

Sustainable development of the Nephrops fishery in the Kattegat-Skagerrak region

Frandsen, Rikke; Eliassen, Søren Q.; Lövgren, Johan; Søvik, Guldborg; Feekings, Jordan P.; Ulmestrand, Mats; Lund, Henrik; Andersen, Bo Sølgaard; Axelsen, Bjørn Erik ; Bastardie, Francois; Berg, Casper Willestofte; Bichel, Nikolaj; Furevik, Dag; Jacobsen, Jonathan B.; Johansen, Torild; Jonasdottir, Sigrun; Jonsson, Patrik; Jørgensen, Terje; Karlsen, Junita Diana; Kleiven, Alf Ring; Løkkeborg, Svein; Lundgren, Bo; Madsen, Niels; Munch-Petersen, Sten; Nielsen, Anders; Nielsen, J. Rasmus; Reeh, Line; Westgaard, Jon-Ivar

Publication date:
2015

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Frandsen, R., Eliassen, S. Q., Lövgren, J., Søvik, G., Feekings, J. P., Ulmestrand, M., ... Westgaard, J.-I. (2015). Sustainable development of the Nephrops fishery in the Kattegat-Skagerrak region. Charlottenlund: National Institute of Aquatic Resources, Technical University of Denmark. (DTU Aqua Report; No. 298-2015).

DTU Library

Technical Information Center of Denmark

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Sustainable development of the *Nephrops* fishery in the Kattegat-Skagerrak region



DTU Aqua report no. 298-2015
By Rikke P. Frandsen et al.

Sustainable development of the *Nephrops* fishery in the Kattegat-Skagerrak region

DTU Aqua report no. 298-2015

Rikke P. Frandsen¹, Søren Q. Eliassen², Johan Lövgren³, Guldborg Søvik⁴, Jordan P. Feekings¹, Mats Ulmestrand³, Henrik Lund⁵, Bo S. Andersen^{1/6}, Bjørn Erik Axelsen⁴, Francois Bastardie¹, Casper W. Berg¹, Nikolaj Bichel², Dag Furevik⁴, Jonathan B. Jacobsen⁵, Torild Johansen⁴, Sigrun Jonasdottir¹, Patrik Jonsson³, Terje Jørgensen⁴, Junita D. Karlsen¹, Alf Ring Kleiven³, Svein Løkkeborg³, Bo Lundgren¹, Niels Madsen¹, Sten Munch-Pedersen¹, Anders Nielsen¹, J. Rasmus Nielsen¹, Line Reeh¹ and Jon-Ivar Westgaard⁴

¹Technical University of Denmark, DTU Aqua

²Aalborg University, AAU-PLAN

³Swedish University of Agricultural Sciences, SLU

⁴Institute of Marine Research, IMR (Norway)

⁵Danish Fishermen's Assosiation PO, DFPO,

⁶Present contact address: bosolgaard@hotmail.com



BÆREDYGTIGT
JOMFRUHUMMERFISKERI



THE EUROPEAN
UNION
The European
Regional
Development Fund



Interreg IVA
ÖRESUND - KATTEGAT - SKAGERRAK



The present synthesis is a delivery in the project “Economically sustainable development of the *Nephrops* fishery in the Skagerrak and Kattegat region”. The project was partly financed by the European Regional Development Fund through the INTERREG IVA program and ran from June 2012 through December 2014. Partners in the project were: DTU Aqua, IMR, SLU, IFM, and DFPO. The work was communicated and discussed at two workshops with participation from the fishing industry and the national fishing authorities (Appendices 6 and 7). The bio-economic modelling was performed in cooperation with the IMAGE / MAFIA project which received funding from: Integrated management of agriculture, fishery, environment and economy (Danish Strategic Research Council). Part of the work on discard reduction through sharing of knowledge about real-time fish distribution was performed in cooperation with the EU project SOCIOEC which was funded through the Seventh Framework Programme.

Colophon

Title	Sustainable development of the <i>Nephrops</i> fishery in the Kattegat-Skagerrak region
Authors	Rikke P. Frandsen ¹ , Søren Q. Eliassen ² , Johan Lövgren ³ , Guldborg Søvik ⁴ , Jordan P. Feekings ¹ , Mats Ulmestrand ³ , Henrik Lund ⁵ , Bo S. Andersen ^{1/6} , Bjørn Erik Axelsen ⁴ , Francois Bastardie ¹ , Casper W. Berg ¹ , Nikolaj Bichel ² , Dag Furevik ⁴ , Jonathan B. Jacobsen ⁵ , Torild Johansen ⁴ , Sigrun Jonasdottir ¹ , Patrik Jonsson ³ , Terje Jørgensen ⁴ , Junita D. Karlsen ¹ , Alf Ring Kleiven ³ , Svein Løkkeborg ³ , Bo Lundgren ¹ , Niels Madsen ¹ , Sten Munch-Pedersen ¹ , Anders Nielsen ¹ , J. Rasmus Nielsen ¹ , Line Reeh ¹ and Jon-Ivar Westgaard ⁴ .
	¹ Technical University of Denmark, DTU Aqua ² Aalborg University, AAU-PLAN ³ Swedish University of Agricultural Sciences, SLU ⁴ Institute of Marine Research, IMR (Norway) ⁵ Danish Fishermen’s Assosiation PO, DFPO, ⁶ Present contact address: bosolgaard@hotmail.com
DTU Aqua report no.	298-2015
Year:	August 2015
Reference:	R. P. Frandsen et al. Sustainable development of the <i>Nephrops</i> fishery in the Kattegat-Skagerrak region. DTU Aqua report no. 298-2015. National Institute of Aquatic Resources, Technical University of Denmark. 23 pp. + appendices.
Cover photo:	Line Reeh
Published by:	National Institute of Aquatic Resources, Jægersborg Allé 1, 2920 Charlottenlund, Denmark, tel. +45 35 88 33 00, aqua@aqua.dtu.dk, www.aqua.dtu.dk
Download from:	www.aqua.dtu.dk/publikationer
ISSN:	1395-8216
ISBN:	978-87-7481-209-8

Contents

Contents	2
Summary	4
Recommendations.....	5
More knowledge is needed... ..	6
Fishing for <i>Nephrops norvegicus</i> in the Kattegat and Skagerrak.....	7
The stock and its assessment	7
Distribution	7
Genetic stock structure	8
Assessment	9
The fishery	14
Trawls	15
Creels.....	16
Can we ease gear development and the legalization process in general?	18
Management.....	20
Could harmonization of the national regulations aid a further sustainable development of the <i>Nephrops</i> fishery?.....	20
Quotas and bathymetry.....	20
Fishing <i>Nephrops</i> when discarding is banned	21
References.....	23

Appendices 1-12

Summary

The *Nephrops* (*Nephrops norvegicus*) fishery in the Kattegat-Skagerrak (KASK) area is at present both economically, biologically, and environmentally sustainable and has recently been MSC certified. However, the European demersal fisheries will be subjected to several changes (e.g., closing of fishing grounds, discard ban / landing obligation) over the coming years affecting both the accessible fishing grounds as well as the landings. These changes require extended understanding of the parameters affecting the fishery, the stock, and the environment in order to maintain sustainability of the system.

The project was launched by a stakeholder workshop (managers, researchers and the industry) where the expectations and challenges for the KASK *Nephrops* fishery in the coming years were discussed (Appendix 7). In the remaining part of the project, focus was enhanced on mitigating the impact of the challenges identified as being the most important:

- Testing alternative catch technologies (reflecting the identified risk of closure of important fishing areas as part of sea floor protection following the Marine Strategy Framework Directive, Natura 2000 etc.)
- Assessing the consequences of changed Minimum Landing Sizes (MLS) (reflecting the view that this is a risk to the fishery)
- Investigating systems for improving the selectivity through gear development and choice of fishing ground (reflecting challenges following the discard ban /landing obligation).

In this project, national data from Norway, Denmark and Sweden were collated and analysed. This approach provided a unique insight into the fishery including catches and discards as well as the environmental factors influencing the system. Furthermore, issues concerning the stock dynamics, economic drivers of the fishery, as well as procedures for integrating fisher experiences in gear development have been investigated. A new length based model which may improve the stock assessment and provide parameters crucial to the process of maintaining the MSC certification has been developed. Likewise, models for sharing knowledge between fishers regarding areas with unwanted catch compositions have been developed.

The work in this project has provided knowledge which allows us to set forth seven recommendations on actions that may be implemented in the assessment / management in order to ensure a further development of the fishery without compromising its sustainability.

Recommendations

Actions that may be implemented in the assessment

- 1 Calculate the harvest rate for each subarea by including the following subarea specific data in the assessment: investigations on discards, landings, effort, and number of burrows in the bottom sediment. Today's assessment is considering the KASK area as one unit without considering possible differences in the dynamics of the six defined *Nephrops* fishing grounds/subareas. Page 10
- 2 Include data on recreational fishing effort and catches where possible. In particular the effort in the Norwegian creel fishery for *Nephrops* is increasing and should be accounted for in the assessment. Page 11
- 3 Further improve the length based model developed in this project to provide new insights regarding the stock dynamics. Reference points on stock biomass and fishing mortality should be defined. Page 12

Actions that may be implemented in the management

- 4 Allow creeling for *Nephrops* in closed areas where removing *Nephrops* from the ecosystem does not violate the reason for the area closure. The impact of creeling on the benthos is assessed to be low, but further documentation should be provided before creeling is allowed in vulnerable habitats. Page 17
- 5 Share knowledge between national managers on best practice of how to organize fishers' involvement in gear development, test and approval. Including fishers' knowledge and experience in the process can make gear adjustment and development more flexible, efficient, and easier to implement. Page 19
- 6 Implement fishers' real-time knowledge of areas with high levels of unwanted by-catch to support skippers' choice of fishing grounds. Formally sharing this knowledge between groups of fishers will allow the skipper to avoid areas with high discard rates. Page 21
- 7 Reduce the Minimum Conservation Reference Size (MCRS) of *Nephrops* in Kattegat and Skagerrak from 40 mm carapace length (~13 cm total length) to 30 mm carapace length (~10 cm total length), while assuring that the total number of individuals removed (official and unofficial) from the stock does not increase. Lowering the MCRS to 30 mm carapace length has the potential to reduce discards of *Nephrops* in Kattegat and Skagerrak by up to 90 % without compromising the stock biomass or the economic performance of the fishery Page 22

More knowledge is needed...

Our work answered many questions and has given us an improved understanding of the stock and the fishery. New knowledge and understanding often raise new questions. This was also the case in this project where we identified gaps in the knowledge on:

1. The potential of improving size selectivity of *Nephrops* by use of an improved size sorting grid.
2. The use of bio-degradable material in creels to mitigate ghost fishing of lost gears.
3. The impact on the stock if the exploitation pattern changes e.g. due to an increased effort in creeling. Creeling is known to have higher relative catches of berried females.
4. The environmental impact of creeling, in particular the area impacted pr. kg landed *Nephrops*. Some work on this topic will be conducted in the EU project BENTHIS.
5. Best practices on inclusion of fishers' knowledge and experiences in institutionalised gear development and especially testing processes (choice of relevant types of gear and specific design to test and screening).

Fishing for *Nephrops norvegicus* in the Kattegat and Skagerrak

Nephrops is one of the economically most important resources in the commercial fishery in the Kattegat / Skagerrak area with an annual first-hand sale value exceeding 30 M € in 2013. The majority of the landings are sold and processed locally and the socio-economic value is therefore higher than the first-hand value.

The stock and its assessment

Distribution

Nephrops are widely distributed on the soft bottom grounds in Kattegat and Skagerrak. They spend most of their time in burrows and are only available for the fishery when they emerge, e.g. to feed. Our knowledge on their distribution is based on reporting from the commercial fishery, i.e. data from Vessel Monitoring System (VMS) and logbooks (Figs. 1 & 2), as well as data from surveys targeting other species. The area covered by the Danish and Swedish *Nephrops* directed underwater TV-survey (UWTV) is based on aggregations of the activities of the commercial fleet.

Previous investigations have shown that the distribution of *Nephrops* is closely related to the presence of muddy substrates (Appendix 10). In Danish and Swedish waters in the KASK-area, *Nephrops* are found in large, continuous areas of soft bottom (Fig. 1) in the eastern and northern parts of Kattegat (along the Swedish coast), and in the eastern and southern parts of Skagerrak (along the Danish coast) (Appendix 1a).

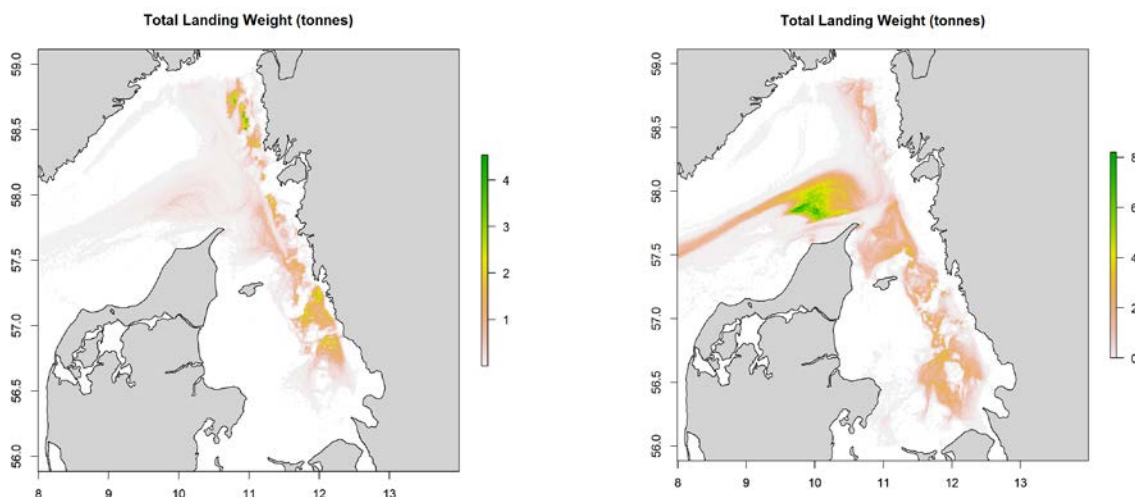


Fig. 1. Distribution of the Swedish (left) and Danish (right) *Nephrops* fisheries in Skagerrak and Kattegat, based on data from the Vessel Monitoring System (VMS). Coloring indicates tonnes of *Nephrops* catch per km² in 2005-2012.

In Norway, electronic logbooks were made mandatory for all vessels larger than 15 m in 2011, and in 2013 for all vessels larger than 12 m in Skagerrak. Logged positions of trawl hauls with *Nephrops* in the catch indicate the distribution of the species in Norwegian waters (Fig. 2), and the

number of such trawl hauls per area unit is an indicator of density. The data show that the distribution of *Nephrops* along the Norwegian Skagerrak coast is patchy, reflecting the patchy distribution of suitable soft sediment in between areas of rocky bottom (Appendix 1a). The largest continuous distribution is found in the northeastern Skagerrak. This seems to be the area in the Norwegian EEZ with the highest density of *Nephrops* (Fig. 2). However, the high density could also

simply reflect the fact that this is the area in which the few specialized Norwegian *Nephrops* trawlers are based and operate and that such trawlers are lacking in other areas.

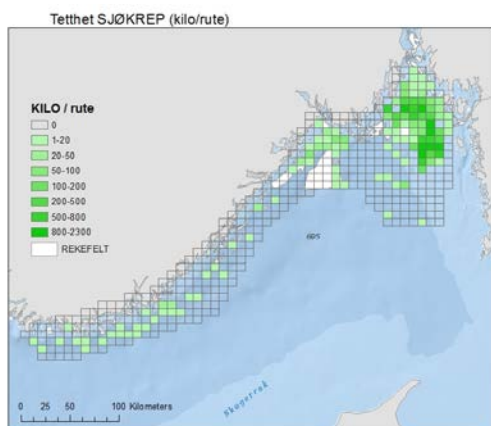


Fig. 2. Distribution of the Norwegian *Nephrops* fishery in Skagerrak, based on Norwegian logbooks from 2013. The unit of the color scale is kg per square. The white areas indicate shrimp fishing grounds.

Genetic stock structure

Nephrops in Kattegat and Skagerrak is considered by the International Council for the Exploration of the Sea (ICES) as one stock (Functional units (FU) 3 and 4) and is assessed and managed together. The neighboring stock (FU 32) in the Norwegian Deep west of Lindesnes is assessed and managed separately from the FUs 3 and 4. It was not known how well the genetic stock structure of *Nephrops* corresponded to the management units prior to this project. Recent investigations of the genetic stock structure of shrimp (*Pandalus borealis*) in the whole Skagerrak / Norwegian Deep area found no differences between shrimp in respectively the Norwegian Deep and in Skagerrak (Knutsen et al. 2015). Shrimp in the whole area has for a long time been assessed by ICES as ONE stock, while quotas have been set separately for the Skagerrak and the Norwegian Deep, mainly due to political reasons. Skagerrak is shared by the three Scandinavian countries while the Norwegian Deep is located within the Norwegian EEZ.

In this project, investigations were carried out on the *Nephrops* stocks in the KASK and neighboring areas. In 2013 and 2014, samples of *Nephrops* were collected in Skagerrak, Kattegat, the Norwegian Deep, and in two surrounding fjords (Gullmarsfjorden and Hardangerfjorden) (Fig. 3). Attempting to get some contrast in the data, one sample from Scotland and one sample from Iceland were included in the study. The study was based on microsatellite DNA markers. A total of ten samples and 852 individuals were analysed and we did not find any statistically significant differences between *Nephrops* from the different locations. The two samples from Iceland and Scotland were not different from the Skagerrak / Norwegian Deep samples either (see Appendix 1b).

The lack of genetic differences may indicate that the dispersal of the pelagic larval stages of *Nephrops* is large enough to hinder a genetic differentiation between the different areas. Based on this, one could argue that the two management areas (FUs 3 / 4 and FU 32) should be combined into one. However, having a combined quota may result in a local increase in fishing pressure resulting in overfishing of *Nephrops* in that area. Without knowledge on the speed with which the

Nephrops may repopulate a locally depleted area, we advise to keep the present management as it is as this will contribute to spread the fishery over the whole area. Below, we even suggest taking information on stock dynamics and fishing pressure on an even smaller scale into consideration in the assessment of the stock.

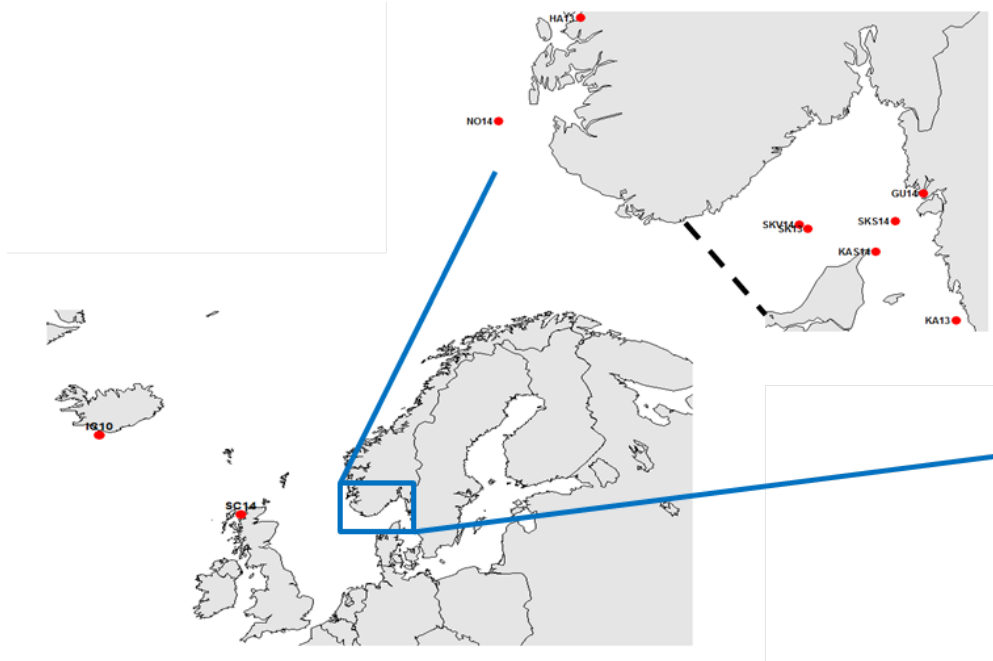
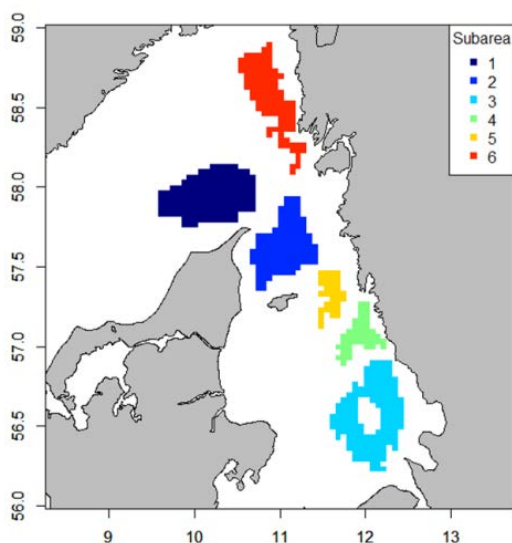


Fig. 3. Map over the Northeast-Atlantic with sampling positions for genetic samples in 2013 and 2014. In Iceland *Nephrops* were collected in 2010.

Assessment

The assessment of *Nephrops* is straight-forward; a **harvest rate** is calculated as the removals (landed catch in numbers and estimated dead discard (estimated as 75% of the total discard)) divided by the number of *Nephrops* present in the area. The number of *Nephrops* removed from the population is estimated using official landings data on *Nephrops* in combination with onboard

observers' data on the amount of discard. The number of *Nephrops* in the area is calculated from data collected during the UWTV-survey. This survey is designed to cover six fishing grounds which are identified based on the VMS data (Fig. 1). The six fishing grounds are treated in the assessment as subareas and so the number of *Nephrops* is calculated by subarea (Fig. 4).



The UWTV-survey assesses the number of occupied *Nephrops* holes per area unit. This is converted into density (number of *Nephrops* by km²) and then multiplied by the area of the subarea (Fig. 5a, b) to get the total number of *Nephrops* by subarea and

subsequently the whole KASK-area (Fig. 6). A harvest rate under 10 % is considered to be sustainable in the KASK-area. In 2012 the harvest rate was 8 % (ICES 2014).

Fig. 4. The six distinct *Nephrops* fishing grounds / subareas in the KASK-area where the UVTW survey is conducted.

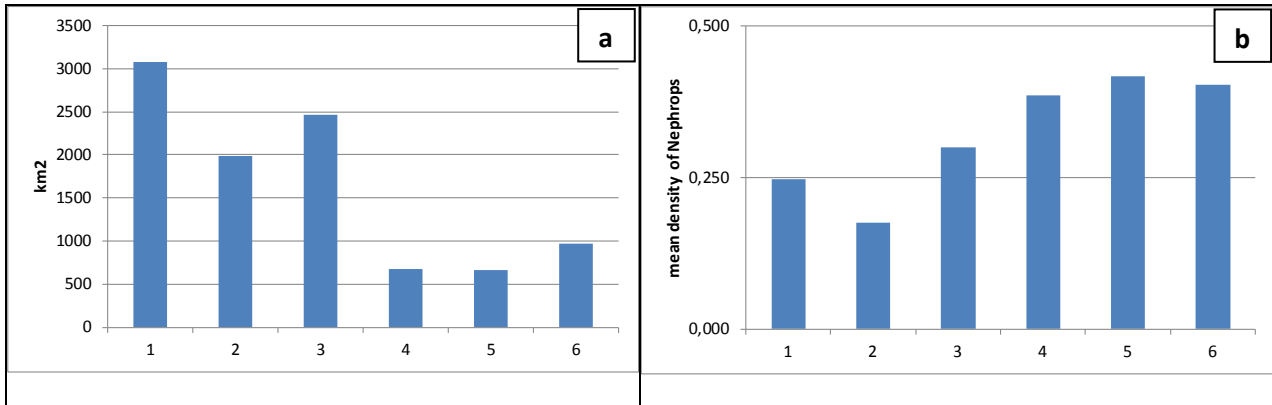


Fig. 5. a) The total area of the six subareas in the KASK-area, and b) mean density of *Nephrops* by subarea (numbers / m²).

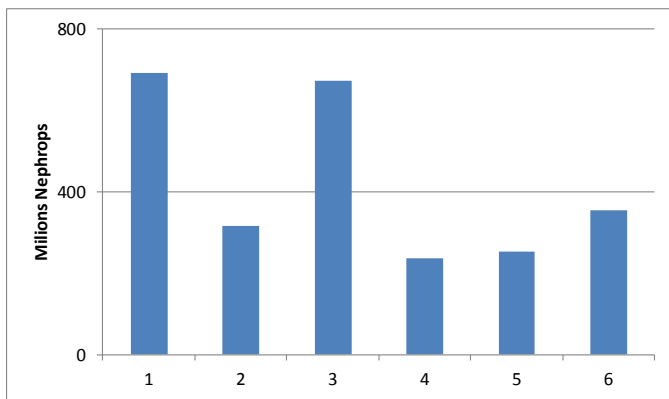


Fig. 6. Number of *Nephrops* by subarea (Fig. 5a multiplied by Fig. 5b).

One of the results in the present project was that we were able to calculate the harvest rate for each of the six fishing grounds / subareas (Fig. 7a, Appendix 1c). Since the UVTW survey already is performed in each subarea, the major challenge was to allocate landings and discards to each of the subareas. This was performed by combining official landings and discard data with information about where the fishing operation was performed. Most vessels today are equipped with a positioning system (VMS) that send position, speed and course of the vessel on regular intervals during a fishing trip. This information was then used to allocate each fishing operation's landings and discard to a specific subarea. Once the catches by subarea were established, a subarea harvest rate was calculated (Fig. 7a). The subarea assessment was conducted for 2012

Recommendation 1.

Calculate the harvest rate for each subarea by including the following subarea specific data in the assessment: investigations on discards, landings, effort, and number of burrows in the bottom sediment. Today's assessment is considering the KASK area as one unit without considering possible differences in the dynamics of the six defined *Nephrops* fishing grounds/subareas.defined *Nephrops* subareas.

(Appendix 1c) and the result shows that in **two** areas (areas 5 and 2) the harvest rate was higher than the overall harvest rate of 8 % in the KASK area in 2012. The study also shows that there is a substantial discard of *Nephrops* in the areas, making up on average 72 % of the total catch (Fig. 7b). The study that we performed was only conducted for one year (2012). It is, however, recommended that this type of analysis is implemented in the ordinary assessment in order to follow up on the exploitation of each of the subareas separately, especially since there are differences in both harvest and discard rates between the subareas. Since the present assessment procedure is based on estimates for the whole area, there is a risk that a subarea may be overexploited without this being detected in the ordinary assessment. By building up a time series of harvest rates per subarea it is possible to monitor each fishing ground and hence provide the managers with a tool to optimize the exploitation by subarea either by keeping the discard rate at a level as low as possible or to cap the exploitation rate by directing the fishery to certain subareas. This gives rise to recommendation 1.

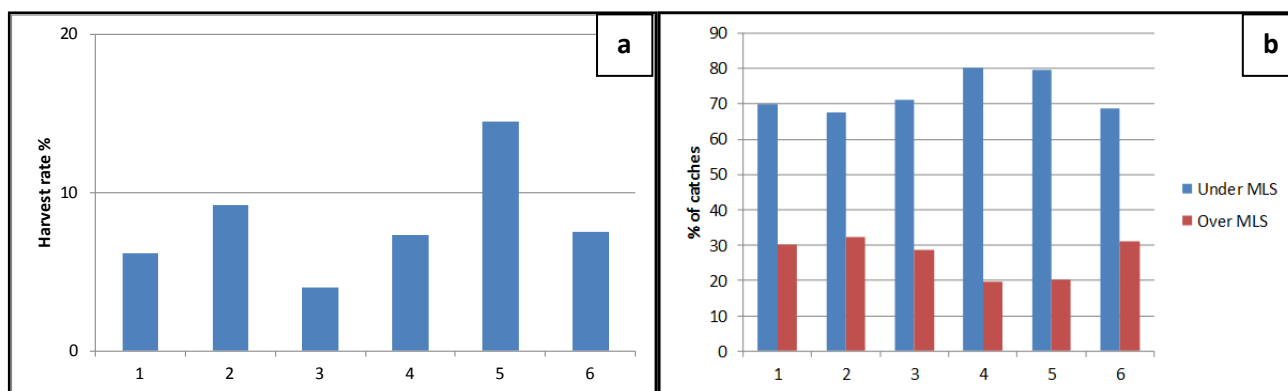


Fig. 7. a) Harvest rate by subarea, and b) proportion of catches under MLS (blue) and over MLS (red) by subarea.

Recommendation 2

Include data on recreational fishing effort and catches where possible. In particular the effort in the Norwegian creel fishery for *Nephrops* is increasing and should be accounted for in the assessment.

The *Nephrops*-assessment is currently based on the distribution and catches of the commercial fishery and ignores the fraction of the catch taken by the recreational fishery. In this project we found that in particular in Norway, this fraction of the catch is increasing (Appendix 1e). This finding leads to recommendation 2.

Length based assessment model

Supplementing the assessment with information on the expected recruitment to the stock will increase its power. This requires information on the age structure of the *Nephrops* population. In fish, age is recorded in the otoliths and novel research has suggested an age reading technique for crustaceans based on possible annual bands in eye stalks and gastric mills (Kilada et al. 2012). This should be further explored for *Nephrops* and may provide age data in some years but until such a technique is established, length can be used as a proxy for age.

A stock assessment of *Nephrops* in the KASK-area was in this project made using a purely length-structured model based on the state-space approach (Appendix 11). The assessment is based on total catch-at-length data (1991-2013) as well as a commercial CPUE-series (total catch weight) from a selected subset of vessels from the observer program (1998-2013). The commercial CPUE-series indicates a large increase in biomass in the last year, which is in conflict with results based on the catch-at-length data alone. The short time-series, lack of age data, contrasting signals, and lack of a longer independent scientific survey result in a quite uncertain assessment for which many assumptions are needed.

Nonetheless, indications are that the biomass have had two large peaks in the historical period, but is at present low (Fig. 8a). Furthermore, the fishing mortality is medium to high in the final year compared to the whole time-series (Fig. 8b). It should be noted that the uncertainty is much larger in the final year. This is because only part of the spectrum has been observed at this time point, and hence less information is available. Recruitment is estimated to be quite variable (Fig. 8c) with no clear relationship with (a proxy for) spawning stock biomass. Two large recruitment events led to the two large peaks in biomass.

Not all features of the input data are captured by the model, which implies that confidence intervals are probably much too narrow. Also reference points on stock biomass and fishing mortality should be defined. Further refinement of the model should be pursued, which leads to recommendation 3.

Recommendation 3

Further improve the length based model developed in this project to provide new insights regarding the stock dynamics. Reference points on stock biomass and fishing mortality should be defined.

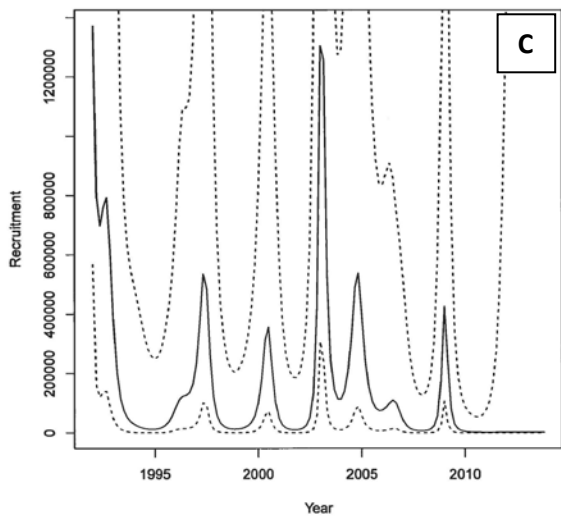
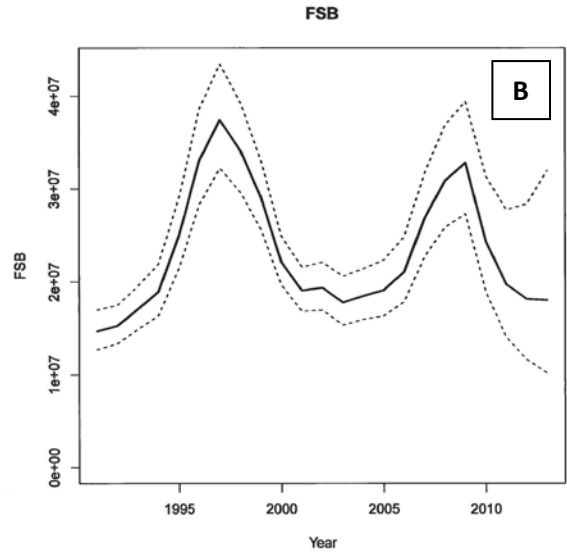
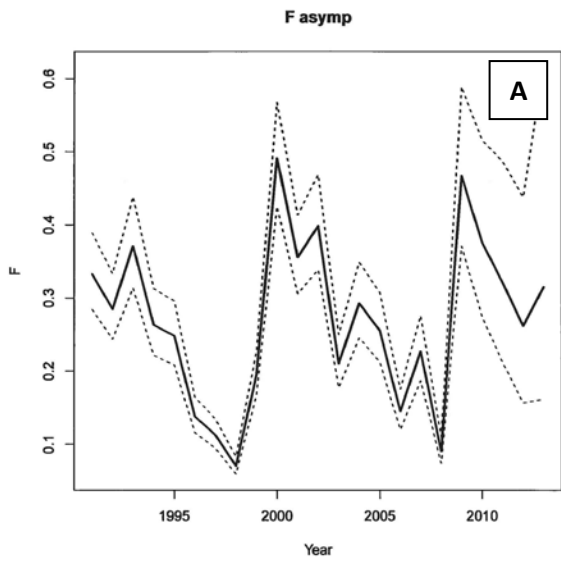


Fig. 8 a) Modeled fishing mortality with confidence limits. b) Modeled fishable biomass with confidence limits. c) Modeled recruitment with confidence limits.

The fishery

The *Nephrops* fisheries in Kattegat and Skagerrak expanded heavily during the 1960's, and since 1985 landings in the Kattegat / Skagerrak area have fluctuated between 3000 and 5000 tonnes (Fig. 9).

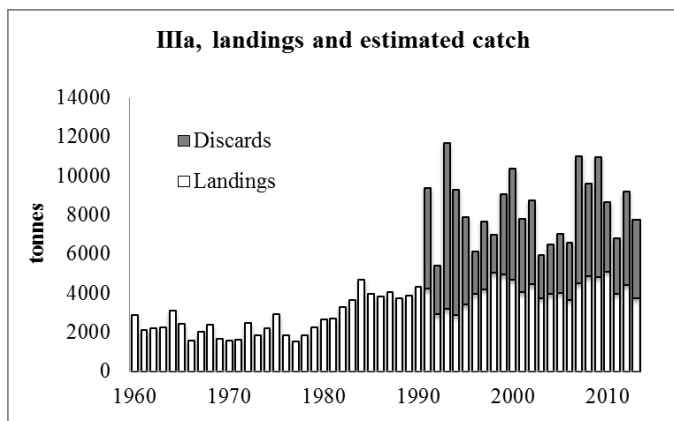


Fig. 9. Landings and estimated discard of *Nephrops* in the Kattegat / Skagerrak area (ICES area IIIa)(ICES, 2014).

There are two types of fisheries in the KASK-area: trawl fisheries and creel fisheries. In 2013, the trawl fishery was responsible for 91 % of the *Nephrops* landings, 3435 tonnes (ICES, 2014) (Fig. 10). The remaining 9 % (323 tonnes) was taken by creels. Creel fishing is restricted to areas that are unavailable for trawling either due to regulations or bottom type. Commercial creel fishing thus takes place in and outside the archipelago along the Swedish West coast and to some extent along the Norwegian Skagerrak coast. An increasing recreational creel fishery is also developing along the Norwegian coast.

Due to the large legal minimum landing size (40 mm carapace length) for *Nephrops* in Skagerrak and Kattegat, and its mismatch with the selective properties (Like L_{50}) of the trawls currently used, a substantial percentage of the *Nephrops* caught in trawls are discarded. In 2013, approximately 67 % (~52 % in weight) of the *Nephrops* caught in trawls in Skagerrak and Kattegat were discarded (ICES, 2014).

Trawls

The trawl types currently used to fish for *Nephrops* include single, twin and multi-rig demersal trawls (Appendices 1g and 4). However, there has been a shift away from single trawls towards twin and multi-rig trawls over the past 20 years as these have a greater catch efficiency of certain demersal species including *Nephrops* (Appendix 2). An increasing awareness of reducing discards and a declining cod stock in the region have been the driving factors in developing more selective trawls. In Skagerrak and Kattegat, mesh size has increased from 60 mm diamond mesh in 1988 to 90 mm diamond mesh in 2005. Swedish gear regulations since 2004 imply that it is mandatory to use a 35 mm species selective grid in combination with a 70 mm square mesh codend when trawling for *Nephrops* in Swedish national waters. Additionally, the Danish gear regulations since 2011 imply a mandatory use of either the grid or the SELTRA trawl which consists of a 90mm codend with either a square-mesh panel (180 mm in Kattegat and 140 mm in the Skagerrak) or 270mm diamond mesh panel (ICES, 2014) (Fig. 11). In Norwegian waters, it is allowed to use 70 mm mesh size if a grid is utilized and the codend consists of square meshes.

The majority of the commercial Norwegian landings of *Nephrops* are taken as by-catch in the shrimp fishery.

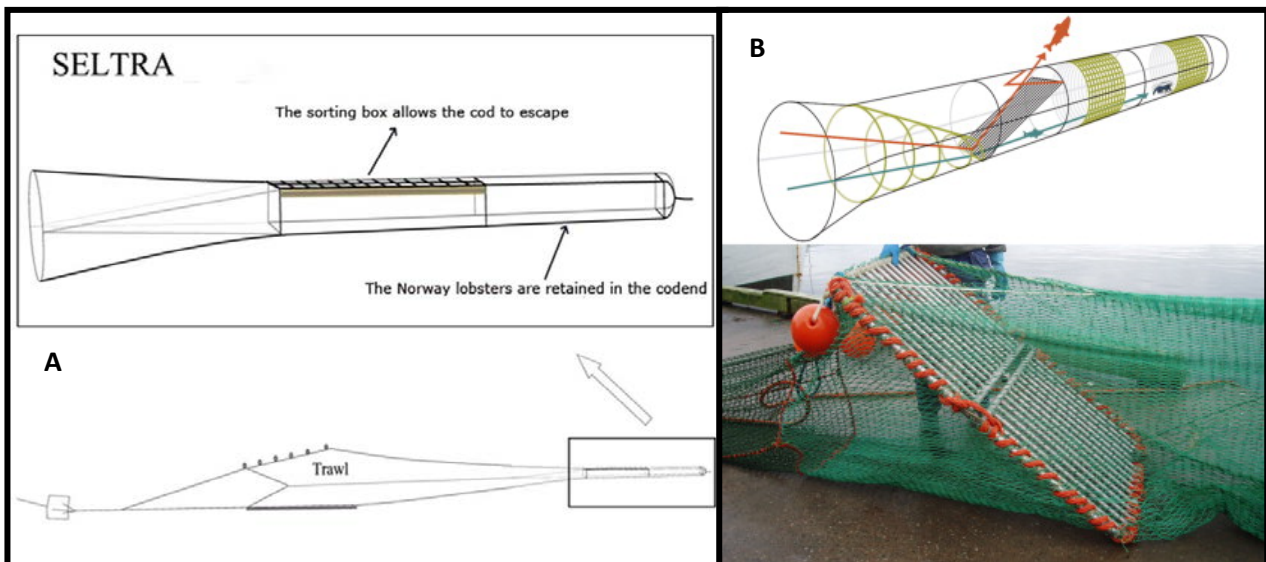


Fig. 11. The SELTRA trawl (a) and b) the species selective grid.

The SELTRA trawl and the species selective grid are developed for two different fisheries. The SELTRA trawl retains a large proportion of the fish by-catch above minimum landing size (MLS) which is desirable in a mixed species fishery. The species selective grid on the other hand is designed for a single species *Nephrops* fishery. Which trawl is optimal therefore depends on the wanted catch composition (Table 1). If a discard ban is implemented in the Skagerrak / Kattegat area, some quotas are likely to be used up before the *Nephrops* quota. To fully exploit the *Nephrops* quota, it is therefore necessary for the mixed-species fleet to periodically shift to species-selective gears such as trawls with grids, or creels.

Table 1. Pros and cons of using SELTRA trawls and size selective grids in the *Nephrops* fishery.

Pros	Cons
Trawl with SELTRA codend	
<ul style="list-style-type: none"> + Retains fish by-catch + High catch rate (kg <i>Nephrops</i> / day) 	<ul style="list-style-type: none"> - High discard rates - Low survival of discarded <i>Nephrops</i> - High fuel consumption / kg <i>Nephrops</i> - Large area impacted / kg <i>Nephrops</i> - Conflicts with trawl and creel in same area
Trawl with Species selective GRID	
<ul style="list-style-type: none"> + Eliminates by-catch of round fish in particular cod above MLS + New Swedish grid design reduces discard of <i>Nephrops</i> below MLS + High catch rate (kg <i>Nephrops</i> / hour) 	<ul style="list-style-type: none"> - Low survival of discarded <i>Nephrops</i> - High fuel consumption / kg <i>Nephrops</i> - Large area impacted / kg <i>Nephrops</i> - Conflicts with trawl and creel in same area - Risk of losing <i>Nephrops</i> above MLS

Creels

In Skagerrak, approximately 30 % of the Swedish *Nephrops* quota is taken by creels (ICES, 2014) (Fig. 10). The Swedish creel fishery in Kattegat, on the other hand, is relatively limited. Most creeling vessels are under 12 meters, and the fishery takes place in sheltered coastal waters where creeling for *Nephrops* is often combined with gillnetting, trawling, or creeling for other crustaceans such as edible crab (*Cancer pagurus*) and European lobster (*Homarus gammarus*). The Swedish creel fishery for *Nephrops* stretches from Varberg in the south to the Swedish/Norwegian boarder just north of Strömstad in the north. The absence of creeling south of Varberg is probably due to the lack of sheltered waters, thus trawlers are dominating further south. In Norway, there is a limited commercial creel fishery for *Nephrops* while the recreational creel fishery has increased considerably in recent years (Appendix 1e). There is no Danish creel fishery for *Nephrops*.

