery habitats. *Global Change Biology*, doi:10.1111/gcb.13047
- Bekkby, T., Moy, F.E., Olsen, H., Rinde, E., Bodvin, T, Bøe, R., Steen, H., Grefsrud, E.S., Espeland, S.H., Pedersen, A., Jørgensen, N.M. 2012. The Norwegian Program for Mapping of Marine Habitats – Providing Knowledge and Maps for ICZMP, in: Moksness, E., Dahl, E. and Støttrup, J. (Eds.) *Global Challenges in Integrated Coastal Zone Management*. Wiley-Blackwell Ltd., Chapter 2, 21-30.
- Borja, Á., Dauer, D.M., Grémare, A. 2012. The importance of setting targets and reference conditions in assessing marine ecosystem quality. *Ecological Indicators* 12: 1-7.
- Brattegård, T. and Holthe, T. 1995. Kartlegging av egnede marine verneområder i Norge. Tiltrådning fra rådgivende utvalg. Utredning for DN Nr. 1995-3. Direktoratet for naturforvaltning, p. 179.
- Burgman, M. 2005. *Risks and Decisions for Conservation and Environmental Management*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 502.
- Carpenter, S.R. 2002. Ecological futures: building an ecology of the long now. *Ecology* 83: 2069–2083.
- Dahl, E., Moy, F., Albretsen, J., Bodvin, T., Heiberg, S.E., Jelmert, A., Kleiven, A.R., Moland, E., Naustvoll, L.-J., Olsen, E.M. 2014. Marine natural conditions and natural values in Raet - Project Report for the County of Aust-Agder (in Norwegian). Institute of Marine Research (IMR), Arendal, Norway, p. 49.
- Dahlstrom, A., Campbell, M.L., Hewitt, C.L. 2012. Mitigating uncertainty using alternative information sources and expert judgement in aquatic non-indigenous species risk assessment. *Aquatic Invasions* 7: 567-575.
- Dayton, P.K., Tegner, M.J., Edwards, P.B., Riser, K.L. 1998. Sliding baselines, ghosts, and reduced expectations in kelp forest communities. *Ecological Applications* 8: 309-322.
- de Jonge, V.N., Pinto, R., Turner, R.K. 2012. Integrating ecological, economic and social aspects to generate useful management information under the EU Directives' 'ecosystem approach'. *Ocean & Coastal Management* 68: 169-188.
- Durif, C.M.F., Gjørseter, J., Vøllestad, L.A. 2011. Influence of oceanic factors on *Anguilla anguilla* (L.) over the twentieth century in coastal habitats of the Skagerrak, southern Norway. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278: 464-473.
- EPA. 2011. Expert elicitation task force white paper. US Environmental Protection Agency, Washington, D.C., p. 149.
- EPA. 2015. Sierra Leone State of the Marine Environment Report 2015. Environment Protection Agency, Freetown, Sierra Leone, p. 72. Available from <http://some.grida.no/sierra-leone-2015.aspx>
- Espeland, S. H., Albretsen, J., Nedreaas, K., Sannæs, H., Moy, F. and Bodvin, T. 2013. Report: Kartlegging av gytefelt. Gytefelt for kysttorsk. Fisken og havet Nr 1/2013.
- FAO. 2005. Large Marine Ecosystems. Topics Fact Sheets. Text by J.J. Maguire and Jorge Csirke. FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 27 May 2005. Available from <http://www.fao.org/fishery/topic/3440/en> Accessed 29 January 2016.
- FAO. 2016. EAF Planning and Implementation Tools - Qualitative Risk Analysis (consequence X likelihood). Available from http://www.fao.org/fishery/eaf-net/eaftool/eaf_tool_4/en Accessed 25 June 2016.
- Fauchald P., Anker-Nilssen T., Barrett R.T., Bustnes J.O., Bårdsen B.-J., Christensen-Dalsgaard S., Descamps S.,

- Engen S., Erikstad K.E., Hanssen S.A., Lorentsen S.-H., Moe B., Reiertsen T.K., Strøm H., Systad G.H. 2015. The status and trends of seabirds breeding in Norway and Svalbard – NINA Report 1151, p. 84.
- Feary, D.A., Fowler, A.M., Ward, T.J. 2014. Developing a rapid method for undertaking the World Ocean Assessment in data-poor regions – A case study using the South China Sea Large Marine Ecosystem. *Ocean and Coastal Management* 95: 129-137.
- Gederaas, L., Moen, T.L., Skjelsest, S. & Larsen, L.-K. 2012. (eds.). Alien species in Norway – with the Norwegian Black List. The Norwegian Biodiversity Information Centre, Norway. Available from <http://www.artsdatabanken.no/file/689/alien%20species>
- Green, N., Schøyen, M., Øxnevad, S., Ruus, A., Høgåsen, T., Håvardstun, J., Rogne, Å., Tveiten, L. 2010. Hazardous substances in fjords and coastal waters – 2008. Levels, trends and effects. Long-term monitoring of environmental quality in Norwegian coastal waters. TA-2566. NIVA-rapport 5867-2010.
- Haining, R., 1993. *Spatial Data Analysis in Social and Environmental Sciences*. Cambridge University Press, New York, NY.
- Haraldstad, T., Berger, H. M., Hindar, A., & Kroglund, F. 2014. Sjøaurebekker på Aust-Agderkysten, en rekartlegging med fokus på vannforskriftskrav. NIVA rapport, 6648, p. 98 + appendix.
- Hesthagen, T., Larsen, B. M., & Fiske, P. 2011. Liming restores Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations in acidified Norwegian rivers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68(2): 224-231.
- ICES. 2013. Report of the Joint EIFAAC/ICES Working Group on Eels (WGEEEL), 18–22 March 2013 in Sukarietta, Spain, 4–10 September 2013 in Copenhagen, Denmark. ICES CM 2013/ACOM:18, p. 851.
- Juliussen, E. 2013. Spatial and temporal patterns of biodiversity along the Norwegian Skagerrak coast, 2003–2012, Biological Sciences, University of Agder, Kristiansand, Norway, p. 30.
- Kaplan, S. and Garrick, B.J. 1981. On the quantitative definition of risk. *Risk Analysis*, 1: 11-27.
- Kleiven, A.R., Olsen, E.M. and Vølstad, J.H. 2012. Total catch of a red-listed marine species is an order of magnitude higher than official data. *PLoS ONE*, 7. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0031216>
- Knutsen J. A., Knutsen H., Rinde E., Christie H., Bodvin T., Dahl E. 2010. Mapping Biological Resources in the Coastal Zone – an Evaluation of Methods in a Pioneering Study from Norway. Review article. *Ambio*, DOI: 10.1007/s13280-010-0023-6
- Knutsen, H., Olsen, E.M., Ciannelli, L., Espeland, S.H., Knutsen, J.A., Simonsen, J.H., Skreslet, S., Stenseth, N.C. 2007. Egg distribution, bottom topography and small-scale cod population structure in a coastal marine system. *Marine Ecology Progress Series*, 333: 249-255.
- Kristensen, P., Anderson, L. and Denisov, N. 1999. A Checklist for State of the Environment Reporting. Copenhagen: Technical Report 15, European Environment Agency.
- Kroglund, T., Moy, F., Oug, E., Magnusson, J., Lie, M. C., 2004. Marine undersøkelser i Arendal kommune. Galtesund, Tromøysund, Kilsund og Narestø 2001–2004. NIVA-rapport 4924-2004.
- Kroglund, T., Trannum, H.C., Albretsen, J., Naustvoll, L.-J. 2012. Undersøkelse av sjøområdene i Arendal kommune 2011–2012. Tilstanden i havneområdene og utslippsstedene for kommunalt avløpsvann. NIVA-rapport 6445-2012.
- MacMillan, D.C., and Marshall, K. 2006. The Delphi process – an expert-based approach to ecological modelling in data-poor environments. *Animal Conservation*, 9: 11–19.
- Martin, T.G., Kuhnert, P.M., Mengersen, K., Possingham, H.P. 2005. The power of expert opinion in ecological models using Bayesian methods: impact of grazing on birds. *Ecological Applications*, 15: 266-280.
- Martin, T.G., Burgman, M.A., Fidler, F., Kuhnert, P.M., Low-Choy, S., McBride, M., Mengersen, K. 2012. Eliciting Expert Knowledge in Conservation Science. *Conservation Biology*, 26: 29-38.
- McBride, M.F. and Burgman, M.A. 2012. What is expert knowledge, how is such knowledge gathered, and how do we use it to address questions in landscape ecology? in: Perera, A.H., Drew, C.A., Johnson, C.J. (Eds.), *Expert Knowledge and Its Application in Landscape Ecology*. Springer Science+Business Media, pp. 11-38.
- McBride, M.F., Fidler, F., Burgman, M.A. 2012. Evaluating the accuracy and calibration of expert predictions under uncertainty: predicting the outcomes of ecological research. *Diversity and Distributions*, 18: 782-794.
- McClenachan, L., Ferretti, F., Baum, J.K. 2012. From archives to conservation: why historical data are needed to set baselines for marine animals and ecosystems. *Conservation Letters*, 5: 349-359.
- Moland, E., Olsen, E.M., Knutsen, H., Garrigou, P., Espeland, S.H., Kleiven, A.R., André, C., Knutsen, J.A. 2013. Lobster and cod benefit from small-scale northern marine protected areas: inference from an empirical before–after control-impact study. *Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences*, 1-9, DOI: 10.1098/rspb.2012.2679
- Morgan, M.G. 2014. Use (and abuse) of expert elicitation in support of decision making for public policy. *PNAS*, 111: 7176-7184.
- Moy, F.E., and Christie, H. 2012. Large-scale shift from sugar kelp (*Saccharina latissima*) to ephemeral algae along the south and west coast of Norway. *Marine Biology Research*, 8: 309-321
- Moy, F.E., Naustvoll, L.J., Trannum, H.C., Norderhaug, K.M., and Gitmark, J.K. 2015. ØKOKYST – Delprogram Skagerrak. Årsrapport 2014. Miljødirektoratets rapportserie M-334/2015.
- Nilsen, R., Bjørn, P.A., Serra-Llinares, R.M., Asplin, L., Sandvik, A.D., Johnsen, I.A., Karlsen, Ø., Finstad, B., Berg, M., Uglem, I., Barlaup, B., Vollset, K.W., and Lehmann, G.B. 2016. Lakselusinfeksjonen på vill laksefisk langs norskekysten i 2015. Rapport fra Havforskningen Nr.2-2016.
- Norwegian Environment Agency – Vannmiljø, registrering og analyse av tilsand i vann. Available from <http://vannmiljo.miljodirektoratet.no/> Accessed 17 October 2016.
- Olsen, E.M., Knutsen, H., Gjøsæter J., Jorde, P.E., Knutsen, J.A., Stenseth N.C. 2008. Small-scale biocomplexity in coastal Atlantic cod supporting a Darwinian perspective on fisheries management. *Evolutionary Applications*, 1 (3): 524 – 533.
- OSPAR. 2010. Quality status report 2010. OSPAR Commission, London, p. 176. Available from <http://qsr2010.ospar.org/en/index.html>.
- Pettersen, A.R., Moland, E., Olsen, E.M., Knutsen, J.A. 2009. Lobster Reserves in Coastal Skagerrak – An Integrated Analysis of the Implementation Process, in: Moksness, E., Dahl, E., Støttrup, J. (eds.), *Integrated Coastal Zone Management*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK, pp. 178-188.
- Pomeroy, R.S., Parks, J.E., Watson, L.M. 2004. How is your MPA doing? A guidebook of natural and social indicators for evaluating marine protected area effectiveness. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K.
- Reed, M.S. 2008. Stakeholder participation for environmental management: A literature review. *Biological Conservation*, 141: 2417-2431.
- Rombouts, I., Beaugrand, G., Artigas, L.F., Dauvin, J.C., Gevaert, F., Goberville, E., Kopp, D., Lefebvre, S., Luczak,

- C., Spilmont, N., Travers-Trolet, M., Villanueva, M.C., Kirby, R.R. 2013. Evaluating marine ecosystem health: Case studies of indicators using direct observations and modelling methods. *Ecological Indicators*, 24: 353-365.
- Roney, N. E., Hutchings, J.A., Olsen, E. M., Knutsen, H., Albrechtsen, J., Kuparinen A. 2016. Fine-scale life-history structure in a highly mobile marine fish. *Evolutionary Ecology Research*, 17: 95-109.
- Ruiz, G.M., Carlton, J.T., Grosholz, E.D. and Hines, A.H. 1997. Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms, extent and consequences. *American Zoologist*, 31: 621-632.
- Ruiz, G.M., Fofonoff, P.W., Carlton, J.T., Wonham, M.J. and Hines, A.H. 2000. Invasion of coastal marine communities in North America: Apparent patterns, processes and biases. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31: 481-531.
- Singh, R.H., Murty, H.R., Gupta, S.K., Dikshit, A.K. 2012. An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological Indicators*, 15 (1): 281-299.
- Smith, D., Punt, A., Dowling, N., Smith, A., Tuck, G., Knuckey, I., 2009. Reconciling Approaches to the Assessment and Management of Data-Poor Species and Fisheries with Australia's Harvest Strategy Policy. *Marine and Coastal Fisheries* 1, 244-254.
- Speirs-Bridge, A., Fidler, F., McBride, M., Flander, L., Cumming, G., Burgman, M. 2010. Reducing Overconfidence in the Interval Judgments of Experts. *Risk Analysis*, 30: 512-523.
- Thurstan, R.H. and Roberts, C.M. 2010. Ecological Meltdown in the Firth of Clyde, Scotland: Two Centuries of Change in a Coastal Marine Ecosystem. *PLoS ONE* 5.
- UKTAG. 2008. UK Technical Advisory Group on the Water Framework Directive, UK Environmental Standards and Conditions (Phase 2). UK Water Framework Directive, p. 84.
- UNEP. 2014. Measuring Success: Indicators for the Regional Seas Conventions and Action Plans, UNEP Regional Seas Report and Studies No. 194. UNEP Regional Seas, Nairobi, p. 216.
- UNEP and IOC-UNESCO. 2009. An Assessment of Assessments: Findings of the Group of Experts. Start-up phase of the Regular Process for Global Reporting and Assessment of the State of the Marine Environment including Socio-economic aspects. UNEP and IOC/UNESCO, Malta. Available from <http://www.unga-regular-process.org/>
- United Nations World Ocean Assessment. 2016. World Ocean Assessment I - The First Global Integrated Marine Assessment under the auspices of the United Nations General Assembly and its Regular Process for Global Reporting and Assessment of the State of the Marine Environment, including Socioeconomic Aspects. United Nations, New York, p. 1752. Available from <http://www.worldoceanassessment.org> Accessed 1 October 2016.
- Walls, L., and Quigley, J. 2001. Building prior distributions to support Bayesian reliability growth modelling using expert judgement. *Reliability Engineering and System Safety*, 74: 117-128.
- Ward, T.J. 2011. SOE 2011 National marine condition assessment – decision model and workshops. Report prepared for the Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities on behalf of the State of the Environment 2011 Committee. Canberra, ACT, Australia: DSEWPac, p. 22. Available from <https://www.environment.gov.au/system/files/pages/ba3942af-f815-43d9-a0f3-dd26c19d83cd/files/soe2011-supplementary-marine-national-marine-condition-assessment-decision-model-and-workshops.pdf>
- Ward, T. J. 2012. Workshop Report: Regional Scientific and Technical Capacity Building Workshop on the World Ocean Assessment (Regular Process), Bangkok, Thailand. 17–19 September 2012. UNEP/COBSEA, Bangkok, Thailand. Available from <http://www.grida.no/publications/default/5784.aspx>
- Ward, T.J. 2014. The condition of Australia's marine environment is good but in decline: an integrated evidence-based national assessment by expert elicitation. *Ocean & Coastal Management*, 100: 86-100.
- Ward, T., Cork, S., Dobbs, K., Harper, P., Harris, P.T., Hatton, T., Joy, R., Kanowski, P., Mackay, R., McKenzie, N., Wienecke, B. 2014. Framing an independent, integrated and evidence-based evaluation of the state of Australia's biophysical and human environments. *Journal of Environmental Planning and Management*, doi.org/10.1080/09640568.2014.891073
- Westerberg, H., Sjöberg, N., Lagenfelt, I., Aarestrup, K., Righton, D. 2014. Behaviour of stocked and naturally recruited European eels during migration. *Marine Ecology Progress Series*, 496: 145-157.
- Wilkinson, C., DeVantier, L., Talaue-McManus, L., Lawrence, D., Souter, D. 2005. South China Sea, GIWA Regional Assessment 54. UNEP and University of Kalmar, Kalmar, Sweden, 104 pp.