Creels designed for *Nephrops* have little unwanted by-catch and it is assumed that discards have relatively high survival rates. To reduce by-catch of *Nephrops* below MLS an escape gap may be mounted.

Table 2. Pros and cons of using creels in the *Nephrops* fishery.

Pros	Cons
<ul style="list-style-type: none"> + Low discard + High survival of discarded <i>Nephrops</i> + Small area impacted / kg catch + May be used in protected areas + May be used in areas unsuitable for trawling + Landings of live <i>Nephrops</i> + Low use of fuel / kg catch + Low by catch of unwanted species 	<ul style="list-style-type: none"> - Low catch rates (kg <i>Nephrops</i> / day) - Depends on a price that reflects the quality - More labour intensive - Conflicts with trawl and creel in same area - Higher catch ratio of berried females compared to trawl fishing - Risk of ghost fishing by lost gear

Is creel fishing a viable alternative to trawling?

Creels have several assets that make them interesting in areas like Kattegat and Skagerrak where the bottom topography, as well as area closures, restricts the use of trawls (Appendix 3). Using a diverse range of gears will make the fishery more resilient to changes in management and markets, and this gives rise to recommendation 4.

Economy is an essential driving factor in the fishery as in most other sectors, and a comparison of the economy in creeling and trawling indicated that creeling constitutes an economically competitive fishery for smaller vessels (< 12 m) (Appendix 1d). However, a sensitivity analysis demonstrated that catch sizes and pricing are crucial for the viability of the fishery.

Recommendation 4

Allow creeling for *Nephrops* in closed areas where removing *Nephrops* from the ecosystem does not violate the reason for the area closure. The impact of creeling on the benthos is assessed to be low, but further documentation should be provided before creeling is allowed in vulnerable habitats.

Catches

In subareas where the *Nephrops* stock is not fully exploited (i.e. with harvest rate below 10%), catches per day can be increased by removing or raising the upper limit for number of creels allowed per vessel. In Swedish regulations, a vessel with two crew members can have a fleet of 1400 creels. According to the fishermen attending the workshops arranged in this project, this limitation is restricting the development of the fishery by making it extremely difficult to generate a profit large enough to pay two salaries (Appendix 6).

Catches per day can be further increased by improving the efficiency of each creel. In a field study, we found that catches in a commercial creel fishery could be increased by 50 % through a simple change in the rigging (Appendix 1f). Feedback from fishermen in other areas revealed that they already used the “new” rigging. A 50% increase in efficiency of a commercial fishing gear is higher than would be expected and it is likely that it was amplified by other conditions. Nevertheless, the results illustrate two things; (i) it is possible to improve catch rates of creels and (ii) lack of knowledge sharing between fishermen jeopardizes the overall viability of the fishery.

Pricing

In Sweden, creel caught *Nephrops* are paid 15-20 % more than equally sized trawl-caught *Nephrops*. In November 2014, a Danish retailer assessed that live creel-caught *Nephrops* may attain approximately 40 DKK extra per kilo (Appendix 6). Increasing the fraction of *Nephrops* caught in creels was on the agenda for the final workshop in November 2014 (Appendix 6). Fishermen, managers, retailers and scientists attended and the participants were asked to list the pros and cons of creel fishing and map fishing grounds that could potentially be reserved for creeling. The pros listed in Table 2 cover the assets mentioned at the workshop. In addition to the cons listed in Table 2, the participants listed:

- high starting expenses
- concern that a promotion of creel-caught *Nephrops* would downgrade the quality-rating of trawl-caught animals
- creel fishing needs a large area
- the distance from harbor to fishing ground may be too long for small vessels

Though no specific fishing grounds were pointed out at the workshop, there was a general perception that trawlers only cover part of the soft bottom grounds in Kattegat and that the remaining grounds could be used by creels. However, there is no knowledge about catch rates in these areas. Another proposed area for creeling is part of “Det Gule Rev” in Skagerrak which is popular for recreational fishing. Whether this ground is suited for *Nephrops* is not known.

Can we ease gear development and the legalization process in general?

At present, the use of fishing gear is regulated in detail in Norway, and especially in EU (Denmark and Sweden). The detailed regulation and description of mesh sizes, panels, grids, mesh format etc. are all elements of controlling and securing selectivity in the fisheries in order to reduce unwanted by-catch and discard (which has been compulsory in the EU, so far). When the discard ban is implemented in EU, as in Norway, discard cannot be used to adjust catches to what can be landed legally. This puts pressure on the fishers to be more selective in their fishing activity.

So far, there is no sign of a free choice of gear under the new system of a discard ban, where all catches (not only landings) are accounted for. Apparently also in the future, a gear has to be approved with regards to selectivity. This process is costly and time-consuming. In this project we have collected and described a few ad hoc and established processes in Denmark, Sweden and Norway which includes fishers' experiences in the process of choosing and testing new fishing gear or gear adjustments / design. The cases are not representative or covering all methods, but serve as a list of fully tested models (Appendix 5).

In all three countries, the process of developing and scientific proof testing of new fishing gears are led by research institutes, though the trials are often conducted on board commercial fishing vessels. The scientific test results are used as input in the political process of accepting (or rejecting) the gear design. When the process of developing new gears or adjusting existing gear design is politically initiated, the fishing industry or representatives are often involved in the process of identifying the specific design to test. This involvement builds on a more or less informal interaction between fishery research and the fishing industry that has been established over years. In other processes the industry is more central in initiating gear development. In these cases, the industry involvement is stronger, especially in identification of gear design, sometimes directly in screening of a range of non-tested designs in order to select a few designs for the more costly scientifically based tests by research institutes.

In the Norwegian industry based case, selection of gear type and specific design is decided by a fisher controlled board in the Norwegian Seafood Research Fund (FHF), which is based on fish export taxes. By controlling the financial means, the industry has an important say when deciding which gear designs to test. The specific choice of gear type and design is a result of a less well described process within the industry.

In the Swedish case, the secretariat for selective fishery at SLU (Swedish Agricultural University), is responsible for a consultative process of identifying ideas on selective gears and subsequently specify the ideas to a steering committee of managers. A broad range of stakeholders are involved; fishers, net-makers, NGOs, managers and fisheries control. The specific projects are formulated by the secretariat and decided by HaV (the Swedish Agency for Marine and Water Management).

In the Danish case, the Danish Fishermen's Association (DFA) presented two types of vessels who experienced problems in using a new obligatory gear. They proposed a number of adjustments of the gear. The described adjustments were assessed by the research institute to not compromise the selectivity. Then eight vessels were allowed to test their own modified gear in six months. After this period the fisher experiences were collected by the DFA, and at a meeting between the research institute, management and the fishers, two designs were selected for further scientific testing in the hope of getting these accepted in the EU system.

As long as the gear in use has to be approved with regards to its selective properties (and later possibly other ecosystem effects), it is important to ease the testing and approval process to enable the fisheries to adjust to changed conditions. Denmark, Sweden and Norway have in different ways used fishers' experiences in identifying problem areas and possible solutions. In the Danish case, a number of proposed designs were screened or pre-tested by the fishers before the best design was subjected to the systematic scientific test, which is a precondition for the political acceptance. Hopefully these methods can be shared between the national fisheries management and further developed in order to include knowledge of needs and ideas for specific adjustments. This gives rise to recommendation 5.

Recommendation 5.

Share knowledge between national managers on best practice of how to organize fishers' involvement in gear development, test and approval. Including fishers' knowledge and experience in the process can make gear adjustment and development more flexible, efficient, and easier to implement.

Management

As demonstrated above, the *Nephrops* fisheries in Denmark, Norway and Sweden are very different despite utilizing the same resource. Such differences may develop as a consequence of national differences in legislation and may hinder an optimal development of the fishery.

Could harmonization of the national regulations aid a further sustainable development of the *Nephrops* fishery?

We carried out a review of the factors influencing the national fisheries, including regulations, quota allocation, and bathymetry demonstrated that:

- Basic fisheries regulations in EU (Denmark and Sweden) and Norway are quite similar and therefore not explanatory of the observed differences in choice of gear.
- A discard ban is implemented in Norwegian waters and is being phased in in European waters (landing obligation system). The exact details regarding the implementation have not yet been agreed on and it is therefore not possible to foresee whether national differences may hinder the development of the fishery.
- Three differences were the main causes for the differences in the fishing strategies in Denmark, Norway and Sweden;
 1. National ways of distributing the quotas among fishers or groups of fishers.
 2. Allocation of quotas between countries – both the *Nephrops* quota and in particular the quotas for benthic fish species that occur as by-catch in the *Nephrops* trawl fisheries.
 3. Bathymetric conditions providing sheltered *Nephrops* grounds that are not suitable for trawling, but ideal for creeling are found along the Swedish and Norwegian coast, but not around Denmark.

None of these three conditions can readily be harmonized.

Based on this review, it is not as much the regulations as it is the quota allocations and bathymetry that cause the national differences in gear choice and structure of the fisheries. It is therefore assessed that a further sustainable development of the *Nephrops* fishery in the Kattegat-Skagerrak region is not directly limited by differences in regulations between EU (Denmark and Sweden) and Norway. Suggestions on regulations that could be harmonized are therefore not included in the recommendations (Appendix 8)

Quotas and bathymetry

The commercial fishery in Kattegat and Skagerrak is managed through EU regulations, national regulations, and bilateral agreements. An investigation revealed that fishermen in all three countries have the right to use the same gears, but they are not allowed to land the same fraction of the catch. The access to quotas is a strong driver of the structure of the fishery. The total allowed catches (TACs) in Kattegat and Skagerrak for fish and crustaceans are based on advice from ICES and decided in negotiation between EU and Norway. For each stock a different allocation percentage per EU country is applied for the sharing out of the quotas. This fixed percentage is known as the relative stability key. The biggest share of the *Nephrops* TAC is allocated to Denmark and Sweden. The same applies for the benthic fish species of which Denmark has the biggest share (Table. 3).

Table 3. Total allowable catch (TAC) and the allocation in tonnes and percent of quotas in Kattegat and Skagerrak between Denmark (DK) and Sweden (SWE). All numbers are for 2014.

Species	DK_quota	SWE_quota	TAC	DK_%	SWE_%
Plaice	7477	514	9154	82	6
Sole	297	11	353	84	3
Cod	2180	408	2662	82	15
<i>Nephrops</i>	3688	1320	5019	73	26
Haddock	1328	157	1579	84	10
Whiting	650	70	722	90	10
Hake	2273	193	2466	92	8
Ling	50	19	87	57	22

The availability of fish quotas encourages Danish fishermen to use gears that retain both fish and *Nephrops* and use of species selective gears such as the grid will be associated with loss of landable catch. In contrast, the Swedish fishermen have very small fish quotas and therefore need to avoid fish by-catch by choosing a species-selective gear. Sweden has further regulated the use of species-selective gear by allocating 25% of their *Nephrops* quota to creels and 50% to trawls with grid. The remaining 25% can be taken in a multispecies fishery with trawls.

Differences in the allocation of quotas are thus a major reason for the different gear choices in Denmark, Norway and Sweden. It is based on the concept of relative stability and therefore not readily changed in order to harmonize the set of rules managing the fishery.

Another explanation for the national differences in the *Nephrops* fishery is the bathymetry in national waters. Muddy areas occupied by *Nephrops* are found within the Swedish and Norwegian archipelago. These areas are avoided by trawlers due to the risk of gear damage and they are therefore vacant for creeling. The *Nephrops* grounds exploited by Danish fishermen, on the other hand, are all well-suited for trawling. Further, the *Nephrops* grounds are, in general, closer to Sweden than Denmark. The cost of time and fuel for the longer distance to fishing grounds increases the cost for potential Danish creel fishers compared to Swedish creel fishers.

Fishing *Nephrops* when discarding is banned

In Norway, a discard ban obliges the fishermen to bring the entire catch to harbor while fishermen from the EU (in this case Denmark and Sweden) are obliged to discard undersized individuals as well as species for which they have no quota. An EU landing obligation is planned to be implemented gradually over the coming years but it is not yet clear whether this will align the regulations in the region.

Recommendation 6

Implement fishers' real-time knowledge of areas with high levels of unwanted by-catch to support skippers' choice of fishing grounds. Formally sharing this knowledge between groups of fishers will allow the skipper to avoid areas with high discard rates.

A landing obligation will increase the incentive to reduce catch of unwanted species and sizes as these individuals will now count towards the quotas. Using gears with a catch profile that matches the available quota is one way to approach this. However, as demonstrated above, the process of having gear changes tested and implemented in the fishery can be very time-consuming. Adjusting

how the fishery is conducted within the frames given by the legislation is therefore appealing and gives rise to recommendation 6. Commercial recordings demonstrate that catches and discards are not evenly distributed in time and space (Appendices 1i and 9) and catch composition can be further optimized if fishing is avoided when and where occurrence of e.g. juveniles or species with low quotas peak. Sharing knowledge about such “hotspots” of potential discard can help the skippers when deciding where fish. This may thus reduce the amount of quota spent on discard, and thereby increase the quota available for higher valued landings. Four different models for how fishers can cooperate in collecting and sharing warnings about these hotspots are presented in Appendix 1h.

Under the landing obligation (discard ban), the portion of the catch under the MLS (converted to a Minimum Conservation Reference Size (MCRS)) will count towards the quotas and be of no economic value to the fishermen. In the Skagerrak and Kattegat *Nephrops* fishery approximately 52 % (in weight; 67 % in numbers) of the *Nephrops* catch was discarded in 2013. One way of reducing the proportion of the catch comprised of individuals under the MLS is to lower the MLS, thereby aligning the MLS with the selective properties of the gears. Following the initial workshop, the project partners investigated the bio-economic effect of lowering the MLS. This was carried out through two separate and rather different approaches.

The first one was a simple static state analysis where catch compositions and a price structure were used to achieve a preliminary understanding of the effects that a change in the MLS for *Nephrops* will have both in terms of discards and economic viability. The second analysis was much more dynamic, taking into consideration biological, fisheries, stock, and selectivity data and also the revenue earned from by-catch species (Appendix 1j). Despite being rather different in their approaches the outcomes from the two analyses were relatively similar.

The results from the static state analysis indicate that lowering the MLS for *Nephrops* from 40 mm to 30 mm results in a reduction in discards of almost 90 % (from 49 % to 6 % in weight). Assuming no change in effort, the possibility to land and sell a larger fraction of the catch will increase the value of the catch by 4 % if there is no change in the quota and by 52 % if the quota is raised accordingly.

Recommendation 7

Reduce the Minimum Conservation Reference Size (MCRS) of *Nephrops* in Kattegat and Skagerrak from 40 mm carapace length (~13 cm total length) to 30 mm carapace length (~10 cm total length), while assuring that the total number of individuals removed (official and unofficial) from the stock does not increase. Lowering the MCRS to 30 mm carapace length has the potential to reduce discards of *Nephrops* in Kattegat and Skagerrak by up to 90 % without compromising the stock biomass or the economic performance of the fishery.

The results obtained so far for the dynamic analysis (5 year forecast) indicate that a reduction of the MLS does not appear to negatively impact the stock biomass or accumulated revenue, while a continuous reduction in the discards as the MLS is decreased was observed. These results lead to recommendation 7.

Lowering the MLS was debated at the 2nd workshop held by the project group (Appendix 6).

References

- ICES, 2014. ICES Advice 2014, Book 6. 6.3.14. ECOREGION North Sea stock *Nephrops* in Division IIIa (Skagerrak–Kattegat).
- Kilada, R., Sainte-Marie, B., Rochette, R., Davis, N., Vanier, C. and Campana, S. 2012. Direct determination of age in shrimps, crabs, and lobsters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 69: 1728-1733.
- Knutsen, H., Jorde, P.E., Gonzalez, E.B., Eigaard, O.R., Pereyra, R.T., Sannæs, H., Dahl, M., André, C., Søvik, G. 2015. Does population genetic structure support present management regulations of the northern shrimp (*Pandalus borealis*) in Skagerrak and the North Sea? *ICES Journal of Marine Science* 72(3): 863-871.

Sustainable development of the *Nephrops* fishery in the Kattegat-Skagerrak region.

APPENDICES



Foto: Lars Kullerud

Contents

Appendix 1: Faktaark

- a. **Utbredelse av sjøkreps i Kattegat og Skagerrak.**
Guldborg Søvik, Johan Lövgren, Mats Ulmestrand, Jordan Feekings
- b. **En stor genetisk sjøkrepsbestand oppdelt i flere mindre forvaltningsenheter.**
Jon-Ivar Westgaard, Guldborg Søvik, Torild Johansen
- c. **Vad sker i de olika kräftfiskeområdena?**
Johan Lövgren, Jordan Feekings, Mats Ulmestrand, Patrik Jonsson, Sofia Carlshamre
- d. **Vurdering af økonomien i dansk tejn fiskeri efter jomfruummer.**
Rikke P. Frandsen, Frank Jensen, Jordan Feekings
- e. **Fritidsfisket etter sjøkreps i Norge.**
Alf Ring Kleiven, Guldborg Søvik, Merete Vik Ottesen
- f. **Kan tejerne gøres mere effektive?**
Rikke P. Frandsen, Jordan Feekings, Christoffer M. Albertsen
- g. **Forskjel i fangstrater mellem enkelt og dobbelt-trawl.**
Jordan Feekings, Casper W. Berg, Ludvig A. Krag, Ole R. Eigaard
- h. **FlådeInformationSystem: Modeller for deling af viden om steder med risiko for uønsket bifangst.**
Søren Q. Eliassen
- i. **Anvendelse af til søs indsamlede fiskeridata til belysning af miljømæssig variation i jomfruummerfangster til optimering af resourceffektivitet**
Jordan Feekings, Asbjørn Christensen, Patrik Jonsson, Rikke P. Frandsen, Mats Ulmestrand, Sten Munch-Petersen
- j. **Discard reduction and economic effects of changing the Minimum Landing Size for Norway Lobster.**
Jordan Feekings, Francois Bastardie, J. Rasmus Nielsen, Rikke P. Frandsen, Mats Ulmestrand.

Appendix 2: A protocol of the gears which are currently used in the *Nephrops* fishery in Norway, Denmark, and Sweden.

Jordan Feekings, Rikke Petri Frandsen, Johan Lövgren, Dag Furevik, Terje Jørgensen, Niels Madsen

Appendix 3: Forsøgsfiskeri med jomfruhummertejner i det permanent lukkede område i Kattegat.

Rikke P. Frandsen, Jordan P. Feekings, Niels Madsen

http://www.aqua.dtu.dk/-/media/Institutter/Aqua/Publikationer/Forskningsrapporter/251_300/268-2013_Forsoegsfiskeri_med_jomfruhummertejner_i_det_permanent_lukkede_omraade_i_Kattegat.ashx?la=da

Appendix 4: Influence of twin-rig trawl systems on CPUE in the Danish Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) fishery.

Jordan Feekings, Casper W. Berg, Ludvig A. Krag, Ole R. Eigaard

Appendix 5: Udvikling af fælles vidensplatform for screening af fiskerideer til nye redskaber.

Søren Qvist Eliassen, Nikolaj Bichel, Terje Jørgensen, Johan Lövgren

Appendix 6: ØBJ-FISK - Økonomisk bæredygtigt jomfruhummerfiskeri i Skagerrak og Kattegat – Referat fra arbejdsrunde 2.

Guldborg Søvik, Søren Eliassen, Johan Lövgren, Jordan Feekings, Mats Ulmestrand, Henrik Lund, Gregers Jakobsen, Rikke P. Frandsen

Appendix 7: Workshop om det fremtidige *Nephrops*-fiskeri i Kattegat og Skagerrak –Referat og indtryk fra workshop 1.

Nicolai Bichel, Søren Eliassen

Appendix 8: Forslag til harmonisering af forvaltningsreglerne for jomfruhummeren i KASK-området.

Søren Eliassen, Nicolai Bichel

Appendix 9: The use of at-sea-sampling data to dissociate environmental variability in Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) catches to improve resource efficiency within the Kattegat - Skagerrak trawl fishery.

Jordan Feekings, Asbjørn Christensen, Patrik Jonsson, Rikke P. Frandsen, Mats Ulmestrand, Sten Munch-Petersen, Bo S. Andersen

Appendix 10: Kortlægning af jomfruhummerudbredelse og database for biologiske parametre.

Bo S. Andersen, Asbjørn Christensen, Kai Weiland

Appendix 11: Length-based Assessment of *Nephrops* in Kattegat and Skagerrak.

Casper W. Berg, Anders Nielsen

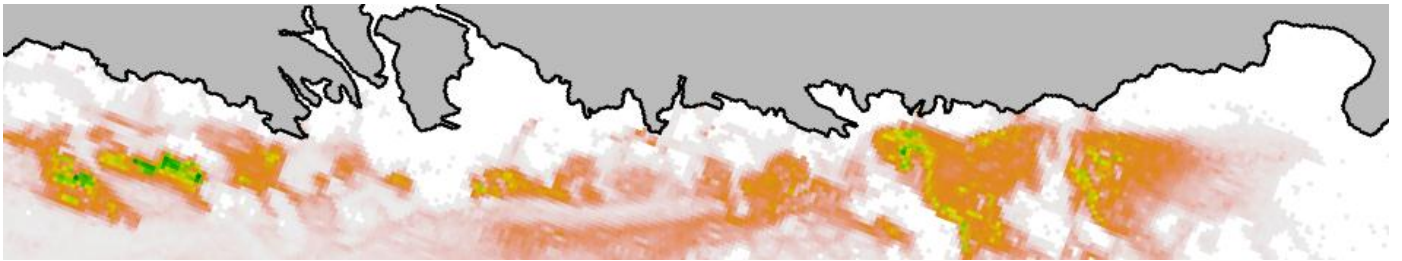
Appendix 12: Liste over mediaoppslag

Guldborg Søvik

Appendix 1

Faktaark

- a. **Utbredelse av sjøkreps i Kattegat og Skagerrak.**
Guldborg Søvik, Johan Lövgren, Mats Ulmestrand, Jordan Feekings
- b. **En stor genetisk sjøkrepsbestand oppdelt i flere mindre forvaltningsenheter.**
Jon-Ivar Westgaard, Guldborg Søvik, Torild Johansen
- c. **Vad sker i de olika kräftfiskeområdena?**
Johan Lövgren, Jordan Feekings, Mats Ulmestrand, Patrik Jonsson, Sofia Carlshamre
- d. **Vurdering af økonomien i dansk tejnefiskeri efter jomfruummer.**
Rikke P. Frandsen, Frank Jensen, Jordan Feekings
- e. **Fritidsfisket etter sjøkreps i Norge.**
Alf Ring Kleiven, Guldborg Søvik, Merete Vik Ottesen
- f. **Kan tejnerne gøres mere effektive?**
Rikke P. Frandsen, Jordan Feekings, Christoffer M. Albertsen
- g. **Forskjel i fangstrater mellem enkelt og dobbelt-trawl.**
Jordan Feekings, Casper W. Berg, Ludvig A. Krag, Ole R. Eigaard
- h. **FlådeInformationsSystem: Modeller for deling af viden om steder med risiko for uønsket bifangst.**
Søren Q. Eliassen
- i. **Anvendelse af til søs indsamlede fiskeridata til belysning af miljømæssig variation i jomfruummerfangster til optimering af resourceffektivitet**
Jordan Feekings, Asbjørn Christensen, Patrik Jonsson, Rikke P. Frandsen, Mats Ulmestrand, Sten Munch-Petersen
- j. **Discard reduction and economic effects of changing the Minimum Landing Size for Norway Lobster.**
Jordan Feekings, Francois Bastardie, J. Rasmus Nielsen, Rikke P. Frandsen, Mats Ulmestrand.



Utbredelse av sjøkreps i Kattegat og Skagerrak

Hovedutbredelsen til sjøkreps i Kattegat-/Skagerrakområdet (KASK) er i det østlige Kattegat og Skagerrak. Utbredelsen er bestemt av fordeling av bunns substrat, da sjøkrepsen trenger sandblandet mudder eller leire for å kunne grave hulene sine i bunnen. Langs den norske Skagerrakkysten er fordelingen av sjøkreps oppstykket fordi egnet habitat kun finnes flekkvis innimellom steinbunn, mens fordelingen er mer sammenhengende utenfor Danmark og Sverige.

GULDBORG SØVIK | Havforskningsinstituttet | guldborg.soevik@imr.no

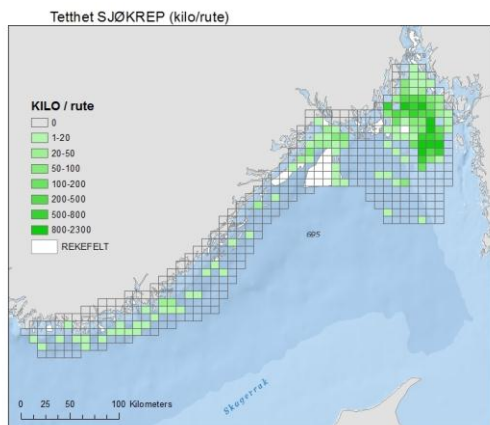
JOHAN LÖVGREN | SLU - Havsfiskelaboratoriet i Lysekil | johan.lovgren@slu.se

MATS ULMESTRAND | SLU - Havsfiskelaboratoriet i Lysekil | mats.ulmestrand@slu.se

JORDAN FEEKINGS | DTU Aqua - Økosystembasert marin forvaltning | jpfe@aqua.dtu.dk

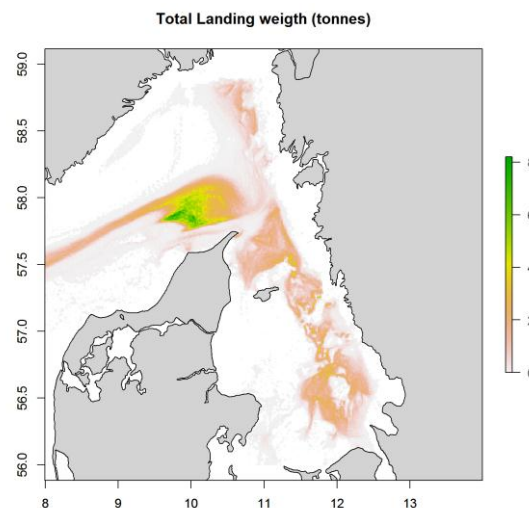
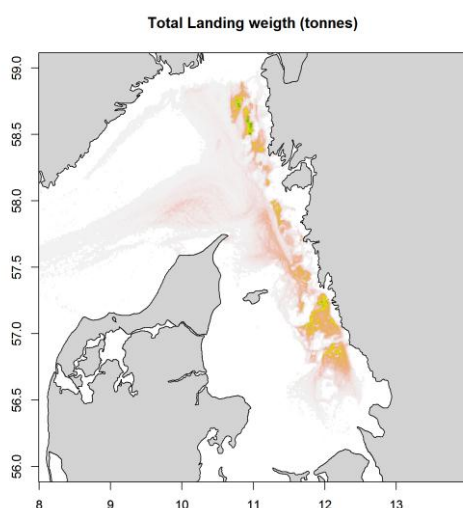
Elektroniske dagbøker fra fiskeriene

I Norge ble obligatoriske elektroniske dagbøker introdusert i 2011, og i 2013 ble disse gjort obligatoriske for båter ned i 12 m lengde (i Skagerrak). Her registreres blant mye annet også startposisjon for alle trålhal, og disse dataene indikerer hvor det finnes kreps. Antall trålhal med kreps i fangsten per arealenhet utgjør en indikator på tetthet av sjøkreps.



Figur 1.

Utbredelse av det norske (øverst), danske (nederst, høyre) og svenske (nederst, venstre) sjøkrepsfisket i KASK-området, basert på henholdsvis norske elektroniske loggbøker og svenske og danske VMS-data.



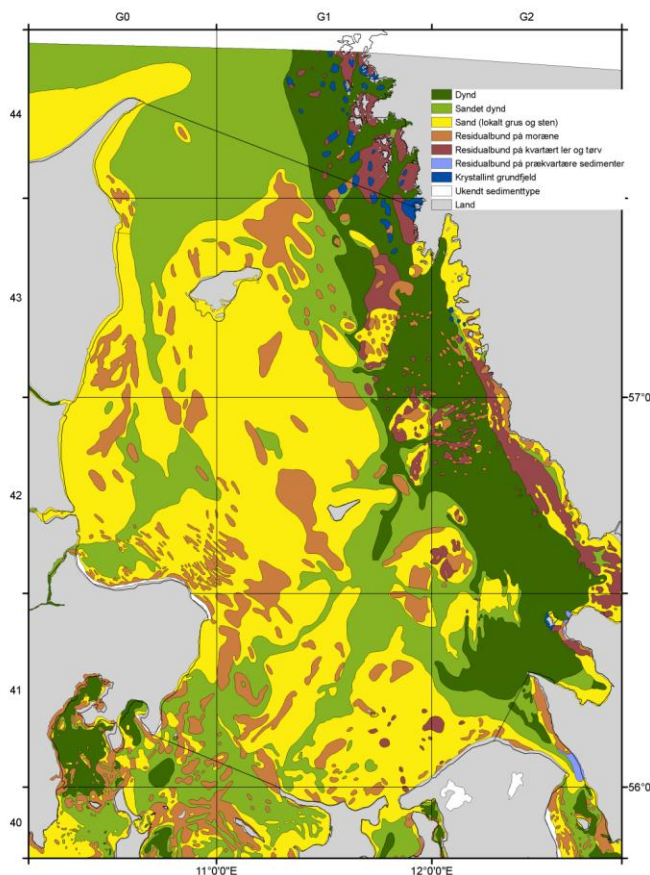
Telling av huler på bunn

I Sverige og Danmark brukes VMS-data for å kartlegge utbredelsen av sjøkrepsfisket, og dermed også sjøkreps. Utbredelse og tetthet av sjøkreps kartlegges også på vitenskapelige tokt der sjøkrepshuler på bunnen telles ved hjelp av undervannsvideo. Disse undersøkelsene gjennomføres årlig på de svenske og danske fiskeområdene.



foto: Havforskningsinstituttet

Figur 2. Sjøkreps i en hule på mudderbunn



Ikke-kommersielle forekomster av sjøkreps

Metodene som er beskrevet over, forteller oss hovedsaklig hvor det finnes kommersielle forekomster av sjøkreps. Sjøkreps finnes sannsynligvis også utenfor disse områdene, men da i lavere tetthet. Siden krepsen er så avhengig av bunnsedimentet, gir sedimentkart god informasjon om potensiell forekomst av denne arten.

Figur 3. Sedimentkart fra Kattegat. Sjøkreps finnes på "dynd" (mørkegrønt) og "sandet dynd" (lysegrønt), det vil si på mudderbunn

English summary

The distribution and density of *Nephrops norvegicus* in the Kattegat / Skagerrak area has been mapped using data from the Norwegian, Swedish and Danish fisheries (electronic logbooks and VMS-data) and Danish and Swedish scientific surveys. The distribution of *Nephrops* is dependent on suitable bottom habitat as the animals dig burrows in the substrate. The main distribution is in the eastern Kattegat and Skagerrak, from where Denmark and Sweden land large quantities. Along the rocky Norwegian coast the distribution is more patchy.

Kontakt: Guldborg Søvik (guldborg.soevik@imr.no)

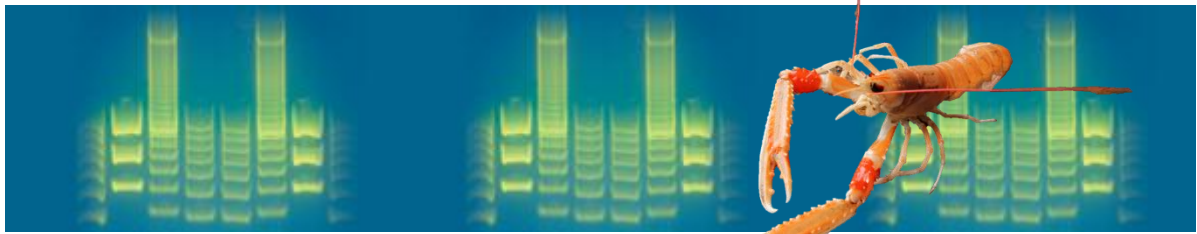


Foto: Line Reeh

En stor genetisk sjøkrebsbestand oppdelt i flere mindre forvaltningsenheter

Sjøkrep i Kattegat, Skagerrak og Norskerenna, inkludert krep fra Hardangerfjorden og Gullmarsfjorden, ser ut til å utgjøre én stor biologisk bestand. Krepesen i dette området skiller seg heller ikke fra sjøkrep i farvannene rundt Island og Scotland. Dette står i kontrast til dagens forvaltningsregime, der sjøkrep i henholdsvis Kattegat-/Skagerrakområdet og Norskerenna vest for Lindesnes forvaltes som to separate bestander.

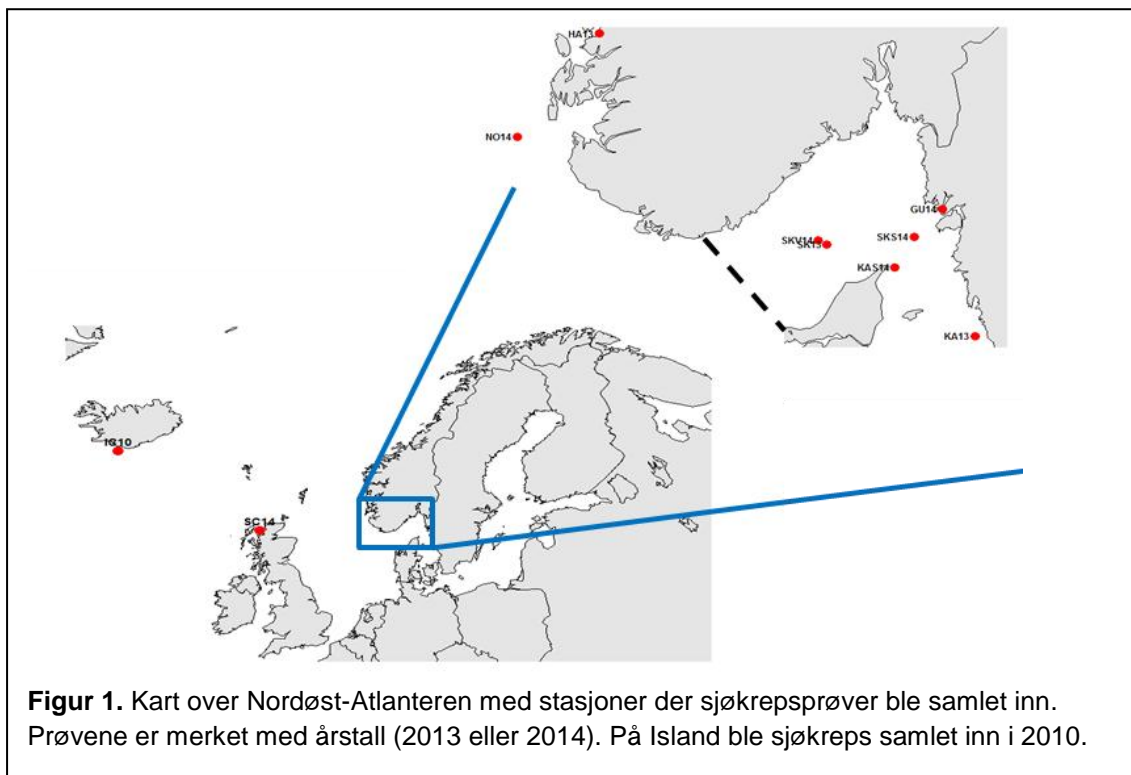
JON-IVAR WESTGAARD | Havforskningsinstituttet | e-mail jonivar@imr.no

GULDBORG SØVIK | Havforskningsinstituttet | e-mail guldborg@imr.no

TORILD JOHANSEN | Havforskningsinstituttet | e-mail torildj@imr.no

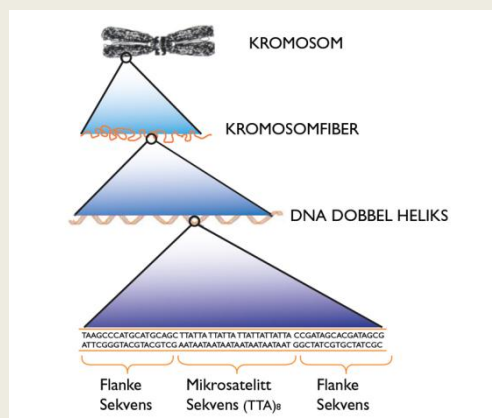
Genetiske bestandsundersøkelser

Sjøkrep ble samlet inn fra åpne havområder og fjorder i Kattegat-/Skagerrakområdet (KASK) og Nordsjøen i løpet av 2013 og 2014. Innsamlingen ble komplettert med en prøve fra Island og en prøve fra Skottland. Totalt ble det analysert 10 prøver bestående av til sammen 852 individer. Vi fant ingen genetisk struktur i sjøkrebsbestanden i KASK-området og i Norskerenna. Heller ikke de to sistnevnte prøvene var signifikant forskjellige fra de resterende prøvene.



Mikrosatelitt DNA

Dette er korte sekvenser av DNA som finnes i områder mellom kodende gener. Disse sekvensene blir så kopiert opp ved hjelp av en PCR teknikk (Polymerase Chain Reaction). De kopierte sekvensene, eller fragmentene, av DNA blir så størrelsesbestemt. Det er frekvensen av disse ulike fragmentstørrelsene som danner grunnlaget for videre statistiske analyser. Jo mer ulik frekvensen av de forskjellige fragmentstørrelsene i de forskjellige prøvene er, jo mer genetisk forskjellige er de.



Mikrosatelitter

Studien ble gjennomført ved å bruke mikrosatelitt DNA markører (se faktaboks). Dette er en metode som har vært i bruk i denne type studier de siste to tiårene og Havforskningsinstituttet i Norge har omtrent like lang erfaring i bruk av disse. Analysene ble gjennomført ved det genetiske laboratoriet ved Havforskningsinstituttet sin avdeling i Tromsø.

Dagens sjøkrepsforvaltning

I dag blir sjøkrepsbestanden i KASK-området og Norskerenna forvaltet som to separate bestander. Grensen mellom forvaltningsområdene går langs en linje fra Lindesnes til Hanstholm. Formålet med studien var å undersøke om det finnes et biologisk grunnlag for å endre denne forvaltningen av sjøkreps. Resultatene våre tilsier at disse to forvaltningsområdene kunne slås sammen til ett område. Imidlertid tilrårer vi at de eksisterende forvaltningsområdene opprettholdes. Grunnlaget for denne anbefalingen er risikoen for at det sjøkrepsfisket som i dag foregår i Norskerenna vil kunne flytte seg til KASK-området, da dette området er lettere tilgjengelig for fiskerne. For å spre fiskepresset kan det være gunstig å opprettholde dagens to forvaltningsområder med separate kvoter.

English summary

A total of eight samples of *Nephrops* from Kattegat, Skagerrak, and the North Sea, including two fjord samples, were analysed to study the genetic stock structure in the region. No genetic structure was found. Two additional samples from Scotland and Iceland were also analysed, but they did not show any significant structure either. Today's management regime in the area is one of two separate stocks with separate assessment and quotas, in respectively Kattegat/Skagerrak and the Norwegian Deep. It might be advisable to keep the present management as this will contribute to spread the fishery over the whole area.

Kontakt: Jon-Ivar Westgaard (jon-ivar.westgaard@imr.no)



DEN EUROPEISKE
UNION
Det Europeiske
Fond for
Regionalutvikling



Interreg IVA
ØRESUND - KATTEGAT - SKAGERRAK



BÆREKRAFTIG
SJØKREPSFISKE



foto: Rikke Frandsen

Vad sker i de olika kräftfiskeområdena?

Kräftbeståndet i KASK området utnyttjas hållbart då 8 % av totala antalet kräftor fångas per år. Då man beräknar utnyttjandet så gör man det över hela området, trots att kräftfisket pågår i sex stycken distinkta områden. Frågan som vi försöker svara på i studien är om de olika områden skiljer sig åt med avseende på utnyttjande, mängd kräftor som kastas. Resultaten visar att de olika områdena skiljer sig åt, i vissa områden är utkastet av småkräfta betydande. Trots att det medelvärde av uttaget totalt var under 8 % så varierade uttaget mellan områden, i fyra av sex områden var uttaget under riktlinjen på 8 % i två av områdena låg den på 9 resp 15 %. Med utgångspunkt av resultaten i denna studie bör man i framtida förvaltning studera och ta hänsyn till de olika områdenas dynamik för att förhindra att något av områdena kollapsar på grund av en för hög exploateringsgrad.

JOHAN LÖVGREN | SLU - Havsfiskelaboratoriet i Lysekil | johan.lovgren@slu.se

JORDAN FEEKINGS | DTU Aqua - Økosystembaseret marin forvaltning | jpf@aqu.dtu.dk

MATS ULMESTRAND | SLU - Havsfiskelaboratoriet i Lysekil | mats.ulmestrand@slu.se

PATRIK JONSSON | SLU - Havsfiskelaboratoriet i Lysekil | patrik.jonsson@slu.se

SOFIA CARLSHAMRE | SLU - Havsfiskelaboratoriet i Lysekil | sofia.carlshamre@slu.se

Introduktion

Det finns flera exempel på hur lokala bestånd har utrotats då de lagts ihop till större förvaltnings enheter, till exempel utrotandet av lokala kustpopulationer av torsk längs svenska västkusten. Kräftbeståndet i KASK anses av ICES utnyttjas hållbart med en utnyttjande grad av 8 % av beståndet. Då man beräknar hur stor del av kräftorna som fångas så betraktar man Kattegatt Skagerack som en enhet, man beräknar mängden som fångas dividerat med mängden kräftor som finns i området. Mängden kräftor som finns i området beräknas med hjälp av undervattens filmningar där man räknar mängden kräthål i området. Kräftfisket bedrivs dock i sex stycken distinkta områden, tre i Kattegatt och tre i Skagerack. I denna studie ville vi studera hur det er ut i de olika områdena, finns det samma mängd kräftor? fångas det samma mängd kräftor i de olika områdena? Är det samma exploateringsgrad i de olika områdena?

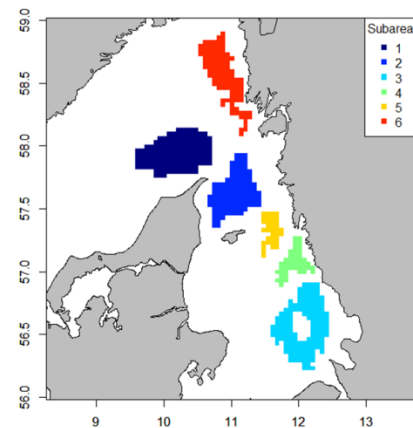


Fig.1 – De 6 områden i KASK där man bedriver kräftfiske.

Metod

Det behövdes tre typer av information per område för att kunna genomföra studien: a) Antalet kräftor i de olika områdena. b) Hur mycket kräfta som landas c) Hur mycket kräfta som kastas på grund av att den är förliten. För att beräkna mängden av kräfta i de olika områdena har vi använt oss av resultat från Undervattens filmningar. Landningar och utkast data från observatörer ombord fartygen från de

olika områdena togs fram genom att analysera svenska och danska officiella data från 2012 och allokera varje fiskeresor till ett av de sex identifierade områdena.

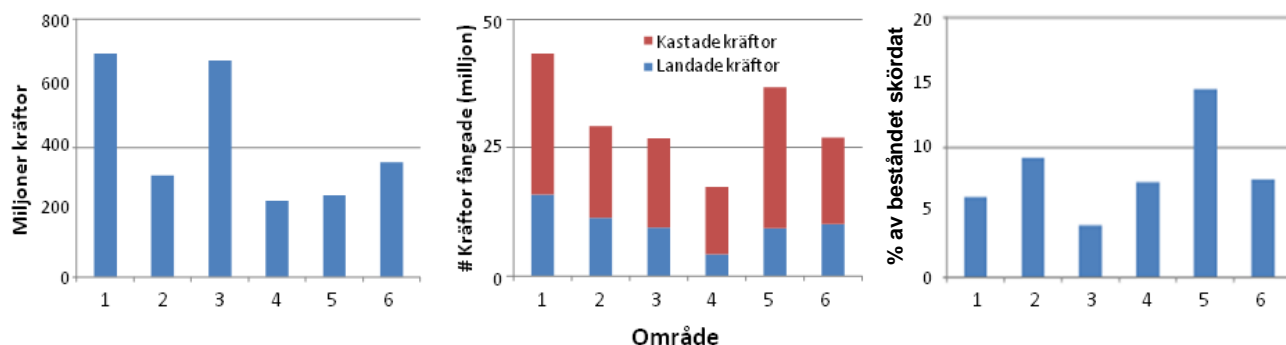


Fig.2.

a) Antal kräftor per område, b) Antal fångade kräftor per område c) % av beståndet som fångas per område

Resultat

Antalet kräftor i de olika områdena varierar mellan områdena, skiljer 64% mellan högsta och lägsta i antalet kräftor per område (Fig 2 a). Mängden fångade kräftor skiljer sig även mellan områdena, anmärkningsvärt är att mängden kräfta som kastades skiljde sig avsevärt mellan områdena, i två områden kastades 72 % av hela fångsten då kräftorna var under minimimått (13.5 cm) (Fig 2 b). Följaktligen varierar exploateringsgraden också betydligt mellan områdena. I två av områdena så var exploateringsgraden högre än de 8 % som anses hållbara (9 respektive 15%). I de övriga så låg exploateringsgraden mellan 4-7% (Fig 2 c).

Diskussion

Den övergripande risken med att förvalta flera små områden som ett stort bestånd är risken för att något eller några små områden kan överexploateras. Trots att exploateringsgraden i hela området ligger runt 8 % så hittar vi två områden i den här studien där exploateringsgraden ligger över 8 %. Då denna studie begränsar sig till ett år så borde man inkludera flera år i en framtida studie för att undersöka om mönstret består. Ytterligare en aspekt att undersöka är om hur mängden kräfta i ett område påverkas av exploateringsgraden året innan. Kanske kan man också styra fisket till områden där utkastet av småkräfta är låga. Den genomförda studien visar på vilka verktyg man kan använda för att sammanställa data på ett sådant sätt att de olika delområdenas dynamik kan studeras. Att studera hur de olika områdena utvecklar sig är att ytterligare försäkra sig om en hållbar förvaltning av kräfta i KASK området.

English summary

The primary purpose in this study was to compare the assessment on the exploitation of *Nephrops* on the overall area of Kattegat/Skagerrak with the exploitation in each of the six defined fishing grounds. The results show that in 2 out of 6 of the areas, the exploitation was higher than the harvest rate that is considered to be sustainable. To study the dynamics in the different subareas is crucial for sustainable exploitation in the KASK area.

Kontakt: Johan Lövgren (johan.lovgren@slu.se)



Foto: Line Reeh

Foto: Rikke Frandsen

Vurdering af økonomien i dansk tejnefiskeri efter jomfruhummer

Tejnefiskeri efter jomfruhummer kan være profitabelt for både < 12 meter med mulighed for at anvende mindst 1400 tejner. For at optimere fisketiden og dermed fangsterne og samtidig minimere brændstofforbruget, vil det være en forudsætning at fiskepladserne ligger tæt på hjemhavnen. Jomfruhummer fanget i tejner er af høj kvalitet, og en merpris er en realistisk forudsætning for beregning af profitabiliteten. Den største joker i denne beregning er usikkerheden omkring fangstmængderne på de relevante fiskepladser.

RIKKE P. FRANDSEN | DTU Aqua, Sektion for økosystembaseret marin forvaltning | rif@aqu.dtu.dk

FRANK JENSEN | Københavns Universitet, Institut for fødevarer- og ressourcøkonomi | fje@fro.ku.dk

JORDAN P. FEEKINGS | DTU Aqua, Sektion for økosystembaseret marin forvaltning | jpfe@aqu.dtu.dk

Tejnefiskeri efter jomfruhummer er et veletableret kommercielt fiskeri i blandt andet Sverige og Skotland. Tejnefiskeriet leverer jomfruhummer af høj kvalitet, og i Sverige får afsætningsledet i værdikæden ca. 15-20 % højere auktionspriser for tejnefangne jomfruhummer end for tilsvarende trawlfangne.

Både i Sverige og i Skotland består flåden primært af fartøjer under 12 meter med en besætning på én til to mand. Arbejdet med tejner kræver megen dæksplads og en indretning, der gør det muligt at hale og sætte et stort antal tejner. Tejnefiskeriet efter jomfruhummer er sæsonbestemt, og udenfor sæsonen kan fiskeriet målrettes andre arter (fx sorthummer og taskekrabber), eller man kan rigge om til trawl- eller garnfiskeri.

Metoden

Der er mange ubekendte når man skal beregne profitabiliteten i et ikke-eksisterende fiskeri. I dette notat har vi valgt at benytte en meget enkelt tilgang, hvor fiskeriets profitabilitet vurderes ved at trække omkostninger fra omsætning. Denne tilgang sikrer, at analysen er let gennemskuelig, men den giver kun et øjebliksbillede. Det er altså ikke muligt at sige, hvordan et eventuelt tejnefiskeri vil påvirke bestanden og dermed fangster og priser i fremtiden. Vi anvender følsomhedsanalyser til at identificere de parametre og antagelser, der har særlig stor betydning for profitabiliteten.

I dette notat beregnes profitabiliteten i et kommercielt tejnefiskeri under antagelse af at fangstrater og indsatsregulering svarer til det, der er gældende i

Sverige, mens prisen for jomfruhummerne er baseret på danske tal for trawlfangne jomfruhummer

Følsomhedsanalyse på profitabiliteten.

Vurderingen af økonomien er baseret på gennemsnitlige estimater fra det svenske fiskeri og det er usikkert om de vil være repræsentative for et dansk marked og dansk fiskeri.

Under antagelse af at de forskellige parametre kan betragtes som uafhængige varieres hhv. brændstofomkostningen, fangstmængden og mer-prisen for tejnefangne jomfruhummer med $\pm 50\%$ (Tabel 1).

Følsomhedsanalysen er god til at illustrere hvilke parametre, der har stor indflydelse på den daglige profitabilitet og dermed påpege hvilke parametre der skal undersøges nærmere inden en eventuel investering foretages.

tillagt en formodet mer-pris på 10%. Til sammenligning bruger vi tal fra "Fiskeriets økonomi 2012", der er udgivet af Fødevarerøkonomisk Institut ved Københavns Universitet.

Vi opstiller 4 scenarier: (i) Én-mandsfartøj < 12 m, (ii) To-mandsfartøj < 12 m, (iii) Én-mandsfartøj > 12 meter, (iv) To-mandsfartøj > 12 meter.

Resultater

Den højeste profitabilitet (3.597 kr/dag) blev estimeret for scenarie (ii). Det var alene ved denne kombination af fartøjsstørrelse og antal tejnere, at profitabiliteten oversteg de officielle tal for profitabiliteten i det kommercielle danske fiskeri. Følsomhedsanalysen for dette scenarie indikerer, at det er vigtigt at øge kendskabet til de forventede fangster i et givent område inden der investeres i et eventuelt tejnerefiskeri. Fangsterne bestemmes af antallet af tejnere, der må fiskes med, effektiviteten af tejnere samt tætheden af jomfruhummer i området. Resultatet stemmer overens med sammensætningen af tejnereflåden i hhv. Skotland og Sverige der primært består af fartøjer < 12 m. De kommercielle svenske tejnerefiskere ønsker desuden indsatsrestriktionen ændret, så det er muligt at fiske med 2000 tejnere.

Tabel 1. Beregning af økonomien i et dansk tejnerefiskeri.

		(i)	(ii)	(iii)	(iv)
Scenarie	Fartøjsstørrelse	<12 m	<12m	>12m	>12m
	Besætning	1	2	1	2
	Antal tejnere/dag	400	700	400	700
	Tejnere dage pr år	150	150	150	150
	Fiskedage pr år	150	150	216	216
Omkostninger	Brændstof (kr/dag)	900	900	1.800	1.800
	Redskaber (kr/dag)	284	498	284	498
	Agn og kvote (kr/dag)	0	0	0	0
	Vedligehold (kr/dag)	150	150	150	150
	Kasser og auktion (kr/dag)	300	420	300	420
	Samlet omkostning (kr/dag)	1.634	1.968	2.534	2.868
Omsætning	Fangstrate (kg/tejnere)	0.11	0.11	0.11	0.11
	Fangst pr dag (kg)	44	77	44	77
	Kilopris (trawl)(kr)	65,7	65,7	65,7	65,7
	Kilopris + 10 % (kr)	72,3	72,3	72,3	72,3
	Samlet omsætning (kr/dag)	3.180	5.565	3.180	5.565
	Estimeret profitabilitet pr fiskedag (kr)	1.545	3.597	645	2.697
Fiskeriets profitabilitet ifølge "Fiskeriets økonomi 2012"					
	Profitabilitet pr fiskedag (kr)	2.717	2.717	3.238	3.238
Følsomhedsanalyse på profitabiliteten pr fiskedag (kr)					
	Mer-pris + 50 %	1.690	3.850	790	2.950
	Mer-pris - 50 %	1.401	3.344	501	2.444
	Brændstof + 50 %	1.095	3.147	-255	1.797
	Brændstof - 50 %	1.995	4.047	1.545	3.597
	Fangst + 50 %	3.135	6.379	2.235	5.479
	Fangst - 50 %	-45	815	-945	-85

English summary

Creel fishing for Norway lobster is common practice in e.g. Sweden and Scotland, but not in Denmark. In this work we investigated the profitability of this type of creel fishing and compared the results with the profitability of equivalent Danish trawlers / gill netters. Based on this, creeling for Norway lobster may be profitable for smaller vessels (<12 m) using 1400 creels. Sensitivity analyses pointed out that an uncertain estimate of catch rates can alter this result. More knowledge on the expected catch rates in the fishing areas in question is therefore important prior to investments.

Kontakt: Rikke Petri Frandsen (rif@aqu.dtu.dk)



Foto: Rikke Frandsen

Fritidsfisket etter sjøkreps i Norge

Det norske fritidsfisket etter sjøkreps med teiner har vokst de siste årene. Dette indikerer at det er behov for å følge opp dette fiskeriet i fremtiden. Data fra 2012-2014 har gitt oss et utgangspunkt for å kunne følge opp bestanden på et senere tidspunkt. Grunnleggende informasjon om fangstrate, kjønns sammensetning, størrelsesdistribusjon og andelen eggbærende hunner vil være viktig i fremtidige undersøkelser av teinefisket etter sjøkreps. Det er få reguleringer på sjøkrepsfisket (minstemål og maksimalt 20 teiner). Grunnet den økte populariteten i sjøkrepsfisket kan det være grunn til å vurdere nye forvaltningstiltak for å sikre et fremtidig bærekraftig fiske.

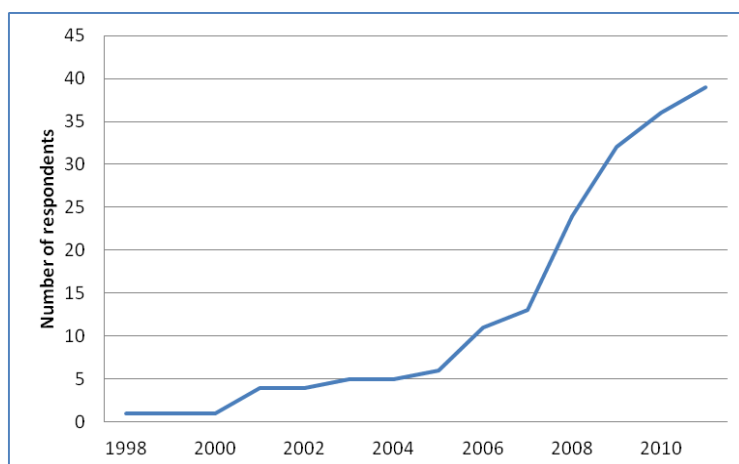
ALF RING KLEIVEN | Havforskningsinstituttet | alf.ring.kleiven@imr.no

GULDBORG SØVIK | Havforskningsinstituttet guldborg.soevik@imr.no

MERETE VIK OTTESEN | Havforskningsinstituttet | merete.vik.ottesen@imr.no

Spørreundersøkelse om fritidsfiske

Det norske sjøkrepsfisket står for kun 2 % av fangstene i Skagerrak, og fiskeriet er i hovedsak basert på trål. Det kystnære teinefisket etter sjøkreps, spesielt blant fritidsfiskere, har fått økt oppmerksomhet de siste årene. For å få kunnskap om dette fiskeriet, gjennomførte vi en spørreundersøkelse blant en utvalgt gruppe fritidsfiskere (270 stk) som vi visste fisket etter skalldyr. Videre ble dagbøker sendt ut til 20 frivillige som rapporterte sine sjøkrepsfangster gjennom to år. I tillegg ble alle rapportører bedt om å lengdemåle alle sjøkreps i januar, mai og august i 2013.



Figur 1. Kumulativ økning i deltakelse i fritidsfisket etter sjøkreps blant respondentene fra spørreundersøkelsen

Nytt fritidsfiske

Det kom inn 131 svarskjemaer (47 % responsrate) på spørreundersøkelsen:

1. Mens gjennomsnittlig fiskeår for hummer var nesten 26 år, var gjennomsnittlig fiskeår etter sjøkreps 4 år.
2. Førti prosent av respondentene mente at fangstene hadde blitt redusert de siste fem årene (kun 5 % mente fangstene hadde gått opp). For hummer og taskekrabbe mente respektive 14 og 6 % at fangstene hadde blitt redusert.
3. Seksti prosent av respondentene støttet utsagnet "Det har blitt flere som fisker etter sjøkreps de siste 5 årene". For hummer og krabbe ble tilsvarende utsagn støttet av respektive 32 og 13 %.

Ivrige rapportører

Tjue personer rapporterte sine fangster én gang eller mer gjennom studieperioden. Sytten rapportører fisket i Skagerrak, mens tre personer fisket på Vestlandet. Totalt ble det rapportert inn 421 fisketurer og 8444 teinetrekk. Noen resultater fra Skagerrak:

1. Fangst per enhet innsats varierte gjennom året, der fangstene i august til september var de høyeste (1,7 sjøkreps per teine) mot den dårligste perioden (januar til mars) med 0,6 sjøkreps per teine.
2. Kjønnssandelen varierte noe gjennom året. Totalt for hele studieperioden utgjorde hanner 58 % av fangstene.
3. Andelen av hunner med utvendig rogn økte kontinuerlig fra juni (11 %) til desember (41 %). Deretter falt andelen utover våren igjen. Av totalfangst utgjorde rognbærende hunner rundt 5 % av fangstene fra februar til juni. I desember utgjorde rognbærende hunner 20 % av fangstene.



Foto: Line Reeh

Sjøkreps med rogn

English summary

Creel fishing for Norwegian lobster (*Nephrops Norwegicus*), especially among recreational but also commercial fishers, has gained increased attention in Norway the recent years. In order to gain knowledge about this new recreational fishery we conducted a questionnaire survey among a selected group of lobsters (*Homarus gammarus*) fishers. Further, we recruited recreational volunteers to report their *Nephrops* catches for 2 years. The study has confirmed the recent increase in recreational creel fishery for *Nephrops*. An increased effort in the fishery indicates a need to follow up the fishery in the future. The data provide the researchers with a baseline on which to analyse the future development in the *Nephrops* stock. Basic information about CPUE, size distribution and proportion of egg-bearing females will be important for future assessments of the *Nephrops* fishery.

Kontakt: Alf Ring Kleiven (alf.ring.kleiven @imr.no)



Fotos: Line Reeh

Kan tejerne gøres mere effektive?

Simple ændringer i et kommercielt tejn fiskeri resulterede i en stigning i fangstraterne på over 50 %. Én af hindringer for en videre udvikling af det kommercielle tejn fiskeri efter jomfruhummer er at rentabiliteten er lille og relativt usikker. En stigning i fangsterne pr. tejne vil gøre dette fiskeri mere attraktivt for såvel nye som etablerede fiskere.

RIKKE P. FRANDBSEN | DTU Aqua – Sektion for Økosystembaseret Marin Forvaltning | rif@aqu.dtu.dk

JORDAN P. FEEKINGS | DTU Aqua – Sektion for Økosystembaseret Marin Forvaltning | jpfe@aqu.dtu.dk

CHRISTOFFER M. ALBERTSEN | DTU Aqua – Sektion for Levende Ressourcer | cmoe@aqu.dtu.dk

Et skånsomt alternativ

Tejner er et passivt redskab, der ved hjælp af agn lokker jomfruhummerne til fangst. I sammenligning med trawl, der slæbes over bunden og derved aktivt indfanger jomfruhummerne, påvirker tejn fiskeriet et betydeligt mindre areal pr. kg. landet jomfruhummer og brændstofforbruget er ligeledes markant lavere. Da fiskeriet samtidig leverer fangst af en høj kvalitet, der giver mulighed for at levere et andet produkt end det der almindeligvis landes med trawl, er det interessant at undersøge om andelen af tejn fangne jomfruhummer kan øges. I projektet har vi derfor testet mulighederne for at øge fangstraterne og dermed rentabiliteten i fiskeriet.

Forsøget

Langs den svenske vestkyst er der et kommercielt tejn fiskeri efter jomfruhummer. Fangsterne landes levende og afsættes både lokalt og eksporteres levende til blandt andet Sydeuropa. Vi chartrede derfor en svensk tejn båd og brugte nogle af deres normale tejne som standard. Der er tale om ét-kammer-tejner med to indgange og en centralt placeret agnholder. Agnen bestod af fiskeaffald - primært skelletter med hoved og hale. Hos den pågældende fisker rigges tejerne traditionelt således at tjavslen der forbinder tejerne til lænken sidder på den korte led af tejen. Ved strøm vil dette betyde at indgangen placeres vinkelret på strømretningen. Jomfruhummerne skal derfor bevæge sig væk fra området med den kraftigste duft af agn for at lokalisere indgangen.

Hvad bestemmer fangstraten i tejerne?

Agnen

Jomfruhummerne lokkes til af duften af agn og erfaringer fra det kommercielle fiskeri viser at præferencerne skifter både i tid og rum.

Placering af indgangen

Jomfruhummerne lokkes til af duften fra agnen og kommer derfor primært nedstrøms fra. Hvis jomfruhummerne skal lokkes til at gå ind i tejen er det optimalt hvis indgangen er det første den møder.

Aggressiv adfærd

Jomfruhummerne er aggressive, både overfor hinanden og overfor andre arter. Tilstedeværelsen af en større jomfruhummer eller fx krabber kan derfor skræmme nyankomne jomfruhummere væk.

I forsøget vendte vi hver anden teje 90 grader ved at binde tjavserne på den lange side. Fangsterne blev registreret og sensorer registrerede tejnernes orientering.

Orientering af indgangene

På to af lænkerne blev 5 tejnernes orientering monitoreret ved hjælp af sensorer og som det ses af fig. 1 kunne rigningen af tejerne kun delvist bestemme orienteringen af indgangene. Sensorerne afslørede til gengæld at en del af tejerne stod på højkant og var dermed helt utilgængelige for jomfruhummer.

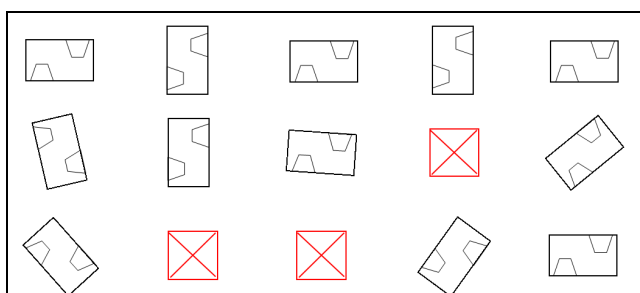


Fig. 1. Tegning af 3 lænker med 5 tejne i hver. Tejerne med de koniske indgange ses ovenfra. Øverste række viser den teoretiske orientering i forsøget med hver anden teje drejet 90 grader. Herunder er vist den monitorerede orientering af tejerne i 2 lænker. Røde tejne står på højkant.

Fangstrater

10 lænker med i alt 240 tejne blev sat til at fiske i september 2013. Vi fangede 382 jomfruhummer svarende til 13,3 kg. De mest almindelige bifangstarter var; svømmekrabbe, eremitkrebs, hvilling, og strandkrabbe.

Fangsterne pr. teje var generelt lave i dette forsøgsfiskeri men ikke helt ualmindelige for årstiden. De gennemsnitlige fangstrater pr. teje var 69,1 g i standarden mod 111,2 g i den teje, der var drejet 90 grader (Fig. 2). En modellering af fangsterne viser en øget fangst i antal af jomfruhummer på 54 % (95 %, konfidens-interval: 18 % - 89 %). Effekten var betydeligt mere markant end forventet og blev straks formidlet ud til de svenske tejnefiskere. Tilbagemeldinger indikerede at nogle fiskere allerede riggede tejerne som vi foreslog mens andre havde oplevet bedre fangstrater ved at binde tjavsen fast midt på taget af tejen. Resultaterne viser at der stadig er mulighed for at øge fangstraterne i tejnefiskeriet og at vidensdeling mellem fiskerne vil være fordelagtigt.

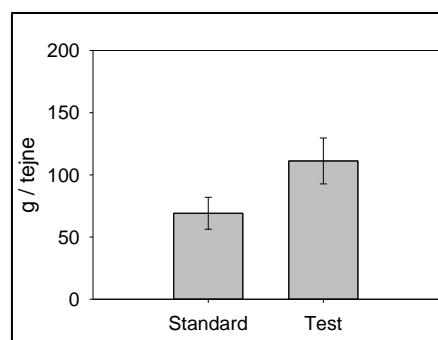


Fig. 2. Gennemsnitlige fangstrater i de to rigninger.

English summary

In the Kattegat / Skagerrak area more than 90 % of the *Nephrops* catches are taken by trawl. Creels are a low-impact alternative and increasing the fraction of the landings taken by this gear would benefit the sustainability of the fishery. An impediment to such a development is that the viability of the creeling is low. A field trial showed that simple changes in the rigging of the creels could increase catch rates by more than 50%. Feedback from other fishers demonstrated a lack of communication between fishermen that resulted in a suboptimal exploitation of resources.

Kontakt: Rikke P. Frandsen (rif@aqua.dtu.dk)



DEN EUROPÆISKE
UNION
Den Europæiske
Fond for
Regionaludvikling



Interreg IVA
ØRESUND - KATTEGAT - SKAGERRAK



BÆREDYGTIGT
JOMFRUHUMMERFISKERI



Foto: Ludvig Krag

Forskel i fangstrater mellem enkelt og dobbelt-trawl

En af de enkleste og mest effektive gear-ændringer, der kom fra industrien var udviklingen og indførelsen af dobbelt- og multi-rig trawls. Her analyserer vi fangstrater for fire målarter; Jomfruhummer, torsk, rødspætte og kuller, for at forsøge at forstå, hvordan den nævnte redskabsændring har påvirket fangstraterne i det danske bundtrawlfiskeri. Resultaterne viste, at fangstraterne for jomfruhummer i dobbelt-trawl var næsten det dobbelte i forhold til enkelt-trawl. For torsk, kuller og rødspætte var der ingen signifikant effekt af redskabstype.

JORDAN FEEKINGS | DTU Aqua - Sektion for økosystembaseret marin forvaltning | jpfe@aqua.dtu.dk

CASPER WILLESTOFTE BERG | DTU Aqua - Sektion for Marine Levende Ressourcer | cbe@aqua.dtu.dk

LUDVIG AHM KRAG | DTU Aqua - Sektion for økosystembaseret marin forvaltning | lak@aqua.dtu.dk

OLE RITZAU EIGAARD | DTU Aqua - Sektion for økosystembaseret marin forvaltning | ore@aqua.dtu.dk

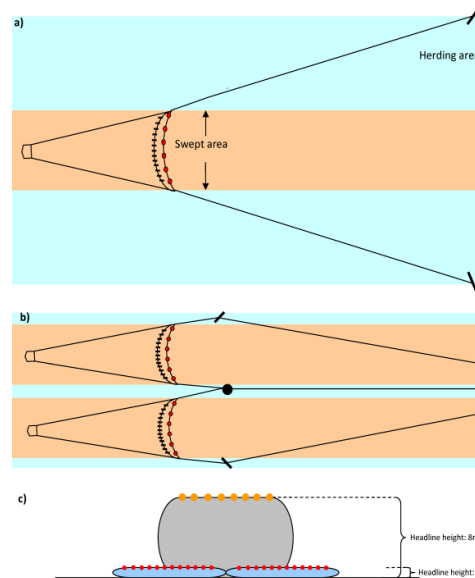
Introduktion

Brugen af dobbelt og multi-rig trawls er steget markant i løbet af de sidste 30 år i den danske demersale flåde og i de fleste nordatlantiske demersale fiskerier. Analyser af andre europæiske trawlfiskerier indikerer, at fangster af visse bund-levende fiskearter øges, når der fiskes med dobbelt-trawl i modsætning til enkelt trawl. Imidlertid blev disse resultater opnået under ikke-kommercielle forsøgsbetingelser. Her udnytter vi observatørdato indsamlet om bord på kommercielle fartøjer til at modellere CPUE (fangst i kg per time) af fire målarter: Jomfruhummer, torsk, rødspætte og kuller, til at belyse om fangstraterne i den danske demersale flåde har ændret sig på grund af overgangen fra enkelt- til dobbelt- og multi-rig trawls. Resultaterne diskuteres i relation til eksperimentelle resultater og teori om målarternes opførsel under fangst-processen.

Metoden

Her analyserer vi fangstrater for fire målarter for at forsøge at forstå, hvordan indførelsen af dobbelt- og multi-rig trawl (Figur 1) har påvirket fangstraterne i det danske demersale trawlfiskeri i de sidste 16 år (1997-2012). Data blev indsamlet fra 87 skibe og 739 træk og fangstrater blev modelleret både som antal individer per time og fangstvægt per time.

Tre forskellige strukturelle modeller blev brugt; negative binomial, Tweedie, og Delta-Lognormal. Anvendelsen af flere forskellige modeller er med til at validere resultatet.



Figur 1. Illustration af forskellene mellem enkelt- og dobbelt-trawl. a) En enkelt-trawl med relativt lange mellemliner målrettet til at fange fisk som torsk. b) Et dobbelt-trawl design rettet mod at fange jomfruhummer. c) De samme trawl afbildet forfra for at illustrere forskellen i højde og bredde mellem trawl af hhv. type a og b.

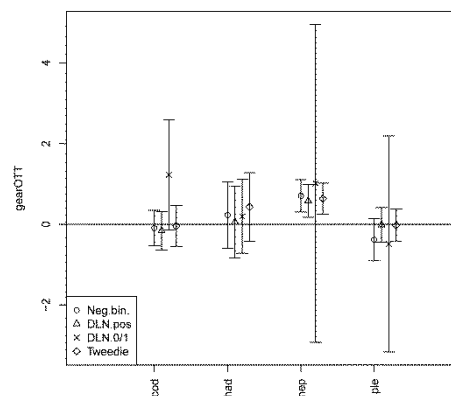
Resultater

Dobbelt-trawl viste sig at have signifikant højere (positivt) CPUE for jomfruhummer; 1,89 (Tweedie model, vægt CPUE) og 2,03 (negativ binomial model, antal CPUE) gange højere. For torsk, kuller og rødspætte blev ingen signifikant effekt af redskabstype fundet. Resultaterne for torsk og rødspætte var lavere i to trawl, men ikke signifikant. For torsk var den gennemsnitlige fangstrate 9 % (Negbin) og 4 % (Tweedie) lavere i dobbelt-trawl. CPUE for rødspætte var i gennemsnit 32 % (Negbin) og 2 % (Tweedie) lavere i dobbelt-trawl. De opnåede resultater for kuller, som heller ikke var signifikante, viste sig at være større i dobbelt-trawl: i gennemsnit 26 % (Tweedie model) og 54 % (negativ binomial model) højere.

Diskussion

Dobbelt-trawl viste sig at have en fangstrate for jomfruhummer der var ca. 1,9 gange højere end hvad der blev observeret for enkelt-trawl. Dette resultat understøtter hvad der tidligere er observeret i det svenske bundtrawlfiskeri, hvor CPUE forholdet mellem dobbelt og enkelt trawl viste sig at være omkring 1,7. (Figur 2)

Skiftet fra enkelt til dobbelt-trawl var iværksat af industrien og motiveret af faldende fiskebestande og ønsket at opnå højere fangstrater af krebsdyr, såsom jomfruhummer (*Nephrops Norvegicus*) og dybhavsrejer (*Pandalus borealis*). Med reformen af Den Europæiske Unions fælles fiskeripolitik (FFP), hvor der skal indføres et fangstkvote system sammen med et forbud mod udsmid (landingsforpligtelse), vil der komme mere fokus på at forbedre selektionen i redskaberne. I den proces vil det være en fordel at ændringerne kommer fra en bottom-up tilgang, snarere end det traditionelle top down-system, hvorved fiskerierhvervet kan bidrage maksimalt med deres viden og redskabsekspertise i bestræbelserne på at opnå fangstsammensætninger der passer til kvoterne. Hvis fiskerne har frihed til løbende at optimere deres redskaber for at opnå fangst-sammensætninger der matcher deres kvoter, er der større sandsynlighed for en succesfuld implementering af den nye fælles fiskeripolitik og mængden af usælgelige fisk, der bringes til havnen, vil kunne reduceres.



Figur 2. Tre forskellige model-estimer for effektiviteten i en dobbelt-trawl i forhold til en enkelt-trawl vist på en logaritmisk skala med 95% konfidensintervaller, for fire arter: cod= torsk, had=kuller, nep=jomfruhummer, og ple=rødspætter.

English summary

One of the most effective ways to alter catch and length compositions in trawls is to change the selectivity of the gear. Such changes are often introduced into the fishery in a top down manner whereby fishermen are forced to comply with specific legislation. However, fishermen have also introduced gear modifications that have contributed to improving species selectivity in trawls. One of the simplest and most effective modifications that came from industry was the development and introduction of twin and multi-rig trawls. Here we analyze catch rates of four target species, Norway lobster, cod, plaice and haddock, to try and understand how the above mentioned change in gear design has altered catch rates. Results showed that catch rates of *Nephrops* in twin trawls were significantly higher (1.89-2.03) than those in single trawls. For cod, haddock and plaice there was no significant effect of gear type.

Kontakt: Jordan Feekings (jpfe@aqua.dtu.dk)



DEN EUROPÆISKE
UNION
Den Europæiske
Fond for
Regionaludvikling



Interreg IVA
ØRESUND - KATTEGAT - SKAGERRAK



BÆREDYGTIGT
JOMFRUHUMMERFISKERI



foto: Rikke Frandsen

FlådeInformationsSystem: Modeller for deling af viden om steder med risiko for uønsket bifangst

Under discardforbud må fiskere optimere brug af kvoten ved at undgå at fange små fisk til lav værdi, eller arter de ikke har kvote til – de kan lukke hele fiskeriet, selv efter arter med megen kvote. Fiskene fordeler sig ikke jævnt. Nogle steder er der høj risiko for at få uønskede fangster (hotspots). Vi foreslår måder at dele viden mellem fiskere, så de i et vist omfang kan undgå at fiske disse steder.

SØREN Q. ELIASSEN | Aalborg Universitet, IFM Innovative Fisheries Management | se@ifm.aau.dk

Fiskeripolitikens kommende forpligtigelse til at lande al fangst – discard forbud – øger presset på fiskerne for at undgå uønskede bifangster. Det kan ske ved brug af mere selektive redskaber. I ØBJ-FISK projektet har vi arbejdet med en anden vinkel: At øge tid-sted selektivitet – altså at bruge valg af fiskested og tid til at undgå uønsket bifangst. Den erfarne skipper ved, hvor der plejer at være godt at fiske og kan "læse" de gode fiskesteder ud fra vind og strømforhold. Men hvad der præcist kan fiskes, ved man først når garnet eller trawlen er trukket op. Den viden er unik, men kan have værdi for andre skippere, der i deres planlægning ikke ønsker at spille kvoten på små fisk eller arter med meget ringe kvote. Derfor har vi set på modeller for, hvordan grupper af fiskere kan dele nu-og-her-viden om dårlige fiskesteder - hotspots.

Videndeling – hvorfor, risiko og hvordan

Fordele: Fiskere kan ikke fuldstændigt styre, hvad der fanges. Ved at advare hinanden om at der her-og-nu er stor risiko for uønsket fangst bestemte steder, reduceres risikoen for "misbruge" kvoterne ved at fiske der. Koncentrationen af fisk kan hurtigt ændre sig, så det er vigtigt at viden om det nøjagtige sted for uønsket fangst hurtigt samles og deles til andre. Ved at advare andre fiskere kan skipperen øge sin sociale kapital i form af anseelse og respekt, og regne med tilsvarende advarsler og dermed øge udnyttelsen af sine kvoter.

Discard-forbud: I de næste år indføres krav om at fiskere skal lande al fangst af de fleste arter. Al fangsten afskrives på de individuelle kvoter. Tidligere skulle fangst ud over kvoten smides ud (discarded).

Selektivitet: Måltet fiskeri efter arter med fangstrettigheder og størrelser med høj værdi.

Hotspots: Områder med høj forekomst af uønskede arter og størrelser. De søges derfor undgået for ikke at "misbruge" kvoten.

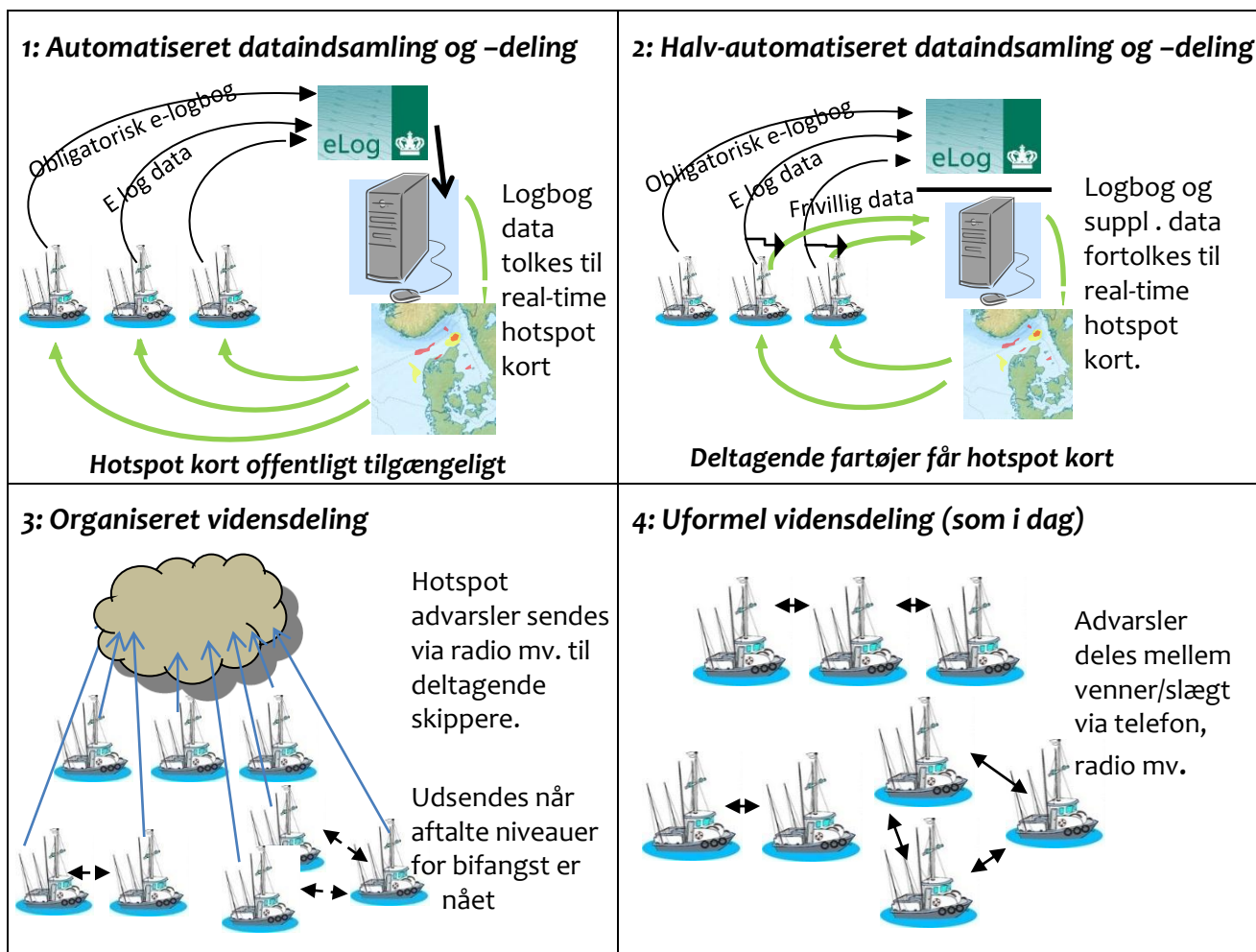
Risiko: Mens der er ringe risiko ved at dele viden internt i gruppen, er der både risiko og muligheder ved at dele viden udenfor fiskergruppen; *Myndighederne* vil måske bruge denne viden til at indføre real-time-lukninger; tre ugers lukning af et område. Modsat kan fiskerne håbe at med rapportering fra det meste af flåden vil myndighederne acceptere at der skal flere træk med høje bifangster til, for at lukke områder. *Den brede offentlighed* kan bruge information om hotspots mod fiskerne: "Se hvor mange steder, der er høje bifangster!". Men kunne også styrke erhvervets image: "De tager opgaven med at reducere bifangster meget alvorligt".

Samle og dele viden. Nuværende registreringer skal måske suppleres med information om præcis fangststed for hvert træk. Det vil være nødvendigt at definere hvilke mængder og arter, der udløser hotspot advarsler. Det afhænger af den enkelte situation, men kræver samarbejde mellem fiskerne at definere niveauerne.

Dagens teknologi giver mange muligheder for at sprede viden om hotspots, når informationen er samlet og områderne fundet. Det kan ske som kort, der distribueres over internettet. Men det kan også ske via telefon, facebook grupper mv., hvor andre skippere advares om hotspots.

Resultater: Fire modeller for deling af viden om hotspots

De fire modeller varierer på to punkter; datagrundlag (elektronisk registrering/skipperes direkte advarsler) og ejerskab til information (offentlig ejendom, fiskerkontrolleret selskab, enkelt skippere)



English summary

Under discard ban avoiding areas with high risk of catch of unwanted species and sizes (hotspots) will be decisive for the economy of the fleets. After an analysis of incentives for fisher participation as well of risk of sharing knowledge internally in the fisher group, with authorities and the public and of technical opportunities, we present four models for how fishers can cooperate in collecting and sharing warnings about such hotspots.

Kontakt: Søren Qvist Eliassen (se@ifm.aau.dk)



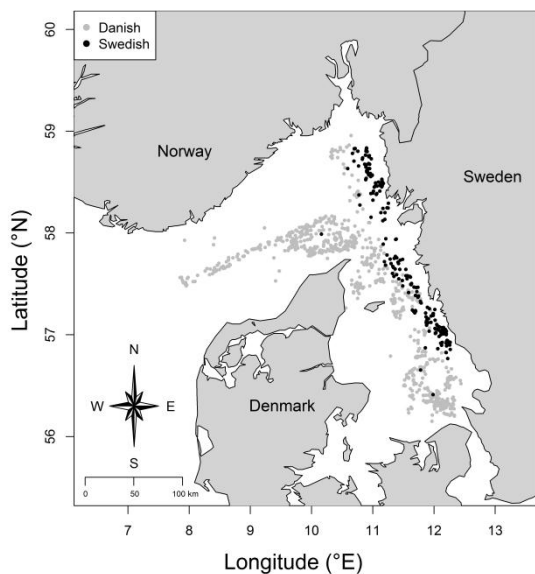
BÆREDYGTIGT
JOMFRUHUMMERFISKERI



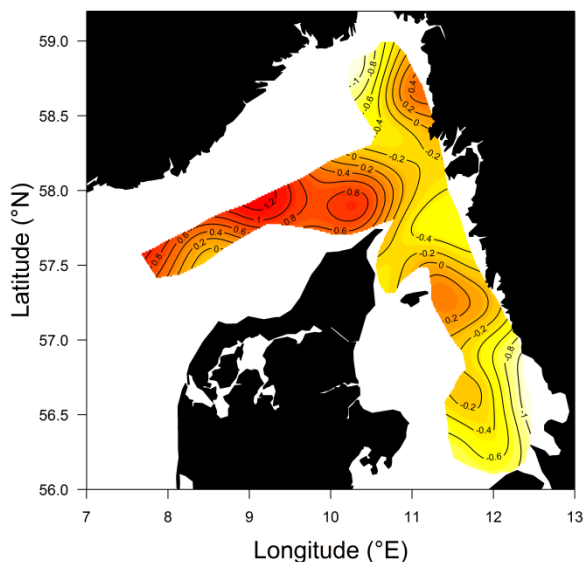
DEN EUROPÆISKE
UNION
Den Europæiske
Fond for
Regionaludvikling



Interreg IVA
ØRESUND - KATTEGAT - SKAGERRAK



Fisketure der er medtaget i analysen.