Appendixes

Appendix 1.

Web-based system for State of the Marine Environment reporting

Appendix 2.

Tables of Grading Statements



Appendix 1.

Web-based system for State of the Marine Environment reporting

GRID-Arendal has created a pilot, web-based system to capture and analyse scores produced during expert elicitation workshops: <http://some.grida.no>, with the following main features:

- A core set of marine environmental and socioeconomic parameters is included in the system. This set is based upon the United Nations World Ocean Assessment (WOA, 2016) chapters. The set of parameters can be easily adapted with relevant parameters to a country or region identified by experts.
- Identification and compilation of relevant data and information: the system allows the capture of relevant information sets. Important reference data sets and publications identified by the experts while developing the SOME reports can be added to the website, either as external links or uploaded to the website in PDF, Word or other formats.
- The website allows for the real-time capture and display of data and statistics (scores for parameters, confidence, risks) during the workshop.
- The website provides a template for the production of a State of the Marine Environment report. This outline is based upon the DPSIR system (Driving Forces-Pressures-States-Impacts-Responses), the WOA outline and other relevant report templates (e.g. Australia State of the Environment (SoE) report). The content and graphics can be exported and used as the basis for a national or regional SOME report or the contents can be adapted for use within other formats as required.
- The database allows direct correlation to the WOA outline, thereby permitting cross-referencing and combining assessment outcomes to optimize its contribution to the international effort.
- Another key aspect is that the diagrams and outputs produced by the website are designed for easy communication of the workshop results to policymakers and decision makers. The diagrams are simple, jargon-free and clearly communicate the main findings of the experts' judgments.
- The system allows contributing experts to be assigned different roles during the development process for SOME reports: main editors, contributors, reviewers, etc. Contributors can be made responsible for one or more chapters in the SOME outline. Draft versions of the report can be circulated to all participants to update and review the report and workshop outcomes, including recording key references and anchors that may have been overlooked.

Appendix 2.

Tables of Grading Statements

Table 1: Grading statements for habitats, based on Ward (2011). Experts must consider the cumulative impacts of all pressures that may have impacted upon habitat condition (e.g. Baker and Harris, 2012).

Habitats	Grading statements for habitats that occur in the state and/or region under consideration.
Very Good (7-8)	The habitat type is essentially structurally and functionally intact and able to support all dependent species.
Good (5-6)	There is some habitat loss or alteration in some small areas, leading to minimal degradation but no persistent substantial effects on populations of dependent species.
Poor (3-4)	There is habitat loss or alteration in a number of areas, leading to persistent substantial effects on populations of some dependent species.
Very Poor (1-2)	There is widespread habitat loss or alteration, leading to persistent substantial effects on many populations of dependent species.

Table 2: Grading statements for species, based on Ward (2011). Experts must consider the cumulative impacts of all pressures that may have impacted upon the species' condition.

Species	Grading statements for different species assessed, given what is best understood about their status and trends expressed in terms of populations and groups of species, including threatened, endangered or protected species.
Very Good (7-8)	Only a few, if any, species populations have declined as a result of human activities or declining environmental conditions.
Good (5-6)	Populations of a number of significant species but no species groups have declined significantly as a result of human activities or declining environmental conditions.
Poor (3-4)	Populations of many species or some species groups have declined significantly as a result of human activities or declining environmental conditions.
Very Poor (1-2)	Populations of a large number of species or species groups have declined significantly as a result of human activities or declining environmental conditions.

Table 3: Grading statements for ecological processes, based on Ward (2011). Experts must consider the cumulative impacts of all pressures that may have impacted upon the condition of ecological processes.

Ecological Processes	Grading statements for the main ecological processes, and effects of human activities.
Very Good (7-8)	There are no significant changes in ecological processes or ecosystem services as a result of human activities.
Good (5-6)	There are some significant changes in ecological processes as a result of human activities in some areas, but not to the extent that they are significantly affecting ecosystem functions.
Poor (3-4)	There are substantial changes in ecological processes as a result of human activities, and these are significantly affecting ecosystem functions in some areas.
Very Poor (1-2)	There are substantial changes in ecological processes across a wide area of the region as a result of human activities, and these are seriously affecting ecosystem functions in much of the region.

Table 4: Grading statements for physical and chemical processes, based on Ward (2011). Experts must consider the cumulative impacts of all pressures that may have impacted upon the condition of physical and chemical processes.

Physical and Chemical Processes	Grading statements for the main physical and chemical processes as modified by human activities.
Very Good (7-8)	There are no significant changes in physical or chemical processes or ecosystem services as a result of human activities.
Good (5-6)	There are some significant changes in physical or chemical processes as a result of human activities in some areas, but these are not to the extent that they are significantly affecting ecosystem functions.
Poor (3-4)	There are substantial changes in physical or chemical processes as a result of human activities, and these are significantly affecting ecosystem functions in some areas.
Very Poor (1-2)	There are substantial changes in physical or chemical processes across a wide area of the region as a result of human activities, and these are seriously affecting ecosystem functions in much of the region.

Table 5: Grading statements for pests, introduced species, diseases and algal blooms, based on Ward (2011). Experts must consider the cumulative impacts of all pressures that may have impacted upon the condition of pests, introduced species, diseases and algal blooms.

Pests, Introduced Species, Diseases and Algal Blooms	Grading statements for pests, introduced species, diseases and algal blooms.
Very Good (7-8)	The incidence and extent of diseases and algal blooms are at expected natural levels, there are insignificant occurrences or numbers of pests, and the numbers and abundance of introduced species is minimal.
Good (5-6)	Incidences of diseases or algal blooms occur occasionally above expected levels of occurrence or extent, and recovery is prompt, with minimal effect on ecosystem functions. Pests have been found, but there have been limited ecosystem impacts. The occurrence, distribution and abundance of introduced species are limited and have minimal impact on ecosystem functions.
Poor (3-4)	Incidences of disease or algal blooms occur regularly in some areas. Occurrences of pests require significant intervention or have significant effects on ecosystem functions. The occurrence, distribution and abundance of introduced species trigger management responses, or have resulted in significant impacts on ecosystem functions.
Very Poor (1-2)	Disease or algal blooms occur regularly across the region. Occurrences of pests or introduced species are uncontrolled in some areas, have displaced indigenous species and are seriously affecting ecosystem functions.

Table 6: Grading statements for the environmental impact of marine-based industries.

The Environmental Impact of Marine-based Industries	Grading statements for the environmental impact of marine-based industries.
Very Good (7-8) Low Pressure	This industry has caused no significant changes in the overall environment (condition of habitat, species, ecosystem processes or physical and chemical processes) within its footprint.
Good (5-6) Moderate Pressure	This industry has caused some significant changes in some components of the overall environment, but not to the extent that they are significantly affecting ecosystem functions.
Poor (3-4) Significant Pressure	This industry has caused substantial changes in many components of the overall environment, and these are significantly affecting ecosystem functions in some areas of its spatial footprint.
Very Poor (1-2) High Pressure	This industry has caused substantial changes in many components of the overall environment, and these are seriously affecting ecosystem functions across its spatial footprint.

Table 7: Grading statements for the socioeconomic benefits that society receives from marine industries.

Socioeconomic benefits	Grading statements for the socioeconomic benefits society receives from marine industries. This is the total benefit including employment, taxes, royalties and licence fees paid to the state, education and training, human health benefits and infrastructure (buildings, roads, etc.). It includes both the direct employment benefits as well as dependent and supporting industries.
Very Good (7-8) High benefits	The industry is mainly or wholly owned by national interests and is a major national employer, both through direct employment and supporting industries (indirect employment). The state receives significant taxes, royalties and/or licence fees and a significant portion of profits remain in the country. The industry exploits a sustainably managed renewable resource and contributes to one or more of: education and training programmes, human health and medical benefits and national infrastructure.
Good (5-6) Significant benefits	The industry is an important national employer, both through direct and indirect employment, and the state receives taxes, royalties and/or licence fees. The industry may contribute to education and training programmes, human health or medical benefits.
Poor (3-4) Some benefits	The industry is a minor employer both through direct and indirect employment and the state receives some taxes, royalties and/or licence fees. The industry is partly or mainly foreign-owned.
Very Poor (1-2) Few or no benefits	The industry is mainly or wholly foreign-owned and is not a nationally important employer, with most/all employment based overseas. The industry exploits a non-renewable resource (or an unsustainably managed renewable resource) and the state receives very little in taxes, royalties or licence fees from this industry.

Table 8: Scores for likelihood that an event will occur.

Likelihood – This is the probability of the impact occurring over a five-year or 50-year timescale, taking into account the effectiveness of present and recently implemented (unplanned) management arrangements and activities.	
Almost certain (score = 5)	Expected to occur often within five (50) years
Likely (score = 4)	Expected to occur at least once within five (50) years
Possible (score = 3)	Occurrence is possible within five (50) years
Unlikely (score = 2)	Occurrence is unlikely within five (50) years
Rare (score = 1)	Not expected to occur within five (50) years

Table 9: Scores for the consequences or impact if an event were to occur.

Consequence/Impact – This is the extent and severity of the expected impact, taking into account the effectiveness of present and recently implemented (not planned) management arrangements and activities.	
Catastrophic (Score = 5)	Impact will seriously affect the ecosystem in the region, disrupting a major ecosystem structure or function, and have recovery periods of more than 20 years (potentially irreversible).
Major (Score = 4)	Impact will seriously affect the ecosystem in the region, disrupting a major ecosystem structure or function, and have recovery periods of less than 20 years.
Moderate (Score = 3)	Impact will affect the ecosystem in the region, disrupting some aspects of an ecosystem structure or function, and have recovery periods of less than five years.
Minor (Score = 2)	Impact will be spatially very limited (<10 per cent of area) and will affect only minor components of the ecosystem in the region.
Negligible (Score = 1)	Impact will be spatially confined to a minor area (<5 per cent) and will not be able to be detected beyond that area.



MILJØTILSTANDEN I RAET NASJONALPARK (SØR-NORGE)

ANVENDELSE AV EKSPERTPANELMETODEN I ET MARINT VERNEOMRÅDE



Environment in Focus



www.grida.no

Foreslått sitat: Harris, P.T., Fabres, J., Sørensen, M., Rommens, W., Baker, E.K., Kroglund, T., Grundvig, K., Kroglund, F., Kiland-Langeland, T., Knutsen, J.A., Knutsen, H., Andersen, D.O. 2017. *Miljøtilstanden i Raet nasjonalpark (Sør-Norge): Anvendelse av ekspertpanelmetoden i et marint verneområde.*

ISBN: 978-82-7701-165-3

Ansvarsfraskrivelse

Innholdet i denne rapporten gjenspeiler ikke nødvendigvis synspunktene eller holdningen til GRID-Arendal eller bidragsytende organisasjoner. De anvendte betegnelsene og presentasjonene skal ikke tolkes som GRID-Arendals eller noen av de bidragsytende organisasjonenes fremstilling eller oppfatning om den juridiske statusen til noe land, territorium, kommune, foretak eller område eller deres myndighet, eller om avgrensning av deres virkefelt eller grenser.

Denne publikasjonen kan helt eller delvis og i enhver form gjengis til utdanningsformål eller ikke-kommersiell bruk uten særskilt tillatelse, forutsatt at kilden oppgis. GRID-Arendal vil sette pris på å motta et eksemplar av alle publikasjoner som bruker denne publikasjonen som kilde.

Denne publikasjonen kan ikke videreselges eller anvendes til noe annet kommersielt formål uten skriftlig tillatelse fra GRID-Arendal.



MILJØTILSTANDEN I RAET NASJONALPARK (SØR-NORGE)

ANVENDELSE AV EKSPERTPANELMETODEN I ET MARINT VERNEOMRÅDE

Tekst

Peter T. Harris¹, Joan Fabres², Morten Sørensen², Wouter Rommens², Elaine K. Baker³, Tone Kroglund⁴, Kari Grundvig⁵, Frode Kroglund⁶, Thomas Kiland-Langeland⁶, Jan Atle Knutsen⁷, Halvor Knutsen^{7,8}, Dag Olav Andersen⁸

Foto

Peter Prokosch

-
1. Korresponderende forfatter, GRID-Arendal, Postboks 183, 4836 Arendal, Norge. Peter.Harris@grida.no, Tlf. +47 4763 0434
 2. GRID-Arendal, Postboks 183, 4836 Arendal, Norge
 3. GRID-Arendal c/o University of Sydney, School of Geosciences, Sydney, Australia
 4. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Gaustadalléen 21, 0349 Oslo, Norge
 5. Fiskeridirektoratet, Postboks 185 Sentrum, 5804 Bergen, Norge
 6. Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder
 7. Havforskningsinstituttet (IMR), Nye Flødevigveien 20, 4817 His, Norge
 8. Universitetet i Agder, Postboks 422, 4604 Kristiansand, Norge





Innhold

Forord	7
Sammendrag	8
1. Innledning	9
1.1 Vurdering av havmiljøets tilstand	9
1.2 Raet nasjonalpark	9
1.3 Formål og mål	10
2. Metoder	11
2.1 Ekspertpanelvurdering	11
2.2 Vurderingsparametere	11
2.3 Karakterpoeng, karakterbeskrivelser og referanseår	11
2.4 Tilstandsvurdering	11
2.5 Vurdering av pressfaktorer og samfunnsøkonomiske gevinster	12
2.6 Risikovurdering	12
2.7 Gjennomføring av arbeidsseminaret	12
3. Resultater	13
3.1 Habitater	13
3.2 Arter	14
3.3 Økologiske prosesser	15
3.4 Fysiske og kjemiske prosesser	16
3.5 Skadedyr, introduserte arter, sykdommer og algeoppblomstringer	16
3.6 Pressfaktorer og samfunnsøkonomiske gevinster	16
3.7 Risikovurdering for fremtiden til Raet nasjonalpark	18
4. Drøftelse	21
4.1 Tilstanden og trenden i Raet nasjonalpark	21
4.2 Ekspertpanelmetoden: sterke og svake sider	21
5. Konklusjoner	25
Forfatternes takk	26
Referanser	26
Vedlegg 1. Nettbasert system for rapportering av havmiljøtilstand	30
Vedlegg 2. Tabeller med karakterbeskrivelser	31



Forord

Raet nasjonalpark, på Norges sørlige kyst, er det nyeste tilskuddet til Norges nettverk av marine verneområder. Dette er et område med stor naturskjønnhet og enorm variasjon innen planteliv, dyreliv og geologi. Det er også et område med en rik kulturhistorie og stor historisk betydning.

Marine verneområder er viktige verktøy for å sikre sunne hav. Det er viktig at politikken bak forvaltningen av disse sårbare og verdifulle områdene baseres på den beste vitenskapelige informasjonen som er tilgjengelig. Denne rapporten beskriver en nyskapende og omfattende ny tilnærming for å understøtte utviklingen og evalueringen av en slik politikk. Den inneholder bidrag fra havforskere, men også fra fiskerinæringen, reiselivsnæringen og en rekke andre interessenter. Ved å bringe sammen et bredt panel av eksperter anerkjenner vi også den

lokale og tradisjonelle kunnskapen som er knyttet til havmiljøet vårt. Denne rapporten gir oss en grundig forståelse av status og utvikling for havmiljøet i nasjonalparken.

Det er første gang denne metoden er anvendt i forbindelse med rapportering av havmiljøets tilstand i Norge. Den gode nyheten er at rapporten i stor grad slår fast at tilstanden til Raet nasjonalpark er god. Den peker imidlertid også på betydelige informasjonskløfter som vi er nødt til å ta fatt i, og områder der det er behov for nye forvaltningstiltak.

Det er et viktig mål for den norske regjeringen å sørge for at vi har en effektiv miljøpolitikk og at eventuelle negative miljøendringer identifiseres fortløpende. Denne rapporten gir et verdifullt bidrag til å nå dette målet for Raet nasjonalpark.

Vidar Helgesen

Klima- og miljøminister



Sammendrag

Vi har dokumentert hvordan havmiljøets tilstand kan vurderes ved hjelp av ekspertpanelmetoden (seminarbasert). Metoden omfatter et nytt nettbasert verktøy for tilbakemelding til deltakende eksperter i sanntid. Vi anvendte metoden på den nylig opprettede Raet nasjonalpark (607 km²) i Sør-Norge, der vi arrangerte et arbeidsseminar med 20 eksperter med lokal kunnskap om miljøet samt samfunnsøkonomiske forhold knyttet til nasjonalparken.