Spatial effekt af miljøvariable på fangstrater (CPUE) af jomfruhummer fra modelanalysen.

Anvendelse af til søs indsamlede fiskeridata til belysning af miljømæssig variation i jomfruhummerfangster til optimering af ressourceeffektivitet

En analyse af forskellige miljømæssige faktors indflydelse på fangstraterne, kan ikke blot forbedre den økonomiske bæredygtighed i fiskeriet, men også fiskeriets effektivitet. En stigning i fangstrater har potentiale til at reducere den nødvendige indsats for at fiske en fastsat kvote, og derfor mindske påvirkningen af trawlfiskeri på havbunden samt mængden af bifangster og udsmid.

JORDAN FEEKINGS | DTU Aqua – Sektion for økosystembaseret marin forvaltning | jpfe@aqua.dtu.dk

ASBJØRN CHRISTENSEN | DTU Aqua – Sektion for Marine Levende Ressourcer | asc@aqua.dtu.dk

PATRIK JONSSON | SLU – Havsfiskelaboratoriet i Lysekil | patrik.jonsson@slu.se

RIKKE FRANDSEN | DTU Aqua – Sektion for økosystembaseret marin forvaltning | rif@aqua.dtu.dk

MATS ULMESTRAND | SLU – Havsfiskelaboratoriet i Lysekil | mats.ulmestrand@slu.se

STEN MUNCH-PETERSEN | DTU Aqua – Sektion for økosystembaseret marin forvaltning | smp@aqua.dtu.dk

Det primære mål med denne undersøgelse var at bestemme, om oplysninger indsamlet i forbindelse med DTU-Aquas dataindsamling til søs kan bruges til at identificere hydrografiske og miljømæssige variabler, som påvirker fangstraterne for jomfruhummer og dermed forbedre fiskeriets ressourceeffektivitet og økonomiske bæredygtighed.

Introduktion

Undersøgelser af miljøvariablers indflydelse på adfærd jomfruhummeres (*Nephrops norvegicus*) adfærd, og dermed fangstrater, er temmelig omfattende, og går tilbage til 1960'erne. Men brugen af fiskeriafhængige data til at adskille sådanne variationer er ikke udbredt, og hvor det er afprøvet, består data af relativt korte tidsperioder fra få fartøjer.

Metoder

Data om fangster og discard indsamlet i Skagerrak og Kattegat kan sammen med hydrografiske data fra Dansk Meteorologisk Institut, bruges til at analysere miljøets indflydelse på jomfruhummerfangster for at forbedre ressourceeffektiviteten i trawlfiskerierne i området. Fiskeridata blev indsamlet over 16 år af 155 skibe med i alt 995 træk med henblik på at afgøre, om de faktorer, der tidligere har vist sig at påvirke *Nephrops* adfærd og fangstrater i både laboratorie- og feltforsøg også kan observeres i fiskeridata. Fangstrater blev modelleret ved hjælp af Generaliserede additiv modeller (GAMs) med en lang række potentielle forklaringsvariable, herunder dybde, temperatur, aktuel strømhastighed, sæson, ilt, tidspunkt på dagen, vind-stress, saltholdighed og iltindhold, år, hældning og orientering af bunden, atmosfærisk tryk, skydække, månefase, trawl type, samt den geografiske fordeling af observationer.



Foto: Rikke Frandsen

Resultater

Et døgn rytme i fangstrater blev observeret med større fangster ved daggry og skumring. Fangstraterne fulgte sæsonerne, med de største fangster i løbet af 2. og 3. kvartal. En temperatureffekt blev også observeret, med fangstraterne stigende med temperaturen. Dybde viste sig også at have en signifikant virkning på fangstraterne, med de størst fangster på dybder mellem 50 og 120 m. Analysen viste også betydelig rumlig variation blandt *Nephrops* fangstrater. Dobbelt trawl viste sig at have en cirka 25 procent højere fangstrate end enkelte trawl. Vores analyse viste også, at år og individuelle fatøjskarakteristika var korreleret med fangstrater for jomfruhummere.

English summary

The primary aim of this study was to determine whether the information collected as part of the at-sea-sampling program could be used to identify hydrographical and environmental variables that are influential on catch rates of Norway lobster. Ultimately, we wanted to know whether environmental variables' influence on catches could be accounted for in order to improve resource efficiency and economic viability. Improving catch rates of *Nephrops* by utilizing the variability in catches that occurs due to environmental factors can not only improve the economic viability within the fishery but also the resource efficiency. An increase in catch rates has the potential to reduce the effort required to fish the quota, therefore reducing the impact trawling has on the seabed as well as the amount of bycatch and discards.

Kontakt: Jordan Feekings (jpfe@aqua.dtu.dk)



DEN EUROPÆISKE
UNION
Den Europæiske
Fond for
Regionaludvikling



Interreg IVA
ØRESUND - KATTEGAT - SKAGERRAK



BÆREDYGTIGT
JOMFRUHUMMERFISKERI



Photo: Line Reeh

Discard reduction and economic effects of changing the Minimum Landing Size for Norway Lobster

Minimum landings sizes (MLS) are a common tool in fisheries management. However, a mismatch between the MLS and the selectivity of the fishing gears used can result in a high proportion of the catch being discarded. One method proposed to reduce discards and improve the performance of the fishery has been to reduce the MLS for Nephrops in the Skagerrak and Kattegat. Here, we provide a bio-economic analysis that illustrates tendencies in the expected outcome of changing the MLS in the demersal trawl fishery. Results obtained so far indicate that lowering the MLS to 30 mm can reduce the proportion of the catch discarded while seemingly having no major negative effect on the stock biomass and economic performance of the fishery.

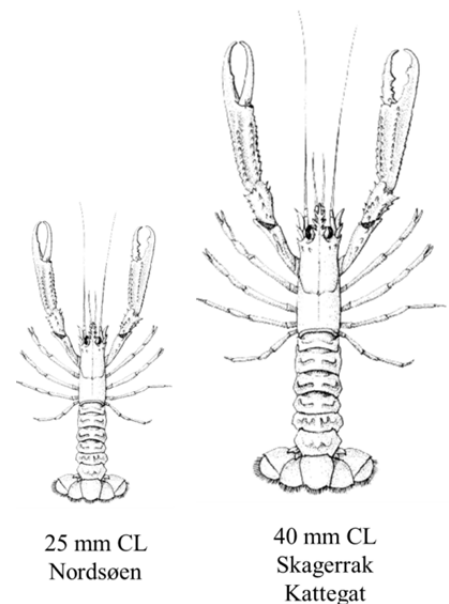
JORDAN P. FEEKINGS | DTU Aqua – Sektion for økosystembaseret marin forvaltning | jpfe@aqua.dtu.dk
 FRANCOIS BASTARDIE | DTU Aqua – Sektion for økosystembaseret marin forvaltning | fba@aqua.dtu.dk
 J. RASMUS NIELSEN | DTU Aqua – Sektion for økosystembaseret marin forvaltning | rn@aqua.dtu.dk
 RIKKE P. FRANDSEN | DTU Aqua – Sektion for økosystembaseret marin forvaltning | rif@aqua.dtu.dk
 MATS ULMESTRAND | SLU – Havsfiskelaboratoriet i Lysekil | mats.ulmestrand@slu.se

Introduction

One of the main objectives of minimum landing sizes (MLS), while often poorly communicated and frequently conflicting with the short-term economic performance of the fishery, is to safeguard stocks from recruitment overfishing by allowing enough juveniles to reach maturity and hence adding to the reproductive potential of the stock. The MLSs for Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) in European waters are very different between areas and their reasoning's not very well known or documented. In the Skagerrak and Kattegat, the MLS for Norway lobster is 40 mm carapace length (CL), which is considerably higher than in neighboring areas; 25 mm in the North sea and 20 mm in the Irish Sea.

In 2013, the proportion of the Norway lobster catch officially discarded in the Skagerrak and Kattegat was 67 % in numbers (52 % in weight), which is considerably higher than in neighboring waters.

Here we aim to understand the trends that a change in the MLS for Norway lobster will have both in terms of the ecological consequences to the stock and to the economic viability of the fisheries catching Norway lobster. We also evaluate the proposed landing obligation and the implications that the retention of large proportions of the



Drawing indicating the difference in MLS of Norway lobster caught in the North Sea and in Kattegat

Norway lobster catch, made up of smaller individuals, will have on the economical and biological functioning of the Skagerrak and Kattegat Norway lobster fisheries.

Method

Data

Natural mortality and discard survival rates together with growth parameters for *Nephrops* in the Skagerrak and Kattegat were taken from the ICES assessment working group reports (ICES, 2014). Fisheries data (landings, discard and effort data) were obtained through National databases. These data were collected as part of the European Data Directive (1639/2001 and 199/2008). Price data, according to size, were obtained from Læsø Fiskeindustri (LFI), Læsø, Denmark. The population structure for *Nephrops* was obtained through a length-based model. Species' size selectivity data were obtained for the gears currently used in the fishery.

Bio-economic scenarios

Here we present a total of 13 different scenarios, grouped into 3 different scenario types. Each type assesses a change in MLS; The current MLS of 40 mm, 35 mm, 30 mm, and 25 mm (the current MLS in the North Sea). Within each type the quota (TAC) is adjusted while the total removals are kept constant.

In the yearly based management procedure, all the fleets stop fishing for *Nephrops* (but continue on other stocks) in reaction to the TAC exhaustion for *Nephrops*. The different nature of the TACs, and the subsequent reaction of the fleets, makes the difference among the scenarios. The fleet reactions to the scenarios are interpreted as follows:

1. Landing quota scenarios (Scenario type 1). Fleets stop fishing when landings exceed the TAC; landings only are sold to the market; survival rate for Norway lobster discarded equals 25 % (the value used in the ICES Norway lobster assessment, ICES WGNSSK, 2014).
2. Unofficial landing of discards scenarios (Scenario type 2). Fleets stop fishing when landings exceed the TAC; both landings and discards are sold; all individuals between 32 mm and 39 mm carapace length (~11-13 cm total length) landed in Denmark are tailed and unofficially sold rather than discarded.
3. Landing Obligation scenarios (Scenario type 3). Fleets stop fishing when landings plus discards (retained on board) exceed the TAC; landings only are sold and constitute the only valuable part of the catches retained on board.

The Kattegat-Skagerrak *Nephrops* and bycatch population dynamics model

The *Nephrops* population dynamics are modelled by a sex- and length-structured model that accounts for growth, natural mortality and removals from the fishery. The removals from the fisheries are deduced from a catch equation linking the fleet specific catch rates to stock abundances per area (Kattegat (IIIAS) or Skagerrak (IIIAN)). Parameters are obtained by applying a negative binomial generalized linear model per stock on the observed landing in mass per unit effort, aggregated per fleet, fleet-segment and area. Revenues are computed from the amount landed multiplied by the price per marketable category and the Net Present Values (NPV) is computed assuming a cost per day at sea and a discount rate of 4 % (ref. EC) over the period 2012-2017.

As the *Nephrops* fisheries also earn money out of others stocks (North Sea cod, Kattegat cod, Kattegat sole, North Sea plaice, Kattegat plaice, North Sea pollock, North Sea haddock), these stocks are also accounted in the catch process.

Results

Landings quota scenarios

The results obtained so far indicate that the stock biomass under the landings quota scenarios (Scenario type 1) tends to show a positive trend when lowering the MLS (Figure 1). Under the landings quota scenarios there appears to be a continuous reduction in the discards as the MLS is decreased (Figure 2). The NPV from the fishery under the landings quota scenarios appears to be unaffected when lowering the MLS (Figure 3).

Unofficial landings scenarios

Under the unofficial landings scenarios (Scenario type 2), reducing the MLS appears to have no negative effect on the stock biomass (Figure 1). Discards under the unofficial landings scenarios indicate a negative trend when decreasing the MLS to 35, 30 and 25 mm, respectively (Figure 2). The NPV from the fishery under the unofficial landings scenarios appears to be unaffected when lowering the MLS (Figure 3).

Landing Obligation scenarios

Under the landing obligation scenarios (Scenario type 3), a reduction of the MLS does not appear to adversely affect the stock biomass (Figure 1). The number of individuals under the MLS (previously called discards) in the landings obligation scenarios also indicates a negative trend when decreasing the MLS to 35, 30 and 25 mm respectively (Figure 2). The NPV from the fishery under the landing obligation scenarios appears to be unaffected when lowering the MLS (Figure 3).

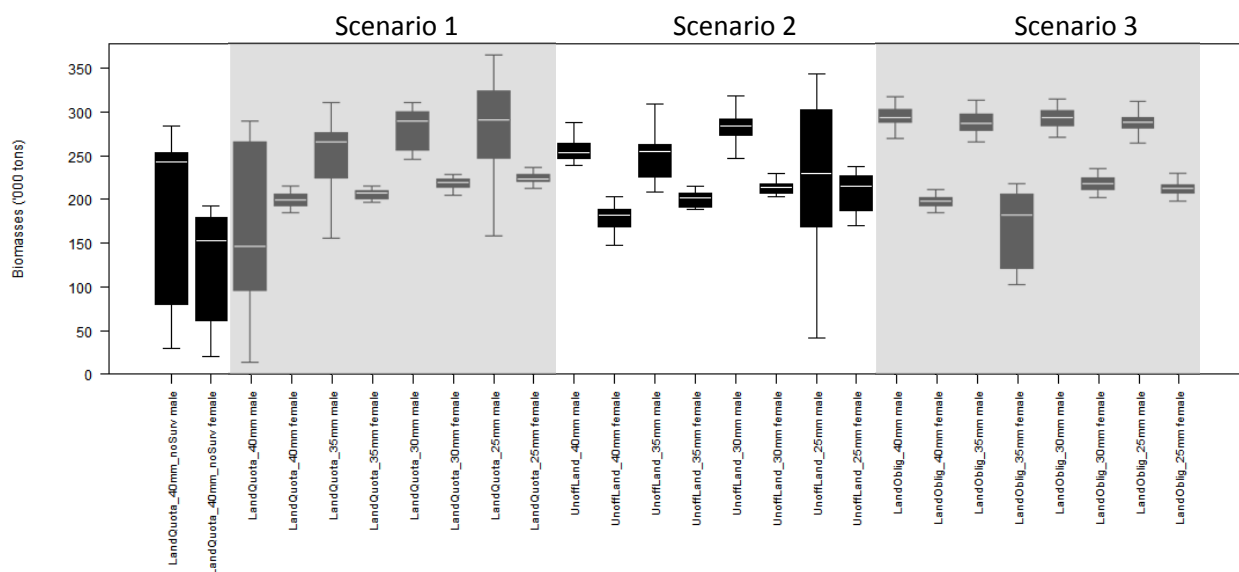


Figure 1: Box and whiskers plot of the simulated IIIa *Nephrops* biomasses (per sex) at the horizon time (2017). 50 stock replicates are simulated per scenario.

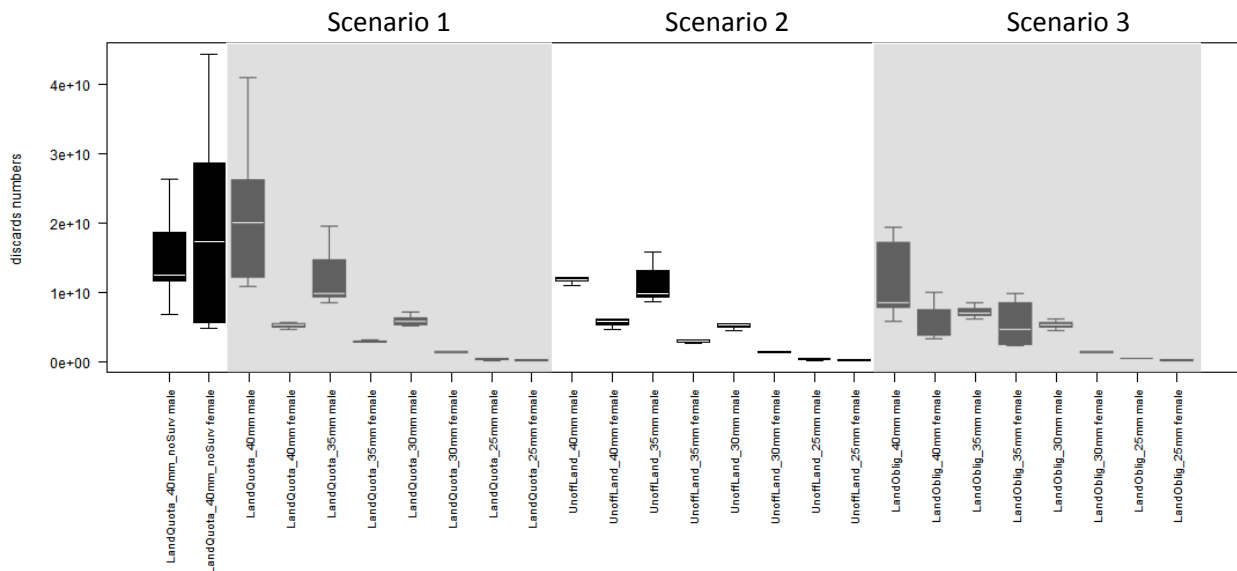


Figure 2: Box and whiskers plot of the simulated Illa *Nephrops* discard numbers accumulated during the simulation period (2012-2020). 50 stock replicates are simulated per scenario.

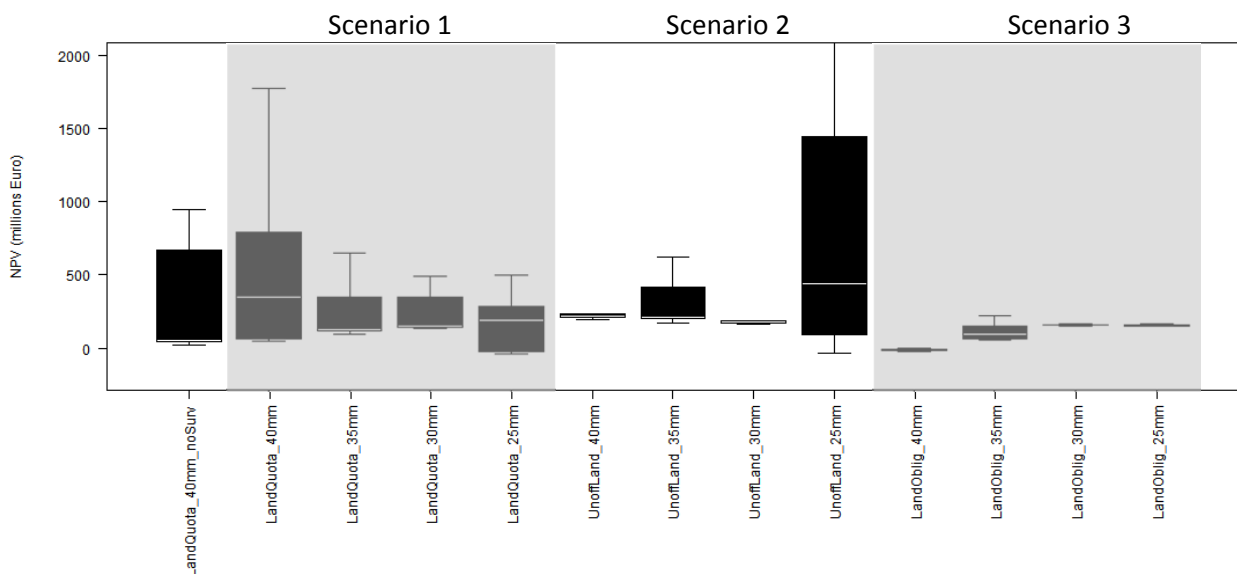


Figure 3: Box and whiskers plot of the simulated net present value in millions euros for the Illa *Nephrops* fishery. A yearly 4% discount rate is assumed over the projected period 2012-2017. 50 stock replicates are simulated per scenario.

Discussion

Under all three scenarios, lowering the MLS appears not to result in a reduction in biomass or NPV, while a reduction in discards occurs. The results of the simulations show trends in the effects on stock and fisheries of the different scenarios as a comparison between scenarios, i.e. which direction the systems tends to move in given the different scenarios under the assumptions made. Further ongoing investigations could estimate the potential effects of a change in targeting and selectivity in the fishery as well as overall effort allocation in the fishery among the scenarios.

Kontakt: Jordan Feekings (jpfe@aqu.dtu.dk)



DEN EUROPÆISKE
UNION
Den Europæiske
Fond for
Regionaludvikling



Interreg IV A
ÖRESUND - KATTEGAT - SKAGERRAK



Appendix 2

A protocol of the gears which are currently used in the Nephrops fishery in Norway, Denmark, and Sweden.

Jordan Feekings, Rikke Petri Frandsen, Johan Lövgren, Dag Furevik, Terje Jørgensen, Niels Madsen

1 **A protocol of the gears which are currently used in the *Nephrops* fishery in**
2 **Norway, Denmark, and Sweden**

3

4

5 **Authors**

6 Jordan Feekings¹, Rikke Petri Frandsen¹, Johan Lövgren², Dag Furevik³, Terje Jørgensen³, Niels Madsen¹

7 1. Technical University of Denmark, National Institute of Aquatic Resources, North Sea Science Park,
8 P.O. Box 101, DK-9850 Hirtshals, Denmark.

9 2. Institute of Marine Research, Department of Aquatic Resources, Swedish University of Agricultural
10 Sciences (SLU), Lysekil, Sweden.

11 3. Institute of Marine Research, Fish Capture Division, PO Box 1870, N-5817 Bergen, Norway.

12

13

14 **Keywords**

15 Gear selectivity, Norway lobster, *Nephrops*, demersal, Skagerrak, Kattegat, demersal trawl fishery.

16

17 1. Introduction

18 Norway lobster (*Nephrops Norvegicus*) is one of the most important commercial species caught in the
19 Skagerrak and Kattegat. In Sweden alone, the first hand sale of *Nephrops* was worth 12.8 million euros in
20 2012, ranking 4th behind herring, cod and northern shrimp (Ungfors et al. 2014). Landings of *Nephrops* in
21 the Skagerrak are primarily taken by Denmark, Sweden and Norway. Denmark and Sweden dominate this
22 fishery, taking 61 % and 36 % (in weight) of the landings in 2013, respectively (ICES, 2014). Both Denmark
23 and Sweden have *Nephrops* directed fisheries in the Kattegat. In 2013, Denmark accounted for about 77 %
24 of total landings in the Kattegat, while Sweden was responsible for approximately 23 %. Minor landings are
25 also taken by Germany (< 1%; ICES, 2014).

26 The total allowable catch (TAC) for *Nephrops* in the Skagerrak and Kattegat remained stable for the period
27 2006-2011 at 5170 tonnes (ICES, 2010). Since 2012, the *Nephrops* TAC has been based on the underwater
28 television (UWTV) survey results. In 2012 and 2013, the TAC was set at 6000 and 5200 tonnes, respectively.
29 Despite the fact that *Nephrops* is one of the most commercially valuable species in these waters, the TAC in
30 the Skagerrak and Kattegat has not been completely fished in recent years. Over the last 3 years, between
31 72 % and 77 % of the TAC was fished (ICES, 2012; ICES, 2013; ICES, 2014).

32 Due to the large minimum landing size (40 mm carapace length) for *Nephrops* in the Skagerrak and
33 Kattegat, and its mismatch with the selectivity of the trawls currently used, a substantial percentage of the
34 *Nephrops* caught are discarded. In 2013, approximately 67 % (~52 % in weight) of the *Nephrops* caught in
35 the Skagerrak and Kattegat were discarded (ICES, 2014).

36 The gears which are used to fish *Nephrops* include both active and passive gears, namely demersal trawls
37 and creels. Herein, we list the different gears which are currently used to catch *Nephrops* in the Skagerrak
38 and Kattegat, paying special attention to the national differences which exist in the gears used as well as
39 their pros and cons.

40 2. Trawls

41 Trawls are the predominant method used to catch *Nephrops* in the Skagerrak and Kattegat. In 2013, the
42 trawl fishery was responsible for 91 % of the *Nephrops* landings, approximately 3435 tonnes (ICES, 2014).
43 The remaining 9 % (323 tonnes) was taken by creels. There are several types of trawls, codend designs and
44 mesh sizes used in the Skagerrak and Kattegat to fish for *Nephrops*. Here we list the different gears used,
45 differences in their selectivity and design, as well as differences in their uptake among countries.

46

47 2.1. Trawl types

48 The trawl types currently used to fish for *Nephrops* include single, twin and even multi-rig demersal trawls.
49 However, there has been a shift away from single trawls towards twin and multi-rig trawls over the past 20
50 years. Twin and multi-rig trawls are towed by a single boat and generally consist of two or more smaller
51 trawl nets, of similar design, rigged together (Figure 1; Sangster and Breen, 1998). This type of rigging was
52 developed to enable an increase in the horizontal fishing area covered by the ground gear without
53 increasing the vertical opening and towing resistance, and hence a greater catch efficiency for certain
54 demersal species can be achieved by the same towing power (Sainsbury, 1996; Eigaard et al. 2011). The
55 highest efficiency increase is achieved for species closely associated to the bottom which are not
56 necessarily herded by the sweeps, and due to their sedentary behaviour are not likely to escape over the
57 headline of the trawl. Species such as *Nephrops* and monkfish (*Lophius* spp.) fall into this category (Sangster
58 and Breen, 1998; Eigaard et al. 2011). For species that are prone to herding by the doors and sweeps, the
59 area swept by the total gear (door spread) will determine the catch. This is the case for species such as
60 plaice (*Pleuronectes platessa*), haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) and cod (Eigaard et al. 2011). Hence,
61 if the swept area of the ground gear is doubled, when shifting from e.g. a single-rig cod trawl to a twin-rig
62 *Nephrops* trawl (Figure 1) one can in theory expect catches of *Nephrops* to double, and similar when
63 doubling the herding area (door spread) for more active species. Furthermore, as a consequence of
64 reducing the size of the nets, twin trawls typically have a lower headline height when compared to most
65 single rig trawls. This side-effect can reduce the catching efficiency for some species (e.g. haddock and

66 whiting (*Merlangius merlangus*) which avoid capture by actively swimming over the headline (Main and
67 Sangster, 1981). Sangster and Breen, 1998 found the twin trawl significantly out-fished the single trawl for
68 haddock, plaice, lemon sole (*Microstomus kitt*), anglerfish (*Lophius piscatorius*), and *Nephrops*; even when
69 correcting for the total area swept by the two gears (door spread), and also when correcting only for the
70 area swept by the ground gear. In addition, landings per unit effort (LPUE) of *Nephrops* in the Swedish
71 demersal fishery were found to be 1.7 times greater for twin trawls compared to single trawls (Eggert and
72 Ulmestrand, 2000).

73

74 **2.2. Codend designs and Selective devices**

75 In the Skagerrak and Kattegat, mesh size has increased from 60 mm diamond mesh (DM) in 1988
76 (Kirkegaard et al., 1989) to 90 mm DM in 2005 (EC Council Reg. 27/2005; Frandsen et al., 2009; Madsen and
77 Valentinsson, 2010). Swedish gear regulations since 2004 imply that it is mandatory to use a 35 mm species
78 selective grid together with an 8 m full square-mesh codend of 70 mm and extension piece when trawling
79 for *Nephrops* in Swedish national waters. Additionally, the Danish gear regulations since 2011 imply a
80 mandatory use of either the grid or the use of the SELTRA trawl which compromise a 90mm codend with
81 either a square-mesh panel (180 mm in the Kattegat and 140 mm in the Skagerrak) or 270mm diamond
82 mesh panel (ICES, 2014). In the current legislation (Fødevareministeriets bekendtgørelse nr. 1222 af 16.
83 december 2011), vessels with an overall length of 10 meters or more, fishing with trawls and/ or other
84 towed gears in the Kattegat, with a mesh size of 90 mm or more shall be equipped with a selective codend
85 of one of the following types of codends or selective tools are to be used:

- 86 1. 4-panel 90 mm codend with a 270 mm diamond sorting window mounted 4-7 meters from cod line
87 (SELTRA270)
- 88 2. 2-panel 90 mm codend with a 180 mm square mesh escape window mounted 4-7 meters from cod
89 line (SELTRA180)
- 90 3. 90 mm diamond mesh codend with a 120 mm square mesh panel (120SMP)
- 91 4. 90 mm diamond mesh codend (90DMC)

- 92 5. 90 mm diamond mesh codend fitted with a Swedish *Nephrops* grid (35 mm bar spacing)
- 93 6. 70 mm square mesh codend fitted with a Swedish *Nephrops* grid (35 mm bar spacing)
- 94 7. Trawled fishing gears mounted with a seltra codend with an escape window with a minimum mesh
95 size of 300 mm (SELTRA300)
- 96 8. Topless trawl fitted with a seltra codend with an escape window with a minimum mesh size of 175
97 mm (TOPLESS175)

98 Some of these gears (7-9) are considered highly selective and are therefore allowed in the Kattegat MPA
99 which was established in 2009 to protect spawning cod. Outside the closed area, Danish fishermen use
100 SELTRA270/SELTRA180, SELTRA300, and 120SMP. Swedish fishermen use the Swedish grid or 90DMC. The
101 selective properties for the legislated gears used by Danish and Swedish trawlers in the Skagerrak and
102 Kattegat are provided in Table 3.

103

104 **2.3. National differences**

105 In Denmark, the majority of the demersal trawl fleet uses some form of the SELTRA codend. While in
106 Sweden the demersal trawl fleet predominantly use the Swedish grid. The differences in the trawls used by
107 the countries can be attributed to the available quotas. The Danish quotas available for the main
108 commercial fish species are considerably higher than those allocated to Sweden (Table 2). For example, the
109 Danish quotas for Plaice, Sole, Haddock, Whiting and Hake make up more than 80 % of the TAC. Therefore,
110 catches of fish make up an important part of income for the Danish fishermen and hence the reason for the
111 majority of fishermen using the SELTRA codend. The low fish quotas available to Swedish fishermen mean
112 that the Swedish *Nephrops* fishery can be considered a single species fishery. With the Swedish grid being
113 highly species selective the use of the grid matches very well the quotas available.

114

115 2.4. Positives of trawling

116 Catch rates of *Nephrops* in trawls are the highest of the gears used. In the Danish fleet, landings per day for
117 the last three years have been between 130 – 200 kg. The Landings per unit effort (LPUE) by the Swedish
118 fleet for the last 3 years have been between 12 and 19 kg/hour, with catches per unit effort (CPUE) being
119 between 20-42 kg/hour (ICES, 2014).

120

121 2.5. Negatives of trawling

122 As a consequence of the current minimum landing size of 40 mm carapace length (CL), the proportion of
123 the *Nephrops* catch discarded is high. At present, 67% of the *Nephrops* catch (in numbers) in the Skagerrak
124 and Kattegat consists of undersized individuals (ICES, 2014). In addition to the high proportion of the
125 *Nephrops* catch discarded in the trawl fishery there are also physical disturbance which occur. For example,
126 the high mud content and soft nature of sediments inhabited by *Nephrops* means that trawling severely
127 marks the seabed (ICES, 2014).

128

129 3. Creels

130 In the Skagerrak, approximately 25 % of the Swedish Norway lobster quota is taken by creels. However, the
131 Swedish creel fishery in the Kattegat is relatively limited. Most creeling vessels are under 12 meters, and
132 the fishery takes place in sheltered coastal waters where creeling for *Nephrops* is often combined with
133 gillnetting, trawling, or creeling for other crustaceans, namely edible crab (*Cancer pagurus*) and European
134 lobster (*Homarus gammarus*). The Swedish creel fishery for Norway lobster stretches from Varberg in the
135 south to the Swedish/ Norwegian boarder just north of Strömstad in the north. The absence of creeling
136 south of Varberg is probably due to the lack of sheltered waters, hence the reason for trawlers being more
137 predominant further south.

138 In Denmark, *Nephrops* are exclusively fished with trawls while in Sweden landings of creel caught *Nephrops*
139 account for approximately 30 % of the total national landings (ICES, 2014). In Norway, there is a limited

140 commercial fishery for *Nephrops* while the recreational creel fishery has increased considerably in recent
141 years.

142 Several different creel designs are used in the Skagerrak and Kattegat to fish for *Nephrops*. The most
143 common creel design (herein referred to as a standard creel) consist of two entrances with a diameter of
144 70 mm. The standard creel is around 56 cm long by 38 cm wide and approximately 27 cm high and has a
145 mesh size of around 40 mm stretched mesh.

146

147 **3.1. National differences**

148 *Denmark*

149 The lack of a creel fishery in Denmark can be attributed to the topography of the fishing grounds in Danish
150 coastal waters. These are large homogenous areas consisting in sandy mud bottoms, making it easy and
151 effective to trawls these fishing grounds. Furthermore, Denmark is a large fishing nation with a long history
152 of trawling. In 1997, a study was carried out by the Danish Fishermen's Association to investigate whether a
153 viable fishery for Norway lobster with creel in Denmark could be established. While there may be some
154 smaller areas where trawling is unable to take place, e.g. due to stone reefs or other obstacles which make
155 trawling impossible, these areas are often a considerable distance from the nearest ports making steaming
156 times rather long. A combination of trawling and creeling may be possible if vessels were retrofitted. For
157 example, a vessel could stream out to the trawl areas and trawl during the times of day when *Nephrops* are
158 out of their burrows (e.g. dawn, night, dusk) and then check the creels on the way back to port.

159 *Sweden*

160 Landings by the Swedish creel fishery represented 13-18 % of the total Swedish *Nephrops* landings from the
161 Skagerrak in the period 1991 to 2002. Since 2002 creel catches have been steadily increasing and in 2013
162 accounted for 37% of Swedish landings (ICES, 2014).

163

Norway

164 Norwegian creel vessels fishing for *Nephrops* are mainly small vessels below 10 m and operate in coastal
165 waters (Table 1). *Nephrops* landings from the 40 vessels ranged from 178 to 2367 kg / year, and comprise
166 an important source of income for many. In addition to fishing for *Nephrops*, a portion also fished for
167 European lobster and with gillnets during the winter.

168 The number of creels per vessel varied from 100 to 500, and the number of creels per string varied from 12
169 to 70. This has partly to do with topography, the size of the fishing ground, and the distance from the coast.
170 Soaking times range between 2-4 days, but bad weather and poorer catches may result in longer soaking
171 times.

172 The creel types most often used are very similar in size. Manufacturers all have rectangular parlour creels
173 (also called sleeping chambers), rectangular creels without a parlour, and square creels with plastic
174 entrances (Figures 2 & 3). The rectangular creels usually have entrances made from netting, but some also
175 use plastic entrances. The external dimensions of the parlour creels are approximately 70cm x 40cm x
176 27cm, with slight differences occurring among manufacturers.

177 Many fishermen in Norway use the rectangular parlour creels. The advantage of a second chamber is that it
178 is more difficult for the individuals to find their way out, which retains more *Nephrops* compared to
179 standard creels. This particularly applies to longer soaking times. Some Norwegian fishermen believe that
180 the use of plastic entrances gives better catches than entrances made from netting. The use of bait often
181 differs among fishermen. Many use offal from fish landings, while mackerel, herring and small saithe are
182 also used. Some fishermen also salt their bait before use.

183 Several fishermen have reported that competition for fishing grounds by recreational fishermen has
184 become a problem, especially during the summer. Recreational fishing for *Nephrops* has increased
185 considerably in recent years and they often set out more creels than the maximum allowed for recreational
186 fishermen (20 pots). Recreational fishermen often leave their strings soaking considerably longer than what
187 commercial fishermen do. Many commercial fishermen call for better control of recreational fishing, and a
188 reduction in the maximum number of creels allowed. Trawling for both *Nephrops* and Northern shrimps

189 also takes place on the *Nephrops* fishing grounds close to the coast. This causes some issue with gear
190 becoming entangled/ destroyed, but no fishermen considered this a large problem. Shrimp trawling near
191 the shore takes place during the winter months. Some fishermen believe that *Nephrops* trawling should
192 take place outside the 4 nautical mile limit and/ or in specific areas. A few years ago, *Nephrops* trawlers
193 obtained permission to trawl at night. This may have made it more difficult to detect stationary gears such
194 as creels and gillnets, and may have led to an increase in gear collisions.

195

196 3.2. Positives of creeling

197 Creels belong to the group of gears which have little effect on the seabed (MacDonald et al., 1996). There is
198 no evidence of adverse effects of fishing with *Nephrops* creels on species found on muddy bottoms, for
199 example, sea-pens (Eno et al., 2001, Kinnear et al., 1996). Not even when the creels were dragged over
200 them. The technique used to retrieve the strings of creels means that the pots and anchors are dragged
201 across the bottom before being lifted into the water column. This means that the creels disturbed an area
202 which is larger than their size, as what has been observed from video observations. However, little is known
203 about the total impact of creeling on the seabed. Therefore, if fishing is allowed on a large scale in areas
204 that are closed for benthic animals, we must quantify the total disturbance which occurs from creeling as
205 well as look for opportunities to reduce this disturbance, even if the disturbance which occurs from creeling
206 is considerably less than other fishing methods, for example trawling.

207 In Sweden, there is a good market for creel caught *Nephrops*. At auction, creel caught *Nephrops* often
208 obtain prices which are higher than those caught using trawls. Reasons for creel caught *Nephrops* fetching
209 higher prices are due to creel caught individuals being bigger and often of a higher quality than those
210 caught with trawls. There is also an established market in Sweden for live *Nephrops* fished with creels. Creel
211 caught individuals sold on the live market often fetch approximately 20 – 30 Swedish kronor more than
212 those which are caught in trawls and at time the price can be significantly higher.

213 Another advantage of fishing with creels is that the survival of discards is often very high. In the case of
214 *Nephrops*, survival of discarded individuals is almost 100 % (Pers. Comm. Mats Ulmestrand).

215

216 **3.3. Negatives of creeling**

217 Creeling is often considered to be more physically demanding than fishing with trawls. Creel fishermen have
218 to manually empty each creel of the catch and old bait, and re-bait the creels. Each day anywhere between
219 400 – 1000 creels have to be emptied, re-baited, and set again. Additionally, creeling is often restricted to
220 inshore environments due to their susceptibility to bad weather conditions.

221 The catch per unit effort (CPUE) from creels is low. On average, each creel catches 120 grams of *Nephrops*.
222 Depending on the number of creels retrieved, daily catches range from around 50 kg to 120 kg. Further
223 limiting the catches is the number of days at sea which creel vessels can fish. Many creel vessels are
224 smaller than 15 m which limits the range of weather conditions which the vessels can get out to the fishing
225 grounds and fish. Often creel vessels are not able to fish when winds are more than 8 -10 m/s. Another
226 limiting factor for the creel fishery is the spatial limitations which exist. When trawling takes place in a
227 specific area it is often difficult to set creels in the same area due to gear conflicts and the risk of the creels
228 being fished up and subsequently lost. Hence, the two fishing methods often take place in different areas.
229 For example, in Sweden creeling takes place in areas close to the coast where trawling is not allowed.
230 Further limiting areas where *Nephrops* creeling can take place is the overlap with other species. In Sweden,
231 creeling for *Nephrops* is only allowed in depths greater than 30 meters due to European lobsters occurring in
232 depths shallower than 30 meters.

233 While the price obtained for creel caught *Nephrops* is higher than what is obtained for trawl caught
234 *Nephrops*, the market is rather small and limited.

235

236 **References**

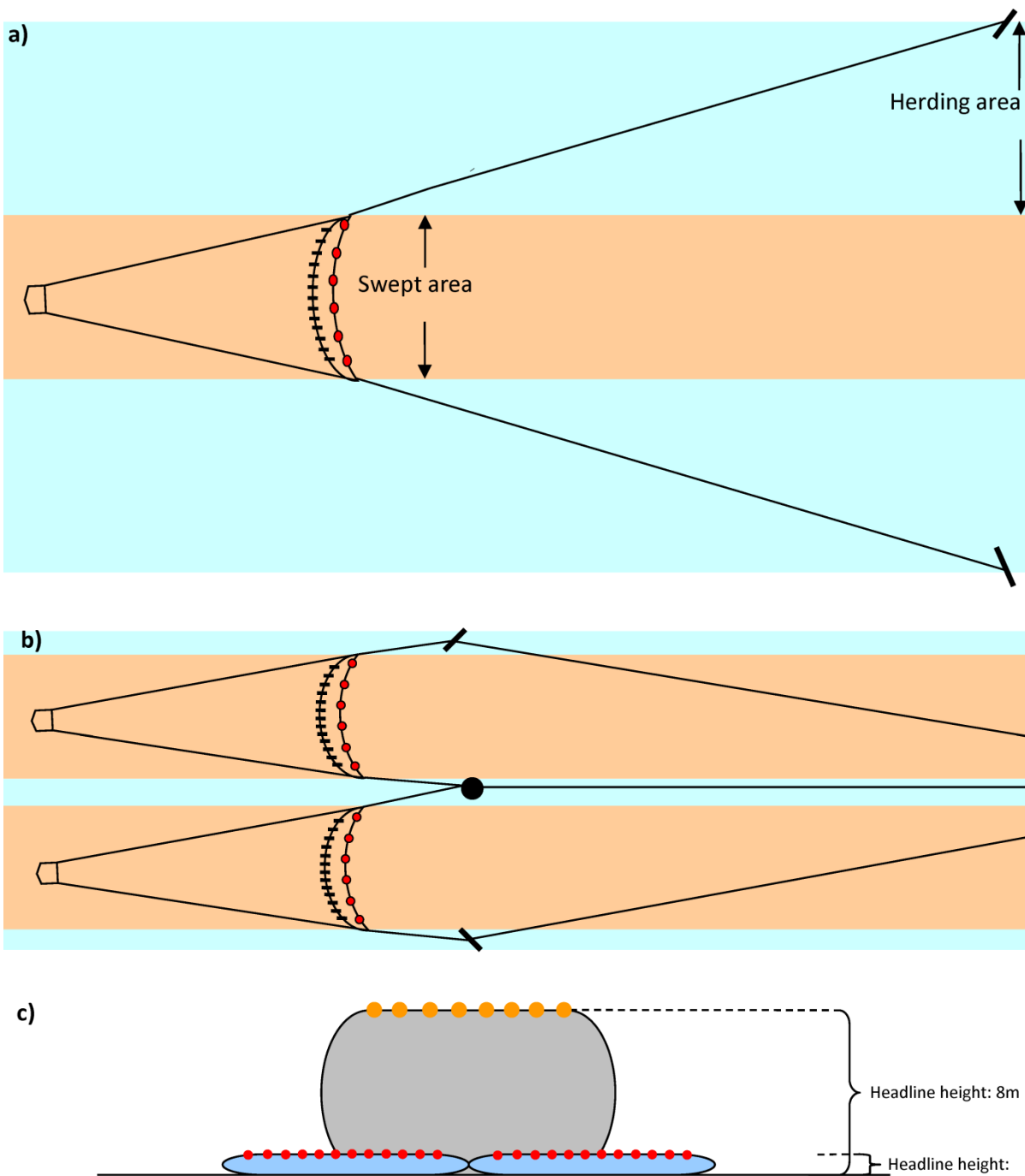
- 237 Eggert, H., Ulmestrand, M. 2000. A Bioeconomic Analysis of the Swedish Fishery for Norway Lobster
238 (*Nephrops norvegicus*). *Marine Resource Economics*, 14: 225-244.
- 239 Eigaard, O.R., Rihan, D., Graham, N., Sala, A., Zachariassen, K. 2011. Improving fishing effort descriptors:
240 Modelling engine power and gear-size relations of five European trawl fleets. *Fisheries Research*,
241 110: 39-46.
- 242 Eno, N. C., MacDonald, D. S., Kinnear, J. A. M., Amos, C. S., Chapman, C. J., Clark, R. A., Bunker, F. St P. D.,
243 and Munro, C. 2001. Effects of crustacean traps on benthic fauna. *ICES Journal of Marine Science*, 58:
244 11–20.
- 245 Frandsen, R.P., Holst, R., Madsen, N., 2009. Evaluation of three levels of selective devices relevant to
246 management of the Danish Kattegat-Skagerrak *Nephrops* fishery. *Fisheries Research*, 97: 243–252.
- 247 ICES, 2014. Report of the Working Group for the Assessment of Demersal Stocks in the North Sea and
248 Skagerrak (WGNSK), 30 April–7 May 2014, Copenhagen, Denmark. 1510pp.
- 249 ICES, 2013. Report of the Working Group for the Assessment of Demersal Stocks in the North Sea and
250 Skagerrak (WGNSK), 24 - 30 April 2013, Copenhagen, Denmark. 1425pp.
- 251 ICES, 2012. Report of the Working Group for the Assessment of Demersal Stocks in the North Sea and
252 Skagerrak (WGNSK), 27 April–3 May 2012, Copenhagen, Denmark. 1383pp.
- 253 Kirkegaard et al., 1989
- 254 Krog, C. 1997. Rapport fra forsøgsfiskeri efter dybvandshummer med tejner i 1996-1997. Danmarks
255 Fiskeriforening, 10 pp.
- 256 MacDonald, D. S., Little, M., Eno, N. C., and Hiscock, K. 1996. Disturbance of benthic species by fishing
257 activities: a sensitivity index. *Aquatic Conservation*, 6: 257–268.
- 258 Madsen N, Valentinsson D (2010) Use of selective devices in trawls to support recovery of the Kattegat cod
259 stock: a review of experiments and experience. *ICES Journal of Marine Science*, 67: 2042–2050.
- 260 Sainsbury, J.C., 1996. Commercial fishing methods, an introduction to vessels and gears. In: *Fishing News*
261 *Books*. Blackwell Science Ltd., Oxford, pp. 359.

262 Sangster, G.I., Breen, M. 1998. Gear performance and catch comparison trials between a single trawl and a
263 twin rigged gear. *Fisheries Research*, 36: 15-26.

264 Ungfors, A., Bell, E., Johnson, M.L., Cowing., Dobson, N.C., Bublit, R., Sandell, J. 2013. *Nephrops* Fisheries in
265 European Waters. *In Advances in Marine Biology: The Ecology and Biology of *Nephrops norvegicus**.
266 1st edn. pp. 247-314. Ed. By Johnson, M.L., and Johnson, M.P. Elsevier, London. 325 pp.

267

268



270

271 Figure 1. Example of the differences between single trawls and twin-trawls. a) A trawl with relatively long
 272 sweeps for catching fish such as cod. b) A design directed towards catching Norway lobster. c) The
 273 difference in headline height and trawl spread between a whitefish trawl and a Norway lobsters directed
 274 trawl. This illustration is taken to the extremes to demonstrate the point.

275



282 Figure 2. Rectangular creel with a sleeping chamber (Source: OK Marine).

283

284



291 Figure 3. Standard square creel with plastic entrances (Source: Skagerak Trål og Notbøteri A/S).

292 **Tables**

293 Table 1. Total Norwegian landings of Norway lobster in the Skagerrak/ Kattegat over the period 2007-2012.

Year	Total landings (tonnes)	Landings by gear (percent)		
		Nephrops trawl	Creel	Shrimp trawl
2007	145	62.1	13.6	24.3
2008	150	55.4	21.4	23.2
2009	128	48.5	20.8	30.7
2010	125	59.2	15.7	25.1
2011	63	59.9	14.7	25.4
2012	103	43.6	23.0	33.4

294

295 Table 2. National quotas and total allowable catches for the main commercial species in the Skagerrak and
296 Kattegat in 2014.

Species	DK quota	SWE quota	TAC	area	DK %	SWE %
Plaice	1922	216	2160	IIIas	89	10
Sole	297	11	353	IIIa; Subdivisions 22-32	84	3
Cod	62	37	100	IIIas	62	37
Norway lobster	3688	1320	5019	IIIa	73	26
Haddock	1328	157	1579	IIIa*	84	10
Whiting	650	70	722	IIIa*	90	10
Hake	2273	193	2466	IIIa	92	8
Ling	50	19	87	IIIa	57	22

*Union. TAC not established

297

298 Table 3. Selectivity parameters from available literature.

299

Nephrops fisheries								
	90 mm diamond mesh codend		35 mm grid in 70 square-mesh codend		120 mm diamond-mesh codend		90 mm codend with 140 mm SMP or 270 mm DMP	
	L50 (cm)	SR (cm)	L50 (cm)	SR (cm)	L50 (cm)	SR (cm)	L50 (cm)	SR (cm)
<i>Nephrops</i> ^a	27.08 (25.24-28.92) ¹ 16.71 (14.66-18.76) ² 18.35 (12.44-24.25) ² 23.99 (19.26-28.72) ³ 16.2 (7.1-33.7) ⁸	12.29 (7.41-17.17) ¹ 14.71 (13.27-16.15) ² 11.73 (9.21-14.23) ² 14.67 (12.76-16.57) ³ 49.3(20.9-56.2) ⁸			48.4 () ⁷	17.6 () ⁷	32.76 (22.65-35.54) ^{4*}	47.65 (11.05-80.70) ^{4*}
Cod	23.02 (20.51-25.53) ¹ 15.03 (14.34-15.72) ² 16.86 (14.03-19.68) ² 21.43 (19.74-23.10) ³ 23.63 (22.30-24.86) ⁶ 23.7 (20.6-27.0) ⁸	6.97 (5.40-8.54) ¹ 3.28 (2.59-3.98) ² 6.28 (3.63-8.93) ² 6.96 (5.52-8.40) ³ 7.96 (7.32-9.06) ⁶ 14.1 (8.6-19.6) ⁸			34.59 () ⁵ 35.28 () ⁵ 37.3 () ⁷	7.12 () ⁵ 7.12 () ⁵ 14.8 () ⁷	31.52 (26.45-34.90) ^{4*} Panel L50 64.97 () ⁴ Codend L50 29.82 () ⁴	13.82 (6.55-34.76) ^{4*} Panel SR 0.1() ^{4#} Codend SR 10.52 () ⁴
Haddock	22.91 (20.11-25.71) ¹ 15.17 (14.66-15.68) ²	7.41 (5.67-9.15) ¹ 3.25 (2.94-3.56) ²			29.6 () ⁷	8.5 () ⁷	29.21 (24.06-33.57) ^{4*} Panel L50 24.36 () ⁴ Codend L50 29.20 () ⁴	20.45 (11.63-78.01) ^{4*} Panel SR 0.1 () ^{4#} Codend SR 31.24 () ⁴
Whiting	26.10 (23.57-28.63) ¹ 18.10 (17.28-18.92) ²	7.39 (6.43-8.35) ¹ 3.61 (3.43-3.79) ²			37.8 () ⁷	7.6 () ⁷		
Saithe					39.9 () ⁷	5.2 () ⁷		
Hake	22.31 (14.41-30.21) ¹	10.89 (0.0-24.63) ¹			33.9 () ⁷	12.5 () ⁷		
Ling					55.5 () ⁷	16.7 () ⁷		

300 ^a Unit for *Nephrops* in mm. Values in parenthesis are 95% confidence intervals.

301 * Describing the selection process in the SELTRA codend with the traditional selection parameters L50 and SR is not recommended due to the dual selection
 302 process that occurs. I.e. the selection in the codend and the selection panel will have very different L50 and SR values. Therefore, selection within the codend has
 303 been modeled using a dual selection curve. Furthermore, the probability of *Nephrops* coming in contact with the panel is low due to their behavior within the
 304 trawl and therefore traditional selection parameters are able to be used.

305 [#] The low SR value for the panel SR is due to the low contact probability; where only 14.95% of individuals have the chance to come in contact with the panel.

306 Footnote: The values in bold are chosen because they are believed to best represent commercial catches. I.e. large catch weights and longer haul durations.

- 307 ¹ Frandsen RP, Holst R, Madsen N (2009) Evaluation of three levels of selective devices relevant to
308 management of the Danish Kattegat–Skagerrak Nephrops fishery. *Fish Res* 97: 243–252.
- 309 • Twin haul
 - 310 • 5 mm double twine
 - 311 • Average catch weight 393 kg
- 312 ² Frandsen, R.P., Madsen, N., Krag, L.A., 2010b. Selectivity and escapement behavior of five commercial
313 fishery species in standard square- and diamond-mesh codends. *ICES J. Mar. Sci.* 67, 1721–1731.
- 314 • Covered codend (split cover)
 - 315 • 5 mm double twine
 - 316 • 184-284 kg
- 317 ³ Frandsen, R., Herrmann, B., Madsen, N., Krag, L.A., 2011. Development of a codend concept to improve
318 size selectivity of Nephrops (*Nephrops norvegicus*) in a multispecies fishery. *Fisheries Research* 111, 116–
319 126.
- 320 • Covered codend
 - 321 • 4 mm double twine
 - 322 • Average catch weight 356 kg
- 323 ⁴ Forbedring af selektiviteten i trawl med henblik på beskyttelse af bestandene af torsk bedst muligt, DTU
324 AQUA.
- 325 • Covered codend.
- 326 ⁵ Madsen, N., Holst, R., and Foldager, L. 2002. Escape windows to improve the size selectivity in the Baltic
327 cod trawl fishery. *Fish Res.* 57: 223-235.
- 328 • Covered codend
 - 329 • 4 mm double twine
 - 330 • Average catch weight 530 kg
 - 331 • Exp in the baltic
- 332 ⁶ Notat: Documentation of selective effect of gear designs used in Kattegat.
- 333 • Covered codend.
- 334 ⁷ Krag et al. 2012. Test og demonstration af en selektiv topløs trawl i Nordsøen. Report.
- 335 • 120 mm fangstpose målt til 127 mm.
 - 336 • Covered codend.
- 337 ⁸ Madsen et al. 2013. Comparing selectivity of a standard and turned mesh T90 codend during towing and
338 haul-back. *Aquatic Living Resources*.
- 339 • 4 mm double polyethylene (PE) netting.
 - 340 • Covered codend.
 - 341 • Average catch weight 361 kg (SD ± 146).
- 342

Appendix 3

Forsøgsfiskeri med jomfruhummertejner i det permanent lukkede område i Kattegat.

Rikke P. Frandsen, Jordan P. Feekings, Niels Madsen

Rapporten er udgivet som DTU-rapport (nr. 268-2013) og kan findes på DTU Aquas hjemmeside:

http://www.aqua.dtu.dk/-/media/Institutter/Aqua/Publikationer/Forskningsrapporter_251_300/268-2013_Forsoegsfiskeri_med_jomfruhummertejner_i_det_permanent_lukkede_omraade_i_Kattegat.ashx?la=da

Appendix 4

Influence of twin-rig trawl systems on CPUE in the Danish Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) fishery.

Jordan Feekings, Casper W. Berg, Ludvig A. Krag, Ole R. Eigaard

1 **Title**

2 Influence of twin-rig trawl systems on CPUE in the Danish Norway lobster (*Nephrops norvegicus*)
3 fishery

4

5 **Authors**

6 Jordan Feekings¹, Casper Willestofte Berg², Ludvig Ahm Krag¹, Ole Ritzau Eigaard²

7 1. Technical University of Denmark, National Institute of Aquatic Resources, North Sea Science
8 Park, P.O. Box 101, DK-9850 Hirtshals, Denmark.

9 2. Technical University of Denmark, National Institute of Aquatic Resources, Charlottenlund Slot -
10 Jægersborg Allé 1, DK-2920 Charlottenlund, Denmark.

11

12 Corresponding author: Jordan Feekings, email: jpfe@aqua.dtu.dk, tel: +45 35883292

13 **Abstract**

14 One of the most effective ways to alter catch and length compositions in trawls is to change the
15 selectivity of the gear, either by adjusting the mesh size or the addition of selective devices such as
16 sorting grids and selective netting panels. These changes are often introduced into the fishery in a top
17 down manner whereby fishermen are forced to comply with specific legislation. However, fishermen
18 have also introduced gear modifications that have contributed to improving species selectivity in trawls.
19 One of the simplest and most effective modifications that came from industry was the development and
20 introduction of twin and multi-rig trawls. Here we analyse catch rates of four target species, Norway
21 lobster (*Nephrops norvegicus*), cod (*Gadus morhua*), plaice (*Pleuronectes platessa*) and haddock
22 (*Melanogrammus aeglefinus*), to try and understand how the above mentioned change in gear design has
23 altered catch rates within the Danish demersal trawl fishery over the last 16 years (1997-2012). Results
24 showed that catch rates of *Nephrops* in twin trawls were significantly higher (1.89-2.03) than those in
25 single trawls. For cod, haddock and plaice there was no significant effect of gear type. The results are
26 discussed in relation to the CFP reform and the increasing importance of industry introduced gear
27 modifications.

28

29 **Keywords**

30 Trawl, twin trawl, multi-rig trawl, Norway lobster, *Nephrops norvegicus*, cod, plaice, haddock,
31 selectivity, catch rates, CPUE.

32

33 **Introduction**

34 Over the last 25 years there has been a shift in bottom trawl fisheries, whereby fishermen
35 traditionally trawling with single trawls have shifted to using twin or even multiple trawls simultaneously.
36 Twin trawls were first introduced during 1989-92 (Eggert and Ulmestrand, 2000) when the value of
37 Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) started increasing. Since then, the use of twin trawls has increased

38 and in 2012 the majority of the Danish demersal fleet fishing in the Skagerrak and Kattegat use such gear.
39 This shift in trawl design coincided with a general shift in primary target species, from cod (*Gadus*
40 *morhua*) and other gadoid species to Norway lobster. Demersal fishermen are now targeting Norway
41 lobster more than cod due to the reduced size of the cod populations.

42 Twin and multi-rig trawls are towed by a single boat and generally consist of two or more smaller
43 trawl nets, of similar design, rigged together (Fig 1; Sangster and Breen, 1998). This type of rigging was
44 developed to enable an increase in the horizontal fishing area covered by the ground gear without
45 increasing the vertical opening and towing resistance, and hence a greater catch efficiency for certain
46 demersal species can be achieved by the same towing power (Sainsbury, 1996; Eigaard et al. 2011). The
47 highest efficiency increase is achieved for species closely associated to the bottom which are not
48 necessarily herded by the sweeps, and due to their sedentary behaviour are not likely to escape over the
49 headline of the trawl. Species such as Norway lobster and monkfish (*Lophius spp.*) fall into this category
50 (Sangster and Breen, 1998; Eigaard et al. 2011). For species that are prone to herding by the doors and
51 sweeps, the area swept by the total gear (door spread) will determine the catch. This is the case for species
52 such as plaice (*Pleuronectes platessa*), haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) and cod (Eigaard et al.
53 2011). Hence, if the swept area of the ground gear is doubled, when shifting from e.g. a single-rig cod
54 trawl to a twin-rig *Nephrops* trawl (Figure 1) one can in theory expect catches of Norway lobster to
55 double, and similar when doubling the herding area (door spread) for more active species. Furthermore, as
56 a consequence of reducing the size of the nets, twin trawls typically have a lower headline height when
57 compared to most single rig trawls. This side-effect can reduce the catching efficiency for some species
58 (e.g. haddock and whiting (*Merlangius merlangus*) which avoid capture by actively swimming over the
59 headline (Main and Sangster, 1981). Sangster and Breen, 1998 found the twin trawl significantly out-
60 fished the single trawl for haddock, plaice, lemon sole (*Microstomus kitt*), anglerfish (*Lophius*
61 *piscatorius*), and Norway lobster; even when correcting for the total area swept by the two gears (door
62 spread), and also when correcting only for the area swept by the ground gear. In addition, landings per

63 unit effort (LPUE) of Norway lobster in the Swedish demersal fishery were found to be 1.7 times greater
64 for twin trawls compared to single trawls (Eggert and Ulmestrand, 2000).

65 Previous studies have shown that the herding effect of the otterboards and sweeps do not affect
66 the capture process for Norway Lobster (Main and Sangster, 1985a; Thorsteinsson, 1986; Newland and
67 Chapman, 1989), while on the contrary, affects most commercially targeted fish species (Wardle, 1993).
68 Norway lobsters' swimming escape reaction (tail flips) commonly occurs either on direct contact or
69 shortly before contact with the fishing gear, which generally lifts the individuals into the trawl (Main and
70 Sangster, 1985a; Thorsteinsson, 1986; Newland and Chapman, 1989). Escape behaviour from within the
71 trawl generally consists of a series of tail flips. Consequently the majority of the selection process takes
72 place along the lower panel of the entire trawl (Cole and Simpson, 1965; Hillis and Earley, 1982;
73 Robertson and Ferro, 1991; Briggs, 1992; Frandsen et al. 2010), where the process is more representative
74 of a passive sieving process.

75 In Denmark, throughout the study period Norway lobster has been caught primarily using trawls
76 fishing with a mesh size of 70-90 mm. In the Kattegat, cod has historically been the main target species
77 (Feekings et al. 2012). However, as a result of the struggling cod stocks in the Kattegat and Skagerrak, a
78 shift in target species has occurred and in 2012 Norway lobster accounted for approximately 73 and 22 %
79 of the total value of Danish demersal catches in the Kattegat and Skagerrak, respectively
80 (<http://www.statistikbanken.dk>). This shift in target species coincided with fishermen modifying their
81 trawls to be directed towards Norway lobster. These modifications were typically aimed at increasing the
82 area swept by the ground gear and thus increasing the catch efficiency for Norway lobster, and were
83 obtained through a) moving from single-rigged trawls to twin-rigged trawls and b) moving from trawl
84 designs which focus on both horizontal and vertical net-opening (fish-trawls) to trawl designs with a
85 focus on obtaining as much ground gear width as possible.

86 The use of twin trawls has dramatically increased over the last 30 years within the Danish
87 demersal fleet and in general, most North Atlantic demersal fisheries. There are indications from other
88 European waters that catches of certain groundfish species increase when fishing with twin trawls as

89 opposed to single trawls. However, these results were obtained under experimental conditions. Here, we
90 utilise at-sea-observer data collected on-board commercial vessels under commercial fishing practices to
91 model CPUE of four major target species, Norway lobster, cod, plaice and haddock, and try to elucidate
92 whether CPUEs within the Danish demersal fleet have altered due to the move from single to twin and
93 multi-rig trawls. The results are discussed in relation to experimental results and theory on target species
94 behaviour during the trawl capture process.

95

96 **Methods**

97 **Discard data**

98 Denmark has been collecting information on discards as part of an at-sea scientific observer
99 program since the mid-1990s, with the aim of sampling all species from all demersal fisheries except the
100 ones with minimal fishing effort and discards (Feekings et al. 2012). Information on the sampling strategy
101 and data collection methods has previously been described by Feekings et al. (2012). In total, 2996
102 discard observer hauls took place in the *Nephrops* directed demersal trawl fishery over the period 1997–
103 2012 (1496 in the Skagerrak (ICES area 3AN) and 1500 in the Kattegat (ICES area 3AS); Fig. 2). Due to
104 the coarseness of the data, gears were classified into either single trawls or twin/multi-rig trawls and not
105 further into the specific number of trawls used. All hauls used in the analysis were defined as targeting
106 Norway lobster in the database, irrespective of whether Norway lobster were caught or not.

107

108 **Statistical analysis**

109 The dataset is unbalanced, so we needed to include all nuisance factors that might affect the catch
110 rate other than the gear type in order to get a correct estimate of the gear effect. All nuisance factors and
111 the reasons for their inclusion are listed in Table 1. Some (16) missing kW data points were set to the
112 mean of all the other data points.

113 Candidate blocking variables include vessel, haul, and trip, however a trip is mostly comprised of
114 one or two hauls, so only the vessel is considered. In addition, many vessels have only performed a few
115 hauls, which would lead to many random effects and potentially identifiability problems (given that some
116 vessels only have zero catch hauls of some species). To reduce the computational complexity and help
117 ensure identifiability, a pooled vessel identifier, where at least 5 hauls were required, was created. Some
118 vessels have taken hauls using both gear types, which ensures that the gear effect can be separated from
119 vessel effects.

120 We choose to model each species separately, and for each species we consider three models, one
121 for the responses catch number (Cn) and two for catch weight (Cw). Cn is count data with a big spread in
122 values, so we choose a negative binomial model here. Cw is continuous and non-negative, so we use
123 Delta-Lognormal model and a Tweedie (Tweedie, 1984) model for these. The Delta-Lognormal model
124 consists of two independent submodels: one for presence/absence data and one for the strictly positive
125 responses. For all models (negative binomial, Tweedie, and binomial + lognormal) the same mean value
126 structure was used:

$$127 \quad g(\mu_i) = gear(i) + \beta_1 \log(duration_i) + \beta_2 kW(i) + U(i)_{vessel2} + f_1(lon_i, lat_i) + f_2(t_i) + f_3(t_{2i})$$

128 (1)

129 where $gear(i)$ maps the i th haul to a categorical effect for each gear type, the β s are ordinary regression
130 parameters, $U(i)_{vessel2} \sim N(0, \sigma_u)$ is a random effect for the vessel associated with haul i , f_1 is a 2-
131 dimensional thin plate regression spline on the geographical coordinates, f_2 is a 1-dimensional thin plate
132 spline for the effect of year, and f_3 is a cyclic cubic regression spline on the time of year (i.e. with same
133 start end point) for capturing seasonal patterns. The function g is the link function, which is taken to be
134 the logit function for the binomial model, and the logarithm for the negative binomial model. The
135 lognormal part of the delta-lognormal model is fitted by log-transforming the response and using the
136 Gaussian distribution with a unit link. Each combination of quarter and age group (year) are estimated
137 separately. While a 3D-smoother might be considered to model space-time interactions, these were not
138 considered due to the extra computational costs. Smoothness selection was carried out with the restricted

139 maximum likelihood (REML) method (Wood, 2011), and the double penalty approach to shrinkage
140 smoothing was used (Giampiero and Wood, 2011) to ensure that insignificant effects could be completely
141 eliminated from the model. The maximum basis dimension of each spline was chosen such the
142 approximately one third of the effective degrees of freedom were used for the negative binomial model,
143 and one tenth for the delta-lognormal and Tweedie models. A smaller value was chosen for the negative
144 binomial model to ensure moderate computation times, although the results were nearly identical for any
145 value above the one chosen.

146

147 **Results**

148 A total of 419 trips and 739 hauls from 85 vessels were included in the analysis (Table 2). Each
149 haul had an average duration of approximately 6 hours. Mean total catch weights were considerably
150 higher for twin trawl than single trawls, with mean catch weights for the two gears being 675 and 368 kg,
151 respectively.

152 Twin trawls were found to have significantly higher (positive) CPUE of Norway lobster; 1.89
153 (Tweedie model) and 2.03 (Negative binomial model) times higher (Figure 3, Table 3). For cod, haddock
154 and plaice, no significant effect of gear type was observed. The results for cod and plaice, while not
155 significant, were lower in twin trawls. For cod, the average catch rates were 9 % (Negbin) and 4 %
156 (Tweedie) lower in twin trawls. CPUE of plaice were on average 32 % (Negbin) and 2% (Tweedie) lower
157 in twin trawls. The results obtained herein for haddock, while also not significant, were found to be
158 greater in twin trawls, on average 26 % (Tweedie model) and 54 % (Negative binomial model) higher.

159 The final models explained between 23 and 79% of the deviance (Table 3). Visual analysis of the
160 model residuals revealed no violation from any of the model assumptions (i.e., normality and
161 homogeneity of variance). Results for the nuisance factors, haul duration, time, time of year, vessel
162 power, vessel, and a spatial term are presented in supplementary material (Table S1).

163

164 **Discussion**

165 Twin trawls were found to have a CPUE for Norway lobster approximately 1.9 times what was
166 observed for single trawls. This result supports what has previously been observed in the Swedish
167 demersal trawl fishery, where the landings per unit effort ratio between twin and single trawls was found
168 to be around 1.7 (Eggert and Ulmestrand, 2000). Furthermore, commercial fishing trials carried out in
169 Scottish waters found that twin trawls caught around 340 per cent more Norway lobster than single trawls
170 (Sangster and Breen, 1998). However, the extremely large difference was believed to be partially due to
171 differences in ground gear shape between the two gears. These results are rather unexpected. One would
172 expect a more modest increase in catches rates roughly equivalent to the difference in total ground gear
173 width between the two gears. In our meta-analysis, the estimated 90 % increase in Norway lobster CPUE
174 for twin-rigs is probably a result of additional trawl design developments coinciding with the introduction
175 of twin rigs, thus enabling a substantial increase (approx. a doubling) in ground gear width.
176 Technological developments introduced throughout the investigated period (e.g. navigation aids) may of
177 course also have contributed to the estimated increase (Eigaard et al. 2014).

178 Sangster and Breen (1998) also observed catch rates of plaice and lemon sole to be significantly
179 higher (40 %) in twin trawls compared to single trawls. Herein, we observed no significant differences
180 among the two gears for plaice. The reason for the higher catch rates observed by Sangster and Breen
181 (1998) was believed to be due to the increased bridle herding efficiency of the twin trawl, which had the
182 smaller angle of attack. This adds some explanation to why contradictory results were observed herein.
183 They also found catch rates of haddock in twin trawls to be significantly higher (~ 22 %) than in single
184 trawls. While the results obtained herein for haddock were not significant, the estimated catch rates were
185 higher for twin trawls; 39 % (Tweedie model) and 62 % (Negative binomial model) higher. The results
186 obtained for cod showed no significant differences between the two gears, which coincides with what was
187 observed in the Scottish experiment (Sangster and Breen, 1998).

188 The results for fish indicate that the herding area in a twin trawl rigging, determined by the sweep
189 lengths, is not doubled, as it is for the ground gear. Based on the importance of Norway lobster in the
190 Kattegat (73 % in value), shortening the sweeps makes sense as fish are of little importance. Detailed
191 sweep length data was unfortunately lacking. If such data were available it would allow for more detailed
192 analysis on the effect of sweep lengths on catch compositions and how fishermen aim to optimise their
193 Norway lobster fishery in a mixed fishery setting. Hence, collection of these data could provide valuable
194 information on gear based species selectivity, and could be collected cost effectively as part of data
195 collection programmes.

196 The move from single to twin trawls was industry initiated and occurred due to dwindling fish
197 stocks and to fishermen realising that they could obtain higher catch rates of crustaceans, such as Norway
198 lobster and Northern shrimp (*Pandalus borealis*). With the reform of the European Union common
199 fisheries policy (CFP), whereby a catch quota management system together with a discard ban (landing
200 obligation) are to be introduced, gear selectivity modifications will come more into focus, especially those
201 that come from a bottom up approach rather than the traditional top down system, thereby showing
202 fishermen's ingenuity and ability to alter catch compositions to suit available quota. Under the new CFP,
203 once a species quota is fished a vessel will be obligated to stop fishing, that is if no more quota can be
204 bought. To prevent such from occurring, a vessel can either alter its spatial and temporal fishing pattern in
205 order to catch a different species composition, one that matches the available quota, or alter the selectivity
206 of the gear. The move to twin trawling is a good example of industry driven selectivity changes that can
207 have potential benefits under the new CFP. If fishermen have the freedom to modify their gear to obtain
208 catch compositions that match their species quotas the success of the new CFP may be greater as well as
209 reducing the amount of unsalable fish that is brought to harbour.

210 The main difference between single and twin/multi-rig trawls is not the number of trawls used,
211 rather the ratio between the swept (ground gear) and herded areas (sweeps; Figure 1). Therefore, under a
212 landings obligation, twin and multi-rig trawls, or more specifically the ratio between the swept area and
213 the herded area, will be an effective tool to alter the species composition. A general problem for Norway

214 lobster fishermen will most likely be to catch their Norway lobster quota before exhausting the vessels
215 fish quotas. Maximizing the area swept by the netting in the trawls' catching zone will minimize the catch
216 of fish in the demersal fishery. Such development is seen in the Norway lobster directed fleet in the North
217 East Atlantic as more vessels are experimenting with multi-rig trawl systems consisting of 4-12 smaller
218 trawls. Although catch rates for roundfish were not significantly different in twin trawls, the increased
219 CPUE of Norway lobster indirectly leads to a reduction in the effort required to catch the quota, and
220 hence lower roundfish catches and fuel usage.

221 **Acknowledgements**

222 We would like to thank the at-sea observers for their hard work and dedication in collecting the data, the
223 fishermen and the Danish Fishermen's Association for their collaboration. This project was financed by
224 two separate projects (Bærekraftig sjøkrepsfiske and Bæredygtigt rejefiskeri I Skagerrak) under the
225 European Regional Development Funds (ERDF) Interreg IVA programme.

226 **References**

- 227 Briggs, R.P., 1992. An assessment of nets with a square mesh panel as a whiting conservation tool in the
228 Irish Sea *Nephrops* fishery. Fish. Res. 13, 133–152.
- 229 Coglan, L., Pascoe, S. 2007. Implications of human capital enhancement in fisheries. Aquat. Living
230 Resour. 20, 231.239.
- 231 Cole, H.A., Simpson, A.C., 1965. Selection by trawl nets in the *Nephrops* fishery. Rapp. P.V. Reun.
232 ICES, 156, 203-205.
- 233 Eggert, H., Ulmestrand, M. 2000. A Bioeconomic Analysis of the Swedish Fishery for Norway Lobster
234 (*Nephrops norvegicus*). Mar. Resour. Econ. 14, 225-244.
- 235 Eigaard, O.R., Rihan, D., Graham, N., Sala, A., Zachariassen, K. 2011. Improving fishing effort
236 descriptors: Modelling engine power and gear-size relations of five European trawl fleets. Fish.
237 Res. 110, 39-46.
- 238 Eigaard, O.R., Marchal, P., Gislason, H., Rijnsdorp, A.D. 2014. Technological development and fisheries
239 management. Rev. Fish. Sci.. vol 22, pp. 156–174,
- 240 Feekings, J., Bartolino, V., Madsen, N., Catchpole, T. 2012. Fishery discards: factors affecting their
241 variability within a demersal trawl fishery. PLoS ONE, 7(4): e36409.
242 doi:10.1371/journal.pone.0036409. PMID:22558463.
- 243 Feekings, J., Lewy, P., Madsen, N. 2013. The effect of regulation changes and influential factors on
244 Atlantic cod discards in the Baltic Sea demersal trawl fishery. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 70, 534–
245 542.
- 246 Frandsen, R.P., Hermann, B., Madsen, N. 2010a. A simulation-based attempt to quantify the
247 morphological component of size selection of *Nephrops norvegicus* in trawl codends. Fish. Res.
248 101, 156–167.
- 249 Giampiero, M., Wood, S.N. 2011. Practical variable selection for generalized additive models. Comput.
250 Stat. Data Anal. 55, 2372–2387.

251 Hillis, J.P., Earley, J.J., 1982. Selectivity in the Nephrops trawl. ICES CM 1982/B:19.

252 Main, J., Sangster, G.I. 1985. The Behaviour of the Norway Lobster, *Nephrops norvegicus* (L.), During
253 Trawling. Marine Laboratory, Aberdeen.

254 Main, J., Sangster, G. I. 1981. A study of the fish capture process in a bottom trawl by direct observations
255 from a towed underwater vehicle. Scottish Fisheries Research Report, 23. 24 pp.

256 Newland, P.L., Chapman, C.J., 1989. The swimming and orientation behaviour of the Norway lobster,
257 *Nephrops norvegicus* (L.), in relation to trawling. Fish. Res. 8, 63-80.

258 Robertson, J.H.B., Ferro, R.S.T., 1991. Selectivity of Nephrops trawls. EEC Study Contract 1991/9, final
259 report. Aberdeen. The Scottish Office Agriculture and Fisheries Department, pp. 1–15.

260 Sainsbury, J.C., 1996. Commercial fishing methods, an introduction to vessels and gears. In: Fishing
261 News Books. Blackwell Science Ltd., Oxford, pp. 359.

262 Sangster, G.I., Breen, M. 1998. Gear performance and catch comparison trials between a single trawl and
263 a twin rigged gear. Fish. res. 36, 15-26.

264 Sbrana, M., Sartor, P., Belcari, P. 2003. Analysis of the factors affecting crustacean trawl fishery catch
265 rates in the northern Tyrrhenian Sea (western Mediterranean). Fish. Res. 65, 271-284.

266 Thorsteinsson, G., 1986. On the behaviour of Nephrops against bottom trawls as observed with an
267 underwater TV. ICES CM 1986/B:45.

268 Tweedie, M.C.K. An index which distinguishes between some important exponential families. In J. K.
269 Ghosh and J. Roy, editors, *Statistics: Applications and New Directions*, pages 579-604.
270 Proceedings of the Indian Statistical Institute Golden Jubilee International Conference, Calcutta:
271 Indian Statistical Institute, 1984.

272 Wardle, C.S. 1993. Fish behaviour and fishing gear, in: T.J. Pitcher (Ed.), *Behaviour of Teleost Fishes*,
273 2nd edn. Chapman and Hall, London, pp. 609-643.

274 Wood, S.N. 2011. Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of
275 semiparametric generalized linear models. J. Roy. Stat. Soc. B. 73, 3–36.

276 **Tables**

277 Table 1. Model components and their functions in describing catch rates (CPUE).

Model components	Variable name	Description
Gear	$gear(i)$	Effect of gear type (single and twin) on catch rates (CPUE).
Time of year	$f_3(t_{2i})$	Capture the seasonal effect in catches that occur due to variability in species' environmental preferences.
Longitude, Latitude	$f_1(lon_i, lat_i)$	Capture the spatial variability in catches that occurs due to species' environmental preferences.
Vessel power	$\beta_2 kW(i)$	Larger vessels have the potential to tow larger nets, subsequently catching more fish.
Year	$f_2(t_i)$	Incorporates the differences in species abundances (i.e. captures annual variations in recruitment).
Haul duration	$\beta_1 \log(duration_i)$	The longer the haul, the larger the catch.

278

279

280 Table 2. Summary of discard data collected on-board demersal trawls targeting Norway lobster during the
281 period 1997-2012.

	Single trawl	Twin trawl
No. of trips	50	369
No. of hauls	73	666
No. of vessels	16	71
Haul duration (h)	5.5 (1.7)	6.2 (1.6)
Total catch weight (kg)	368.0 (211.3)	675.2 (420.0)

282 Footnote: Standard deviations are in parenthesis.

283

284 Table 3. Final model results. Asterisks denote significant difference at the 0.05 level.

Species	Model	Estimate	Lower	Upper	P value	DEV.EXPL(%)
Norway lobster	Negbin	2.03	1.36	3.00	<0.001*	29.8
	Tweedie	1.89	1.29	2.78	<0.001*	46.6
	Delta-Lognormal (gaussian)				0.004*	33.5
	Delta-Lognormal (binomial)				0.61	48.4
Cod	Negbin	0.91	0.59	1.41	0.67	27.3
	Tweedie	0.96	0.58	1.59	0.87	61.0
	Delta-Lognormal (gaussian)				0.50	54.5
	Delta-Lognormal (binomial)				0.07	22.8
Haddock	Negbin	1.26	0.55	2.87	0.58	38.8
	Tweedie	1.54	0.66	3.60	0.31	79.0
	Delta-Lognormal (gaussian)				0.91	49.9
	Delta-Lognormal (binomial)				0.67	38.5
Plaice	Negbin	0.68	0.40	1.15	0.14	54.3
	Tweedie	0.98	0.65	1.46	0.91	69.0
	Delta-Lognormal (gaussian)				0.95	63.9
	Delta-Lognormal (binomial)				0.72	53.7

285

286

287 **Figures**

288 Figure 1. Example of the differences between single trawls and twin-trawls. a) A trawl with relatively
289 long sweeps for catching fish such as cod. b) A design directed towards catching Norway lobster. c) The
290 difference in headline height and trawl spread between a whitefish trawl and a Norway lobsters directed
291 trawl. This illustration is taken to the extremes to demonstrate the point.

292

293 Figure 2. Spatial distribution of sampling locations (Single trawl (Δ) and Twin trawl (+)) within the
294 Danish discard sampling program for Danish demersal trawlers targeting Norway lobster during the
295 period 1997-2012.

296

297 Figure 3: Gear effect with 95% confidence intervals. Change in mean value when using the twin trawl
298 compared to single trawl. The y-axis is in the scale of the linear predictor, i.e. the log-CPUE (Gaussian,
299 Tweedie, and negative binomial) and logit-probability of positive catch for the binomial model. Hence,
300 zero values indicates no gear effect. For the Tweedie and negative binomial models the expected catch-
301 rate is simply multiplied by $\exp(y)$ when changing from single to twin trawl, everything else being equal.

302

303 **Supplementary material**

304 Table S1. Final model results for nuisance variables. Asterisks denote significant difference at the 0.05
 305 level.

Species	Model	Estimate/ estimated degrees of freedom					
		Vessel power (kW)	Haul duration	s(Lon, Lat)	s(Time)	s(Time of year)	s(Vessel)
Norway lobster	Negbin	1.00	0.76	14.03*	0.005	2.35*	23.78*
	Tweedie	1.00	0.88	28.10*	0.82	2.93*	30.82*
	Delta-Lognormal (gaussian)	1.00	0.87	20.21*	0.69	3.56*	26.35*
	Delta-Lognormal (binomial)	1.00	0.09	10.96	0.00001	0.00003	16.13*
Cod	Negbin	1.00*	2.53*	12.22*	0.002	0.85	25.99*
	Tweedie	1.00*	3.08*	72.75*	1.23*	1.73	30.90*
	Delta-Lognormal (gaussian)	1.00*	2.87*	25.62*	0.27	3.56*	28.50*
	Delta-Lognormal (binomial)	1.00	2.65	1.24	0.36	0.05	14.93*
Haddock	Negbin	1.00	4.16*	20.13*	0.90*	5.42*	25.42*
	Tweedie	1.00	2.03*	158.43*	13.67*	8.33*	22.36*
	Delta-Lognormal (gaussian)	1.00	2.04*	17.32*	0.49	2.40*	25.14*
	Delta-Lognormal (binomial)	1.00	1.49	19.72*	1.43*	2.33*	18.30*
Plaice	Negbin	1.00*	2.52*	18.00*	6.37*	6.11*	29.37*
	Tweedie	1.00*	3.23*	85.76*	6.79*	9.48*	27.43*
	Delta-Lognormal (Gaussian)	1.00	2.94*	57.71*	0.0006	8.25*	20.87*
	Delta-Lognormal (binomial)	1.00	1.05	18.31*	0.0002	5.06*	15.53*

Appendix 5

Udvikling af fælles vidensplatform for screening af fiskerideer til nye redskaber.

Søren Qvist Eliassen, Nikolaj Bichel, Terje Jørgensen, Johan Lövgren

Udvikling af fælles vidensplatform for screening af fiskerideer til nye redskaber.

Søren Qvist Eliassen og Nikolaj Bichel, med bidrag fra Terje Jørgensen og Johan Lövgren.

Indhold

1 Udvikling af problemet i opgaven.....	2
2. Aktiviteter i dataindsamlingen	3
3 Desk studie	3
4 Modeller for inddragelse af fiskere i valg og test af redskaber	5
4.1 Den danske model for redskabstest – suppleret med fiskerscreening af forslag til redskabsændringer.....	5
4.2 To norske veje til redskabsudvikling (baseret på beskrivelse fra Terje Jørgensen, IMR)	8
4.3 Svensk model for involvering af interessenter i udvikling af selektive redskaber	10
4.4 Opsamling på gennemgang af eksempler på redskabsudviklingsprocesser i de tre lande	12
4 Konklusion	12
Referencer:	13
Bilag: Bilag 1: To danske processer (engelsk sprog udgave)	14
Bilag 2: Svensk process for Selektivt fiskeri – faserne markeret til højre.....	15



BÆREDYGTIGT
JOMFRUHUMMERFISKERI



DEN EUROPÆISKE
UNION
Den Europæiske
Fond for
Regionaludvikling



Interreg IVA
ØRESUND – KATTEGAT – SKAGERRAK

1 Udvikling af problemet i opgaven

Fiskeriforvaltningen rummer i dag meget specifikke beskrivelser af de enkelte redskaber og har hertil knyttet en række begrænsninger af målarter, havdage mv. Der kræves derfor en omfattende dokumentation for effekten af det enkelte godkendte redskab, hvilket er omfattende og kostbart at fremstille. Hensynet til udgifter og forvaltningsmæssig enkelthed begrænser muligheden for at test og dokumenterer mange forskellige redskaber til det enkelte fiskeri. De tilladte redskaber er derfor ikke nødvendigvis tilpasset de meget varierende betingelser for fiskeri, der findes indenfor selv mindre områder¹. Der er derfor et rum for at de enkelte fiskere kunne tilpasse redskaberne så de passer bedre til det specifikke fiskeri og fartøjstype, så det selekterer bedre, bruger mindre brændstof eller lignende. Ved besøg i havnene lader det til, at flere fiskere har sådanne ideer. Det er imidlertid ikke muligt for fiskerne selv at eksperimentere med redskabsjusteringer der muligvis påvirker selektiviteten, da de derved ville komme til at benytte et ikke-godkendt og dermed ulovligt redskab.