Ved å drøfte metodens sterke og svake sider konkluderer vi med at metoden egner seg til å vurdere en nasjonalpark av denne størrelsen. Metoden gjør det mulig å raskt frembringe et kostnadseffektivt produkt med en vurdering som er relevant for forvaltningen av nasjonalparken, og som legger til grunn all tilgjengelig kunnskap (også lokal og upublisert kunnskap og informasjon). Metoden har klare fordeler fremfor dyre, datagenererte vurderingsmetoder. Innenfor nasjonalparkområdet ligger det en havforskningsstasjon, men vi har likevel funnet mangler i datamaterialet for visse habitater. Disse habitatene kunne derfor ikke vurderes.

Det trengs nye forvaltningsregimer for visse arter som er utsatt for overfiske (hummer, *Homarus gammarus*) eller truet av annen menneskevirksomhet (sukkertarehabitat). I det store og hele regner vi miljøtilstanden i nasjonalparken som generelt god.



1. Innledning

1.1 Vurdering av havmiljøets tilstand

Det er avgjørende for havmiljøforvaltningen at myndighetene har kapasitet til å vurdere og overvåke tilstanden og trenden til økosystemer langs kysten og i havet innenfor deres myndighetsområde (UNEP og IOC/UNESCO, 2009). Å gjennomføre integrerte miljøvurderinger kan være dyrt og tidkrevende, men solid informasjon er viktig for å forstå havmiljøets tilstand og dermed kunne ta riktige beslutninger, forbedre eller opprettholde havtilstanden og utvikle nasjonale strategier for havområdene (UNEP og IOC/UNESCO, 2009). Det er imidlertid viktig å påse at omfattende integrerte vurderinger ikke i for høy grad bygger på informasjon som bare gjelder for godt studerte steder eller forhold. Det kan gi resultater som ikke er balanserte, eller som ikke beskriver forholdene i hele det vurderte området godt nok (for eksempel Martin et al., 2012).

Tilstandsvurderinger (for eksempel Wilkinson et al., 2005; OSPAR, 2010; Australia State of the Environment 2011; EPA, 2015; United Nations World Ocean Assessment, 2016) gir myndighetene informasjon om forhold de må utrede, kunnskapsmangler som kan foreligge, og samfunnsøkonomiske følger som vedtatte strategier og lovtiltak kan medføre. Land som har opprettet marine verneområder innenfor sine myndighetsområder, må dessuten overvåke og måle tilstanden og trenden i økosystemer og

1. En integrert miljøvurdering defineres som en vurdering av miljømessige, samfunnsøkonomiske faktorer, og av alle deler av miljøet, medregnet habitater, arter og økologiske, fysiske og kjemiske prosesser (UNEP, 2009).

omkringliggende områder for å kontrollere at verneområdet fungerer etter planen og gir de ønskede resultatene (Pomeroy et al., 2004).

Datamateriale fra lokale områder, herunder datamateriale om særskilte forhold ved økosystemer i havet, er vanlig, men ofte er dette materialet for tilfeldig og vanligvis ikke del av en systematisk innsamling av data som rutinemessig sammenstilles for rapporteringsformål (Carpenter, 2002; Ward, 2011). Regionale og nasjonale data er ofte inkonsekvente eller mangelfulle (for eksempel Ban et al., 2009; Smith et al., 2009), noe som gjør det vanskelig å etablere et utgangspunkt som fremtidige endringer kan måles mot, og velge indikatorer som kan overvåkes og måles. Til det finnes mange aktuelle rammeverk og metoder for miljøvurdering og rapportering (Singh et al., 2012; Rombouts et al., 2013), men ingen allment aksepterte systemer (Ward, 2014). Det kan derfor være en utfordring å vite hvordan en tilstandsvurdering best kan gjennomføres.

Her beskriver vi hvordan ekspertpanelmetoden kan benyttes til å tilstandsvurdere Raet nasjonalpark, et nylig opprettet marint verneområde i Sørøst-Norge, og bidra til forvaltningen av den. Ekspertpanelmetoden er egentlig en vitenskapelig konsensusmetode der målet er å vurdere utvalgte parametere ved å sammenstille tilgjengelig informasjon fra foreliggende vurderinger, vitenskapelige publikasjoner og data sammen med subjektive vurderinger fra eksperter (EPA, 2011; McBride og Burgman, 2012; Morgan, 2014; Ward et al., 2014). I en tilstandsvurdering anvendes ekspertpanelmetoden til å vurdere tilstanden i det

nasjonale eller regionale hav- og kystmiljøet på en måte som kan brukes til rapporteringsformål (Ward, 2014). Ekspertpanelmetoden har ved flere anledninger blitt brukt i tilstandsvurderinger, blant annet i en australsk tilstandsvurderingsrapport fra 2011 (Australia State of the Environment, 2011; Ward, 2014; Ward et al., 2014), i en vurdering av Sørkinahavet (Ward, 2012; Feary et al., 2014), i Guineastrømområdet i Vest-Afrika og i Sierra Leone (EPA, 2015).

1.2 Raet nasjonalpark

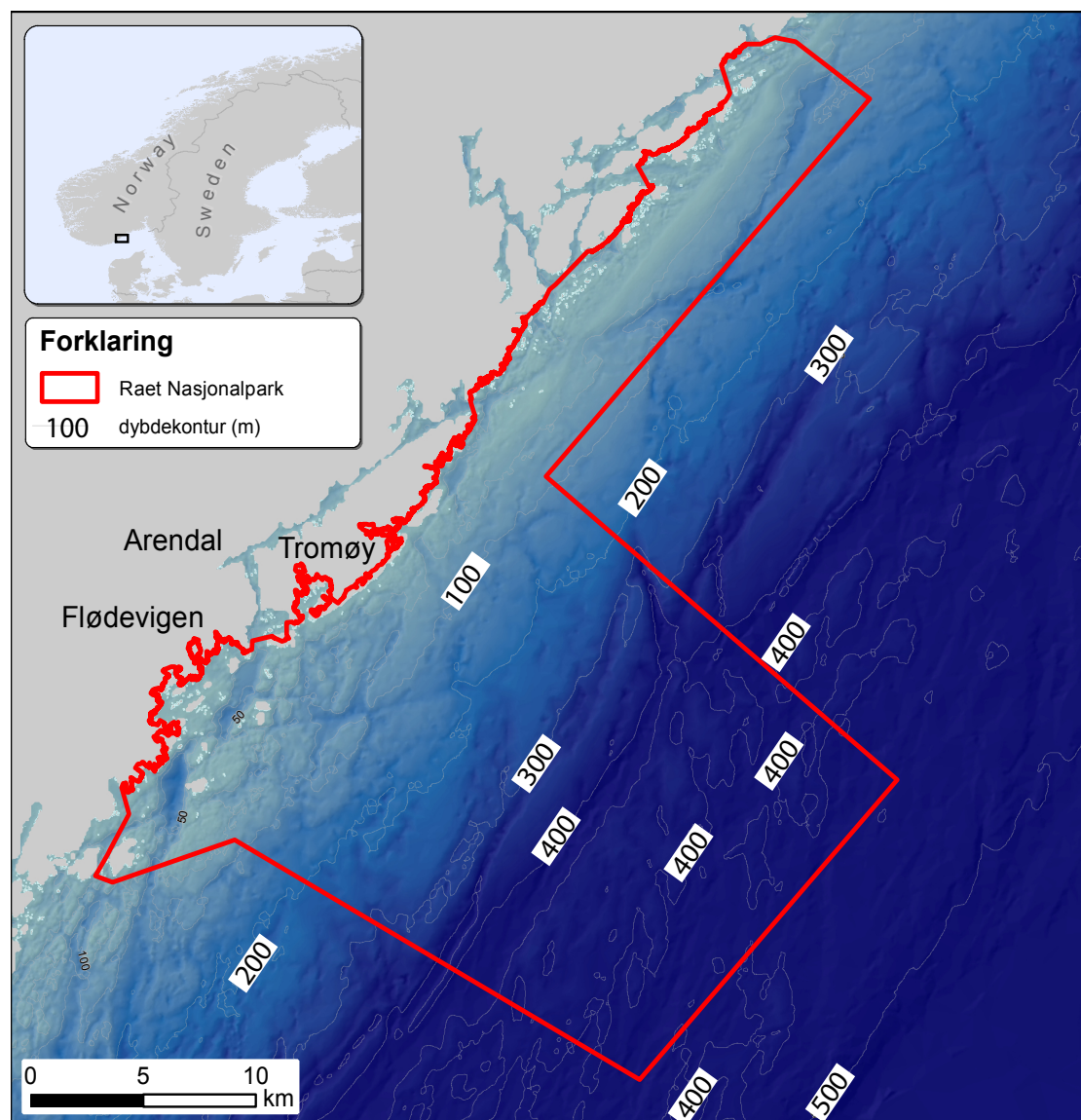
Raet nasjonalpark ble opprettet 16. desember 2016 for å anerkjenne den kulturelle og geologiske betydningen av kystlandskapet som ble igjen da isen trakk seg tilbake for ca. 10 000 år siden. «Raet» henviser til glasiale israndavsetninger bestående av små og store partikler i havet og langs kysten av Vestfold, Telemark og Agder i Sør-Norge (figur 1). Morenen følger Den baltiske kyst, fra Norge via Finland og Sverige til Russland (Dahl et al., 2014).

Raet nasjonalpark omfatter 607 km² av kystnaturen i Sør-Norge (figur 1). Sjøbunndlandskapet, som domineres av moreneområder og produktive tareskoger, er et område med stort artsmangfold, der vi blant annet finner fisk, krepsdyr, tang, bløtdyr og ormer (Knutsen et al., 2010; Dahl et al., 2014). I skjermede og grunne kystområder forekommer bløtbunns habitater, ålegressenger og mudderflater. Isbredannede barymetriske fordypninger på indre kontinentalsokkel kan fange vannmasser i lengre perioder slik at bunnvannet blir fattig på oppløst oksygen, selv om anoksiske bunnvannsforhold ikke har blitt påvist noen steder ennå (Dahl et al., 2014).

Artsmangfold i hardbunnsområder (makroalger og makrofauna) og bløtbunnsfauna har blitt undersøkt, og næringsstoffer, vannkvalitet og farlige stoffer har blitt studert (Moy et al., 2015; Green et al., 2010; se også <http://vannmiljo.miljodirektoratet.no>). Havforskningsinstituttet har en omfattende database om liv i havet langs Skagerrakkysten (og Raet nasjonalpark), herunder en strandnottidsserie som har blitt gjennomført årlig siden 1919, og som tar prøver fra mer enn 110 stasjoner langs Skagerrakkysten (for eksempel Barceló et al., 2015). I tillegg gir en garn-tidsserie fra 1984 til i dag (unntatt 1990-årene) et annet utvalg med større fisk og andre arter (Olsen et al., 2008; Roney et al., 2016). Norge har et løpende program for kartlegging av havhabitater langs Skagerrakkysten, med vekt på ålegress, tareskog og gyteområder for fisk (Knutsen et al., 2007; Olsen et al., 2008; Bekkby et al., 2012; Espeland et al., 2013; Barceló et al., 2015; Roney et al., 2016).

1.3 Formål og mål

Formålet med denne rapporten er å beskrive hvordan en ekspertpanelvurdering kan anvendes på et marint verneområde, og kartlegge hva som er metodens sterke og svake sider. Målet er å gjennomføre en miljøvurdering av Raet nasjonalpark, herunder en vurdering av kunnskapsmangler og potensielle fremtidige miljørisikoer, som skal legges frem for regionale forvaltningsmyndigheter. En analyse av ekspertpanelmetoden vil avgjøre om den egner seg til tilstandsvurderinger i en lokal (subnasjonal) kontekst.



Figur 1: Kart som viser hvor Raet nasjonalpark ligger i Sørøst-Norge. Mer enn 98 prosent av nasjonalparkens areal består av sjø, mens resten er fordelt på landareal og en rekke småøyer. Parken strekker seg ca. 12 nautiske mil ut fra land, med vanndybder hovedsakelig over 100 m unntatt dypere felter sør for Tromøy, der en største dybde på opp til ca. 500 m forekommer. Parken er representativ for dypvannshabitat langs Norskerenna og et bredt spekter havhabitater forbundet med ra-morenen (Brattegård og Holte, 1995).

2. Metoder

2.1 Ekspertpanelvurdering

Metoden som beskrives i denne rapporten, er i hovedsak basert på den australske tilstandsvurderingsrapporten som ble gitt ut i 2011 (Australia State of the Environment, 2011; Ward et al., 2014). Teknisk sett kan metoden beskrives som en form for aggregering ved hjelp av en modifisert Delphi-teknikk med direkte drøftelse (Burgman, 2005). Hvorvidt det lykkes med å utarbeide og legitimere en rapport som utgår fra en ekspertpanelprosess, avhenger av grundigheten i fasene før og etter at prosessen er gjennomført (Kristensen et al., 1999; Martin et al., 2012; McBride og Burgman, 2012). En ideell metode bør inneholde visse faser (figur 2) tilpasset behovene og begrensningene i den staten eller regionen rapporten utarbeides for. Midtpunktet i en ekspertpanelvurdering er arbeidsseminaret (eller serie arbeidsseminarer) med utnevnte eksperter (figur 2). En nyvinning som rapporteres her, er en nettbasert tilstandsvurderingsprogramvare som GRID-Arendal har utviklet (vedlegg 1), og som brukes til å registrere konsensustildelte poeng ved hjelp av den modifiserte Delphi-teknikken definert av Macmillan og Marshall (2006).

2.2 Vurderingsparametere

For tilstandsvurderingen bruker den foreliggende prosessen med tilstandsvurdering gjennomført av et ekspertpanel standardparameterne som er i tråd med United Nations World Ocean Assessment (United Nations World Ocean Assessment, 2016). I foreliggende studie ble følgende parametersett vurdert: 1) habitater, 2) arter, 3) økologiske prosesser, 4) fysiske og kjemiske prosesser, 5) skadedyr, introduserte arter, sykdommer og algeoppblomstringer og 6) pressfaktorer og samfunnsøkonomiske gevinster.

2.3 Karakterpoeng, karakterbeskrivelser og referanseår

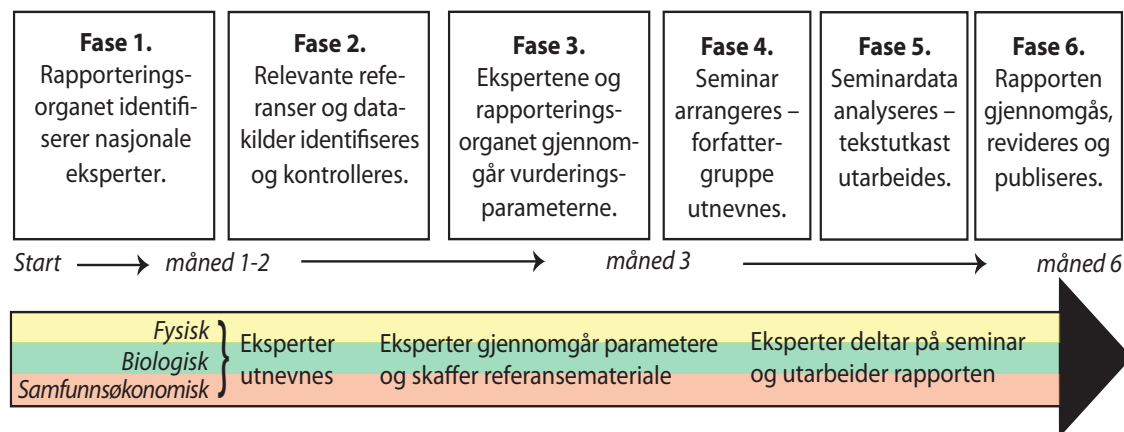
Under vurderingsseminaret gir ekspertdeltakerne tilstandspoeng til hver parameter på en skala fra 1 til 8, der 1 betegner den dårligste tilstanden og 8 den beste. Poeng gis på grunnlag av konsensus i gruppen. Basert på poengene fra ekspertene får vi følgende fire karakterer: 1–2 = Svært dårlig, 3–4 = Dårlig, 5–6 = God og 7–8 = Svært god.

En viktig del av prosessen er å anvende et sett karakterbeskrivelser (se vedlegg 2) som har blitt unikt avledet for hver viktig faktor i vurderingen for å representere de fire tilstandskarakterene (Svært dårlig, Dårlig, God, Svært god), basert på Ward (2011) og rapporten Australia State of the Environment (2011). Hvert poeng tildeles dessuten et konfidensestimert (Høy, Middels eller Lav) basert på ekspertenes aktuelle kunnskap og vurdering.