Derfor var ideen i projektet at diskutere muligheden for at etablere en platform, hvor fiskerideer kunne opsamles og screenes – dvs. en systematisk, men ikke videnskabelig, afprøvning af ideerne, således at de mest lovende kunne udvælges til at blive videnskabeligt testet og forsøges anerkendt i det politiske system. I løbet af projektforløbet blev det klart at ideen med at bringe fiskerideer frem grundlæggende var bæredygtig, men at det skulle genformuleres.

For det første er EU's fælles fiskeripolitik blevet revideret i projektperioden. Ved revisionen er der blevet indført landingsforpligtigelse, eller discardforbud. Hvis det håndhæves vil det i praksis betyde fangstkvoter og dermed at al fangst vil blive modskrevet på den enkelte fiskers kvote. Ved ikke at kunne bruge discard som justering af misforhold mellem fangst og rettighed til landing er der skabt et stærkt incitament til at fiske meget selektivt efter netop det, der giver den største indkomst. Dermed *kunne* den omfattende tekniske regulering af hvilke redskaber der kan bruges i det enkelte fiskeri blive ophævet. Der er imidlertid intet der tyder på dette i den overgangsregulering, der aktuelt diskuteres (omnibusreguleringen (DG MARE 2013)). Systemer til at lette test og godkendelse af redskaber er derfor fortsat relevant.

Da vi begyndte at tale med forvaltningsansvarlige fra Norge, Danmark og Sverige stod det klart, at der på ad hoc basis sker inddragelse af fiskere i udvælgelse af, hvilke redskaber der skal testes ligesom fiskere indgår i selve tests af redskaberne. Disse processer var dog ikke beskrevet nogen steder. Dette ledte til en ny erkendelse af problemet: i stedet for at udvikle en screeningsplatform burde det første skridt være *at beskrive eksisterende ad hoc processer med inddragelse af fiskere i valg og test af fiskeredskaber (og erfaringer med dette, i det omfang de foreligger)*. Det er derfor det denne del af arbejdsplanen har fokuseret på.

¹ Eventuelt også forskel i redskabets funktion efter fartøjstype; motorkraft, side/hæk trawl mv.

2. Aktiviteter i dataindsamlingen

I forbindelse med arbejdet er der foretaget et desk studie af videnskabelige artikler, der beskriver redskabsudvikling, især med henblik på at udtrække information om processen og form og grad af fiskerinvolvering i dette.

Desuden er der blevet gennemført en række interviews. I første omgang primært i dansk sammenhæng:

- Telefonisk og personligt med vodbindere hos Cosmos trawl, Vonin og Strandby Net,
- Bent Pallisgaard og Jacob Handrup, Naturerhvervsstyrelsen
- Mik Jensen Fiskerikontrollen
- Jane Behrens, DTU Aqua og Mogens Schou Aqua Mind
- Jan Nordahl, Gilleleje Fiskeriforening, Gregers Jakobsen, Læsø, Claus Pedersen, Strandby.
- Henrik Lund, samt Svend Erik Andersen, Danmarks Fiskeriforening,
- Ludvig Kragh, samt Niels Madsen, DTU-Aqua

I næste omgang i Sverige og Norge:

- Roger Larsen, Tromsø
- Jan Norlenius og Bengt-Oluf Eliasson (svenske fiskere), samt Johan Lövgren, SLU

Endelig har vi fået lejlighed til at observere et møde mellem danske fiskere og Naturerhvervsstyrelsen i forbindelse med et konkret dansk projekt med ad hoc inddragelse af fiskere i en screening af redskaber. Møde i Hirtshals 20/8 2014.

3 Desk studie

Desk studiet af videnskabelige artikler viste, at der er en rig litteratur, der beskriver redskabsforsøg. Selvom de tekniske aspekter og specielt de selektive egenskaber ved det testede redskab er i fokus, rummer nogle af dem omtale af, hvordan fiskere har indgået i forsøgene.

En række af artiklerne diskuterer, hvordan involvering af fiskere kan påvirke resultatet af forsøgene, både i form af redskabet og hvordan lovgivningen, der følger med dette modtages af fiskerne. Fiskerdeltagelsen er almindeligvis beskrevet som *Cooperative Research* (CR), men benævnes også *Participatory Research* (Wiber, Berkes et al. 2004, Lordan, Ó Cuaig et al. 2011), *Participatory Fisheries Science* (Jacobsen, Wilson et al. 2012) og *Collaborative Research* (Wilson 1999). I denne sammenhæng kan det forstås som forskning, der gennemføres i samarbejde mellem videnskaben og interessenter, som hovedregel fiskere og deres organisationer. Det kan dog også være med fiskerisamfund, NGO'ere, fiskerirelatede industrier eller andre offentlige enheder og styrelser (Mackinson, Wilson et al. 2011). *Cooperative Research* kombinerer (primært) fiskeres viden med videnskabsfolkernes viden. Fiskerviden kaldes ofte 'Experience Based Knowledge' (EBK) (Hartley 2008), mens viden fra forskere benævnes videnskabelig viden eller *Research Based Knowledge* (RBK).

Fiskernes EBK repræsenterer viden, der ikke altid kan udtrykkes i ord eller skrift – der er tavse elementer knyttet til den. Den er akkumuleret over tid baseret på erfaringerne som fisker. Den er derfor ofte mere kvalitativ hands-on og know-how. Den er derfor ofte vanskelig at integrere med- og oversætte til

kvantificerbar videnskabelig viden, RBK(Hartley 2008, Johnson, van Densen 2007). Flere artikler om Cooperative research skelner mellem forskellige typer af samarbejder, om redskabsudvikling, Bestandsvurdering og økologisk forskning. McCay et al. hævder at *“In gear studies, the experience-based knowledge of fishermen is more likely to be integrated with that of scientists and to be valued by scientists and managers than in collaborative research studies oriented toward stock assessment or ecological questions,”*(McCay, Johnson et al. 2006). Redskabsudvikling knytter direkte an til fiskeres hverdagserfaringer og forskerne må her i højere grad tale samme sprog som fiskerne for at kunne tale om og udvikle/tilpasse redskaberne.

Fiskerne kan inddrages med forskellig grad af involvering og medansvar. Co-management litteraturen(Sen, Raakjaer Nielsen 1996) bidrager med koncepter for forskellige grader af involvering;

- Instruktiv; der er kun minimal udveksling mellem myndigheder og brugere. Kontakt er præget af myndigheder, der informerer brugerne
- Konsultativ; der er mekanismer hvor myndighederne kan konsultere brugere, men beslutningerne tages af myndighederne)
- Kooperativ; myndigheder og brugere samarbejder ligeværdigt i beslutningstagen
- Rådgivende; Brugere rådgiver myndighederne om beslutninger, og myndighederne bifalder disse råd og beslutter herefter
- Informativ; myndighederne har uddelegeret autoritet til at tage beslutninger til brugerne, der er forpligtede til at informere myndighederne om deres beslutninger.

I beskrivelsen af ad hoc processer omkring fiskerinddragelse i udvælgelse og test af redskaber vil vi derfor fokusere på hvordan den cooperative forskning forløber (samspil mellem EBK og RBK), i hvilke faser fiskerne inddrages og hvordan de inddrages (instruktivt, konsultativt, kooperativt, rådgivende eller informativt).

4 Modeller for inddragelse af fiskere i valg og test af redskaber

Der foregår løbende justeringer og tilpasninger af trawl (og andre redskaber) på det enkelte fartøj, hvor skipper i samarbejde med vodbindere justerer redskabet i forhold til det enkelte fartøj, så det fanger mere effektivt, undgår uønskede fangster, giver mindre bundpåvirkning og dermed brændstofforbrug mv. Det kan ske uden indgriben fra fiskerikontrollen, så længe redskaberne overholder de relativt detaljerede beskrivelser i norsk eller EU reguleringen og teknisk foranstaltninger.

De nedenfor beskrevne modeller for fiskerinddragelse omhandler alle udvikling af redskaber, der *går ud over* redskabsbeskrivelserne i reguleringen. Det vil sige ændringer, der måske bryder med de tekniske foranstaltningers beskrivelse af godkendte redskaber. Selvom den enkelte fisker måtte vurdere sådanne justeringer eller nyudviklinger som brugbare, kan de ikke anvendes før de anerkendes som legitime til brug i det pågældende fiskeri. For at få den politisk godkendelse skal der foreligge videnskabelig dokumentation for miljøpåvirkning, især selektivitet.

Fokus i beskrivelserne er derfor hvilken rolle fiskerierhvervet har i de processer der omhandler redskabsudvikling, der skal gennem videnskabelig dokumentation og politisk accept. De gælder hvordan de redskaber til test identificeres, hvordan det besluttes om de skal pre-test (screening) og/eller videnskabelig test, samt hvordan i hvilke faser og hvordan fiskerividen inddrages i processerne. For overblikkets skyld præsenteres de enkelte processer derfor i tabeller, med fase-inddeling, beskrivelse og i nogle faser hvilken videnstype (erfarings- eller forskningsbaseret) der inddrages. Endelig i hvilket omfang fiskerne inddrages i beslutningstagen.

4.1 Den danske model for redskabstest – suppleret med fiskerscreening af forslag til redskabsændringer

I forbindelse med projektet har vi haft lejlighed til at følge en del af en ad hoc proces hvor fiskere fik mulighed for at screene forskellige redskabsjusteringer, som et supplement til den traditionelle proces, der hovedsagligt er top-down. Vi beskriver her den traditionelle proces og ad hoc processen knyttet til screening af redskabsjusteringer for små trawlere og snurrevodsfartøjer i Skagerrak.

a) Den traditionelle danske model for redskabsforsøg

Redskabsudvikling og test er generelt forankret hos Institut for akvatiske ressourcer på DTU-Aqua, som rummer det tidligere sektorforskningsinstitut på fiskeriområdet og fortsat har resultatkontrakt med ministeriet. DTU Aqua har et tæt samarbejde med fiskerierhvervet; mange års arbejde med redskabstest, via fiskeriobservatører der er DTU-Aqua medarbejder, biologisk forskning mv. Der er derfor etableret et gensidigt kendskab og relationer mellem DTU-Aqua og fiskere og fiskeriforening. Derfor foregår der en løbende og uformel dialog mellem medarbejdere på DTU-Aqua og Danmarks Fiskeriforening (nu DFPO) og centrale skippere. De optræder derfor ofte med en uformel konsultativ og rådgivende rolle i redskabsudviklingsprocesserne – også i den traditionelle model.

<i>Fase</i>	<i>Beskrivelse</i>	<i>Videns -type</i>	<i>Inddrag -else</i>
	Top-down udviklingsproces		
0	Løbende kontakt mellem forskere (DTU-Aqua og enkeltfiskere, samt deres organisation; Danmarks Fiskeriforening PO - DFPO)	EBK	Kons
1	Forskere fra DTU Aqua svarer på forespørgsler fra NaturErhvervstyrelsen under Fødevareministeriet eller de tager selv skridt til at udvikle redskaber, der kan løse hvad de opfatter som de væsentligste problemer for fiskeriet som følge utilstrækkelig selektivitet i eksisterende redskaber. I det omfang projekterne finansieres ved fondsmidler har fiskerierhvervet nogen indflydelse via rådgivende organer.		(kons)
2	DTU Aqua gennemfører desk research og designer det nye redskab. Det fremstilles i reduceret størrelse af en internt ansat vodbinder og bliver testet på forskellig vis, herunder ofte ved brug af prøvetank for at teste for træk, geometri af masker mv.	RBK	
3	Danmarks fiskeriforening PO faciliterer kontakt med fiskere der er interesserede i at udleje deres fartøj og mandskab til forsøgsfiskeri mod betaling på dagsbasis. Redskabet der skal testes er lavet i fuldskala, ofte i samarbejde med den vodbinder fartøjet plejer at bruge. Herefter kan forsøgsfiskeriet finde sted. Valg af hvilket fartøj, der anvendes til forsøgsfiskeriet baseres på DTU-Aquas krav til fartøj og betaling samt deres tidligere erfaringer med forsøgsfiskeri på forskellige fartøjer.	EBK+ RBK	Kons
4	Bearbejdning af data indsamlet under forsøgsfiskeriet, test i prøvetanken og teoretiske beregninger. Det leder til den videnskabelige dokumentation for resultatet af redskabsforsøget, som er en betingelse for at redskabet kan blive godkendt ifølge dansk og EU lovgivning.	RBK	
5	Data og dokumentation for egenskaber ved redskabet, især selektivitet, som er forberedt af DTU Aqua overdrages til NaturErhvervstyrelsen. Herfra begynder den politiske proces. Denne proces involverer interaktion og forhandling Mellem forskellige EU institutioner som STECF, EU kommissionen, EU Parlamentet og Rådet. Disse processer ligger dog udenfor hvad vi har beskæftiget os med i projektet.		
6	Når den politiske proces er afsluttet kan det nye redskab – hvis det accepteres – tages i brug af erhvervet under de betingelser der måtte være knyttet til redskabet. Alt efter resultatet af den politiske proces kan anvendelsen af redskabet være obligatorisk eller tilbydes som et alternativ til andre typer af redskaber.		Instr.

De to danske processer – der interagerer, er illustreret i bilag 1.

b) Fisker screening af justerede redskaber, som en bottom-up proces

I forbindelse med de dansk/svensk/norske forhandlinger om discardforbud i Skagerrak i 2012 blev det besluttet at øge maskemålet i fangstposerne på trawl fra 90 til 120 mm. Dog kunne de 90 mm fastholdes hvis der blev anvendt det såkaldte Seltra-trawl, der har et toppanel med større masker for at tillade torsk at undslippe. En række fartøjer reagerede på denne beslutning og hævdede via Danmarks Fiskeriforening, at de havde specielle forhold, der gjorde at de ikke ville være i stand til at fortsætte fiskeriet med disse redskaber. Det drejede sig om små trawlere med lav motorkraft samt snurrevods fartøjer. Småtrawlerne hævdede at det beskrevne seltratrawl med toppanel ikke passede i deres små trawl og ville lukke alt for

mange fisk ud ved indhaling. Snurrevods fartøjerne anførte, at de ikke har samme træk i trawlet som de egentlige trawlere. De beskrevne redskaber ville derfor have en langt højere selektivitet for snurrevod end for trawl – med tab af fangst til følge. Dette førte til etableringen af en ad hoc proces for test af redskaber, der var justeret til netop disse typer fartøjer. Det er denne ad hoc proces, der præsenteres nedenfor som screening af justerede redskaber.

Ad hoc processen vil fungere som en justering af en top-downproces hvor seltra-trawlet blev udviklet og testet, men vil føde ind i en ny videnskabelig proces, svarende til den ovenfor beskrevne top-down-proces. Den beskrives derfor som en fortsættelse af denne.

Fase	Beskrivelse	Videns -type	Inddrag -else
	Bottom-up screening		
7	Fiskere oplever (eller forestiller sig) problemer med det påbudte fiskerredskab, som ikke kunne, eller ikke blev forudset i det oprindelige forsøgsfiskeri med kun et fartøj. Da fiskeflåden er forskelligartet med hensyn til fartøjsstørrelser og udformning samt fiskemetoder virker den oprindelige one-gear-fits-all løsning ikke for alle fartøjer.	EBK	
8	DFPO opsamler oplevede problemer fra enkelt skippere og retter henvendelse til NaturErhvervstyrelsen om de mest presserende redskabsrelaterede problemer.	EBK	
9	Fiskerne præsenterer deres ideer til redskabsløsninger; herunder hvordan de lever op til kravene om selektivitet. Forslagene sendes til DTU Aqua, der på baggrund af deres hidtidige erfaringer evaluerer forslagene og vurderer om de i rimeligt omfang lever op til de gældende standarder, især for selektivitet. Denne evaluering bygger ikke på videnskabelige tests, men på forskernes generelle viden fra hidtidig forskning.	EBK (RBK)	Kons/ rådg
10	Hvis fiskernes dokumentation for påtænkte redskabsændringer vurderes som tilstrækkelig og forslaget synes acceptabelt med hensyn til selektivitet, anbefaler DTU-Aqua at NaturErhvervstyrelsen og fiskerikontrollen giver dispensation til at redskabet anvendes i en nærmere aftalt periode. Den ansvarlige skipper forpligter sig til løbende at opsamle erfaringer med brug af redskabet til en evaluering af redskabet ved periodens udløb. I dette tilfælde løb testperioden over seks måneder, hvor 7 fartøjer (2 trawlere og 5 snurrevods fartøjer) deltog med hver deres variation af redskabet, således at hhv. 2 og 5 forskellige redskabsvariationer blev testet (screenet?).	EBK	
11	DFPO opsamler erfaringer fra de fem deltagende fiskere. En biolog fra fiskeriforeningen sammenskriver og konkluderer på resultatet fra fartøjernes forsøg. På den baggrund anbefaler DFPO hvilke(t) redskab, de ønsker, skal indgå i en videnskabelig test med henblik på politisk godkendelse. I dette tilfælde blev evalueringen fra fiskeriforeningen diskuteret på et møde mellem forskere fra DTU-Aqua, NaturErhvervstyrelsen, de involverede fiskere og fiskeriforeningen. Mødet anbefalede at gå videre i en videnskabelig test af to redskabsvariationer (et for hver fartøjstype). Den ene redskabsvariation var	EBK/ RBK	Rådg.

	ikke blevet testet, men specifikationerne blev formuleret under mødet på baggrund af erfaringerne fra forsøgene ² .		
12, ny 2	Forvaltningen beslutter (bl.a. efter konsultation med DTU) om de foreslåede forsøg kan finansieres og indgå i fase 2	(RBK)	

De to danske processer – der interagerer, er illustreret i bilag 1.

I forbindelse med den traditionelle model inddrages fiskerierhvervet på konsultativ vis i forbindelse med udpegning af fartøjer hvorpå de videnskabelige test kan foregå. Desuden sikrer de uformelle kontakter mellem forskningen/forvaltningen og fiskeriet en konsultation af erhvervet omkring prioriteringer af projekter og løsningsforslag.

I den beskrevne bottom-up proces er problemlidentifikation sket i erhvervet, ligesom forslag til løsningsmodeller og dermed redskaber til test udpeget af erhvervet selv. Baseret på erfaringer vurderer forskningen (på vegne af fiskerikontrollen) hvilke af de foreslåede redskabsvariationer, der kan dispenseres for så de kan testes af over en periode. Dermed sker der en screening af redskabsforslagene baseret på erfaringsbaseret viden. Erhvervet samler op og rådgiver om hvilke redskabsvariationer de ønsker der arbejdes videre med i en videnskabelig test. I denne sammenhæng etableres altså en egentlig screeningsfase, hvor fiskerideer, valideret af forskningen, afprøves før den egentlige videnskabelige test.

4.2 To norske veje til redskabsudvikling (baseret på beskrivelse fra Terje Jørgensen, IMR)

Megen udvikling og tilpasning af fiskeredskaber (særlig hvad gælder fangst- og energieffektivitet) sker i et direkte samarbejde mellem norske skippere, redere og vobindere. Forskning kan i den forbindelse undertiden inddrages på konsulentbasis.

Udvikling af redskaber med den hensigt at fokusere på selektivitet, uregistreret fiskedødelighed, bifangst eller andre miljømæssige påvirkninger af redskabet gennemføres imidlertid primært af forskningsinstitutioner, hvoraf de vigtigste er Havforskningsinstituttet, Sintef fiskeri og havbruk, Universitetet i Tromsø og Møreforskning. Finansiering kommer hovedsageligt fra fagmyndigheder (Nærings- og fiskeridepartementet), Forskningsrådet og FHF (Fiskeri- og havbruksnæringsens forskningsfond). Tidligere var der en ordning med forskningskvoter til forsøg (trukket fra de nationale fiskekvoter). Disse blev tildelt forskningsinstitutioner og kunne bruges til at gennemføre forsøg og leje af kommercielle fartøjer. Denne finansieringsform er nu erstattet af rene pengemidler via en erhversafgift, der forvaltes af Fiskeridirektoratet.

Vi beskriver her to norske "hovedveje" til udvikling af fiskeredskaber; a) iværksat efter indspil fra forvaltning eller forskningsinstitutioner b) iværksat efter indspil fra næringen selv gennem deres eget forskningsfond, FHF. De norske modeller afspejler forskellige finansieringskilder. I den første er det myndighederne der finansierer. Her inddrages erhvervet konsultativt i udpegning af forsøg, der skal igangsættes. Fiskernes erfaringsbaserede viden inddrages i forbindelse med fuldskala forsøg. Den anden beskrevne proces sker i regi af FHF, der er finansieret af eksportafgifter fra erhvervet. Erhvervet har derfor større indflydelse på at formulere strategien for fonden og dermed styre hvilke problemområder, der prioriteres. Herefter er det FHF, der er domineret af erhvervsrepræsentanter, der kan indkalde forslag til redskaber (og andet) til test og udvikling.

² Fra observation i dialogmødet i august 2014.

a) Forvaltnings- eller forskningsinitieret redskabsudvikling

Når det gælder udvikling af redskaber specielt med henblik på at reducere eller kontrollere de miljømæssige påvirkninger er det specielt udviklingsforløb, er disse oftest sat i gang af forvaltningsorgan eller forskningsinstitutter. Her er der ofte samfundsmæssige målsætninger (eller behov), der styrer udviklingen – behov, der dermed kan opleves som udefrakommende af erhvervet. Erhvervet kan dog i forskelligt omfang via organisationerne medvirke til at identificere forskningsområder og sende opfordringer om forskningsinitiativer til ministeriet eller forvaltningsorgan. I dette tilfælde følger udviklingen i høj grad en top-down model svarende til den første danske model:

<i>Fase</i>	<i>Beskrivelse</i>	<i>Videns -type</i>	<i>Inddrag -else</i>
	Redskabstest via IMF/Fiskeridirektoratet		
1	IMR (Havforskningsinstituttet) eller anden forskningsinstitution begynder en proces med design af de ønskede modifikationer af redskabet, ofte i en konsultativ dialog med fiskere	RBK EBK	Kons
2	En prototype udvikles og bliver testet i en prøvetank eller et forsøg i small-skala til havs. Redskabet bliver rettet til og testet igen alt efter hvad testen viser	RBK	
3	Der gennemføres fuldskala forsøg om bord på et eller flere kommercielle fartøjer	RBK/ EBK	
4	Der udarbejdes dokumentation for det tekniske performance af redskabet	RBK	
5	Der foregår en politisk proces for at vurdere om redskabet kan anvendes		
6	Tilladelse til at anvende redskabet indarbejdes i de tekniske regler		Instr.

b) Næringsinitieret forskning (bottom up)

Industrien har mere indflydelse på retningen af forskning og udvikling via Fiskeri- og Havbruksnæringens forskningsfond (FHF), der er tilknyttet Nærings- og Fiskeridepartementet. Fondet finansierer forskning og udvikling i fiskeri- og havbrugserhvervet og får sine midler fra en afgift på 0,3 % af eksportværdien af al seafood. FHF ledes af syv personer fra industrien, der er udpeget af ministeriet.

FHF arbejder ud fra en handlingsplan, som er udarbejdet i tæt dialog med erhvervet (fiskeri og havbrug). Handlingsplanene indeholder blandt andet en række prioriterede udviklingsområder. Ud fra de prioriterede områder inviteres forskningsinstitutioner eller forskningsgrupper til at komme med projektideer som så vurderes af fondet. FHF gir normalt ikke støtte på basis af ansøgninger for projekt udenfor deres egne prioriterede udviklingsområder. Under FHF er der et specielt program der omhandler fiskeriteknologi (herunder redskaber). Projekter, der støttes af FHF har almindeligvis en styregruppe med medlemmer fra fiskerierhvervet for at sikre en tæt erhvervsinvolvering i forbindelse med udførelse af projekterne.

I dette tilfælde følger processen mere en bottom-up model (også beskrevet på FHF's hjemmeside, FHF.no):

<i>Fase</i>	<i>Beskrivelse</i>	<i>Videns -type</i>	<i>Inddrag -else</i>
	Redskabstest via FHF		
1	Områder for forskning og udvikling prioriteres fra erhvervet	RBK/ EBK	Rådg.
2	Prioriteringerne indarbejdes i FHF's R&D strategi		
3	Projekt ideer- og beskrivelser udarbejdet af forskningsinstitutioner og grupper godkendes af FHF	RBK	
4	Udvikling og test af redskaberne sker i samarbejde med fiskerierhvervet (Den konkrete proces er ikke fuldt beskrevet)	RBK/ EBK	
5	Resultaterne spredes blandt andet til fiskerierhvervet		
6	Om nødvendigt igangsættes en politisk proces med indarbejdelse i de tekniske reguleringer		
7	De nye redskaber kan bruges af erhvervet		Instr.

4.3 Svensk model for involvering af interessenter i udvikling af selektive redskaber

Sekretariatet for selektivt fiskeri er placeret hos Havsfiskelaboratoriet i Lysekil, SLU, Institutionen for akvatiske ressourcer af Havs- og Vattenmyndigheten (HaV)³ [her kunne uddybes hvad HAV er]. Sekretariat har til opgave at fremme og stimulere udviklingen af selektivt fiskeri og støtte fiskerierhvervet i at leve op til de krav, som stilles i den nye fælles fiskeripolitik i EU.

Sekretariatets opgave defineres som:

- At fungere som brevkasse for at indsamle ideer fra erhvervet om selektivt fiskeri
- At bygge "samrådsgrupper" for de områder, der er prioriteret af myndighederne (HaV) og styre møderne mellem erhverv og forskere for at udvikle ideer til projekter
- At udvikle projektplaner og økonomi og foreslåede ideer, sammen med forslagsstillere og erhvervet
- At skaffe nogen til at gennemføre de projekter, der er besluttet af HaV (SLU)

³ Havs- og vattenmyndigheten, HaV er den statslige miljømyndighed, der blandt andet har til opgave at forvalte fiskeriet.

Konkret leder dette til følgende proces for identifikation, test og dokumentation af nye redskaber (Lövgren 2014, SLU):

<i>Fase</i>	<i>Beskrivelse</i>	<i>Videns-type</i>	<i>Inddrag-else</i>
	Redskabstest via "sekretariatet for selektivt fiskeri"		
1	Sekretariatet for selektivt fiskeri, SLU, opsamler ideer til selektive redskaber fra interessenter; fiskere, vodbindere, NGO'er og forskere. Forslagene kan <ul style="list-style-type: none"> - Sendes direkte til sekretariatet eller - Præsenteres i forbindelse med halvårslige møder med interessenter (Fiskere, vodbindere, Forvaltere, fiskerikontrol, NGO'er og andre) 	EBK	Kon
2	Forslagene sendes til diskussion i én af fire "samrådsgrupper". I samrådsgrupperne deltager repræsentanter fra HaV samt repræsentanter fra forskellige kategorier af fiskere, vodbindere samt eventuelt repræsentanter fra relevante interesseorganisationer.	EBK/ RBK	Kons/ rådg
3	På baggrund af diskussion i samrådsgrupperne formulerer SLU-sekretariatet egentlige projektforslag med budget.		
4	En styregruppe hos HaV beslutter hvilke projekter, der kan finansieres.		
5	SLU-sekretariatet står herefter som projektejer og skal sikre projektets gennemførelse, blandt andet ved at finde fartøj/fisker (eventuelt flere) til at gennemføre forsøget. Det sker ved et udbud, hvor interesserede fiskere tilbyder deres deltagelse og fartøjer til testen af det udvalgte redskab.		
6	Redskabet bygges, i et samarbejde mellem fisker, vodbinder og fiskerikontrol (for at sikre at selektiviteten skønnes tilstrækkelig høj)	EBK	
7	En periode hvor fiskeren selv tester redskabet. Her sker en egen opsamling af erfaringer og mulighed for modifikationer, så redskabet passer til det enkelte fartøj.	EBK	
8	Når redskabet skønnes tilfredsstillende gennemføres en videnskabelig evaluering af SLU.	RBK	
9	Resultatet af evalueringen opsamles i en videnskabelig dokumentation, der videregives til Hav	RBK	
10	Den politiske proces, hvor HaV sender dokumentation til vurdering i EU; STECF og EU-kommissionen med henblik på at det kan accepteres og dermed anvendes i det pågældende fiskeri.		Inst.

Forløbet af den svenske model er illustreret i bilag 2.

Den svenske model for udvikling af selektive redskaber har indbygget en intention om at inddrage fiskerideer i processen. Der er derfor etableret et samarbejdssystem ved halvårslige møder og "samrådsgrupper" for at opsamle og vurdere (og kvalificere) ideer til udvikling af mere selektive redskaber. I disse faser er fiskere (og andre interessegrupper) inddraget på konsultativ vis, og virker til at være rådgivende mht. udpegning af forslag, som SLU sekretariatet skal bearbejde til egentlige projektforslag. Fiskererfaringer inddrages igen i forbindelse med selve testen, hvor redskaberne udvikles til det enkelte fartøj med inddragelse af fiskere og vodbindere, og der sker en tilpasning og forundersøgelser af fiskeren, inden redskabet bliver videnskabeligt testet af medarbejdere fra SLU.

4.4 Opsamling på gennemgang af eksempler på redskabsudviklingsprocesser i de tre lande

Her er præsenteret frem forskellige processer for udvælgelse og test af redskaber til efterfølgende politisk godkendelse før de kan anvendes. De fem processer er ikke fuldt dækkende, men giver det bredt billede af hvordan fiskerierfaringer, -viden samt prioriteringer inddrages på forskellig vis i Danmark, Norge og Sverige.

Gennemgangen viser, at i selve de videnskabelige tests inddrages fiskerividen i et vist omfang sammen med forskningsbaseret viden i selve fangstprocessen, mens resten er præget af videnskabelig bearbejdning af data – og i øvrigt politiske vurderinger af resultaterne som forudsætning for godkendelse af redskaberne. Herefter instrueres fiskeriet i hvilke redskaber der må anvendes. Erhvervet har primært indflydelse i forbindelse med udpegning af redskaber til test, eller i forbindelse med ikke-videnskabelige tests – screeninger. Valg af hvilke redskaber og design, der skal udvikles og testes sker oftest i konsultation med erhvervet (erhvervet forespørges, men har ikke beslutningskraft), der kan pege på behov og formentligt også forslag til designretning. På samme måde sikrer en tæt og løbende kontakt mellem fiskere og forvaltning/kontrol samt forskere en løbende udveksling af fiskerierfaringer i udviklingsprocesserne.

Egentlig rådgivning (fiskere indstiller til beslutning, der som oftes følges af de formelle beslutningstagere) ses primært i forbindelse med screeningsprocessen; i dansk sammenhæng, hvor fiskere foreslog redskabsjusteringer til afprøvning, hvor myndighederne (via forskningen) kun begrænsede ved vurderinger af selektivitet og i forbindelse med valg af hvilke(t) redskab de skulle gå videre til videnskabelig test. I svensk sammenhæng hvor samråd indstiller til hvilke af de foreslåede redskaber, der skal udarbejdes projektforslag på.

4 Konklusion

Det var oprindeligt intentionen at 3.4 skulle foreslå en metode til at opsamle ideer fra fiskere til justering og ændring af fiskeredskaber. Screeningen skulle sikre at de af fiskernes forslag, der påvirkede selektiviteten (og dermed udfordrede redskabsreguleringen), kunne samles op og vurderes om de på et erfarings- og videnskabeligt grundlag virkede realistiske at gå videre med i en egentlig videnskabelig test.

Undersøgelsen i de tre lande viste, at fiskere i forskellig grad allerede involveres i udvælgelse af hvilke redskaber, der skal undersøges/teste enten preliminært (en screening) eller direkte med det fulde videnskabelige setup og at de i forskellige grad er involveret i de videnskabelige forsøg, der kan lede til politisk accept af brug af nye redskaber. Disse processer er kun delvist beskrevet, hvorfor vi har valgt at fokusere på at beskrive nogle af disse processer i 3.4.

Vi har derfor i projektet søgt at skitsere forskellige konkrete metoder/tiltag til fiskerinddragelse i hhv. Danmark, Norge og Sverige. I stedet for at levere forslag til en screeningsplatform, kan vi således bidrage med et første forsøg på en systematisk beskrivelse af tiltagene og hvor og hvordan de gør brug af fiskerividen og giver erhvervet indflydelse på beslutninger. Dette kan forhåbentligt inspirere myndigheder (og fiskere) i de øvrige lande til at finde nye måder at sikre inddragelse af fiskerividen i udvælgelse og test af nye redskaber. Ved i højere grad at involvere fiskerne i disse processer er det håbet, at de udviklede redskaber i højere grad passer til det konkrete behov i fiskeriet, og at test og godkendelsesprocessen for det enkelte redskab forkortes og billiggøres. Dette kunne bidrage til godkendelse af flere redskaber, der er specifikt tilpasset konkrete flåder og områder, så den enkelte fisker har flere redskaber at vælge mellem for at kunne tilpasse sig fiskeri.

Referencer:

DG MARE 2013. *Proposal for a regulation amending the technical measures and control regulation to implement the landing obligation*. AP. 2013/MARE/108.

FHF: Hvordan arbeider FHF?, side på *FHF.no*. <http://www.fhf.no/hvordan-arbeider-fhf/>, Hentet 8/12-2014.

HARTLEY, T.W., 2008. Cooperative research program goals in new England: Perceptions of active commercial fishermen. *Fisheries*, **33**(11), pp. 551-551-559.

JACOBSEN, R.B., WILSON, D.C.K. and RAMIREZ-MONSALVE, P., 2012. Empowerment and regulation – dilemmas in participatory fisheries science. *Fish and Fisheries*, **13**(3), pp. 291-302.

JOHNSON, T.R. and VAN DENSEN, W.L.T., 2007. Benefits and organization of cooperative research for fisheries management. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, **64**(4), pp. 834-840.

LORDAN, C., Ó CUAIG, M., GRAHAM, N. and RIHAN, D., 2011. The ups and downs of working with industry to collect fishery-dependent data: the Irish experience. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, **68**(8), pp. 1670-1678.

Lövgren, Johan 2014. Personlig kommunikation på Havsfiskelaboratoriet i Lysekil, SLU juni 2014 og skriftlige bidrag)

MACKINSON, S., WILSON, D.C., GALIAY, P. and DEAS, B., 2011. Engaging stakeholders in fisheries and marine research. *Marine Policy*, **35**(1), pp. 18-24.

MCCAY, B.J., JOHNSON, T.R., MARTIN, K.S. and WILSON, D.C., 2006.
Gearing up for Improved Collaboration: the Potentials and Limits of Cooperative Research for Incorporating Fishermen's Knowledge. *Proceedings of the American Fisheries Society/Sea Grant Symposium* partnerships for a Common Purpose: Cooperative Fisheries Research and Management. American Fisheries Society.

SEN, S. and RAAKJAER NIELSEN, J., 1996. Fisheries co-management: a comparative analysis. *Marine Policy*, **20**(5), pp. 405-418.

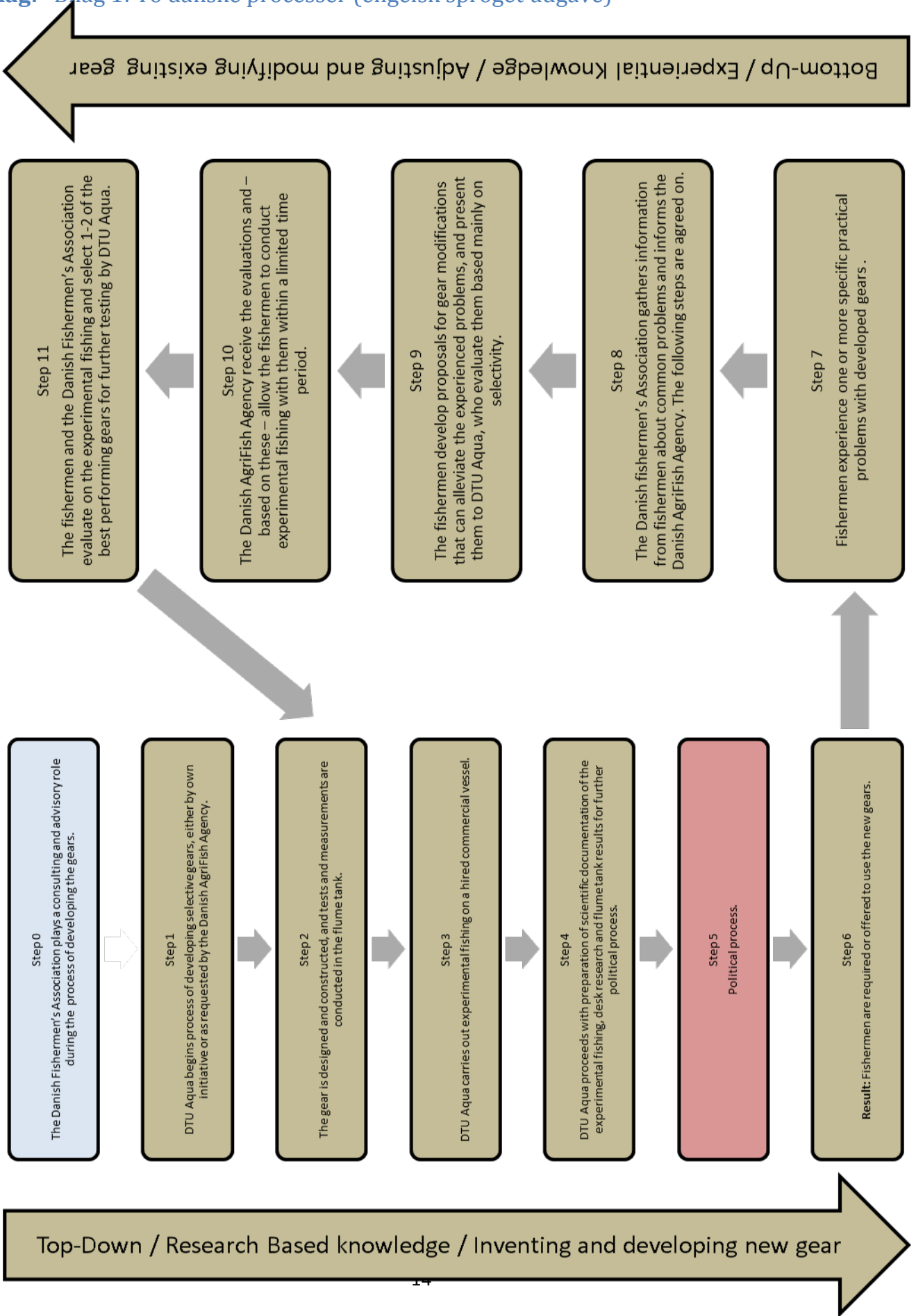
SLU: Sekretariatet för selektivt fiske. Side på *SLU.se*. <http://www.slu.se/sv/institutioner/akvatiska-resurser/selektivt-fiske/> Hentet 8/12-2014

WIBER, M., BERKES, F., CHARLES, A. and KEARNEY, J., 2004. Participatory research supporting community-based fishery management. *Marine Policy*, **28**(6), pp. 459-468.

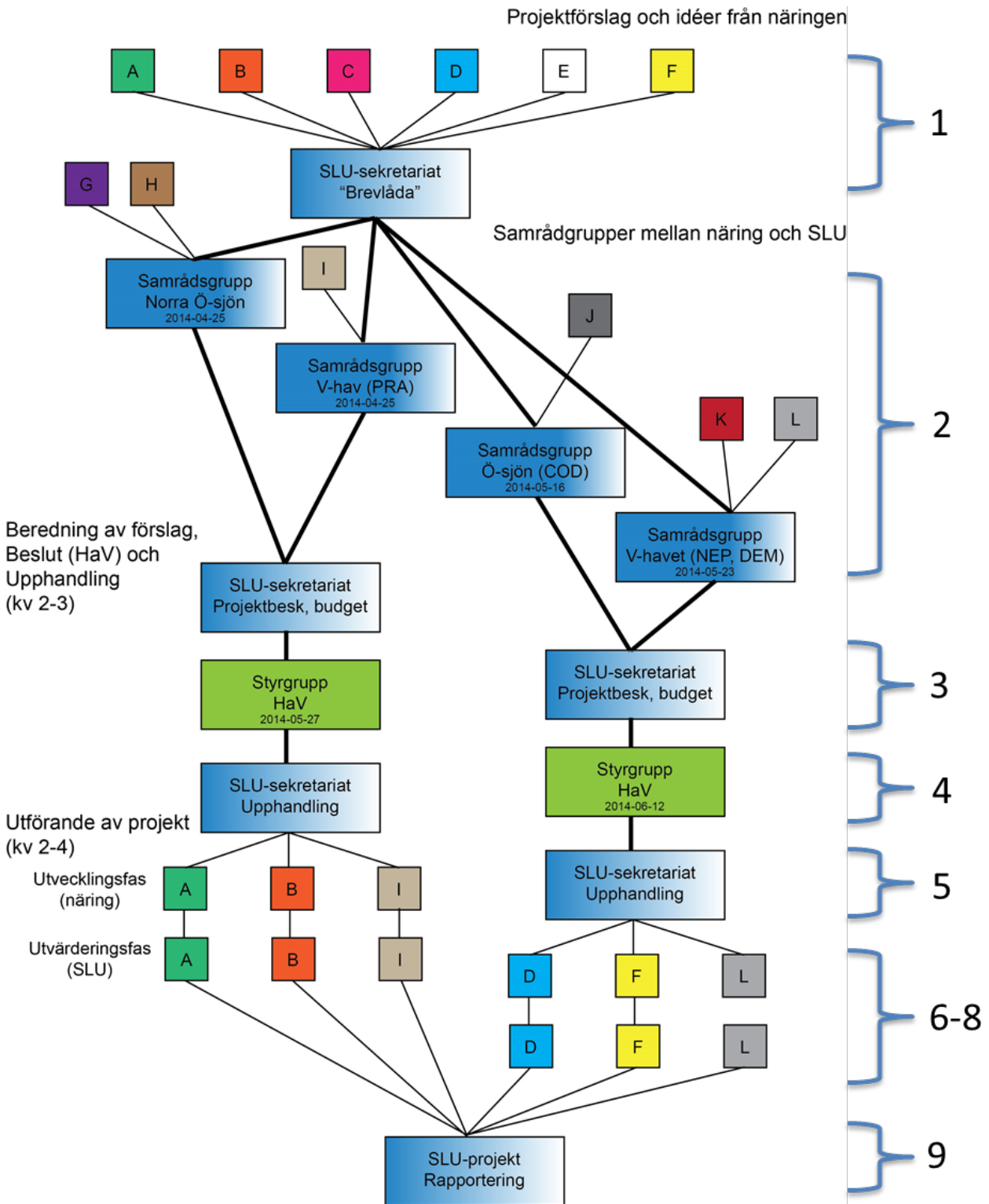
WILSON, D.C., 1999.
Fisheries Science Collaborations: The Critical Role of the Community. Research Publication No. 45. Denmark: Institute for Fisheries Management and Coastal Community Development.