Et referanseår brukes til å unngå problemer med «glidende utgangspunkter» (Dayton et al., 1998; Borja et al., 2012; McClenachan et al., 2012). I foreliggende studie ble 1900 valgt som referanseår, siden de fleste vitenskapelige observasjoner i Raet nasjonalpark skriver seg fra perioden etter det året. Bruk av referanseår er bare for å kvantifisere miljøforandring i forhold til nåtiden og må ikke forveksles med et forvaltningsmål (Ward, 2014).

2.4 Tilstandsvurdering

Under vurderingsseminaret gis det poeng for tre forhold ved hver tilstandsparameter innenfor en geografisk referanseramme (figur 3). 1) tilstanden i de mest påvirkede 10 prosentene av den vurderte regionen, 2) tilstanden i de minst påvirkede 10 prosentene av den vurderte regionen og 3) tilstanden i hoveddelen (de øvrige 80 prosentene) av den vurderte regionen. Bruken av øvre og



Figur 2: Diagram som illustrerer tidslinjen for én komplett syklus i tilstandsvurderingsprosessen ved hjelp av ekspertpanelmetoden. Mellom tre og seks måneder er normalt nødvendig for å planlegge og gjennomføre hele prosessen.

nedre 10-prosentsestimater følger av metoden til Speirs-Bridge et al. (2010) for å redusere graden av overkonfidens til ekspertvurdering. Å fange opp (mangelen på) tilgang på geografisk informasjon om hver parameter er del av kunnskapsmangelanalysen, og det er verdifullt i seg selv (Ward, 2014). Hvis det ellers manglet geografiske data om en parameter (eller hvis de geografiske forholdene ved parameteren var dårlig definert), kan ekspertene ha besluttet å gi poeng bare til hele (100 prosent av) området, uten poeng til beste eller dårligste 10-prosentsområde.

Trenden i parameteren vurderes enten å være i tilbakegang, stabil eller i fremgang for de fem siste årene (og ikke i forhold til referanseåret) for å gi strategiplanleggere og beslutningstakere tilbakemelding om hvorvidt strategiske tiltak har hatt ønsket virkning. Valget av fem år er basert på det typiske intervallet for tilstandsvurderingsrapportering i mange stater. Det skyldes også at det er usannsynlig at målbare tilstandsforskjeller kan oppdages på mindre enn fem år etter myndighetsledede strategiendringer. Det tildeles dessuten et konfidensestimater (Høy, Middels eller Lav) til trender ekspertene har blitt enige om. Viktige artikler eller rapporter som understøtter poengene som gis, registreres av rapportøren. Noen kan bli «forankringspunkter» for å etablere tilstanden eller trenden til en bestemt parameter (eller parametersett).

2.5 Vurdering av pressfaktorer og samfunnsøkonomiske gevinster

For å gi poeng til miljøpåvirkningen av havbaserte næringer (press) gir ekspertene konsensuspoeng, konfidenskarakter og trendestimater (de fem siste årene) for miljøtilstanden som sammenfaller med næringens utbredelse (dvs. området der næringen driver virksomhet) i forhold til utgangspunktet. Endringer i miljøtilstanden bør kunne tilskrives bare den vurderte næringen. Konfidenspoeng kan påvirkes

av usikkerhet rundt hvem påvirkningen skal tilskrives hvis to eller flere næringer påvirker samme område.

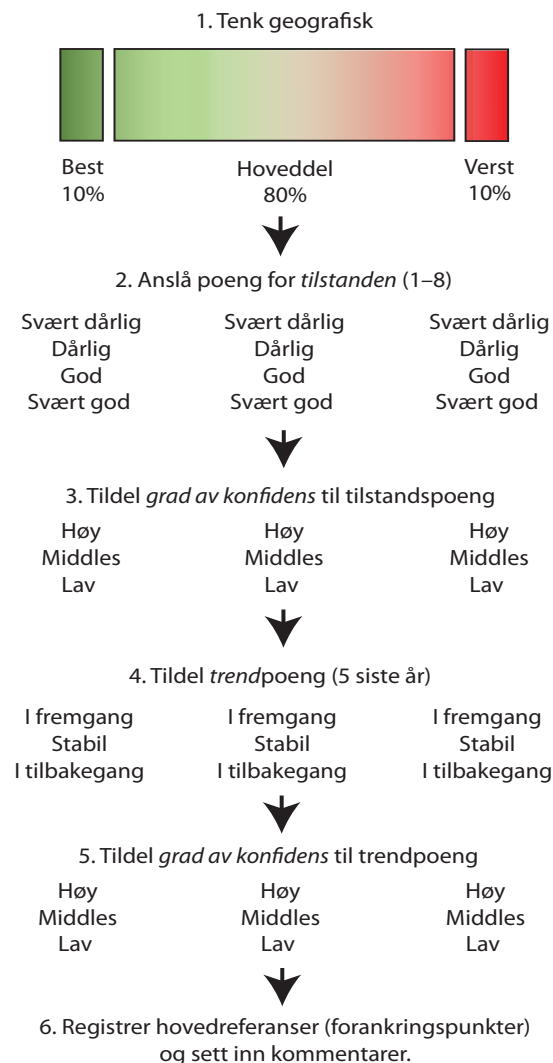
Summen av alle samfunnsøkonomiske gevinster fra næringen blir deretter vurdert. Flere forhold må evalueres, blant annet: 1) hvorvidt næringen er en viktig nasjonal arbeidsgiver, betaler rimelig lønn, enten gjennom direkte eller indirekte sysselsetting, 2) hvorvidt staten mottar skatter og avgifter, og hvorvidt en vesentlig andel av overskuddet blir igjen i landet, 3) hvorvidt næringen utnytter en bærekraftig forvaltet fornybar ressurs, 4) hvorvidt næringen bidrar til utdannings- og opplæringsprogrammer samt helsegevinster for arbeidstakerne, 5) hvorvidt næringen skaper nasjonal infrastruktur som veier, kommunikasjonssystemer eller andre fasiliteter, 6) hvorvidt næringen er hovedsakelig eller helt eid av nasjonale interesser (dvs. overskuddet fra næringen blir igjen i landet). Næringen gis poeng fra 1 til 8 basert på ekspertenes vurdering. De miljømessige og samfunnsøkonomiske poengene for næringen brukes til å gi en samlet karakter.

2.6 Risikovurdering

Sannsynligheten for og følgene av en bestemt risiko vurderes med poeng på en skala fra 1 til 5. Risikovurderingen omfatter sannsynligheten for at en hendelse vil inntreffe a) innen de fem neste årene og b) innen de 50 neste årene og følgene av den (se også Kaplan og Garrick, 1081; FAO, 2016).

2.7 Gjennomføring av arbeidsseminaret

For å vurdere miljøtilstanden i Raet nasjonalpark gjennomførte vi et ekspertpanelseminar 21.–22. august 2014. 20 eksperter deltok på seminaret (forfatterne pluss de frivillige angitt i forfatternes takk), og seminaret ble gjennomført i samsvar med metoden beskrevet ovenfor. Resultatene ble registrert ved hjelp av programvare utviklet av GRID-Arendal (se vedlegg 1).



Figur 3: Flyttdiagram som illustrerer hva som må gjøres for å vurdere hver parameter for habitater, arter, økologiske prosesser, fysiske og kjemiske prosesser samt menneskelige pressfaktorer. Merk at alle poengene ideelt sett gis for beste 10-prosentsområde, dårligste 10-prosentsområde og hovedsakelige 80-prosentsområde der hver parameter gjelder.

3. Resultater

Under seminaret som ble arrangert for den aktuelle studien, meldte forfatterne seg frivillig til å delta i den påfølgende rapportskrivningen. Selvutnevne hindret dermed eventuell interessekonflikt. Her er resultatene fra seminaret:

3.1 Habitater

Av de 17 habitatene som ble antatt potensielt å finnes i Raet nasjonalpark, og som ble identifisert før ekspertpanelseminaret (Knutsen et al., 2010; Dahl et al., 2014), vurderte de deltakende ekspertene at det var tilstrekkelig materiale til å vurdere bare åtte av dem (figur 4). De ni habitatene som ikke ble vurdert, var disse: anoksisk hardbunn, korall, afotisk hardbunn, herunder stein og grus, afotisk bløtbunn, eufotisk bløtbunn, skjellsand, saltmyr og algegytjebunn

Figur 4: Skjerm bilde fra den nettbaserte tilstands-vurderingsprogramvaren (vedlegg 1) med en liste over kjente eller forventede habitater i Raet nasjonalpark og poeng for tilstand (hvite bokser), trend (piler eller vannrett strek) og konfidens (fargelagte firkanter). Figuren er utarbeidet ved hjelp av GRID-Arendals nettbaserte system (vedlegg 1). Den sammenhengende svarte streken representerer spennet i tilstandspoeng fra dårligste 10-prosentstilstand til beste 10-prosentstilstand for det aktuelle habitatet. Karakterbeskrivelser finnes i tabell 1 (vedlegg 2). Det ble ikke gitt poeng for habitater der ekspertene vurderte tilgjengelig informasjon eller datamateriale som utilstrekkelig til å gjennomføre en vurdering. Hovekilen er navnet på en bukt i Raet nasjonalpark (på Tromøy, figur 1) som ofte frekventeres av turister og båtfolk. «i»-symbolet er en nettkobling til tekstdata som rapportøren har lagt inn i forbindelse med parameteren og drøftelsen mellom ekspertene.

Komponent	Info	Vurdering				Konfidens	
		Svært dårlig	Dårlig	God	Svært god	I vurdering	I trend
Elvemunninger og små vikar							
Hovekilen							
Sukkertare							
Anoksisk bløtbunn							
Anoksisk hardbunn							
Koraller							
Zostera-ålegressenger							
Afotisk hardbunn inklusiv stein og grus							
Afotisk bløtbunn							
Eufotisk hardbunn							
Eufotisk bløtbunn							
Skjellsand							
Steinete strandsone							
Bløtbunnstrand							
Saltmyr							
Algegytjebunn							
Stortare							

Vurderinger	Svært dårlig	Dårlig	God	Svært god
Nylige trender	I fremgang	Stabil	I tilbakegang	Uklar
	Verste/beste 10 % av stedene			
Konfidens	Høy konfidens basert på datamateriale av høy kvalitet	Moderat konfidens basert på begrenset datamateriale	Lav konfidens basert på ekspertvurdering med lite eller intet datamateriale	

Av de åtte habitatene som ble vurdert, ble tre tildelt en høy grad av konfidens (sukkertare, Zostera-ålegressenger og steinstrand (= steinete strandsoner)), tre med moderat grad av konfidens (elvemunninger og vikar, eufotisk hardbunn og stortare) og to med lav grad av konfidens (Hovekilen og bløtbunnstrand). Det langsiktige overvåkingsprogrammet har vist gode vilkår for hardbunnsvegetasjon (tare) i Raet nasjonalpark (Moy et al., 2015). Lokale undersøkelser har også vist gode vilkår for den steinete strandsonen, bløtbunnsfaunaen og vannkvaliteten i Raet nasjonalpark (Kroglund et al., 2004, 2012).

Moy og Christie (2012) vurderte tilstanden og trenden til sukkertarehabitat (*Saccharina latissima*) for Sørlandet og Vestlandet i 2004–2009 og registrerte en forskyvning i stor skala fra sukkertareskog til samfunn dominert av trådformede, efemerale makroalger. De tilskrev denne forskyvning hovedsakelig til eutrofiering (næringsstoff- og partikkelforurensning) og klimaendringer (økning i havtemperaturen).

Habitatenes gjennomsnittlige tilstand vurderes som god til svært god (figur 4). Tilstanden til habitater i 10-prosentsområdet som var verst påvirket av menneskers aktiviteter, ble vurdert som dårlig, mens tilstanden til habitater i det minst påvirkede 10-prosentsområdet ble vurdert som god (figur 4).

Trenden for habitattilstand de fem siste årene (2009–2014) vurderes som stabil for seks av åtte habitater og i fremgang for to habitater (sukkertare og *Zostera-ålegressenger*; figur 4). Ingen habitater vurderes å være i tilbakegang.

3.2 Arter

Av de 22 artene som ble antatt potensielt å finnes i Raet nasjonalpark, og som ble identifisert før ekspertpanelseminaret, vurderte de deltagende

Komponent	Info	Vurdering				Konfidens	
		Svært dårlig	Dårlig	God	Svært god	I vurdering	I trend
Hval		■	■	■	■		
Sel		■	■	■	■	■	■
Nise		■	▲	■	■	■	■
Standfugler - små måkearter	Ⓜ	■	■	■	■	■	■
Trekkfugler - terner	Ⓜ	■	■	■	■	■	■
Europeisk østers		■	■	■	■	■	■
Blåskjell		■	■	■	■	■	■
Panclalus borealis		■	■	■	■	■	■
Krabbe		■	■	■	■	■	■
Hummer		■	■	■	■	■	■
Kysttorsk		■	■	■	■	■	■
Annen torskefisk		■	■	■	■	■	■
Leppefisk (berggyllt osv.)	Ⓜ	■	■	■	■	■	■
Sjøørret		■	■	■	▲	■	■
Europeisk ål		■	■	■	■	■	■
Brisling		■	?	■	■	■	■
Sild		■	■	■	■	■	■
Makrell		■	■	■	■	■	■
Pigghå		■	■	■	■		
Store måkearter		■	■	■	■	■	■
Skarv		■	■	■	▲	■	■
Flyndrefisk		■	■	■	■	■	■

Vurderinger	■ Svært dårlig	■ Dårlig	■ God	■ Svært god
Nylige trender	▲ I fremgang	■ Stabil	■ Uklar	■ Verste/beste 10 % av stedene
Konfidens	■ Høy konfidens basert på datamateriale av høy kvalitet	■ Moderat konfidens basert på begrenset datamateriale	■ Lav konfidens basert på ekspertvurdering med lite eller intet datamateriale	

ekspertene at det var tilstrekkelig materiale til å vurdere 20 av dem (figur 5). De fant at det var utilstrekkelige data til å gi poeng til beste og dårligste 10-prosentsområde for artsforekomst (geografisk). Det ble derfor gitt poeng bare for hele området.

Av artene som fikk sin aktuelle tilstand vurdert, ble ni vurdert med høy grad av konfidens, fire med moderat grad av konfidens og sju med lav grad av konfidens. Publiserte artikler og rapporter som understøtter vurderingen av tilstanden og trenden for arter, omfatter Juliussen (2013), som undersøker artsmangfoldet av fiskearter i en garn-tidsserie, og Barceló et al. (2015), som beskriver de historiske endringene i artssammensetning i strandnot-undersøkelser fra 1919 til i dag. Den gjennomsnittlige tilstanden for arter vurderes som god, til tross for at tilstanden til ålen vurderes å være svært dårlig. Også tilstanden til sju andre arter vurderes som dårlig (figur 5).

Fiske av den lokale europeiske hummeren (*Homarus gammarus*) har vært i tilbakegang i mange år (Pettersen et al., 2009), og det er sterke indikasjoner

Figur 5: Skjerm bilde fra den nettbaserte tilstands-vurderingsprogramvaren (vedlegg 1) med en liste over kjente eller forventede arter i Raet nasjonalpark og poeng for tilstand (hvite bokser), trend (piler eller vannrett strek) og konfidens (fargelagte firkanter). Figuren er utarbeidet ved hjelp av GRID-Arendals nettbaserte system (vedlegg 1). Karakterbeskrivelser finnes i tabell 2 (vedlegg 2). Ekspertene ga ikke tilstandspoeng for beste eller dårligste 10-prosents tilstand for arter på grunn av utilstrekkelige data. Det ble ikke gitt poeng for hval eller hai (herunder pigghå) fordi ekspertene vurderte tilgjengelig informasjon eller datamateriale som utilstrekkelig til å gjennomføre en vurdering. «i»-symbolet er en nettkobling til tekstdata som rapportøren har lagt inn i forbindelse med parameteren og drøftelsen mellom ekspertene.

på at det forekommer overfiske. Næringsfiske er dårlig regulert, og estimert totalfangst kan være 14 ganger høyere enn hva offisielle rapporter antyder (Kleiven et al., 2012). Gjenoppbygging av hummerbestanden i eksisterende marine verneområder har videre vist at press fra fiskerinæringen er en viktig bidragsyter til bestandsnedgang (Moland et al., 2013).

Trenden for artstilstand de fem siste årene (2009–2014) vurderes som stabil for 16 av de 20 vurderte artene, i fremgang for tre arter (nise (*Phocoena phocoena*), ørret (*Salmo trutta trutta*) og storskarv (*Phalacrocorax carbo*)) og uvisst for én art (brisling (*Sprattus sprattus*), se figur 5). Ingen arter vurderes til å ha tilbakegang i tilstanden de fem siste årene.

3.3 Økologiske prosesser

Ekspertene som deltok på seminaret, vurderte fem økologiske prosesser: 1) migrasjonsruter for laks, ål og ørret, 2) hekke- og soveplasser for fugl, 3) beiteområder, 4) trofiske strukturer og forhold og 5) primærproduktivitet.

Tilstanden til migrasjonsrutene for atlantehavslaks (*Salmo salar*), ørret (*Salmo trutta trutta*) og ål (*Anguilla anguilla*) vurderes med høy grad av konfidens som svært god. To av de vesentligste kommersielle fiskeartene som fanges i Raet nasjonalpark, gyter ikke i selve parken. Ålen gyter i Sargassohavet, og ål fra østre deler av Europa passerer gjennom nasjonalparken på sin migrasjonsferd (Westerberg et al., 2014). Ørreten, derimot, gyter og bruker oppveksthabitater i omkringliggende bekker som løper ut langs kysten bortenfor nasjonalparken (Durif et al., 2011). En fersk undersøkelse av ørretbekkene som grenser til Raet nasjonalpark, har funnet at den nåværende tilstanden er moderat, idet de varierer fra god til dårlig (Haraldsen et al., 2014; Agder, 2015). Et sentralt poeng er derfor at menneskenes aktiviteter utenfor parken vil påvirke fiskens tilstand innenfor parken.

Lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) regnes som den vesentligste utfordringen for overlevelse av anadrom fisk i Norge i sin alminnelighet, men overvåking i åtte år har vist at de ikke påvirker anadrom fisk i Raet nasjonalpark (Nilsen et al., 2016). Atlanterhavslaks fra elver øst for Raet nasjonalpark passerer sannsynligvis innenfor grensene av nasjonalparken på sin migrasjonsferd til havs. Det finnes ingen migrasjonshindringer for anadrom eller katadrom fisk innenfor eller utenfor Raet nasjonalpark, men faktorer i havet vil påvirke hvorvidt fisken overlever til voksen alder. Surgjøring av ferskvannsbekker var hovedårsaken til artsutryddelse i 1960-årene, og kalking siden midten av 1990-årene har ført til vesentlig økning i overlevelsesprosent og laksefangst i regionen (Hesthagen et al., 2011). Aktuelle pressfaktorer som fortsatt påvirker anadrom og katadrom fisk, er hovedsakelig knyttet til vannkraft. Ørreten påvirkes hovedsakelig av veirelaterte hindringer (Haraldstad et al., 2014; Agder, 2015).

Tilstanden til hekke- og rasteplasser for sjøfugler som terner og skarver på øyene og kyststripene i Raet nasjonalpark vurderes som god, selv om dårligste 10-prosentsområde vurderes som dårlig (Fauchald et al., 2015). Tilstanden til beiteområder vurderes som god med moderat grad av konfidens, selv om tilstanden til dårligste 10-prosentsområde vurderes som dårlig. Tilstanden til trofiske strukturer og forhold vurderes med høy grad av konfidens som dårlig (Knutson, 2010). Til slutt vurderes tilstanden til primærproduktiviteten som god med høy grad av konfidens (Andersson et al., 2006), selv om tilstanden til dårligste 10-prosentsområde vurderes som dårlig.

Trenden for tilstanden til økologiske prosesser de fem siste årene (2009–2014) vurderes som stabil for alle vurderte prosesser, selv om det foreligger konfidenspoeng bare for to av disse trendene. Ingen økologiske prosesser vurderes å være i tilbakegang.

3.4 Fysiske og kjemiske prosesser

Ekspertene som deltok på seminaret, vurderte fire fysiske og kjemiske prosesser: 1) kyststrømmer, 2) avløpsvann fra byområder, 3) ferskvannsavrenning og 4) innhold av oppløst oksygen. Tilstanden til alle fire ble vurdert som svært god. Deltakerne fant at det var utilstrekkelige data til å gi poeng til beste og dårligste 10-prosentsområde for fysiske og kjemiske prosesser. Det ble derfor gitt poeng bare for hele området. Det er imidlertid høy grad av konfidens til tilstands- og trendvurderingene for alle fire prosesser (Agder, 2015).

Trenden for tilstanden til fysiske og kjemiske prosesser de fem siste årene (2009–2014) vurderes som stabil for kyststrømmer og oppløst oksygen, i fremgang

for avløpsvann fra byområder og i tilbakegang for kvaliteten på avrenningen. Avrenningen fra nedbørsfelt har blitt stadig mørkere de 20–30 siste årene på grunn av innhold av organisk materiale. Dette kan påvirke lystransmisjonen i kystvann (Aksnes et al., 2009).

3.5 Skadedyr, introduserte arter, sykdommer og algeoppblomstringer

Seminardeltakerne vurderte den generelle tilstanden for skadedyr og invaderende arter som god med hensyn til referanseåret 1900. Tilstanden i dårligste 10-prosentsområde ble vurdert som dårlig, og i beste 10-prosentsområde ble den vurdert som god. Men de fem siste årene vurderes tilstanden, med høy grad av konfidens, å være i tilbakegang (Gederaas et al., 2012).

Sykdommer er ikke velstudert i Raet nasjonalpark og ble ikke vurdert som del av seminaret.

Algeoppblomstringer (*Chrysocromulina polylepis*) har ikke forekommet i stor skala i regionen siden forrige store oppblomstring i 1988, som påvirket mange saltvannsarter. Siden algearter ikke har blitt overvåket, bestemte ekspertene seg for ikke å gi poeng til denne parameteren.

3.6 Pressfaktorer og samfunnsøkonomiske gevinster

Under seminaret ble det vurdert seks separate menneskelige pressfaktorer og de samfunnsøkonomiske gevinstene de gir til regionen Raet nasjonalpark tilhører: næringsfiske, fritidsfiske, skipsfart, fritidsbåtliv, turisme og kystutbygging (figur 6). Deltakerne fant at det forelå utilstrekkelige data til å vurdere beste og dårligste geografiske 10-prosentsområde for de fleste parametere, men det var tilstrekkelig informasjon til å vurdere beste og dårligste 10-prosentsområde for press fra næringsfiske, fritidsfiske, turisme og kystutbygging (figur 6).

For næringsfiske vurderte ekspertene miljøpresset som generelt moderat (god), der dårligste 10-prosentsområde påvirket av næringsfiske opplevde vesentlig press og beste 10-prosentsområde opplevde lavt press. Presset de fem siste årene var i fremgang (tilstand i tilbakegang) (noe som antyder at presset er i fremgang for områdene med best tilstand der det drives næringsfiske, se «Arter» ovenfor for hummerfiske). Graden av konfidens til miljøpåvirkningen av denne pressfaktoren, og trenden de fem siste årene, vurderes som lav (figur 6). Næringsfiske vurderes av ekspertene å gi vesentlige (god) samfunnsøkonomiske gevinster til regionen.

For fritidsfiske vurderte ekspertene miljøpresset som generelt moderat (god), der dårligste 10-prosentsområde



påvirket av fiske opplevde høyt press (svært dårlig) og beste 10-prosentsområde opplevde moderat press (god). Trenden i denne pressfaktoren har vært stabil de

fem siste årene, og det er moderat grad av konfidens i denne vurderingen. Fritidsfiske vurderes av ekspertene å gi vesentlige gevinster (god) til regionen og antas

å ha vært i fremgang de fem siste årene. Det er høy grad av konfidens til poeng- og trendvurderingen for samfunnsøkonomiske gevinster (figur 6).

Komponent	Info	Vurdering				Konfidens	
		Svært dårlig	Dårlig	God	Svært god	I vurdering	I trend
Næringsfiske – miljøpress							
Næringsfiske – sosioøkonomiske fordeler							
Fritidsfiske – miljøpress							
Fritidsfiske – sosioøkonomiske fordeler							
Skipsfart – miljøpress							
Skipsfart – sosioøkonomiske fordeler							
Fritidsbåtliv – miljøpress							
Fritidsbåthavner – sosioøkonomiske fordeler							
Turisme – miljøpress							
Turisme – sosioøkonomiske fordeler							
Kystutvikling – miljøpress							
Kystutvikling – sosioøkonomiske fordeler							

Vurderinger	Svært dårlig	Dårlig	God	Svært god
Nylige trender	I fremgang	Stabil	Uklar	Høy konfidens basert på datamateriale av høy kvalitet
	I tilbakegang			Moderat konfidens basert på begrenset datamateriale
	Verste/beste 10 % av stedene			Lav konfidens basert på ekspertvurdering med lite eller intet datamateriale

Figur 6: Skjermbilde fra den nettbaserte tilstandsvurderingsprogramvaren (vedlegg 1) med en liste over visse menneskelige pressfaktorer og samfunnsøkonomiske gevinster kjent for å finnes i Raet nasjonalpark og identifisert før arbeidsseminaret, der det ble gitt poeng for omfang av press (hvite bokser), trend (piler eller vannrett strek) og konfidens (fargelagte firkanter). Figuren er utarbeidet ved hjelp av GRID-Arendals nettbaserte system (vedlegg 1). Poeng for pressfaktorer bør tolkes i forhold til karakterbeskrivelsene i tabell 6 (vedlegg 2) og poengene for samfunnsøkonomiske gevinster i forhold til tabell 7 (vedlegg 2). I visse tilfeller ga ikke ekspertene tilstandspoeng for beste eller dårligste 10-prosentsstilstand på grunn av utilstrekkelige data.

For skipsfart vurderte ekspertene miljøpresset som generelt moderat (god). Trenden i denne pressfaktoren har vært stabil de fem siste årene, og det er høy grad av konfidens i denne vurderingen. Næringsfiske vurderes av ekspertene å gi regionen høye gevinster (svært god) og antas å ha vært i fremgang de fem siste årene. Det er høy grad av konfidens til poeng- og trendvurderingen for samfunnsøkonomiske gevinster (figur 6).

For fritidsbåtliv vurderte ekspertene miljøpresset som generelt moderat (god). Trenden i denne pressfaktoren har vært stabil de fem siste årene, og det er moderat grad av konfidens i denne vurderingen. Fritidsbåtliv vurderes av ekspertene å gi regionen høye gevinster (svært god) og antas å ha vært stabil de fem siste årene (dette tilskrives hovedsakelig fritidsbåthavnene). Det er lav grad av konfidens til poeng- og trendvurderingen for samfunnsøkonomiske gevinster (figur 6).

For turisme vurderte ekspertene miljøpresset som generelt moderat (god), der dårligste 10-prosentsområde påvirket av turisme opplevde moderat press (dårlig) og beste 10-prosentsområde opplevde lavt press (svært god). Trenden i denne pressfaktoren har vært stabil de fem siste årene for de fleste områdene, men i fremgang (tilstand i tilbakegang) i dårligste 10-prosentsområde. Det er moderat grad av konfidens til denne trendvurderingen. Turisme vurderes av ekspertene å gi regionen vesentlige gevinster (god) og antas å ha vært stabil de fem siste årene. Det er høy grad av konfidens til poeng- og trendvurderingen for samfunnsøkonomiske gevinster (figur 6).

For kystutbygging vurderte ekspertene til slutt miljøpresset som generelt vesentlig (dårlig),



der dårligste 10-prosentsområde påvirket av turisme opplevde høyt press (svært dårlig) og beste 10-prosentsområde opplevde moderat

press (god). Det er moderat grad av konfidens til vurderingen av pressfaktor (figur 6). Trenden i denne pressfaktoren har vært stabil de fem siste årene

for alle områdene, og det er høy grad av konfidens i denne trendvurderingen. Turisme vurderes (med moderat grad av konfidens) av ekspertene å gi

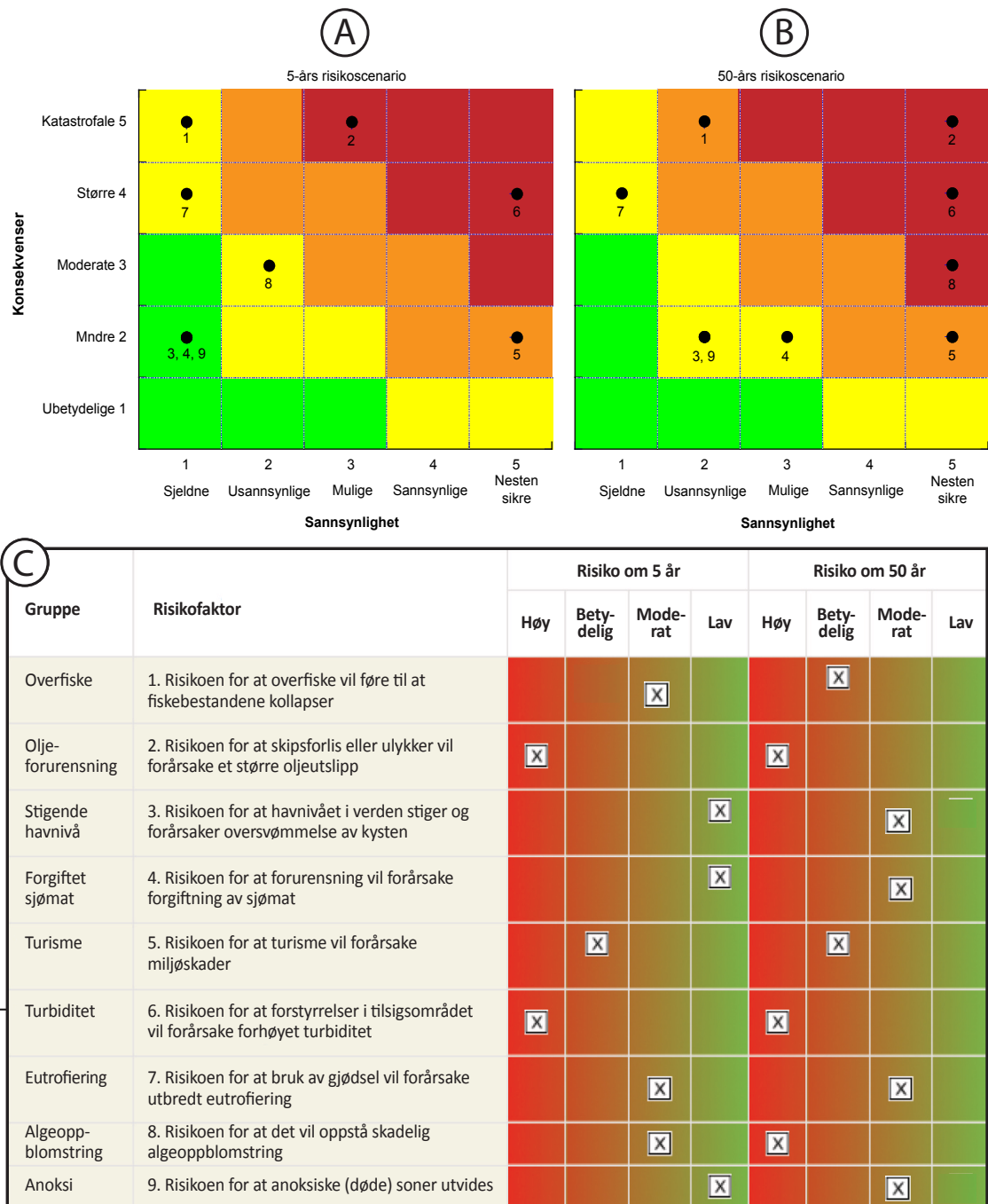
vesentlige gevinster (god) til regionen og antas å ha vært i fremgang de fem siste årene. Det er en høy grad av konfidens til den oppadgående trenden for samfunnsøkonomiske gevinster som kan avledes av kystutbygging (figur 6).

3.7 Risikovurdering for fremtiden til Raet nasjonalpark

Under seminaret ble det vurdert ni separate risikoscenarier med tidshorisonter på fem år (figur 7A) og 50 år (figur 7B) ved hjelp av vurderingsprosedyren beskrevet i punkt 2.7. To risikoer som ekspertene vurderte som lave for Raet nasjonalpark, var risikoen for at anoksiske dødsoner skulle oppstå, og risikoen for at havnivået skulle stige og forårsake kystoversvømmelse (figur 7A). De to risikoscenariene som ekspertene regnet for å ha høyest risiko, og som ikke forandret seg i løpet av tidshorisontene på fem år og 50 år, var risikoen for at forlis (eller ulykke) skulle forårsake oljeutslipp, og risikoen for at forstyrrelse i tilsigsområdet skulle forårsake forhøyet turbiditet og organisk jordmateriale i kystvann (figur 7A og B).