Model of the Danish fishing gear development processes

Bilag: Bilag 1: To danske processer (engelsk sproget udgave)



Bilag 2: Svensk process for Selektivt fiskeri – faserne markeret til højre



Appendix 6

ØBJ-FISK - Økonomisk bæredyktigt jomfruhummerfiskeri i Skagerrak og Kattegat – Referat fra arbejdsrunde 2.

Guldborg Søvik, Søren Eliassen, Johan Lövgren, Jordan Feekings, Mats Ulmestrand, Henrik Lund, Gregers Jakobsen, Rikke P. Frandsen



ØBJ-FISK - Økonomisk bæredyktig jomfruhummerfiskeri i Skagerrak og Kattegat

Referat fra arbeidsmøte

Hirtshals 14.11.2014 09:30-14:30
Workshop (andre og siste) fiskere-forvaltere-forskere-fiskeindustri
Gjester: tre journalister + representant fra Interreg

Vedlegg: agenda + deltagerliste

Møteleder: Søren Eliassen
Referent: Guldborg Søvik

Velkommen: Rikke.

Presentasjon av prosjektet. To prosjektmål:

- maksimere økonomien i krepsefisket
- bestanden skal utnyttes bærekraftig

Hva kan vi gjøre for å nå disse målene:

- bedre kjennskap til hva som påvirker bestanden
- Maksimere pris
- Maksimere uttaket

Første ws i prosjektet: de største utfordringene i krepsefisket i KASK-området. På den ws'en sorterte vi utfordringene i røde, gule og grønne kategorier. Den røde kategorien var de utfordringene som virkelig kunne påvirke fiskeriet. Her ble det nevnt områdelukning, nedsatt minstemål, lave priser, discardforbud.

Debatten i dag: teinefiske, nedsatt minstemål.

Nedsatt minstemål vil være en enkel måte at redusere discarden betraktelig.

Orientering ved dagens møteleder: Søren

Presentasjon av dagens program/agenda

Utbredelse og genetikk: Guldborg

Vi har ikke klart å påvise noen genetisk struktur i KASK-området. Det tyder på at all krepsen her utgjør EN stor biologisk populasjon. Vi fant heller ingen forskjell mellom krepsen i KASK-området og i Norskerennen eller på Island. Den eneste prøven som skilte seg delvis ut var den fra Scotland.

Fiskeriene i de tre skandinaviske landene: Søren

Landinger: nivåforskjell mellom krepselandinger i N, S, DK. Danmark har de største landingene, så kommer Sverige og deretter Norge.

Redskaper: trål med toppanel, trål med sorteringsrist, bifangst i reketrål, teiner.

Forskjellig fordeling av landingene fra N, S, DK på de forskjellige redskapstypene. Ingen danske fiskere som fisker med rist p.t. Rist er utbredt i Sverige. Ingen dansker fisker med teiner, mens teinelandet kreps utgjør ca 25% av de svenske landingene.

Verdi av landinger: Kiloprisen er høyest i N: 88 kr (72 i S, 60 i DK – alt i danske kr.). Høyere kilopris reflekterer sannsynligvis den høyere prisen man får for teinefanget kreps.

Kvoter: forskjell i redskapsbruk kan delvis forklares i forskjeller i størrelsen på fiskekvoter i de tre landene. 4 x høyere kvoter på fisk enn kreps i DK => blandet fiskeri. S: kvotene på fisk er av samme størrelse som kvoten på kreps.

Trålgrense og bunnforhold gir plass til teiner langs den svenske kysten. Trålgrensen er rykket ut nylig. Lite konflikt mellom teiner og trål.

Konklusjon: Samme ressurs, men veldig forskjellige fiskerier: Mengder, fangstsammensetning, redskaper, samme redskapsregler men forskjellig tilgang til fisket og forskjellige naturforhold. Dessuten forskjeller på organisering av kvoterettigheter, flåtestruktur.

Effekter på havbunn av teiner: Rikke

Liten effekt relativt til andre redskapstyper. Det er ikke påvist noen negative effekter av teinefiskeri etter sjøkreps. Det fokuseres ofte på sjøfjær når det er snakk om bunnpåvirkning. Om man setter en teine oppå en sjøfjær eller drar en teine over en sjøfjær, vil den reise seg igjen.

Forsøk med video på teine som settes ut. Videoopptakene viser at teinen landet rett ned på bunnen. Ved hiving trekkes teinen litt etter bunnen, men man vet ikke akkurat hvor langt. Men teinen påvirker litt mer enn akkurat det arealet den stod på.

Konklusjon: teinene påvirker et areal som er større enn de selv. Teiner påvirker ikke de dyrene som de rammer, heller ikke sjøfjær. Skal teiner tillates brukt i lukkede områder må størrelsen på det påvirkede arealet tallfestes, videre må man se på muligheter for å minske dette arealet.

Svensk krepsefiske: Johan

Forskjellige typer redskap: teiner, trål, trål med rist. Hvor, når, bunnpåvirkning. Utkast av kreps, utkast av andre arter.

Landinger pr redskap: 25% teiner, 50% trål med rist, 25% trål.

Flytting av trålgrense lenger ut fra land => Økning i bruk av teiner og trål med rist.

Når er toppen i fisket: teinefisket har topp i april-mai. Trål og trål med rist: topp i Q3.

Geografisk plassering av fisket: teiner kystnært og i nord (Skagerrak), trål med rist i de nye områdene etter flytting av trålgrense, trål uten rist lenger ut enn ristfisket.

Størrelse: de største individene fanges i teiner. Ingen forskjell mellom trål og trål med rist.

62% <40 mm (minstemål) i trål. 11% <40 mm i teiner.

⇒ 0,72 kg utkast pr kg landet kreps (trål), 0,13 kg utkast pr kg landet kreps i teiner.

Sverige har gjennomført forsøk med rist for å sortere ut småkreps.

Andel hoer er ikke forskjellig mellom trål og teiner, men andelen rognhoer er mye større i teiner enn i trål.

Bifangst av andre arter i krepsetrål, mix, trål med rist, teiner.

Mest bifangst i vanlig trål uten rist

Trål med rist: mye flatfisk

Litt torsk i teiner. 100% overlevelse av utkastet fra teiner.

Bunnpåvirkning: 2,3 m² pr 1 kg landet kreps (teiner). 13.750 m² per 1 kg landet kreps (trål). Ziegler and Valentinsson (2008), Nilsson and Ziegler (2006).

Avsetningsmuligheter av teinefangede kreps: Søren på vegne av Chrisfish Danmark AS, Niels Erik Bertelsen

Godt marked for levende kreps. Prisen ligger 20-30 kr over pris på trålfanget kreps.

Det danske marked er også interresert i å gi høyere pris for levende kreps.

Muligheter for avsetning av levende kreps i Sør-Europa. I dag kommer de fleste kreps på dette markedet fra Scotland.

Salg av levende kreps krever noe ekstra innsats ved håndtering på skipet. Krepsen må pakkes og komme på kjøøl umiddelbart, forskjellige typer emballasje er utviklet. Overlever krepsen 36 timer, fra landing til ankomst, kan man oppnå en merpris på 40 kr/kg i forhold til de trålfangede.

FØRSTE TEMA: TEINER

Gruppearbeid

Oppdeling i 3 grupper. Første halvtime: snakke om den erfaringen man har. To spørsmål: hvorfor er det ikke attraktivt/attraktivt å fiske med teiner.

Neste halvtime: tegn på kart områder der man kan forestille seg at det finnes en arealmessig nisje til å bruke teiner uten at det blokkerer for trålfiske (gir conflict).

Resultater fra gruppearbeidet:

GRUPPE 1:

Pluss: prisen (høyere, nisjeprodukt) (men med mer på markedet vil prisen sannsynligvis gå ned), miljøet (mindre bensinforbruk), mindre bunnpåvirkning.

Minus: hardt arbeid, plassmangel (brukskollisjon), fangstbarhet (fanges ikke så bra enkelte steder).

GRUPPE 2:

Pluss: bedre betalt, mindre drivstoff, fanger ikke fisk (bra ved manglende kvote), ikke utkastproblematikk.

Minus: økonomien (dyr oppstart), konflikter teiner – trål (problemstilling i Norge, men mindre i Sverige), risiko for unfair konkurranse (bekymring for om debatten om levende kreps ”snakker ned” trålfanget kreps, selv om kvaliteten her kan være like god), fanger ikke fisk (negativt når man har kvote, og noen må jo fange fisk), arbeidsmiljø, svensk lovgivning tillater for få teiner.

GRUPPE 3:

Pluss: større kreps i teiner (de største finnes på blandet bunn => 20% høyere pris), når bunnforhold umuliggjør tråling er teiner et bra valg, mindre drivstoff, teiner kan (muligens) brukes i stengte områder (men påvirkning på bunn må undersøkes nærmere).

Minus: teiner er mer arealkrevende (lenker kan ikke settes på kryss og tvers, og pladsen befiskes kun en tid, så flyttes til andre pladser), sameksistens bare mulig til en viss grad (=> konflikt), å håndtere teiner er tungt fysisk arbeid, stor avstand til krepsebunn i DK lar seg ikke kombinere med teinefiske (små fartøy), startinvestering er høyere for teiner sammenlignet med trål (kvart mill. vs. 30-40 000), lavere effektivitet per areal i teinefiske vs. Trålfiske.

Det finnes områder i (spesielt) Kattegat der det pr i dag ikke trawles og som derfor kunne brukes til teiner. Det vides dog ikke om eller hvor mange kreps, der er der. Der er blandt annet tale om områder tæt på rev. Videre finnes det et område på Revet i Skagerrak, men dette er kanskje litt for grunt. Her er det også veldig mange fritidsfiskere, så der kunne oppstå redskabskonflikter.

Kommentar: store kreps får man også i trål på nye områder. Store på ufiskede områder!

Lunsj/frokost

ANDRE TEMA: NEDSATT MINSTEMÅL

Plenumsdiskusjon

Innledning: Henrik Lund

Nedsetting av minstemål vil minske utkast.

11-13 cm stor kreps utgjør en stor andel i trålfangstene.

Om kreps blir omfattet av det kommende utkastforbudet, henger sammen med overlevelsen av utkastet kreps.

Andre krepsefiskeri i Nordsjøen har et helt annet minstemål: ned til 25 mm CL.

Spørsmålet er hvordan nedsetting av minstemålet vil påvirke bestanden. Bestanden har det for tiden godt, vil dette fortsette med et nedsatt minstemål? Hvordan vil det påvirke fiskernes økonomi å måtte lande mange små.

Utkast og bioøkonomiske effekter av endringer i minstemål: Jordan Feekings

Vil et nedsatt minstemål føre til større økonomisk bærekraft?

Vil et nedsatt minstemål opprettholde en sunn bestandsstatus?

Minstemålet er adskillig høyere i KASK-området enn i resten av Nordsjøen

20 mm i Bay of Biscay

25 mm i Nordsjøen

40 mm i KASK

Utkast av kreps < minstemål i KASK: 70% i antall, 52% i vekt.

Utkastet kan minskes på to måter:

- Økt utsortering, større maskevidde, maskeform, rist. Vil dette redusere inntekt?
- Sette ned minstemålet

Økonomisk effekt:

Tabell med beregnet fangstverdi og stigning i inntekt ved senking av minstemål.

To scenarier: øket TAC og konstant TAC (landinger).

Effekter på bestanden av endringer i minstemål: Mats Ulmestrand

Hva hender med eggproduksjonen?

Fekunditeten øker med CL. Ved 40mm CL er alle hunner blitt kjønnsmodne, dvs 90% har egg (de største hunnene hopper over eggproduksjon innimellom).

Det er vist at 25% av utkastet kreps overlever. Ved et minstemål på 40mm, vil de som hives ut igjen, produsere 24.000 mill egg. Ved et nedsatt minstemål til 25mm, vil de som hives ut igjen produsere 450 mill egg. -98% forandring sammenlignet med 40mm. Men dette er kun de hunnene som fanges i trålen, de fleste ligger jo gjemt i hulene sine. Disse utgjør en stor buffer.

Robert Misund: hvorfor har vi minstemål.

Mats Ulmestrand: dette ble fastsatt av markedet.

Robert Misund: I Norge brukes minstemål til forvaltningsmessige tiltak, som å stenge felt.

I 2013 ble Norge og EU enige om en utkastliste i Skagerrak.

1. januar 2015 kommer det utkastforbud på kreps i norske farvann i Skagerrak.

Overlevingseksperiment med kreps (utkast):

Dyr som har vært håndtert på dekk: dødelighet på ca 70%.

Dyr som har sluppet ut gjennom maskene i trålen: dødelighet på ca 20% (escape mortality).

Eksperimentet underestimerte dødelighet da det ikke inkluderte predasjon, antar derfor at dødelighet av utkast er 75%. Antar videre at escape mortality er 10 % da de som lå i posen rundt trålen i eksperimentet kan ha skadet hverandre.

Henrik Lund: det bør undersøke hvor stor SSB som trenges for å opprettholde produksjonen.

Avsetning av småkrep:s Læsø fiskeindustri

Scotland har lavere minstemål enn KASK-området og produserer hele porteføljen av produkter fra kreps, det er vi avskåret fra i Danmark. Læsø har importører som gjerne vil kjøpe kreps i alle lengdegrupper. Kreps <13 cm er et eget produkt og markedsrelevant, veldig etterspurt. Det er kun lovgivningen som gjør at man ikke kan selge de små. Småkrepsen kan landes uten ekstra omkostninger. Forskjellige produkter: kreps <13cm konkurrerer ikke med kreps >13cm. <13cm kan selges til supermarkeder i Sør-Europa. De store går til hoteller, restauranter. Kreps på 13-14 cm og over gir kjempepris. Prisen øker med størrelsen. Landingene av de minste påvirker IKKE prisen på de store.

Det viktigste argumentet til skeptiske fiskere er at omkostningene kommer til å gå ned. Større volum fører til mindre omkostninger per landet volum kreps. Læsø har kapasitet til å omsette småkrep. Læsø kan per i dag ikke levere nok småkrep. Det er lettere å eksportere disse da de

er lavere i pris. Læsø Fiskeindustri bekræfter at de svenske fiskere vil få samme afregningspris som de danske fiskere.

Bent Pallisgaard orienterer om at mindstemålet i Kattegat og Skagerrak er blevet til som en aftale mellem Sverige og Danmark og en ændring vil derfor ske i samarbejde med de svenske myndigheder. Baseret på det der er fremlagt ser Bent Pallisgaard dog ingen grund til ikke at mindske mindstemålet. Den rådgivning ICES leverer kan allerede håndtere fangstmængder og er ikke kun landingskvoter, så systemet skulle være gearet til det.

Svend-Erik Andersen meddeler at Danmarks Fiskeriforenings holdning til en ændring af mindstemålet skal afklares i bestyrelsen.

Spørgsmål, innlegg, kommentarer:

Kommentar: ville nok heller ha kjøpt små enn store om begge deler er tilgjengelig i butikken, dvs de små tar markedsandeler.

Svar fra Læsø Fiskeindustri: Forholdet mellom store/små gjelder hovedsakelig eksport. Ved eksport utkonkurrerer de små ikke de store.

Nåværende minstemål er skandinavisk lovgivning. Utkastforbud kommer nok også i EU. Får vi utkastforbud vil rammebetingelsene bli endret. Da vil minstemålsdiskusjonen bli mer aktuell. Det er mulig å gjøre begge deler: både utsortering i trål + senke minstemålet. Nåværende praksis er ressursløsning / spild af ressource. Og det er kvote nok til å lande alle de små. På torsk har man for eksempel senket minstemålet fra 38 til 35 cm i forbindelse med discardforbud.

Der var nogen diskussion omkring overlevelsen af discardedede jomfruhummer hvor nogle trawlfiskere vurderede at den er højere end de 25% mens andre vurderede at den var betydeligt lavere. Både temperatur og slæbetid har betydning

Blandt fiskerne blev der udtrykt bekymring for om den større fiskeridødelighed på de små jomfruhummer vil have betydning for bestanden. Ifølge ICES er det ca 8% af bestanden der bliver fisket og halvdelen af disse bliver idag discarded. Af de discardedede vurderes det at ca 25% overlever. Fiskeridødeligheden bliver således kun øget marginalt hvis en større andel af fangsten i landbringes. Dagens repræsentanter for ICES vurderer at en ændring af mindstemålet ned til 30 mm ikke vil have betydning for bestanden. Men der kan være en risiko ved at sætte mindstemålet for langt ned. I Bay of Biscay er jomfruhummerfiskeriet kollapsede og har var mindstemålet 20mm. Det finnes en grense for hvor langt ned man kan sette minstemålet.

Der var nogen uenighed blandt deltagerne om hvor langt ned mindstemålet skulle sænkes. Læsø Fiskeindustri vurderer at der er et marked for alle størrelsesgrupperne, men de hummer der ligger lige under det nuværende mindstemål opnår den bedste pris. En fisker kommenterede at hvis ikke mindstemålet blev sænket helt ned så det var hele fangsten der kunne landes ville det resultere i ekstra sorteringsarbejde og henviste desuden til at en

nedsættelse til 11 cm ikke vil løse discard problemet med henvisning til Jordan Feekings præsentation (estimeret discard af jomfruhummer ved mindstemål på 11,5 cm: 37% i antal). En anden fisker vurderede at den sunde bestand i Kattegat og Skagerrak skyldes det høje mindstemål og han var bekymret for at jomfruhummerne ville blive mindre hvis mindstemålet blev sat ned. Læsø Fiskeindustri relaterede til deres erfaringer fra Skotske farvande hvor der ikke har været ændring i gennemsnitsstørrelsen i den periode de har opereret i landet. Derimod er der en tendens til at gennemsnitsstørrelsen er områdespecifik så der er nogle områder hvor jomfruhummerne generelt er mindre. Det blev kommenteret at bestanden i Scotland har det bra, men vi vet ikke om den blir kjønnsmoden ved en mindre størrelse. Det betyder at en direkte sammenligning med Skotland skal tages med forbehold.

Avslutning: Rikke

Veldig nyttig å kunne samle fiskere/forvaltere/forskere fra alle de tre skandinaviske landene. Hva har deltagerne fått ut av dagen i dag? Sender spørreskjema rundt.

VEDLEGG – deltagerliste + agenda

2. workshop om det fremtidige jomfruhummerfiskeri i Kattegat og Skagerrak

Den 14. november 2014: Nordsøen Forskerpark, Willemoesgade 2, 9850 Hirtshals, Danmark. Lokale: Dokkerbanke

- 9:30 Velkomst (Rikke Frandsen, DTU Aqua, Danmark)
- 9:40 Jomfruhummer-bestanden – udbredelse og genetik. (Guldborg Søvik, IMR, Norge)
- 9.50 Jomfruhummer-fiskeriet i Kattegat/Skagerrak. (Søren Eliassen, IFM/AAU; Danmark)
- 10:00 Tejnefiskeri – opstart af session**
- Effekt på bunden (Rikke Frandsen, DTU Aqua, Danmark)
 - Biologi og fiskeri (Johan Lövgren, SLU, Sverige)
 - Afsætningsmuligheder (Søren Eliassen på vegne af Chrisfish A/S)
- 10.30 Gruppearbejde
- 11:30 Fælles diskussion af resultaterne fra gruppearbejdet
- 12:00 **Frokost**
- 12:45 Ændret mindstemål – opstart af session** (Henrik Lund, DFPO, Danmark)
- Discard og økonomiske effekter af ændring af MLS (Jordan Feekings, DTU Aqua, Danmark)
 - Effekt på bestanden (Mats Ulmestrand, SLU, Sverige)
 - Afsætning af små jomfruhummer (A/S Læsø Fiskeindustri, Danmark)
- 13:20 **Pause**
- 13:35 Debat: Er et ændret mindstemål en farbar vej?
- 14:20 Afrunding (Rikke Frandsen, DTU Aqua, Danmark)
- 14:30 Tak for i dag

DTU Aqua: Danmarks Tekniske Universitet, Institut for Akvatiske Ressourcer

IMR: Havforskningsinstituttet

SLU: Sveriges lantbruksuniversitet, Havsfiskelaboratoriet

IFM/AAU: Ålborg Universitet - Kbh, Plan

DFPO: Danmarks Fiskeriforening Producent Organisation



**BÆREDYGTIGT
JOMFRUHUMMERFISKERI**



Deltagerliste

Gruppe	Navn	Erhverv	Land
1	Alf Ring Kleiven	IMR	Norge
2	Anne Marie Abotnes	Fiskeridirektoratet	Norge
3	Bent Pallisgaard Christensen	NaturErhvervstyrelsen	Danmark
3	Bertil Andersson	Fisker	Sverige
2	Bjarne Brattlund	Fisker	Sverige
2	Bo Lundgren	DTU Aqua	Danmark
1	Brian Valentin	Fisker	Danmark
3	Carl Jesper Hermansen	Skagen Fiskeriforening	Danmark
2	Claus H Pedersen	Strandby Fiskeriforening	Danmark
2	Erik Poulsen	Fisker	Danmark
2	Gregers Jacobsen	A/S Læsø Fiskeindustri	Danmark
3	Guldborg Søvik	IMR	Norge
3	Henrik S. Lund	Danmarks Fiskeriforening PO	Danmark
1	Ida Elsing	Interreg	Sverige
3	Ingvar Olsson	Fisker	Sverige
2	Jan Norlenius	Fisker	Sverige
3	Jess Hansen	Fisker	Danmark
Tovholder 1	Johan Lövgren	SLU	Sverige
1	Jordan Feekings	DTU Aqua	Danmark
Ikke i gruppe	Line Reeh	DTU Aqua, Journalist	Danmark
Ikke i gruppe	Maria Rosing Hansen	Fiskeritidende, Journalist	Danmark
3	Mats Ulmestrand	SLU	Sverige
1	Peter Olsson	Fisker	Sverige
Ikke i gruppe	Rene Dandanell	Fiskeritidende, Journalist	Danmark
Tovholder 2	Rikken P. Frandsen	DTU Aqua	Danmark
1	Robert Misund	Fiskeridirektoratet	Norge
1	Sigmund Halvorsen	Fisker	Norge
2	Sten Much-Petersen	DTU Aqua	Danmark
2	Sven Erik Hellberg	Fisker	Sverige
1	Svend Erik Andersen	Formand Danmarks Fiskeriforening PO	Danmark
1	Svend Ole Larsen	A/S Læsø Fiskeindustri	Danmark
Tovholder 3	Søren Eliassen	IFM / AAU	Danmark
3	Terje Jørgensen	Havforskningsinstituttet	Norge
1	Torbjörn Sixtensson	Fisker	Sverige
2	Øyvind Johansen	Fisker	Norge

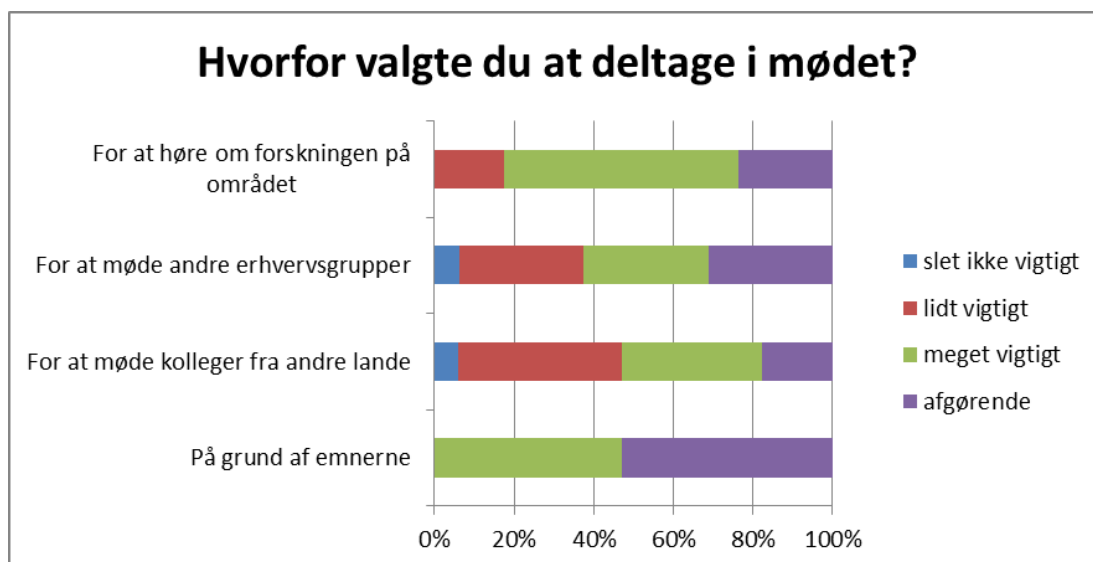
Spørgeundersøgelse omkring workshop om fremtidens jomfruhummerfiskeri i Kattegat og Skagerrak

I november 2014 blev der afholdt en workshop om hvordan vi kan sikre økonomisk og økologisk bæredygtighed i jomfruhummerfiskeriet i Kattegat og Skagerrak. Workshopen blev afholdt i Hirtshals og var en del af projektet: Bæredygtigt jomfruhummerfiskeri der er støttet af den Europæiske Regionale Udviklingsfond (ERUF) gennem EU's program for Interreg Iva Øresund-Kattegat-Skagerrak.

Der var 34 danske, norske og svenske, deltagere på workshopen; 11 forskere, 3 forvaltere, 17 repræsentanter fra fiskeriet, 2 repræsentanter fra industrien og 1 person fra bevillingsyderen (EU). For at få et indtryk af effekten af sådanne arrangementer sendte vi et anonymt spørgeskema rundt via mail og 17 personer fordelt jævnt på de ovennævnte grupper svarede på spørgsmålene.

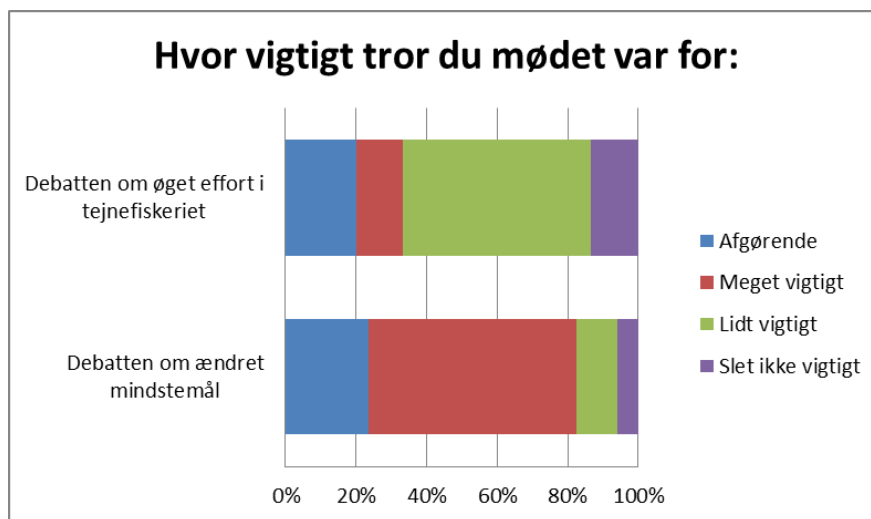
Motivation for deltagelse samt den vurderede effekt.

Svarene demonstrerede at emnerne der blev diskuteret på workshopen og den bagvedliggende forskning havde stor betydning for deltagelsen. Over halvdelen af deltagerne svarede desuden at muligheden for at møde andre erhverv og skandinaviske kolleger var meget vigtige for deres deltagelse.



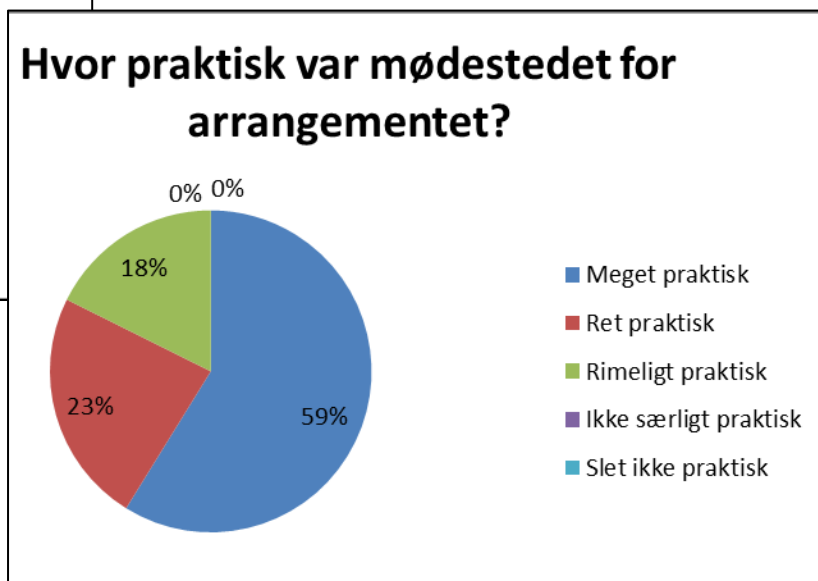
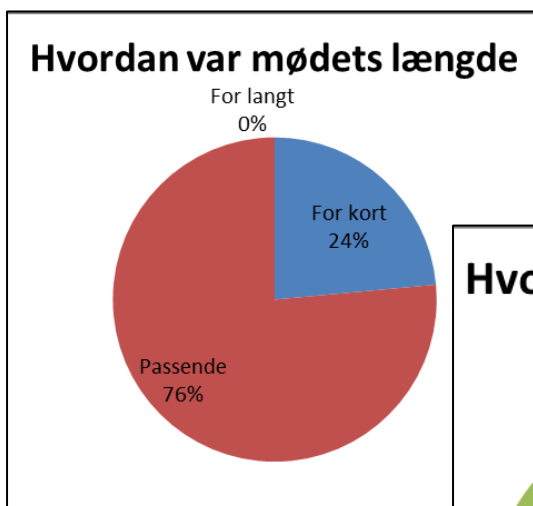
Workshopen var bygget op omkring to temaer; (i) muligheden for at ændre mindstemålet for jomfruhummer i området og (ii) muligheden for at øge andelen af jomfruhummer fanget i tejer. Begge temaer havde projektgruppen vurderet kunne have en positiv indflydelse på den hhv den økonomiske og økologiske bæredygtighed af fiskeriet. Svarene viser at 80 % af deltagerne vurderede at mødet var

afgørende eller "meget vigtigt" for debatten om ændret mindstemål mens omkring 30% svarede det samme for debatten om tejnefiskeriet.

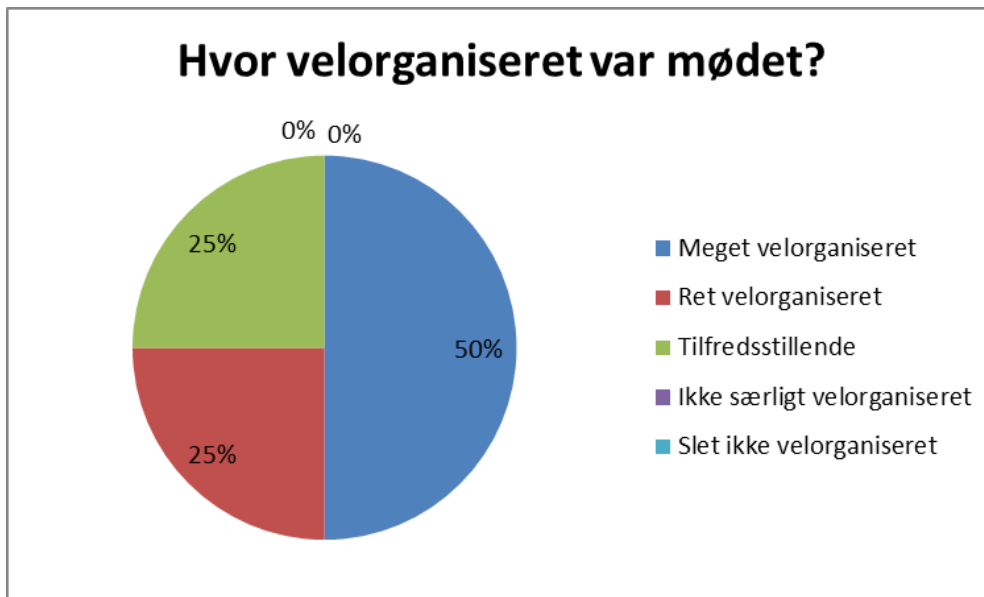


Mødet

Alle deltagerne er erhvervsaktive og deltagelse i et møde skal placeres i en ofte tæt pakket kalender. Det er derfor vigtigt at de praktiske forhold omkring mødet er i orden og at længden af mødet harmonerer med indholdet og den enkeltes output ved deltagelse. Betydningen af dette bliver kun mere vigtigt af at deltagerne kommer langvejs fra.



Over 75% af besvarelserne siger at mødelængden var passende, lokaliteten var praktisk og mødet var velorganiseret.



Udveksling af erfaringer i regionen er en vigtig del af INTERREG-projektet og besvarelser fra spørgeskemaet viser at 29 % mente at mødet havde givet dem et meget bedre kendskab til de andre landes fiskeri mens 71 % havde fået et lidt bedre kendskab. Vi mener dermed at dette mål er opfyldt.



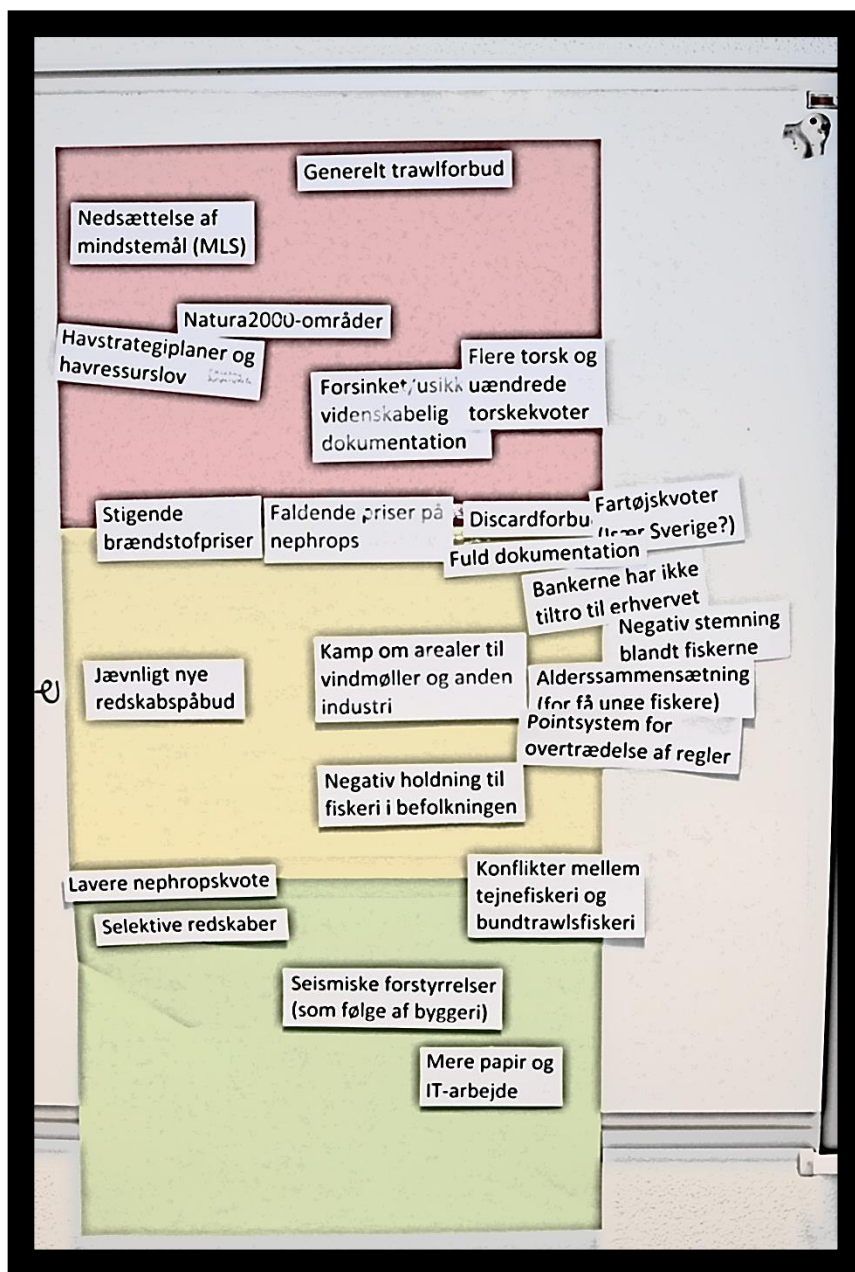
Appendix 7

Workshop om det fremtidige nephropsfiskeri i Kattegat og Skagerrak –Referat
og indtryk fra workshop 1.

Nicolai Bichel, Søren Eliassen

Workshop om det fremtidige nephropsfiskeri i Kattegat og Skagerrak – Referat og indtryk

Hvilke udfordringer står nephropsfiskeriet over for i de kommende år?



BÆREDYGTIGT
JOMFRUHUMMERFISKERI



DEN EUROPÆISKE UNION
Den Europæiske Fond
for Regionaludvikling



Interreg IVA
ØRESUND - KATTEGAT - SKAGERRAK

En bæredygtig udnyttelse af ressourcerne i havområderne i Kattegat og Skagerrak (KASK) har central betydning for at kunne fremme en økonomisk udvikling i regionen. Økonomisk set er nephrops (som på dansk hedder jomfruhummer, på svensk havskräfta og på norsk sjøkreps) en af de vigtigste ressourcer i området og fiskeriet efter nephrops giver lokal beskæftigelse og indtjening til fiskere og fiskeforarbejdningsindustrien. Men nephropsfiskeriet står i de kommende år over for nogle nye krav fra markedet og fra fiskeri- og miljøforvaltninger, som vil udfordre fiskeriet.

Fire forskningsinstitutioner fra Danmark, Norge og Sverige vil sammen i et projekt arbejde med disse udfordringer og undersøge, hvordan vi kan sikre et Økonomisk og økologisk Bæredygtigt Jomfruhummerfiskeri i Kattegat og Skagerrak fremover. Dette projekt hedder ØBJ-Fisk og gennemføres af Danmarks Tekniske Universitet, DTU-Aqua, Innovative Fisheries Management (IFM) ved Aalborg Universitet, Institutionen för akvatiska resurser ved Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Havforskningsinstituttet (IMR) og Danmarks Fiskeriforening. Projektet støttes af Interreg IV A.

Den 23. januar 2013 blev der i Nordsøen Forskerpark i Hirtshals afholdt en workshop om økonomisk bæredygtigt nephropsfiskeri i Kattegat og Skagerrak; en workshop, som er en del af ØBJ-Fisk. Fiskere og forvaltere fra Danmark, Norge og Sverige var inviterede for at diskutere, hvad de største udfordringer for et økonomisk bæredygtigt nephropsfiskeri er nu og i fremtiden, og som konsekvens heraf; hvilke fremtidsscenarier, der skal arbejdes videre med i projektet. Målet med workshoppen er altså at guide forskningsprojektets retning og hermed sikre, at det er samfundsrelevant. Projektinvitationen kan findes i bilag 3.

Workshoppen havde 29 deltagere. Af disse var 9 fiskere eller fiskerrepræsentanter, 3 forvaltere, 17 forskere og en var fra fiskeforarbejdningsindustrien. Deltagerlisten med mailadresser kan findes i bilag 2.

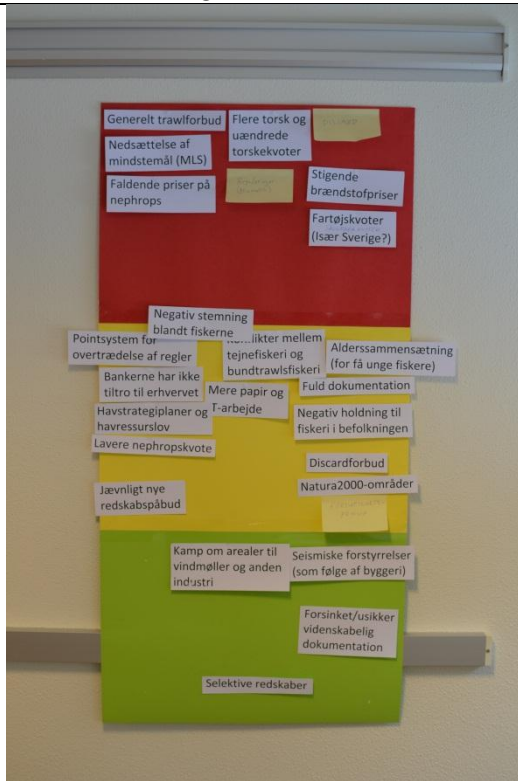
Der blev lagt ud med en præsentation af projektet og dagens forløb af projektleder Rikke Frandsen fra DTU-Aqua. Efterfølgende præsenterede Nikolaj Bichel fra IFM de vigtigste forskelle på nephropsfiskeriets rolle i Danmark, Norge og Sverige, og herefter stod Nicolaj Lindeborgh fra Naturstyrelsen for et oplæg om havstrategidirektivet og danske og svenske miljømål.

Søren Eliassen fra IFM præsenterede dernæst den kommende session med diskussioner af nephropsfiskeriets udfordringer. Forud for mødet har interviews med fiskere og forvaltere afdækket en række mulige udfordringer. Målet med gruppearbejdet og den efterfølgende diskussion var at få diskuteret, hvor væsentlige de forskellige udfordringer bliver anset for at være. Denne opdeling kan bruges af både projektet og de øvrige deltagere til at prioritere indsats for at sikre et økonomisk bæredygtigt fiskeri fremover.

Udfordringerne som der blev lagt op til en diskussion af, kan findes med uddybende kommentarer i bilag 1.