Risikoen for at bruk av gjødsel skal forårsake utbredt eutrofiering (vurdert som moderat risiko), og at turisme skal forårsake miljøskade (vesentlig risiko), forandret seg ikke mellom fem og 50 år (figur 7A og B). Til sammenlikning økte risikoen for skadelige algeoppblomstringer fra moderat i et femårsperspektiv til høy i et femtiårsscenario (figur 7A og B).

Figur 7: Resultater av risikoanalyse gjennomført for Raet nasjonalpark som viser (A) poeng for sannsynlighet kontra følger med en tidshorisonter på fem år, (B) poeng for sannsynlighet kontra følger med en tidshorisonter på 50 år og (C) generell risikovurdering. Tallene på grafene over sannsynlighet kontra følger (A og B) henviser til risikoscenariene oppført i (C).





4. Drøftelse

4.1 Tilstanden og trenden i Raet nasjonalpark

Ett mål ved denne studien var å gjennomføre en vurdering av Raet nasjonalpark, herunder en vurdering av kunnskapsmangler og potensielle fremtidige miljørisikoer, som skal legges frem for regionale forvaltningsmyndigheter. I samsvar med resultatene rapportert ovenfor vurderes den gjennomsnittlige habitattilstanden som god. Dette er tilfelle selv om habitattilstanden i 10-prosentsområdet som er verst påvirket av menneskers aktiviteter, vurderes som dårlig, og ingen av de vurderte habitatene vurderes til å ha tilbakegang i tilstanden. Én grunn til bekymring er at av de 17 habitatene i Raet nasjonalpark som Havforskningsinstituttet har kartlagt, er det tilstrekkelige data til å kommentere tilstanden til bare åtte av dem (figur 4). For eksempel antas det å finnes anoksiske habitater i høyere liggende basseng der bunnvann blir dårlig skylt ut og sjelden etterfylt, men det mangler data.

Den gjennomsnittlige tilstanden for arter vurderes som god, og selv om ingen arter vurderes til å ha tilbakegang i tilstanden, vurderes tilstanden til ålen å være svært dårlig. Også tilstanden til sju andre arter vurderes som dårlig (figur 5). Den lokale europeiske hummeren (*Homarus gammarus*) utsettes sannsynligvis for overfiske, og totalfangsten kan være 14 ganger høyere enn hva offisielle rapporter antyder (Kleiven et al., 2012). Når det gjelder økologiske prosesser, er trenden i fremgang for avløpsvann fra byområder, men i tilbakegang for kvaliteten på avrenningen. Det har vært en økning i antall invaderende arter og skadedyr i havet de fem siste årene.

Den geografiske informasjonen om arter, økologiske prosesser, fysiske og kjemiske prosesser og

menneskelige pressfaktorer er utilstrekkelig i de fleste tilfeller til å gi poeng for beste og dårligste 10-prosentsområde (geografisk, figur 4 og 5). Forvalterne i Raet nasjonalpark er avhengig av å få vite hvilke områder som er mest utsatt for menneskelige pressfaktorer for å kunne ta beslutninger om geografisk havplanlegging. Her er det en betydelig kunnskapsmangel.

Under seminaret ble det vurdert seks separate menneskelige pressfaktorer og de økonomiske gevinstene de innebærer for regionen som Raet nasjonalpark tilhører: næringsfiske, fritidsfiske, skipsfart, fritidsbåtliv, turisme og kystutbygging. Det ble uttrykt bekymring for påvirkningen av kystutbygging, som ble gitt lavest poeng (størst påvirkning) av alle menneskelige pressfaktorer (figur 6). Av ni risikoscenariene var de to med høyest risiko ifølge ekspertene risikoen for at et forlis eller en ulykke skulle forårsake oljeutslipp, og risikoen for at forstyrrelse i tilsigsområdet skulle forårsake forhøyet turbiditet i kystvann (figur 7A og B).

Det finnes også faktorer som ligger utenfor parkforvaltnernes kontroll, blant annet trusselen om endringer i kvaliteten på avrenningen, økt turbiditet og avrenning fra kystutbygging og veibygging i tilsigsområder langs kysten. Invaderende arter er også sannsynligvis utenfor parkforvaltnernes kontroll (selv om det kan være mulig å forby utslipp av ballast- eller slagvann innenfor grensene av nasjonalparken).

4.2 Ekspertpanelmetoden: sterke og svake sider

Generelt sett brukes det tre hovedkategorier av metoder til å gjennomføre miljøvurderinger:

1) indikatorbaserte, datadrevne vurderinger (for eksempel UKTAG, 2008; UNEP, 2014), 2) skrivebordsbaserte vurderinger gjennomført av én eller flere eksperter basert på en gjennomgåelse av tilgjengelige data (for eksempel OSPAR, 2010; United Nations World Ocean Assessment, 2016) og 3) vurderinger basert på analysen av synspunktene til eksperter innhentet med spørreskjema ved hjelp av nettbaserte undersøkelser eller i en seminarsituasjon (for eksempel Australia State of the Environment, 2011; Feary et al., 2014; EPA, 2015). Ekspertpanelmetoden som beskrives i denne rapporten, kan klassifiseres i tredje kategori av vurderingsmetoder. Den gjorde det mulig å gi et raskt, grundig og vitenskapelig gyldig sammendrag av tilstanden og trendene (med uttrykkelige konfidensbeskrivelser) til havmiljøet i Raet nasjonalpark i Sør-Norge. I alle slike miljøvurderingsprosedyrer har de benyttede metodene imidlertid sine egne sterke og svake sider, og ekspertpanelmetoden er ikke noe unntak (Burgman, 2005; McBride og Burgman, 2012).

Blant de viktigste sterke sidene ved ekspertpanelmetoden er hvor raskt det går å gjennomføre en vurdering, som under optimale forhold kan gjøre det mulig å gjennomføre en vurdering og publisere en rapport innen tre–seks måneder. Dette egner seg til situasjoner der det trengs hyppige vurderinger, for eksempel for å måle effekten av nylig vedtatte offentlige forskrifter (Feary et al., 2014).

Effekten av ekspertpanelmetoden er helt avhengig av ekspertgruppen som utnevnes av rapporteringsorganet (parten som organiserer vurderingen). Vi får en mangelfull prosess hvis

ekspertene som deltar i prosessen, ikke har relevant kunnskap. Kvaliteten på sluttproduktet vil da bli skadelidende. Fase 1 i ekspertpanelprosessen (figur 2) er derfor avgjørende for at prosessen skal bli vellykket (McBride og Burgman, 2012).

Forutsatt at det er utnevnt en representativ ekspertgruppe, er en annen fordel ved ekspertpanelmetoden at den er omfattende og i stand til å frembringe en helintegrert miljøvurdering (i henhold til definisjonen i UNEP, 2009). Verdien av en integrert vurdering illustreres med følgende eksempel: Tilstanden til elvemunninger og innsjøer i Skottland ble vurdert som «svært god» av UKTAG (2008) basert på vintergjennomsnittet av oppløst uorganisk nitrogen over en seksårsperiode (2001–2006). Men økologien i minst én av disse skotske vannmassene (Firth of Clyde) har blitt beskrevet av Thurstan og Roberts (2010) som «et marint økosystem som nærmer seg endepunktet for overfiske, et tidspunkt der det ikke er igjen noen arter som kan overleve kommersiell fangst». Så selv om vannkvaliteten i denne fjorden kan vurderes som svært god, har økosystemet blitt vesentlig påvirket av overfiske. Det er informasjon som en integrert vurdering ville ha fanget opp. Dette eksempelet illustrerer faren med å sette for stor lit til enkeltindikatorer i vurderingen av generell miljøtilstand.

En kritikk av ekspertpanelmetoden går ut på at den ikke er kvantitativ, og at resultatet er sterkt avhengig av vurderingen til enkeltstående eksperter (for eksempel ekspertsvakhetene angitt av Burgman, 2005). I ekspertpanelmetoden bes eksperter gi en kvalifisert uttalelse om tilstanden og trenden til habitater, arter, økologiske prosesser m.v., noe som kan gi en feilaktig vurdering (selv om vurderingen kvalifiseres av en beskrivelse av konfidensgrenser) på grunn av overkonfidens (Burgman, 2005). Metoden som benyttes her, der det kreves konsensus før det gis poeng (en form for aggregering), kan minske effekten

av at enkeltpersoner er for sikre i sin vurdering (siden ekstreme synspunkter filtreres ut).

Samme kritikk gjelder selvfølgelig enhver metode der ekspertuttalelser eller -vurderinger fra en enkeltperson spiller en rolle. Selv ved kvantitative data kreves det en ekspert for å tolke resultatene. Å teste gyldigheten av enhver tolkning er formålet med fagfellevurdering av sluttrapporten, som inngår i ekspertpanelmetoden (fase 6; figur 2) på samme måte som enhver annen vurderingsmetode. Verdien av ekspertuttalelser om tilstand og trend fremsatt med lav grad av konfidens kan diskuteres. I hvert fall bidrar det til å understreke hvor det finnes datamangler, og hvor det trengs ytterligere forskning for å øke graden av konfidens til fremtidige vurderinger. Det kan også varsle myndighetene om behovet for å gripe inn for å unngå alvorlig skade på økosystemene.

Ekspertpanelmetoden gjør det mulig å fange opp og bake inn lokal og tradisjonell kunnskap og erfaring i vurderingsprosessen (Reed, 2008). Rapporteringsorganet som har fått i oppgave å arrangere et ekspertpanelseminar, kan helt fra starten av invitere lokale eksperter med forskjellig bakgrunn til å delta (McBride og Burgman, 2012; fase 1 på figur 2). Disse ekspertene kan omfatte representanter fra urbefolkning, lokale håndverksfiskere, miljøforkjempere eller andre med kunnskap og erfaring som ellers ikke er tilgjengelig (dvs. ikke publisert i rapporter eller tilgjengelig fra andre kilder). I foreliggende studie deltok lokale eksperter fra Fiskeridirektoratet, Fiskarlaget Sør og Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder i seminaret.

Seminardrøftelser inneholder en menneskelig dimensjon som omfatter personligheter, kulturforskjeller, respekt for autoritære overordnede personer og skjevhet som tilretteleggeren ubevisst kan innføre (Burgman, 2005). Disse faktorene





kan det i et visst omfang tas hensyn til ved at det utnevnes en uavhengig tilrettelegger til å gjennomføre seminardrøftelsene (Walls og Quigley, 2001).

Ekspertpanelmetoden kan overkomme skjevheten som innføres fra velstuderte lokaliteter og deres innflytelse på vurderingen av tilstanden i et større område (det såkalte «grenseproblemet» i geografisk analyse; Haining, 1993). Spørsmålet her er i hvilket omfang en observasjon på et spesifikt sted kan overføres til det omkringliggende området som ikke har noen naturlige grenser. Ekspertpanelmetoden bruker scenariene med beste 10-prosentområde og dårligste 10-prosentområde til å overvinne denne skjevheten. Det er anerkjent at sistnevnte kan ha de beste tilgjengelige dataene (og høyeste grad av konfidens til vurderingen), mens det kan foreligge svært lite data for det førstnevnte området (upåvirket av menneskers aktiviteter).

En annen faktor som er viktig ved planlegging av et ekspertpanelseminar, er utvelgelsen av det geografiske området som ekspertene skal vurdere. I rapporten Australia State of the Environment (2011) ble vurderingen for eksempel gjennomført ved hjelp av tre seminarer som dekket fire forskjellige biogeografiske provinser. Forskjellige eksperter ble invitert til hvert av seminarene, noe som gjenspeilet den regionale inndelingen av den tilgjengelige ekspertkunnskapen. Denne faktoren vil sannsynligvis gjelde i de fleste havregioner, og det er derfor antakelig mest rimelig å forvente at ett seminar fokuserer på et område som ikke er større enn en enkelt biogeografisk provins eller stort marint økosystem (FAO, 2005).

Et viktig hensyn ved gjennomføring av enhver miljøtilstandsvurdering er tilgangen på data. En stor fordel med ekspertpanelmetoden er at den kan brukes i datafattige regioner av verden, forutsatt at det finnes eksperter med kunnskap om området som skal vurderes. Slike datafattige forhold forekommer

både i utviklingsland (for eksempel Sierra Leone; EPA, 2015) og industriland (Australia; Australia State of the Environment, 2011), men det er et viktig hensyn å bygge opp nasjonale tilstandsvurderinger i utviklingsland ved hjelp av det tilgjengelige kunnskapsgrunnlaget i landet. Dette var erfaringen fra United Nations World Ocean Assessment, som arrangerte en serie seminarer for å kartlegge hvor mye datamateriale og informasjon som er tilgjengelig i forskjellige regioner rundt om i verden (United Nations World Ocean Assessment, 2016). Noe som ble nevnt flere ganger etter seminaret, var at selv om det kanskje mangler fagfelleverderte publikasjoner understøttet av kvantitative datasett, finnes det eksperter med kunnskap og erfaring som er relevant for å gjennomføre en tilstandsvurdering. Deltakelsen til utviklingsland i initiativer som United Nations World Ocean Assessment (2016) avhenger derfor av hvorvidt de selv klarer å gjennomføre sin egne tilstandsvurderinger. Metoder basert på analyse av eksperters synspunkter (for eksempel ekspertpanelmetoden) kan gi en løsning.

Den vitenskapelige troverdigheten til enhver metode er avhengig av hvorvidt den klarer å frembringe resultater som er både konsekvente og repeterbare. Vurderingsresultater blir fagfellevurdert, noe som er den primære måten å validere vitenskapelig hvorvidt de er i tråd med det som er kjent om tilstanden i det vurderte miljøet. Det foreligger ingen studier som sammenlikner tilstandsvurderinger gjennomført med ekspertpanelmetoden og undersøker om de klarer å reproducere et resultat ved hjelp av (for eksempel) andre, men sammenliknbare, eksperter. Men stadig mer litteratur om testing av ekspertpanelvurderingers gyldighet (for eksempel Burgman, 2005; Dahlstrom et al., 2012; McBride et al., 2012) har gitt en rekke forslag til hvordan resultatet kan forbedres, for eksempel ved å løse spørsmålene drøftet ovenfor (ekspertskjevhet, overkonfidens, bruk av en uavhengig tilrettelegger m.v.).



5. Konklusjoner

Miljøtilstanden i Raet nasjonalpark har blitt vurdert ved hjelp av ekspertpanelmetoden. Faktorer som bidrar til at denne vurderingen har lyktes, er deltakelse fra 20 eksperter med bred erfaring og kunnskap om det lokale havmiljøet i nasjonalparken og de samfunnsøkonomiske sidene ved saken. Ekspertenes kunnskap og erfaring suppleres av en rekke publiserte rapporter og vitenskapelige artikler som dokumenterer høy grad av konfidens til vurderingen av en rekke faktorer. Den nettbaserte programvaren utviklet av GRID-Arendal gir ekspertene mulighet til å gjennomgå resultatene av vurderingen i sanntid, noe som dokumenterer høy grad av konfidens til vurderingen av en rekke faktorer. Vi konkluderer med at ekspertpanelmetoden egner seg til bruk på lokalt geografisk plan til å vurdere miljøtilstanden og trenden i et marint verneområde (nasjonalpark). Metoden frembringer riktignok ikke kvantitativ informasjon slik feltundersøkelser (innsamling av primærdata) ville gjort, men den gir forvaltere tilstrekkelig informasjon til å treffe avgjørelser om hvorvidt de skal gripe inn i særlige situasjoner, samtidig som nødvendig kostnad og varighet av en feltundersøkelse unngås.

Vi har identifisert en rekke kunnskapsmangler på grunnlag av analysen. For det første foreligger det utilstrekkelige data til å kommentere tilstanden i ni av de 17 habitatene i Raet nasjonalpark som Havforskningsinstituttet har kartlagt. Det er kjent at habitatene finnes, men tilstandsinformasjon mangler. Det er imidlertid sterke indisier på at hummer blir utsatt for overfiske, og at bevaringsarbeidet kan styrkes ved at eksisterende fiskeforbudssoner utvides, eller at nye soner opprettes i nasjonalparken. Sukkertarehabitat har blitt skadet i parken av menneskers virksomhet. Tilstanden anses å ha stabilisert seg de siste årene, men krever løpende overvåking for å påse at den



restituerer seg. Geografisk informasjon om arter, økologiske prosesser, fysiske og kjemiske prosesser og menneskelige pressfaktorer er utilstrekkelig i de fleste tilfeller til å gi poeng for beste og dårligste

10-prosentsområde. Den generelle miljøtilstanden i Raet nasjonalpark er god, men det er betydelige datamangler og forvaltningstiltak som krever myndighetenes oppmerksomhet.

Forfatternes takk

Forfatterne vil gjerne takke for bidragene fra seminardeltakerne fra Aust-Agder fylkeskommune (Berit W. Gregersen), Havforskningsinstituttet, Flødevigen (Erlend Moksness, Even Moland, Einar Dahl og Sigurd Espeland Heiberg), Norges Fiskarlag, Fiskarlaget Sør (Atle Nilsen), Norsk institutt for vannforskning (Hilde Trannum) og den tidligere fylkesmannen i Aust-Agder (Øystein Djupedal). Takk til Geir Andrew og teamet hans hos Frameworks (www.frameworks.no) for bistand med å utvikle det nettbaserte rapporteringssystemet som ble brukt til å produsere tallene i denne rapporten. Forfatterne vil gjerne takke anonyme granskere som bidro til å forbedre rapporten med sine kommentarer og forslag. Arbeidet beskrevet i denne rapporten har blitt gjennomført med økonomisk støtte fra GRID-Arendal.

Referanser

- Agder, V. 2015. Regionalt tiltaksprogram for vannregion Agder. Available from www.vannportalen.no/agder
- Aksnes, D.L., Dupont, N., Staby, A., Fiksen, Ø., Kaartvedt, S., Aure, J. 2009. Coastal water darkening and implications for mesopelagic regime shifts in Norwegian fjords. *Marine Ecology Progress Series*, 387: 39-49.
- Andersson, P., Axe, P., Eilola, K., Hansson, M., Håkansson, B., Karlson, B., Sahlsten, E. 2006. Monitoring the pelagic system in the Skagerrak. *Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Uddevalla, Sweden*, p. 67.
- Australia State of the Environment 2011. Independent report to the Australian Government Minister for Sustainability, Environment, Water, Population and Communities. Canberra: DSEWPac. Available from <https://www.environment.gov.au/science/soe/2011>
- Ban, N.C., Hansen, G.J.A., Jones, M., Vincent, A.C.J. 2009. Systematic marine conservation planning in data-poor regions: Socioeconomic data is essential. *Marine Policy* 33: 794-800.
- Baker, E.K., Harris, P.T. 2012. Habitat mapping and marine management, in: Harris, P.T., Baker, E.K. (eds.), *Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat: GeoHab Atlas of seafloor geomorphic features and benthic habitats*. Elsevier, Amsterdam, pp. 23-38.
- Barceló, C., Ciannelli, L., Olsen, E.M., Johannessen, T., Knutsen, H. 2015. Eight decades of sampling reveal a contemporary novel fish assemblage in coastal nursery habitats. *Global Change Biology*, doi:10.1111/gcb.13047
- Bekkby, T., Moy, F.E., Olsen, H., Rinde, E., Bodvin, T, Bøe, R., Steen, H., Grefsrud, E.S., Espeland, S.H., Pedersen, A., Jørgensen, N.M. 2012. The Norwegian Program for Mapping of Marine Habitats – Providing Knowledge and Maps for ICZMP, in: Moksness, E., Dahl, E. and Støttrup, J. (Eds.) *Global Challenges in Integrated Coastal Zone Management*. Wiley-Blackwell Ltd., Chapter 2, 21-30.
- Borja, Á., Dauer, D.M., Grémare, A. 2012. The importance of setting targets and reference conditions in assessing marine ecosystem quality. *Ecological Indicators* 12: 1-7.
- Brattegård, T. and Holthe, T. 1995. Kartlegging av egnede marine verneområder i Norge. Tiltråding fra rådgivende utvalg. Utredning for DN Nr. 1995-3. Direktoratet for naturforvaltning, p. 179.
- Burgman, M. 2005. *Risks and Decisions for Conservation and Environmental Management*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 502.
- Carpenter, S.R. 2002. *Ecological futures: building an ecology of the long now*. *Ecology* 83: 2069–2083.
- Dahl, E., Moy, F., Albrechtsen, J., Bodvin, T., Heiberg, S.E., Jelmert, A., Kleiven, A.R., Moland, E., Naustvoll, L.-J., Olsen, E.M. 2014. *Marine natural conditions and natural values in Raet - Project Report for the County of Aust-Agder (in Norwegian)*. Institute of Marine Research (IMR), Arendal, Norway, p. 49.
- Dahlstrom, A., Campbell, M.L., Hewitt, C.L. 2012. Mitigating uncertainty using alternative information sources and expert judgement in aquatic non-indigenous species risk assessment. *Aquatic Invasions* 7: 567-575.
- Dayton, P.K., Tegner, M.J., Edwards, P.B., Riser, K.L. 1998. Sliding baselines, ghosts, and reduced expectations in kelp forest communities. *Ecological Applications* 8: 309-322.
- de Jonge, V.N., Pinto, R., Turner, R.K. 2012. Integrating ecological, economic and social aspects to generate useful management information under the EU Directives' 'ecosystem approach'. *Ocean & Coastal Management* 68: 169-188.
- Durif, C.M.F., Gjørseter, J., Vøllestad, L.A. 2011. Influence of oceanic factors on *Anguilla anguilla* (L.) over the twentieth century in coastal habitats of the Skagerrak, southern Norway. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278: 464-473.
- EPA. 2011. Expert elicitation task force white paper. US Environmental Protection Agency, Washington, D.C., p. 149.
- EPA. 2015. *Sierra Leone State of the Marine Environment Report 2015*. Environment Protection Agency, Freetown, Sierra Leone, p. 72. Available from <http://some.grida.no/sierra-leone-2015.aspx>
- Espeland, S. H., Albrechtsen, J., Nedreaas, K., Sannæs, H., Moy, F. and Bodvin, T. 2013. Report: Kartlegging av gytefelt. Gytefelt for kysttorsk. Fisken og havet Nr 1/2013.
- FAO. 2005. *Large Marine Ecosystems. Topics Fact Sheets*. Text by J.J. Maguire and Jorge Csirke. FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 27 May 2005. Available from <http://www.fao.org/fishery/topic/3440/en> Accessed 29 January 2016.
- FAO. 2016. *EAF Planning and Implementation Tools - Qualitative Risk Analysis (consequence X likelihood)*. Available from http://www.fao.org/fishery/eaf-net/eaftool/eaf_tool_4/en Accessed 25 June 2016.
- Fauchald P., Anker-Nilssen T., Barrett R.T., Bustnes J.O., Bårdsen B.-J., Christensen-Dalsgaard S., Descamps S.,

- Engen S., Erikstad K.E., Hanssen S.A., Lorentsen S.-H., Moe B., Reiertsen T.K., Strøm H., Systad G.H. 2015. The status and trends of seabirds breeding in Norway and Svalbard – NINA Report 1151, p. 84.
- Feary, D.A., Fowler, A.M., Ward, T.J. 2014. Developing a rapid method for undertaking the World Ocean Assessment in data-poor regions – A case study using the South China Sea Large Marine Ecosystem. *Ocean and Coastal Management* 95: 129-137.
- Gederaas, L., Moen, T.L., Skjelsest, S. & Larsen, L.-K. 2012. (eds.). Alien species in Norway – with the Norwegian Black List. The Norwegian Biodiversity Information Centre, Norway. Available from <http://www.artsdatabanken.no/file/689/alien%20species>
- Green, N., Schøyen, M., Øxnevad, S., Ruus, A., Høgåsen, T., Håvardstun, J., Rogne, Å., Tveiten, L. 2010. Hazardous substances in fjords and coastal waters – 2008. Levels, trends and effects. Long-term monitoring of environmental quality in Norwegian coastal waters. TA-2566. NIVA-rapport 5867-2010.
- Haining, R., 1993. *Spatial Data Analysis in Social and Environmental Sciences*. Cambridge University Press, New York, NY.
- Haraldstad, T., Berger, H. M., Hindar, A., & Kroglund, F. 2014. Sjøaurebekker på Aust-Agderkysten, en rekartlegging med fokus på vannforskriftskrav. NIVA rapport, 6648, p. 98 + appendix.
- Hesthagen, T., Larsen, B. M., & Fiske, P. 2011. Liming restores Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations in acidified Norwegian rivers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68(2): 224-231.
- ICES. 2013. Report of the Joint EIFAAC/ICES Working Group on Eels (WGEEEL), 18–22 March 2013 in Sukarietta, Spain, 4–10 September 2013 in Copenhagen, Denmark. ICES CM 2013/ACOM:18, p. 851.
- Juliussen, E. 2013. Spatial and temporal patterns of biodiversity along the Norwegian Skagerrak coast, 2003–2012, Biological Sciences, University of Agder, Kristiansand, Norway, p. 30.
- Kaplan, S. and Garrick, B.J. 1981. On the quantitative definition of risk. *Risk Analysis*, 1: 11-27.
- Kleiven, A.R., Olsen, E.M. and Vølstad, J.H. 2012. Total catch of a red-listed marine species is an order of magnitude higher than official data. *PLoS ONE*, 7. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0031216>
- Knutsen J. A., Knutsen H., Rinde E., Christie H., Bodvin T., Dahl E. 2010. Mapping Biological Resources in the Coastal Zone – an Evaluation of Methods in a Pioneering Study from Norway. Review article. *Ambio*, DOI: 10.1007/s13280-010-0023-6
- Knutsen, H., Olsen, E.M., Ciannelli, L., Espeland, S.H., Knutsen, J.A., Simonsen, J.H., Skreslet, S., Stenseth, N.C. 2007. Egg distribution, bottom topography and small-scale cod population structure in a coastal marine system. *Marine Ecology Progress Series*, 333: 249-255.
- Kristensen, P., Anderson, L. and Denisov, N. 1999. A Checklist for State of the Environment Reporting. Copenhagen: Technical Report 15, European Environment Agency.
- Kroglund, T., Moy, F., Oug, E., Magnusson, J., Lie, M. C., 2004. Marine undersøkelser i Arendal kommune. Galtesund, Tromøysund, Kilsund og Narestø 2001–2004. NIVA-rapport 4924-2004.
- Kroglund, T., Trannum, H.C., Albretsen, J., Naustvoll, L.-J. 2012. Undersøkelse av sjøområdene i Arendal kommune 2011–2012. Tilstanden i havneområdene og utslippsstedene for kommunalt avløpsvann. NIVA-rapport 6445-2012.
- MacMillan, D.C., and Marshall, K. 2006. The Delphi process – an expert-based approach to ecological modelling in data-poor environments. *Animal Conservation*, 9: 11–19.
- Martin, T.G., Kuhnert, P.M., Mengersen, K., Possingham, H.P. 2005. The power of expert opinion in ecological models using Bayesian methods: impact of grazing on birds. *Ecological Applications*, 15: 266-280.
- Martin, T.G., Burgman, M.A., Fidler, F., Kuhnert, P.M., Low-Choy, S., McBride, M., Mengersen, K. 2012. Eliciting Expert Knowledge in Conservation Science. *Conservation Biology*, 26: 29-38.
- McBride, M.F. and Burgman, M.A. 2012. What is expert knowledge, how is such knowledge gathered, and how do we use it to address questions in landscape ecology? in: Perera, A.H., Drew, C.A., Johnson, C.J. (Eds.), *Expert Knowledge and Its Application in Landscape Ecology*. Springer Science+Business Media, pp. 11-38.
- McBride, M.F., Fidler, F., Burgman, M.A. 2012. Evaluating the accuracy and calibration of expert predictions under uncertainty: predicting the outcomes of ecological research. *Diversity and Distributions*, 18: 782-794.
- McClenachan, L., Ferretti, F., Baum, J.K. 2012. From archives to conservation: why historical data are needed to set baselines for marine animals and ecosystems. *Conservation Letters*, 5: 349-359.
- Moland, E., Olsen, E.M., Knutsen, H., Garrigou, P., Espeland, S.H., Kleiven, A.R., André, C., Knutsen, J.A. 2013. Lobster and cod benefit from small-scale northern marine protected areas: inference from an empirical before–after control-impact study. *Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences*, 1-9, DOI: 10.1098/rspb.2012.2679
- Morgan, M.G. 2014. Use (and abuse) of expert elicitation in support of decision making for public policy. *PNAS*, 111: 7176-7184.
- Moy, F.E., and Christie, H. 2012. Large-scale shift from sugar kelp (*Saccharina latissima*) to ephemeral algae along the south and west coast of Norway. *Marine Biology Research*, 8: 309-321
- Moy, F.E., Naustvoll, L.J., Trannum, H.C., Norderhaug, K.M., and Gitmark, J.K. 2015. ØKOKYST – Delprogram Skagerrak. Årsrapport 2014. Miljødirektoratets rapportserie M-334/2015.
- Nilsen, R., Bjørn, P.A., Serra-Llinares, R.M., Asplin, L., Sandvik, A.D., Johnsen, I.A., Karlsen, Ø., Finstad, B., Berg, M., Uglem, I., Barlaup, B., Vollset, K.W., and Lehmann, G.B. 2016. Lakselusinfeksjonen på vill laksefisk langs norskekysten i 2015. Rapport fra Havforskningen Nr.2-2016.
- Norwegian Environment Agency – Vannmiljø, registrering og analyse av tilsand i vann. Available from <http://vannmiljo.miljodirektoratet.no/> Accessed 17 October 2016.
- Olsen, E.M., Knutsen, H., Gjøsæter J., Jorde, P.E., Knutsen, J.A., Stenseth N.C. 2008. Small-scale biocomplexity in coastal Atlantic cod supporting a Darwinian perspective on fisheries management. *Evolutionary Applications*, 1 (3): 524 – 533.
- OSPAR. 2010. Quality status report 2010. OSPAR Commission, London, p. 176. Available from <http://qsr2010.ospar.org/en/index.html>.
- Pettersen, A.R., Moland, E., Olsen, E.M., Knutsen, J.A. 2009. Lobster Reserves in Coastal Skagerrak – An Integrated Analysis of the Implementation Process, in: Moksness, E., Dahl, E., Støttrup, J. (eds.), *Integrated Coastal Zone Management*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK, pp. 178-188.
- Pomeroy, R.S., Parks, J.E., Watson, L.M. 2004. How is your MPA doing? A guidebook of natural and social indicators for evaluating marine protected area effectiveness. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K.
- Reed, M.S. 2008. Stakeholder participation for environmental management: A literature review. *Biological Conservation*, 141: 2417-2431.
- Rombouts, I., Beaugrand, G., Artigas, L.F., Dauvin, J.C., Gevaert, F., Goberville, E., Kopp, D., Lefebvre, S., Luczak,

- C., Spilmont, N., Travers-Trolet, M., Villanueva, M.C., Kirby, R.R. 2013. Evaluating marine ecosystem health: Case studies of indicators using direct observations and modelling methods. *Ecological Indicators*, 24: 353-365.
- Roney, N. E., Hutchings, J.A., Olsen, E. M., Knutsen, H., Albrechtsen, J., Kuparinen A. 2016. Fine-scale life-history structure in a highly mobile marine fish. *Evolutionary Ecology Research*, 17: 95-109.
- Ruiz, G.M., Carlton, J.T., Grosholz, E.D. and Hines, A.H. 1997. Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms, extent and consequences. *American Zoologist*, 31: 621-632.
- Ruiz, G.M., Fofonoff, P.W., Carlton, J.T., Wonham, M.J. and Hines, A.H. 2000. Invasion of coastal marine communities in North America: Apparent patterns, processes and biases. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31: 481-531.
- Singh, R.H., Murty, H.R., Gupta, S.K., Dikshit, A.K. 2012. An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological Indicators*, 15 (1): 281-299.
- Smith, D., Punt, A., Dowling, N., Smith, A., Tuck, G., Knuckey, I., 2009. Reconciling Approaches to the Assessment and Management of Data-Poor Species and Fisheries with Australia's Harvest Strategy Policy. *Marine and Coastal Fisheries* 1, 244-254.
- Speirs-Bridge, A., Fidler, F., McBride, M., Flander, L., Cumming, G., Burgman, M. 2010. Reducing Overconfidence in the Interval Judgments of Experts. *Risk Analysis*, 30: 512-523.
- Thurstan, R.H. and Roberts, C.M. 2010. Ecological Meltdown in the Firth of Clyde, Scotland: Two Centuries of Change in a Coastal Marine Ecosystem. *PLoS ONE* 5.
- UKTAG. 2008. UK Technical Advisory Group on the Water Framework Directive, UK Environmental Standards and Conditions (Phase 2). UK Water Framework Directive, p. 84.
- UNEP. 2014. Measuring Success: Indicators for the Regional Seas Conventions and Action Plans, UNEP Regional Seas Report and Studies No. 194. UNEP Regional Seas, Nairobi, p. 216.
- UNEP and IOC-UNESCO. 2009. An Assessment of Assessments: Findings of the Group of Experts. Start-up phase of the Regular Process for Global Reporting and Assessment of the State of the Marine Environment including Socio-economic aspects. UNEP and IOC/UNESCO, Malta. Available from <http://www.unga-regular-process.org/>
- United Nations World Ocean Assessment. 2016. World Ocean Assessment I - The First Global Integrated Marine Assessment under the auspices of the United Nations General Assembly and its Regular Process for Global Reporting and Assessment of the State of the Marine Environment, including Socioeconomic Aspects. United Nations, New York, p. 1752. Available from <http://www.worldoceanassessment.org> Accessed 1 October 2016.
- Walls, L., and Quigley, J. 2001. Building prior distributions to support Bayesian reliability growth modelling using expert judgement. *Reliability Engineering and System Safety*, 74: 117-128.
- Ward, T.J. 2011. SOE 2011 National marine condition assessment – decision model and workshops. Report prepared for the Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities on behalf of the State of the Environment 2011 Committee. Canberra, ACT, Australia: DSEWPac, p. 22. Available from <https://www.environment.gov.au/system/files/pages/ba3942af-f815-43d9-a0f3-dd26c19d83cd/files/soe2011-supplementary-marine-national-marine-condition-assessment-decision-model-and-workshops.pdf>
- Ward, T. J. 2012. Workshop Report: Regional Scientific and Technical Capacity Building Workshop on the World Ocean Assessment (Regular Process), Bangkok, Thailand. 17–19 September 2012. UNEP/COBSEA, Bangkok, Thailand. Available from <http://www.grida.no/publications/default/5784.aspx>
- Ward, T.J. 2014. The condition of Australia's marine environment is good but in decline: an integrated evidence-based national assessment by expert elicitation. *Ocean & Coastal Management*, 100: 86-100.
- Ward, T., Cork, S., Dobbs, K., Harper, P., Harris, P.T., Hatton, T., Joy, R., Kanowski, P., Mackay, R., McKenzie, N., Wienecke, B. 2014. Framing an independent, integrated and evidence-based evaluation of the state of Australia's biophysical and human environments. *Journal of Environmental Planning and Management*, doi.org/10.1080/09640568.2014.891073
- Westerberg, H., Sjöberg, N., Lagenfelt, I., Aarestrup, K., Righton, D. 2014. Behaviour of stocked and naturally recruited European eels during migration. *Marine Ecology Progress Series*, 496: 145-157.
- Wilkinson, C., DeVantier, L., Talaue-McManus, L., Lawrence, D., Souter, D. 2005. South China Sea, GIWA Regional Assessment 54. UNEP and University of Kalmar, Kalmar, Sweden, 104 pp.

Vedlegg

Vedlegg 1.

Nettbasert system for rapportering av havmiljøtilstand

Vedlegg 2.

Tabeller med karakterbeskrivelser



Vedlegg 1.

Nettbasert system for rapportering av havmiljøtilstand

GRID-Arendal har utviklet et nettbasert forsøkssystem for å beregne og analysere poeng som gis under ekspertpanelseminarer: <http://some.grida.no>. Systemet har følgende kjennetegn:

- Etkjernesettavmiljømessigeogsamfunnsøkonomiske parametere med tilknytning til havet inngår i systemet. Dette settet er basert på kapitlene fra United Nations World Ocean Assessment (WOA, 2016). Parametersettet kan enkelt tilpasses med relevante parametere som eksperter identifiserer for et land eller en region.
- Kartlegging og sammenstilling av relevant datamateriale og informasjon: Systemet gjør det mulig å registrere relevante informasjonssett. Viktige referansedatasett og publikasjoner som ekspertene identifiserer mens tilstandsvurderingsrapportene blir utarbeidet, kan føyes til på nettstedet, enten som eksterne koblinger eller som opplasting til nettstedet i PDF-, Word- eller annet format.
- Nettstedet gjør det mulig å registrere datamateriale og statistikk (poeng for parametere, konfidens, risikoer) i sanntid under seminaret.
- Nettstedet utgjør en mal for utarbeidelse av en rapport om havmiljøets tilstand. Denne malen er basert på DPSIR-systemet (Driving Forces-Pressures-States-Impacts-Responses), WOA-malen og andre relevante rapportmaler (for eksempel rapporten Australia State of the Environment (SoE)). Innholdet og grafikken kan eksporteres og brukes som grunnlag for en nasjonal eller regional tilstandsvurderingsrapport, eller innholdet kan tilpasses bruk i andre formater etter behov.
- Databasen tillater direkte korrelasjon til WOA-malen, med mulighet for krysshenvising og kombinasjon av vurderingsresultater for å optimere bidraget til det internasjonale arbeidet.
- Et annet viktig moment er at diagrammene og utdataene på nettstedet er utformet for å kunne formidle resultatene fra seminaret på en enkel måte til strategiplanleggere og beslutningstakere. De enkle, sjargongfrie diagrammene formidler klart og tydelig ekspertenes hovedkonklusjoner.
- Systemet gjør det mulig å gi bidragsytende eksperter forskjellige roller under utarbeidelsen av tilstandsvurderingsrapporter: sjefredaktører, bidragsyttere, granskere osv. Bidragsyttere kan gis ansvar for ett eller flere kapitler i tilstandsvurderingsmalen. Rapportutkast kan sendes ut til alle deltakere for å oppdatere og gjennomgå rapporten og seminarresultatene, herunder registrering av viktige henvisninger og forankringspunkter som kan ha blitt oversett.

Vedlegg 2.

Tabeller med karakterbeskrivelser

Tabell 1: Karakterbeskrivelser for habitater, basert på Ward (2011). Ekspertene må vurdere den kumulative påvirkningen av alle pressfaktorer som kan ha hatt innvirkning på habitattilstanden (for eksempel Baker og Harris, 2012).

Habitater	Karakterbeskrivelser for habitater som finnes i staten og/eller regionen som vurderes
Svært god (7–8)	Habitattypen er i hovedsak strukturelt og funksjonelt intakt og i stand til å livnære alle avhengige arter.
God (5–6)	Det er litt habitattap eller endring i visse små områder, noe som fører til minimal ødeleggelse, men ingen varige vesentlige effekter på bestander av avhengige arter.
Dårlig (3–4)	Det er habitattap eller endring i en rekke områder, noe som fører til varige vesentlige effekter på bestander av visse avhengige arter.
Svært dårlig (1–2)	Det er utbredt habitattap eller endring, noe som fører til varige vesentlige effekter på mange bestander av avhengige arter.

Tabell 2: Karakterbeskrivelser for arter, basert på Ward (2011). Ekspertene må vurdere den kumulative påvirkningen av alle pressfaktorer som kan ha hatt innvirkning på artstilstanden.

Arter	Karakterbeskrivelser for forskjellige vurderte arter, i og med hva som best forstått om deres status og trender uttrykt med hensyn til bestander og grupper av arter, herunder truede, utrydningstruede eller vernede arter
Svært god (7–8)	Bare noen eventuelle artsbestander har gått ned som følge av menneskers virksomhet eller dårligere miljøforhold.
God (5–6)	Bestander av en rekke vesentlige arter, men ingen artsgrupper har gått betydelig ned som følge av menneskers virksomhet eller dårligere miljøforhold.
Dårlig (3–4)	Bestander av mange arter eller noen artsgrupper har gått betydelig ned som følge av menneskers virksomhet eller dårligere miljøforhold.
Svært dårlig (1–2)	Bestander av et stort antall arter eller artsgrupper har gått betydelig ned som følge av menneskers virksomhet eller dårligere miljøforhold.

Tabell 3: Karakterbeskrivelser for økologiske prosesser, basert på Ward (2011). Ekspertene må vurdere den kumulative påvirkningen av alle pressfaktorer som kan ha hatt innvirkning på tilstanden til økologiske prosesser.

Økologiske prosesser	Karakterbeskrivelser for de viktigste økologiske prosessene og effekten av menneskers virksomhet
Svært god (7–8)	Det er ingen vesentlige endringer i økologiske prosesser eller økologiske funksjoner som følge av menneskers virksomhet.
God (5–6)	Det er visse vesentlige endringer i økologiske prosesser som følge av menneskers virksomhet i visse områder, men ikke i et omfang som gjør at de har betydelig innvirkning på økologiske funksjoner.
Dårlig (3–4)	Det er vesentlige endringer i økologiske prosesser som følge av menneskers virksomhet, og disse har betydelig innvirkning på økologiske funksjoner i visse områder.
Svært dårlig (1–2)	Det er vesentlige endringer i økologiske prosesser over et bredt område av regionen som følge av menneskers virksomhet, og disse har alvorlig innvirkning på økologiske funksjoner i store deler av regionen.

Tabell 4: Karakterbeskrivelser for fysiske og kjemiske prosesser, basert på Ward (2011). Ekspertene må vurdere den kumulative påvirkningen av alle pressfaktorer som kan ha hatt innvirkning på tilstanden til fysiske og kjemiske prosesser.

Fysiske og kjemiske prosesser	Karakterbeskrivelser for de viktigste fysiske og kjemiske prosessene som menneskers virksomhet har modifisert
Svært god (7–8)	Det er ingen vesentlige endringer i fysiske eller kjemiske prosesser eller økologiske funksjoner som følge av menneskers virksomhet.
God (5–6)	Det er visse vesentlige endringer i fysiske eller kjemiske prosesser som følge av menneskers virksomhet i visse områder, men ikke i et omfang som gjør at de har betydelig innvirkning på økologiske funksjoner.
Dårlig (3–4)	Det er vesentlige endringer i fysiske eller kjemiske prosesser som følge av menneskers virksomhet, og disse har betydelig innvirkning på økologiske funksjoner i visse områder.
Svært dårlig (1–2)	Det er vesentlige endringer i fysiske eller kjemiske prosesser over et bredt område av regionen som følge av menneskers virksomhet, og disse har alvorlig innvirkning på økologiske funksjoner i store deler av regionen.

Tabell 5: Karakterbeskrivelser for skadedyr, introduserte arter, sykdommer og algeoppblomstringer, basert på Ward (2011). Ekspertene må vurdere den kumulative påvirkningen av alle pressfaktorer som kan ha hatt innvirkning på tilstanden til skadedyr, introduserte arter, sykdommer og algeoppblomstringer.

Skadedyr, introduserte arter, sykdommer og algeoppblomstringer	Karakterbeskrivelser for skadedyr, introduserte arter, sykdommer og algeoppblomstringer
Svært god (7–8)	Forekomsten og omfanget av sykdommer og algeoppblomstringer ligger på forventet, naturlig nivå, det er ubetydelige forekomster eller antall av skadedyr, og antallet og forekomsten av introduserte arter er minimal.
God (5–6)	Forekomsten av sykdommer eller algeoppblomstringer ligger tidvis over forventet nivå, og restitusjonen er rask, med minimal effekt på økologiske funksjoner. Skadedyr er påvist, men det har vært begrenset påvirkning på økosystemer. Forekomsten, spredningen og antallet av introduserte arter er begrenset og har minimal innvirkning på økologiske funksjoner.
Dårlig (3–4)	Forekomst av sykdommer eller algeoppblomstringer forekommer regelmessig i visse områder. Forekomst av skadedyr krever betydelig inngripen eller har betydelig innvirkning på økologiske funksjoner. Forekomsten, spredningen og antallet av introduserte arter utløser reaksjoner fra forvaltningen eller har ført til betydelig innvirkning på økologiske funksjoner.
Svært dårlig (1–2)	Sykdommer eller algeoppblomstringer forekommer regelmessig i regionen. Forekomsten av skadedyr eller introduserte arter er ukontrollert i visse områder, har fortrent hjemlige arter og har alvorlig innvirkning på økologiske funksjoner.

Tabell 6: Karakterbeskrivelser for miljøpåvirkningen av havbaserte næringer.

Miljøpåvirkningen av havbaserte næringer	Karakterbeskrivelser for miljøpåvirkningen av havbaserte næringer
Svært god (7–8) Lavt press	Denne næringen har forårsaket ingen vesentlige endringer i det generelle miljøet (tilstanden til habitat, arter, økologiske prosesser eller fysiske og kjemiske prosesser) innenfor sitt utbredelsesområde.
God (5–6) Moderat press	Denne næringen har forårsaket visse vesentlige endringer i visse komponenter av det generelle miljøet, men ikke i et omfang som gjør at den har betydelig innvirkning på økologiske funksjoner.
Dårlig (3–4) Vesentlig press	Denne næringen har forårsaket vesentlige endringer i mange komponenter av det generelle miljøet, og disse har betydelig innvirkning på økologiske funksjoner i deler av næringens utbredelsesområde.
Svært dårlig (1–2) Høyt press	Denne næringen har forårsaket vesentlige endringer i mange komponenter av det generelle miljøet, og disse har alvorlig innvirkning på økologiske funksjoner over næringens utbredelsesområde.

Tabell 7: Karakterbeskrivelser for de samfunnsøkonomiske gevinstene fra havbaserte næringer.

Samfunnsøkonomiske gevinster	Karakterbeskrivelser for de samfunnsøkonomiske gevinstene fra havbaserte næringer. Dette er den totale gevinsten medregnet sysselsetting, skatter og avgifter til staten, utdanning og opplæring, folkehelsegevinster og infrastruktur (bygninger, veier m.v.). Det omfatter både de direkte og indirekte sysselsettingsgevinstene.
Svært god (7–8) Store gevinster	Næringen er hovedsakelig eller helt eid av nasjonale interesser og er en stor nasjonal arbeidsgiver, både gjennom direkte og indirekte sysselsetting. Staten mottar betydelige skatter og avgifter, og en vesentlig andel av overskuddet blir igjen i landet. Næringen utnytter en bærekraftig forvaltet fornybar ressurs og bidrar til ett eller flere av følgende: utdannings- og opplæringsprogrammer, helsegevinster og nasjonal infrastruktur.
God (5–6) Vesentlige gevinster	Næringen er en viktig nasjonal arbeidsgiver, både gjennom direkte og indirekte sysselsetting, og staten mottar skatter og avgifter. Næringen kan bidra til utdannings- og opplæringsprogrammer samt helsegevinster.
Dårlig (3–4) Noen gevinster	Næringen er en mindre arbeidsgiver, både gjennom direkte og indirekte sysselsetting, og staten mottar noen skatter og avgifter. Næringen er delvis eller hovedsakelig eid av utenlandske interesser.
Svært dårlig (1–2) Få eller ingen fordeler	Næringen er hovedsakelig eller helt eid av utenlandske interesser og er ikke en nasjonalt viktig arbeidsgiver, med det meste eller alt av sysselsetting basert i utlandet. Næringen utnytter en ikke-fornybar ressurs (eller en ikke bærekraftig forvaltet fornybar ressurs), og staten mottar svært lite i skatter og avgifter fra denne næringen.

Tabell 8: Poeng som viser sannsynlighet for at en hendelse vil inntreffe.

Sannsynlighet – Dette er sannsynligheten for at påvirkningen inntreffer innen en tidshorisont på fem eller 50 år, der det tas hensyn til effekten av nåværende og nylig innførte (ikke planlagte) forvaltningsordninger og -aktiviteter..	
Nesten sikkert (poeng = 5)	Forventes å inntreffe innen fem (50) år
Sannsynlig (4)	Forventes å inntreffe minst én gang innen fem (50) år
Mulig (3)	Hendelsen er mulig innen fem (50) år
Usannsynlig (2)	Hendelsen er usannsynlig innen fem (50) år
Sjelden (1)	Forventes ikke å inntreffe innen fem (50) år

Tabell 9: Poeng som viser følgene eller påvirkningen hvis en hendelse skulle inntreffe.

Følge/påvirkning – Dette er omfanget og alvorlighetsgraden av den forventede påvirkningen, der det tas hensyn til effekten av nåværende og nylig innførte (ikke planlagte) forvaltningsordninger og -aktiviteter.	
Katastrofal (poeng = 5)	Påvirkningen vil ha alvorlig innvirkning på økosystemet i regionen, ødelegge en viktig økologisk struktur eller funksjon og ha restitusjonsperioder på mer enn 20 år (potensielt uopprettelig).
Stor (4)	Påvirkningen vil ha alvorlig innvirkning på økosystemet i regionen, ødelegge en viktig økologisk struktur eller funksjon og ha restitusjonsperioder på mindre enn 20 år.
Moderat (3)	Påvirkningen vil ha innvirkning på økosystemet i regionen, ødelegge visse deler av en økologisk struktur eller funksjon og ha restitusjonsperioder på mindre enn fem år.
Liten (2)	Påvirkningen vil være svært geografisk begrenset (< 10 prosent av området) og ha innvirkning bare på mindre komponenter av økosystemet i regionen.
Ubetydelig (1)	Påvirkningen vil være geografisk begrenset til et mindre område (< 5 prosent) og vil ikke kunne merkes utenfor det området.