Til gruppearbejdet var der til hver af de fire grupper forberedt en planche i farverne rød, gul og grøn samt sedler med de 23 udfordringer. De blev bedt om at karakterisere udfordringerne som store, mellem eller små ved at placere sedlerne i den røde, gule eller grønne del af gruppens planche. Fiskere, forvaltere, forskere, danskere, nordmænd og svenskere var så vidt muligt fordelt ligeligt imellem de fire grupper. Grupperne og deres plancher kan ses nedenfor:

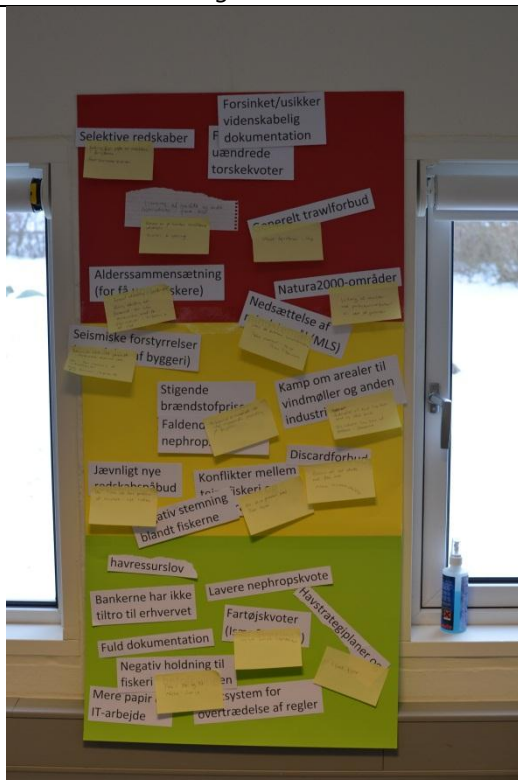
Gruppe 1: Sigmund Halvorsen, Robert Misund, Bjørn Erik Axelsen, Henrik Lund, Bo Lundgren, Juanita Karlsen og Mats Ulmestrand:



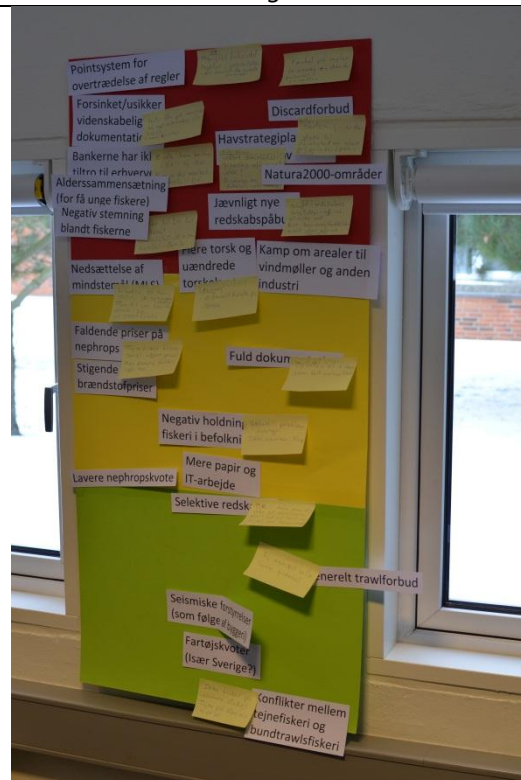
Gruppe 2: Øyvind Johansen, Alf Ring Kleiven, Johan Lövgren, Bent Pallisgaard, Claus Pedersen, Jordan Feekings og Guldborg Søvik:



Gruppe 3: Trygve Bjørnare, Bent Herrman, Jon-ivar Westgaard, Nicolaj Lindeborgh, Jess Wittus Hansen og Rikke Frandsen:



Gruppe 4: Svein Helge Gjøsund, Svein Løkkeborg, Jan Norlenius, Svend Larsen, Hans Jørgen Hansen, Niels Madsen og Søren Eliassen:



Efter frokosten samledes alle deltagerne i plenum og der blev lagt op til en diskussion med udgangspunkt i forskelle og ligheder mellem plancherne. Forskellene diskuteredes først, med håb om at kunne få dem placeret på den fælles planche.

Manglen på tiltro til erhvervet i bankerne blev bragt på bane som det første. En dansk fisker fortalte om, hvordan han selv havde oplevet, at det var blevet svært at få finansieret projekter. I en anden gruppe kunne disse erfaringer ikke genkendes. Her var holdningen at hvis projektet var godt, så kunne finansieringen også skaffes. En fiskerrepræsentant påpegede, hvordan fiskernes mangel på lånemuligheder ud over normale banklån til omkring 10 % i rente kombineret med udgifter på op til 10 millioner for at starte et fiskeri, gør det rigtig svært for nye at komme ind i erhvervet.

Koblingen blev således også lavet til problemet med negativ stemning blandt fiskerne og den skæve aldersfordeling i fiskeriet, og det blev bemærket af andre fiskere, at de hænger sammen og forstærker hinanden. De fleste af denne slags strukturelle udfordringer blev placeret i det gule felt.

Den forsinkede og usikre videnskabelige dokumentation blev efter en del diskussion placeret i det røde felt, efter det blev bemærket, at hvis man kunne have konstant præcise tal, så ville de fleste problemer forsvinde. En forsker påpegede, at de videnskabelige tal allerede er langt bedre og mere tidssvarende end tidligere, og at der er projekter i gang, som kan forbedre dette yderligere.

Nogle af de mest intense diskussioner under workshoppen handlede om betydningen af havstrategidirektiv, nationale havstrategier og natura2000. En forvalter var blandt de få, som ikke mente at fiskerne skulle være så bekymrede for disse planer, da havstrategien stadig er i de tidlige faser og for tidlig at spå om, og natura2000 hovedsageligt dækker stenrev, hvor der i forvejen ikke trawles. Fiskere og fiskerrepræsentanter var af en anden opfattelse, da de overlappende bufferzoner vil kunne få store konsekvenser, og fordi særligt skitserne til et Svensk Natura2000-område nær Bratten i Sverige vil få betydning, da bufferzonerne her er mere betydelige end de mere lokale danske bufferzoner, kombineret med at trawlfiskeriet er mere intenst. Dette førte til en del diskussion frem og tilbage om habitatsdirektiv, havstrategidirektiv og natura2000, da der var uenighed om, hvilke regler der gør sig gældende hvor. Selvom der fortsat ikke helt var enighed, blev havstrategien og Natura2000 til sidst begge placeret i det røde felt som en af de største trusler.

Snakken faldt herefter på fuld dokumentation, hvor der denne gang blandt fiskerne ikke var helt enighed om trusselsbilledet. En fisker, der havde haft kamera med i en periode, så det ikke som en specielt stor trussel, hvorimod andre fiskere påpegede det ubehagelige og principielt forkerte i "et videokamera over skrivebordet", som det blev kaldt. Andre påpegede risiko for tidlig lukning af fiskeriet med en kombination af fuld dokumentation og discardforbud. Disse udfordringer endte da også side om side på grænsen mellem det gule og det røde.

Da debatten faldt på selektive redskaber markerede en forvalter, at selektivitet altid er godt, da det fører til mindre discard, som er en af de allerstørste udfordringer. Gruppe 1 havde således også lavet en ny seddel med teksten "*Discard*", som de havde placeret i det røde. En fisker markerede sin uenighed med en kommentar om, at jo mere selektivitet, jo dårligere økonomi, og en anden fremhævede, at man også altid taber noget af målarten, når man selekterer andet fra. Han var dog enig i, at løsningen på mange problemer på lang sigt er forskning i og udvikling af selektivitet, men at tabet på kort sigt ikke må blive for stort. På

trods af heftig diskussion endte selektive redskaber dog i det grønne felt. Alle udfordringerne hvorom der havde været bred uenighed imellem grupperne, havde hermed indfundet sig på den fælles planche:

<p>Røde udfordringer: Generelt trawlforbud, Nedsættelse af mindstemål (MLS), Natura2000-områder, Havstrategiplaner og havressurslov, Forsinket/usikker videnskabelig dokumentation, Flere torsk og uændrede torskekvoter.</p>	
<p>Rød-gule udfordringer: Stigende brændstofpriser, Faldende priser på nephrops, Discardforbud, Fartøjskvoter (især Sverige).</p>	
<p>Gule udfordringer: Fuld dokumentation, Bankerne har ikke tiltro til erhvervet, Negativ stemning blandt fiskerne, Alderssammensætning (for få unge fiskere), Pointsystem for overtrædelse af regler, Kamp om arealer til vindmøller og anden industri, Negativ holdning til fiskeri i befolkningen, Jævnligt nye redskabspåbud.</p>	
<p>Grønne udfordringer: Lavere nephropskvote, Konflikter mellem tejnepfiskeri og bundtrawlsfiskeri, Selektive redskaber, Seismiske forstyrrelser (som følge af byggeri), Mere papir- og IT-arbejde.</p>	

Da alle udfordringer var blevet placeret på den fælles planche gik workshoppens deltagere over til at samle op på de par udfordringer i det røde felt, hvis placering der fra starten havde været enighed om.

En af de udfordringer, som de fleste kunne blive enige om var stor, var nedsættelse af mindstemålet for nephrops. Fra den danske forvaltnings side ser man dette som meget sandsynligt og noget erhvervet burde forberede sig på, da mindstemålet er lavere i omkringliggende farvande. En dansk forvalter nævnte, at de nuværende størrelser ikke havde noget biologisk fundament, men var til for at beskytte danske markeder i Sydeuropa. En fiskerrepræsentant konstaterede, at mindre mindstemål kunne få indflydelse på fiskernes økonomi. Hvis der bliver forholdsmæssigt flere små nephrops vil den samlede værdi af fangsten falde. Deltageren fra fiskeindustrien supplerede med, at der ville opstå yderligere sorteringsbesvær om bord på skibene, og at en nedsættelse af mindstemålet nødvendigvis må opvejes af større kvoter. Han vurderede dog, at der også kunne være marked for nephrops under det nuværende mindstemål.

Debatten ændrede løbende fokus til discarddødeligheden, hvor en fiskerrepræsentant gav udtryk for, at mange discardedede nephrops ifølge videnskabelige undersøgelser overlever. En forsker refererede til forskning, der viser dødelighedsprocent for genudsat nephrops på 75 % for trawl og under 1 % for tejner.

Flere torsk og uændrede torskekvoter blev i diskussionerne kædet tæt sammen med forsinket/usikker videnskabelig dokumentation, da problemet netop er, at torskekvoterne pga. træg videnskabelig dokumentation og forvaltningsproces ikke følger med hurtigt nok, når antallet af torsk stiger. Dette fører til problemer med mange bifangster af torsk, som alt for hurtigt opbruger torskekvoterne og kan føre til høj discard eller midlertidige lukninger af de berørte fiskerier.

”Generelt trawlforbud” som også var placeret klart i det røde felt, blev kun diskuteret ganske kort. Grundene hertil var for det første, at de fleste deltagere anså det for ganske urealistisk, at havstrategidirektivet og lignende udfordringer ville kunne føre til noget så drastisk, og for det andet, at et forbud mod bundtrawl ville være så fatalt for fiskeriet, at der ikke var meget tilbage at tale om.

Med de røde udfordringer defineret og afrundet var workshoppen ved at være ved vejs ende, og Rikke Frandsen stod for, at samle op på dagens resultater og sige tak for et flot fremmøde og et energisk engagement især i diskussionerne ude i grupperne.

Nogle af dagens konklusioner var, at det som blev anset for at være de mindste (grønne) udfordringer også i flere tilfælde var det, som fiskerne nemmest selv kan påvirke. Placeret i det gule var generelt en del strukturelle og mentale udfordringer. Negativitet iblandt banker, fiskere og den generelle befolkning er betydelige udfordringer, men da de bunder i en negativ stemning, så er det udfordringer, som man kan tackle ved på forskellige måder, at forsøge at vende stemningen. De røde udfordringer for et bæredygtigt nephropsfiskeri i Kattegat og Skagerrak viste sig i høj grad at være af lovgivningsmæssig karakter. Her har fiskerne få muligheder for at stille noget op selv, og ofte har de samtidig først indsigt i, hvad de står over for, når det er for sent at forhindre og for svært at nå at tilpasse sig.

En af workshoppens hovedkonklusioner for ØBJ-projektet var derfor, at samspillet og kommunikationen (eller mangel på samme), der er mellem fiskerne og de lovgivnings- og forvaltningsmæssige strukturer, som de bliver pålagt ovenfra, bør søges inddraget i projektet. En anden konklusion på dagen var, at der på mange punkter er usikkerhed om økonomiske konsekvenser af forskellige former for forvaltningstiltag, og at økonomisk modellering derfor vil spille en vigtig rolle. Yderligere kan tiltag som MSC-certificering, flere forsøg med tejner og eksperimenter med salg af levende nephrops vise sig at blive vigtige faktorer for at beholde markeder, komme ind på nye markeder eller kompensere for lavere mindstemål eller faldende priser, og til at vende den negative stemning i markedet.

Rikke Frandsen opfordrede afslutningsvis til, at alle deltagerne benytter eventuelle nye nationale og interskandinaviske bekendtskaber opnået under workshoppen til at styrke netværk og skabe nye samarbejder og projekter på tværs af både brancher og landegrænser.

Der afholdes en workshop igen i slutningen af 2014, hvor projektets resultater fremlægges. Vi håber på at se alle deltagerne igen ved denne lejlighed.

Til sidst er her et par billeder fra workshopens gruppearbejde og plenumsessioner:



Bilag 1 – Udfordringer:

Udfordringer for et Økonomisk Bæredygtigt Jomfruhummerfiskeri (ØBJ) i Kattegat og Skagerrak

Efter samtaler med fiskere og forvaltere i Danmark, Norge og Sverige har vi samlet en liste med fremtidige udfordringer for jomfruhummerfiskeriet. For overblik er udfordringerne delt i tre kategorier; *Reguleringer af fiskeriet, geografisk adgang til fiskesteder og strukturelle rammer for fiskeriet.*

På workshopen vil vi diskutere udfordringer på baggrund af listen – plus eventuelle udfordringer, vi ikke har nævnt. Som inspiration til diskussionerne har vi givet vores bud på ①, hvilken trussel de enkelte udfordringer kunne udgøre og ②, hvilke muligheder der kan ligge i udfordringerne.

Vi ser frem til at diskutere hvilke udfordringer, der er de vigtigste og måske nå frem til nogle bud på, hvordan de kan håndteres. På denne baggrund vil vi kunne målrette det aktuelle projekt.

Udfordringer for et Økonomisk Bæredygtigt Jomfruhummerfiskeri	Hvilken trussel udgør udfordringerne?	Hvad kan der være af muligheder i udfordringerne?
Reguleringer af fiskeriet		
Pointsystem for overtrædelser af regler.	Point hæfter sig til både skipper og båd → Det er svært at sælge båden.	Man kan få fjernet brodne kar og måske forbedre fiskeriets image.
Jævnligt nye redskabspåbud.	Udgifter til køb, omstilling og vedligeholdelse. Spild at kassere redskaber ofte på grund af nye påbud eller net, der krymper.	?
Selektive redskaber.	Brug af SELTRA trawl og rist frasorterer også en del af jomfruhummerfangsten.	Mulighed for flere fisk og skaldyr på lang sigt?
Discardforbud.	Håndtering af større fangstmængder og flere arter. Fisk der tidligere blev smidt ud tæller på kvoten og reducerer indkomst.	Markedsudvikling. Flere store fisk på lang sigt?
Fuld dokumentation (videoovervågning mm.).	For lille kompensationskvote og lukning ved 0-kvote.	Kan skabe anledning til at afskaffe andre overflødiggjorte regler.
Mere papir- og IT-arbejde.	Flere byrder. Uvant med IT?	?
Helt generelt forbud mod bundtrawl.	Lukning af fiskerier. Køb af nye redskaber. Nykøb/ombygning af fartøjer.	Flere fisk og skaldyr på lang sigt, som kan fanges på anden vis?
Flere torsk og <i>uændrede</i> kvoter.	Misforholdet kan føre til discard eller til lukning under fuld dokumentation.	Mere torskefiskeri, hvis kvoterne følger med.
Nedsættelse af mindstemål (MLS) for jomfruhummer.	En større del af fangsten vil give lavere kilopriser. Den samlede indtægt vil falde.	Udvikling af redskaber, som bedre frasorterer små jomfruhummere.
Lavere Jomfruhummerkvoter.	Lavere indtjening/større udgifter.	Måske flere/større jomfruhummere senere.
Fartøjskvoter	?	?

Geografisk adgang til fiskesteder		
Havstrategiplaner i EU og Havressurslov i Norge.	Områder lukket for trawl. → Øget pres på andre fiskesteder. Lang vej til andre fiskesteder.	Tejnefiskeri? Mulighed for flere fisk og skaldyr på lang sigt?
Natura2000-områder.	Områder lukket for trawl. → Øget pres på andre fiskesteder. Lang vej til andre fiskesteder.	Tejnefiskeri? Mulighed for flere fisk og skaldyr på lang sigt?
Kamp om arealer til vindmøller + anden industri.	Begrænsninger i (lavvandede?) fiskesteder.	Mere yngel, da møller kan fungere som kunstige rev?
Konflikter mellem tejne- og bundtrawlfiskere.	Ødelagte tejne/trawls. Blokering af fiskesteder.	Større forståelse for og kendskab til andre fiskere og fiskerier. Erfarings- og vidensudveksling.
Seismiske forstyrrelser (som følge af byggeri).	Kan skræmme jomfruhummeren væk fra områder → Sværere at vide, hvor man kan fange dem.	?
Strukturelle rammer for fiskeriet		
Forsinket/usikker videnskabelig dokumentation.	Misforhold mellem kvoter og ressourcer → lukket fiskeri ved discardforbud og fuld dokumentation.	?
Alderssammensætning med for få unge fiskere.	÷ bådsalg, ÷ rekruttering, ÷ fysik.	?
Negativ stemning blandt fiskerne.	÷ bådsalg, ÷ rekruttering, (÷ gåpåmod?).	?
Bankerne har ikke tiltro til erhvervet.	Solvensproblemer/ringe lånemuligheder/højere renter.	?
Negativ holdning til fiskeri i befolkningen.	Øget pres på marked og politikere for skrappe krav til fiskeriet.	En mulighed for at tage opgøret: "Vil vi acceptere omkostningerne, eller vil vi slet ikke have fiskeri?"
Stigende brændstofpriser.	Lavere indtjening/større udgifter.	Udvikling af brændstofbesparende redskaber og metoder.
Faldende priser på jomfruhummer.	Lavere indtjening/større udgifter.	Optimering af priser, for eksempel ved landing af levende jomfruhummer.

Bilag 2 – Deltagerliste:

Bilag 2 - Deltagerliste			
Alf Ring Kleiven	NO	IMR	alf.ring.kleiven@imr.no
Bent Herrmann	NO	Sintef	bent.Herrmann@sintef.no
Bent Pallisgaard	DK	NaturErhvervstyrelsen	bpa@naturerhverv.dk
Bjørn Erik Axelsen	NO	IMR	bjorna@imr.no
Bo Lundgren	DK	DTU-Aqua	bl@aqua.dtu.dk
Claus Pedersen	DK	Strandby Fiskeriforening	cp@strandbyhavn.dk
Gregers Jacobsen	DK	Fisker	gj@perlen.dk
Guldborg Søvik	NO	IMR	guldborg.soevik@imr.no
Hans Jørgen Hansen	DK	Fisker	tjh@youmail.dk
Henrik Lund	DK	Danmarks Fiskeriforening	hl@dkfisk.dk
Jan Norlenius	SE	Fisker, MSC-Ansvarlig	norpart@gmail.com
Jess Wittus Hansen	DK	Fisker	s84@seamail.dk
Johan Lövgren	SE	SLU	johan.lovgren@slu.se
Jon-Ivar Westgaard	NO	IMR	jon-ivar.westgaard@imr.no
Jordan Feekings	DK	DTU-Aqua	jpfe@aqua.dtu.dk
Manu Sistiaga	NO	Sintef	manu.sistiaga@sintef.no
Mats Ulmestrand	SE	SLU	mats.ulmestrand@slu.se
Nicolaj Lindeborgh	DK	Naturstyrelsen	chnli@nst.dk
Niels Madsen	DK	DTU-Aqua	nm@aqua.dtu.dk
Nikolaj Bichel	DK	IFM	nbichel@plan.aau.dk
René Dandanell	DK	Fiskeritidende	rd@dkfisk.dk
Rikke Frandsen	DK	DTU-Aqua	rif@aqua.dtu.dk
Robert Misund	NO	Fiskeridirektoratet	robert.misund@fiskeridir.no
Sigmund Halvorsen	NO	Fisker	sigmundhalvorsen@live.no
Svein Helge Gjøsund	NO	Sintef	svein.h.gjosund@sintef.no
Svein Løkkeborg	NO	IMR	svein.loekkeborg@imr.no
Svend Larsen	DK	Læsø Fiskeindustri	svend@laeso-fish.dk
Søren Eliassen	DK	IFM	se@ifm.aau.dk
Trygve Bjørnare	NO	Fiskerlaget	sor@fiskarlaget.no
Øyvind Johansen	NO	Fisker	oyvindjohansen.3@live.com

Bilag 3 – Invitation:



**BÆREDYGTIGT
JOMFRUHUMMERFISKERI**



Workshop om det fremtidige jomfruhummerfiskeri i Kattegat og Skagerrak

Hvilke udfordringer står jomfruhummerfiskeriet over for i de kommende år?

Onsdag den 23. januar kl. 9.30 – 14.30

Nordsøen forskerpark, Willemoesgade 2, 9850 Hirtshals, Danmark

En bæredygtig udnyttelse af ressourcerne i havområderne i Kattegat og Skagerrak (KASK) har central betydning for at kunne fremme en økonomisk udvikling i regionen. Økonomisk set er jomfruhummeren en af de vigtigste ressourcer i området og fiskeriet efter jomfruhummer giver lokal beskæftigelse og indtjening til fiskere og fiskeforarbejdningsindustrien. Men jomfruhummerfiskeriet står i de kommende år over for nogle nye krav fra markedet og fra fiskeri- og miljøforvaltninger, som vil udfordre fiskeriet. Dette kan være;

- Skift mod økosystembaseret forvaltning med Natura 2000 områder og havstrategidirektiv,
- Forbud mod discard i Skagerrak og senere i alle EU farvande,
- Skift til fuld dokumentation af alle fangster,
- Reducerede fiskekvoter og eventuelt misforhold mellem kvoter og bestande,
- Krav om MSC mærkning fra opkøbere,
- Eller mange andre forhold.

Workshoppen afholdes i forbindelse med et Dansk / Norsk / Svensk projekt, der skal medvirke til at sikre grundlaget for en økonomisk bæredygtig udvikling af jomfruhummerfiskeriet i KASK-regionen. Mere præcist er målene med projektet beskrevet som at:

- Etablere et vidensbaseret samarbejde mellem forskere, fiskeindustri, fiskere og nationale myndigheder på tværs af landegrænserne,
- Etablere en samlet forvaltningsrelevant viden om den geografiske fordeling af jomfruhummerressourcen,
- Undersøge potentielle selektive og miljøskånsomme fiskemetoder,
- Undersøge metoder til screening af fiskerideer til ny selektiv teknologi og videndeling, som kan fremme selektivitet eller skånsomhed,
- Udvikle en fælles, forbedret bestandsvurdering, som er nødvendig for eventuel fremtidig MSC-certificering,

- Evaluere hvordan selektive og miljøskånsomme fiskemetoder vil/kan bidrage til det økonomiske udbytte for fiskerierhvervet i KASK-området.

Det centrale tema for workshoppen d. 23. januar er at diskutere følgende spørgsmål:

Hvilke udfordringer står jomfruhummerfiskeriet i Kattegat-Skagerrak over for i de kommende år og hvilken betydning vil de have for fiskeriet?

I forlængelse af dette vil vi vende mulige scenarier for det fremtidige jomfruhummerfiskeri og dermed få et billede af, hvad det er vigtigt at arbejde videre med i dette projekt og fremtidige projekter samt blandt de deltagende personer og grupper.

Vi har foreløbigt tilsagn om deltagelse fra fiskere og forvaltere fra Norge, Sverige og Danmark. Desuden forventer vi deltagelse fra dansk og svensk fiskeindustri.

Praktisk om deltagelse:

Deltagelse er gratis og der bydes på frokost. I forbindelse med tilmelding kan fiskere desuden ansøge om dækning af rejseomkostninger.

Tilmelding til IFM workshopansvarlige: Nikolaj Bichel, IFM, Aalborg Universitet, nbichel@plan.aau.dk, (+45 29 71 83 02)

Et mere detaljeret program vil blive sendt ud ugen før workshoppen.

Projektet *Økonomisk Bæredygtigt jomfruhummerfiskeri i og Kattegat og Skagerrak* har som formål at medvirke til at sikre grundlaget for et fremtidigt økonomisk og biologisk bæredygtigt jomfruhummerfiskeri i Kattegat-Skagerrak (KASK) regionen. Projektet gennemføres af Danmarks Tekniske Universitet, DTU-Aqua, DK, Aalborg Universitet, IFM, DK, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, SE, Havforskningsinstituttet IMR, NO og Danmarks Fiskeriforening, DK. Projektet støttes af Interreg IV A.

Appendix 8

Forslag til harmonisering af forvaltningsreglerne for jomfruhummeren i KASK-området.

Søren Eliassen, Nicolai Bichel

Forslag til harmonisering af forvaltningsreglerne for jomfruhummeren i KASK-området.

Søren Eliassen og Nicolai Bichel

I forbindelse med projektansøgningen blev det konstateret at der er store forskelle i fiskerimønster og brug af redskaber i jomfruhummerfiskeriet i Kattegat og Skagerrak mellem Danmark, Norge og Sverige.

”En fælles aftale gør trawlfiskeri muligt på hele denne fælles ressource indtil den nationale 3-4 sømil trawlgrænse. Forskelle i den nationale kvoteforvaltning og strukturelle flådekapacitet betyder markante forskelle i fiskeflådernes økonomiske aktivitet. De nationale flåder vil derfor reagere forskelligt på ændringer i reguleringen.”

I forbindelse med afsnittet: Identificerede formelle grænsehindringer, skulle forskelle i de nationale forvaltningers regler/tiltag kortlægges. I partnerskabsaftalen blev dette fulgt op med at slutrapporten skulle rumme ” Forslag til harmonisering af forvaltningsreglerne for jomfruhummeren i KASKområdet”.

I projektet har altså ligget en antagelse om at forskelligheder i de tre landes forvaltningsregler for jomfruhummer kunne forklare forskellen på udnyttelsesmønstre. Ved at fremlægge forslag til harmonisering af reglerne forventedes at der ville blive mere lige konkurrenceforhold for fiskerne i de tre lande. Underforstået ville en harmonisering fjerne eventuelle barrierer for udvikling af fiskeriet i det enkelte land. I linje med mainstream økonomisk teori forventes, at fjernelse af sådanne barrierer vil give erhvervslivet bedre muligheder for at udvikle sig – og dermed styrke jomfruhummerfiskeriets fremtidige udviklingsmuligheder.

Fiskerireguleringen, især redskabsregulering

I forbindelse med arbejdsplanen blev reglerne omkring fiskeriet analyseret. Det fremgik, at de grundlæggende regler for Danmark og Sverige er de samme, idet begge lande er underlagt EU's fiskeripolitik. De norske regler er meget tilsvarende EU's. *Se gennemgang af regler i bilag 1.* Bevaringshensyn med hensyn til redskabsbrug, krav til selektivitet, var også meget lig hinanden. *Heri ligger altså ikke nogen regler, der trænger til at harmoniseres for at reducere grænseoverskridende aktivitet.*

Implementering af fiskeripolitikken og strukturer med forskelle mellem de tre lande

På andre områder er der imidlertid forskelle, som kan have indflydelse på- og forklare de store forskelle i fiskerimønstrene i de tre lande. Disse er blevet beskrevet i forbindelse med arbejdsplanen 1 og præsenteret på den afsluttende workshop i november 2014.

Discardregler:

Norge har i en del år haft *forbud* mod discard (udsmid) af fisk. I EU har der derimod været *påbud* om discard af fisk under mindstemålet samt fisk, som den enkelte fisker ikke har rettigheder til at lande (kvote). I 2012 aftalte ministre fra Danmark, Norge og Sverige, at der skulle etableres et discardforbud i Skagerrak for fiskere fra de tre lande. Forbuddet skulle starte 1/1 2013, men blev udsat til 1/1 2014 og herefter udskudt på ubestemt tid. Dette sidste skyldtes at der samtidig var en proces i gang, hvor EUs fælles fiskeripolitik blev revideret. Heri kom landingsforpligtigelse (discardforbud) til at få en central rolle. EU ønskede derfor ikke at have et område (Skagerrak) med én type discardforbud, samtidig med man indfasede en anden type discardforbud i resten af EU.

Mens der hidtil har været norsk discardforbud og EU discardpåbud i Skagerrak vil man i de kommende år opleve én fortolkning af discardforbud fra norsk side og en anden fra EU side. Hvorvidt det vil give problemer for fiskeriet i Skagerrak og dermed en grænsehindring er endnu for tidligt at sige.

Nationale regler om kvotetildeling

Fiskeripolitikken er vedtaget på EU niveau, mens implementeringen sker på nationalt niveau. I Sverige tildeles grupper af fiskere/flåder gruppekvoter i det demersale fiskeri; på ugebasis tildeles hvert fartøj i hver fartøjsgruppe en fastsat kvote af forskellige arter. Disse kvoterettigheder har hidtil ikke kunnet handles/overdrages mellem fiskere. Det har medvirket til en struktur med mange mindre fartøjer, set i forhold til Danmark. I Danmark blev kvoterettighederne til det demersale fiskeri privatiseret i 2007, i såkaldt fartøjskvoteandele. Det betyder at kvoterettighederne kan handles individuelt mellem fiskere. Det har medført en markant reduktion i antallet af fartøjer, der hver især har en større andel af de samlede kvoterettigheder. Som nationalt gennemsnit har det betydet bedre økonomi for fartøjerne, samtidig er der en

tendens til at fiskeriaktiviteten og fartøjerne samles i færre havne, hvorfor nogle havne har oplevet, at det lokale fiskeri er forsvundet.

I projektet har vi konstateret denne forskel, men har ikke arbejdet nærmere med betydningen af forskellen på disse dele af de nationale regler. Vi kan derfor heller ikke udtale os omkring hensigtsmæssigheden af at harmonisere reglerne på dette område.

Nationale kvotestørrelser og sammensætning

Et tredje forhold, der medvirker til forskelle i fiskerimønstre og redskabsbrug er de nationale rettigheder til jomfruhummer og andre arter der fanges i blandet fiskeri. Disse rettigheder er aftalt mellem landene som nøgletal for andele af den aftalte kvote for den enkelte art. Aftalerne internt i EU benævnes den relative stabilitet.

Norge har kun rettigheder til en begrænset mængde jomfruhummer i Skagerrak. Der er et vist tejnebaseret fiskeri, især tæt på kysten og i fjorde, og en del jomfruhummer tages som bifangst i det noget større rejefiskeri, mens ca. halvdelen tages i egentlige jomfruhummertrawl.

Danmark har betydeligt større rettigheder til jomfruhummer end Sverige i KASK området – men Danmarks har også betydeligt større kvoterettigheder til anden fisk end Sverige. Det betyder at de danske fiskere i meget højere grad end svenske har en kvoteportefølge, der består af jomfruhummer og en række andre fiskearter som torsk, rødspætte, kuller, tunge mv. Det danske fiskeri er derfor i høj grad et blandet fiskeri, hvor den enkelte fisker har rettigheder til og ønsker at fange fisk sammen med jomfruhummer. Da de svenske fiskere ikke har samme rettigheder til at fange og lande fisk har de været nødt til i langt højere grad at målrette fiskeriet efter jomfruhummer. Det har naturligvis konsekvenser for valg af redskaber. Ved redskabsudvikling har de danske fiskere forsøgt at bortsortere torsk, mens øvrige arter indgår som en væsentlig indtægt. De svenske fiskere har været tvunget til at bortsortere alt andet end jomfruhummer, idet de i meget ringe omfang har haft rettigheder til at fange og lande andet. Det betyder at seltra-trawlet med toppanel til at bortsortere torsk er det helt dominerende i dansk sammenhæng, mens svensk fiskeri er domineret af trawl med rist og tejner. Dette er yderligere understøttet ved at Sverige har en politisk fastsat fordeling af landingsrettigheder på jomfruhummer med 25 % til tejnefangne jomfruhummer, 50 % med trawl med rist og 25 % med trawl med toppanel.

Den væsentligste forskel i redskabsbrug mellem Danmark og Sverige skyldes altså de nationale kvoterettigheder, der er aftalt i forbindelse med den relative stabilitet. Det er ikke regler, der umiddelbart kan justeres eller ændres.

Naturforhold

Et sidste forhold der kan forklare forskellene mellem især dansk og svensk fiskeri er naturforhold. Den mudrede havbund tæt på den svenske vestkyst og skærgården giver gode leveforhold for jomfruhummer. Bunden er samtidig stenet og er derfor ikke optimal til trawlfiskeri. Det er understøttet af at Sverige har valgt indenfor sin nationale grænse at lave en trawlfri zone på 3 sømil fra kystlinjen, noget der med enkelte undtagelser senere er blevet udvidet til 4 sømil fra kysten. Dette område giver gode betingelser for tejnefiskeri, tæt på hjemhavn og uden risiko for konflikt med trawl (bundsløbende redskaber). I dansk sammenhæng er der ikke på nuværende tidspunkt tilsvarende trawlfri zoner og jomfruhummerområderne er generelt beliggende i betydelig større afstand fra kysten, så det vil kræve mere tid og brændstof (samt måske større fartøjer) at kunne tilse tejner. De naturlige bundforhold er dermed yderligere en forklaring på forskelle i udnyttelsesmønstret mellem især Danmark og Sverige.

Opsamling

Ved projektstarten var det ventet at forskelle i forvaltningsreglerne mellem de tre lande kunne forklare forskelle i fiskerimønstre, og at harmonisering af disse regler kunne give udviklingsmuligheder for det fremtidige fiskeri efter jomfruhummer.

I projektet er det imidlertid blevet klart af:

- De grundlæggende fiskeriregler mellem EU (Danmark og Sverige) og Norge er meget ens. Der er derfor ikke umiddelbar noget at harmonisere her
- Da EU først er ved at konkretisere sit discardforbud er det endnu uklart om forskelle mellem den norske og EU fortolkningen af discard forbud kan udgøre en barriere for udviklingen af fiskeriet efter jomfruhummer på tværs af KASK området.
- De væsentligste forskelle mellem de tre landes jomfruhummerfiskeri skyldes forhold, der ikke umiddelbart kan harmoniseres:
 - o Allokering af fiskerettigheder som gruppekvoter eller individuelle kvoter
 - o De nationale kvoter – volumen for jomfruhummer og forholdet mellem fisk og jomfruhummer
 - o Naturforhold

Med henblik på den fremtidige udvikling af jomfruhummerfiskeriet i Kattegat og Skagerrak er der således ikke umiddelbart forvaltningsregler, som projektet vil foreslå harmoniseret mellem EU (Danmark og Sverige) og Norge.

Bilag 1

Forvaltningsregler, Danmark:

Den grundlæggende lovgivning for det danske fiskeri findes i [Fiskeriloven, LBK nr. 978 af 26/09/2008](#). Mere detaljeret reguleres reglerne i bekendtgørelser, hvoraf den nyeste og gældende er [Bekendtgørelse nr. 1423 af 12/12/2013 om regulering af fiskeriet i 2014-2020](#).

Løbende ændringer i reglerne for fiskeriet annonceres igennem Bilag 6 meddelelser, som beskrevet i [§ 2](#) og [bilag 6](#) i bekendtgørelse 1423 ("[§ 2. NaturErhvervstyrelsen kan i overensstemmelse med bilag 6 udsende meddelelse om regler for fiskeriet, herunder indstilling af og ændrede vilkår for nærmere angivne fiskerier. Ikrafttrædelsestidspunktet fremgår af meddelelsen.](#)")

Mindstemål for nephrops i Kattegat og Skagerrak findes i [Bekendtgørelse om mindstemål for fisk og krebsdyr i saltvand, § 5 og bilag 7](#). Mindstemålet er 13 cm for nephrops i fuld længde og 7,2 cm for nephropshaler.

Kattegat:

Se [Bekendtgørelsens kapitel 2, § 35](#) om fiskeriet i Kattegat:

§ 35. Det er ikke tilladt at fiske med not i Kattegat, Østersøen og Bælterne.

Stk. 2. Ved fiskeri med trawl og/eller andet slæbende redskab i Kattegat, som skal foregå med maskestørrelser på 90 mm og derover, skal redskabet for fartøjer med en længde overalt på 10 meter og derover være påmonteret en selektiv fangstpose af en af de 3 typer, der er beskrevet i bilag 14.

Stk. 3. Fra 1. oktober til 31. december kan i stedet for de fangstposer, der er beskrevet i stk. 2, jf. bilag 14 anvendes det sorteringspanel, der er beskrevet i bilag 13 samt i bilag 15, punkt 3, dog er perioden for fartøjer, der fisker med snurrevod, fra 1. august til 31. oktober.

Stk. 4. I stedet for de fangstposer, der er beskrevet i bilag 14, kan anvendes de selektive redskaber der er beskrevet i [bekendtgørelse nr. 391 af 16. april 2010](#) om forbud mod visse former for fiskeri i nærmere afgrænsede områder i Kattegat og nordlige del af Øresund, bilag 4.

Stk. 5. For fartøjer, hvor der føres papirlogbog eller e-logbog, skal det fremgå af logbogen, hvilke af de i bilag 14 nævnte redskaber, der anvendes. Redskaberne benævnes henholdsvis 1, 2 eller 3 i rubrikken om redskabsstørrelse for så vidt angår papirlogbog og i rubrikken panel for så vidt angår e-logbog.

Relevante bilag til bekendtgørelse 1423 for Kattegat:

[Bekendtgørelse 1423, bilag 13.](#)

(Fiskeri med trawl og/eller andet slæbende redskab i Kattegat)

[Bekendtgørelse 1423, bilag 14.](#)

(Krav til de selektive fangstposer, der skal anvendes, når der fiskes med trawl og/eller andet slæbende redskab i Kattegat med en maskestørrelse på 90 mm og derover, jf. § 35, stk. 2)

De lukkede og delvist lukkede områder i Kattegat reguleres i [Bekendtgørelse nr. 391 af 16. april 2010 om forbud mod visse former for fiskeri i nærmere afgrænsede områder i Kattegat og nordlige del af Øresund.](#)

Skagerrak:

Se [Bekendtgørelse 1423, Kapitel 2, § 36](#) om fiskeriet i Skagerrak:

"§ 36. Ved fiskeri i Skagerrak med trawl, snurrevod og/eller andet slæbende redskab skal redskaberne være udformet i overensstemmelse med bestemmelserne i stk. 2-6.

Stk. 2. Ved målrettet fiskeri af dybvandsrejer skal

1) anvendes diagonalmaske med mindste maskestørrelse på 35 mm,

2) anvendes en rektangulær sorteringsrist med en maksimal afstand mellem tremmerne på 19 mm, hvor ristens tremmer er parallelle med ristens længdeakse, og

3) trawls overpanel indeholder et fiskeudslip foran sorteringsristens overkant.

Stk. 3. Fartøjer, der fisker i henhold til stk. 2 og som har passende kvoter af de arter, som redskabet kan forventes at fange, kan ved fiskeudslippet montere en tunnel/opsamlingspose, der er beskrevet i bilag 15, for at tilbageholde større fisk.

Stk. 4. Ved målrettet fiskeri af jomfruhummer skal anvendes en sorteringsrist og redskab konstrueret, som beskrevet i bilag 15, nr. 2.

Stk. 5. Ved blandet demersalt fiskeri skal anvendes diagonalmaske på mindst 120 mm på fangstposen og forlængerstykket, dog minimum på 8 meter af fangstredskabet.

Stk. 6. Uanset stk. 5, kan der fiskes med trawl eller andet slæbende redskab med en maskestørrelse på minimum 90 mm, hvis der anvendes et af de i bilag 15 beskrevne paneler.

Stk. 7. For fartøjer, hvor der føres papirlogbog eller e-logbog, skal det fremgå af logbogen, hvilke af de i bilag 15, nr. 3 nævnte redskaber, der anvendes. Redskaberne benævnes henholdsvis 7, 8 og 9 i rubrikken om redskabsstørrelse for så vidt angår papirlogbog og i rubrikken panel for så vidt angår e-logbog."

Relevante bilag til bekendtgørelse 1423 for Skagerrak:

[Bekendtgørelse 1423, bilag 15.](#)

(Krav til de selektive redskaber, der skal anvendes, når der fiskes med trawl og/eller andet slæbende redskab i Skagerrak, jf. § 36.)

Forvaltningsregler, Norge:

[Lov om forvaltning av viltlevande marine ressursar \(havressurslova\)](#) er den lov, der på samme måte som den danske fiskerilov regulerer fiskeriet overordnet for Norge. [Kapitel 3, § 13 om Kvotar til forskning, overvaking, undervisning og praktiske reiskapsforsøk](#) og [Kapitel 13, § 66 om Havforskning og praktiske reiskapsforsøk](#) er de relevante paragraffer for redskabsudvikling og [Kapitel 6 om Tilrettelegging for kontroll](#) og [Kapitel 7 om Kontroll og handheving](#) er særligt relevante for Flådeinformasjonssystemet. [§ 15](#) omhandler discardforbuddet.

Mere detaljert reguleres det norske fiskeri af [Forskrift FOR-2004-12-22-1878 om utøvelse av fisket i sjøen](#), som der ændres i løbende via forskrifter om ændringer i denne forskrift.

Skagerrak:

[Forskrift FOR-2004-12-22-1878 om utøvelse av fisket i sjøen § 3, stk. 4 og 5](#) om Maskevidde i stormasket trål og snurrevad i Skagerrak:

4. I Skagerrak, avgrenset mot vest av en rett linje gjennom Lindesnes fyr og Hanstholm fyr og mot sør av en rett linje gjennom skagen fyr og Tistlarna fyr, kan det uten hinder av første ledd første setning ved fiske utenfor 4 nautiske mil fra grunnlinjene med trål og ved bruk av seleksjonspanel benyttes en fiskepose med maskevidde ned til 90 mm. I trålens undervinger og underbelg kan det benyttes mindre maskevidde enn 90 mm. I fiskeposen skal det være innmontert et seleksjonspanel som skal være minimum 3 meter langt, og være plassert ikke lengre frem enn 4 meter fra sekkeknuten (cod-line). Seleksjonspanelet skal være plassert i overpanelet på fiskeposen, laget av kvadratmasker med en minste maskevidde på 140 mm, eller av diamantmasker med en minste maskevidde på 270 mm. Panelet skal ha lik bredde i hele sin lengde, og ha samme bredde som overpanelet i fiskeposen (være festet fra leis til leis). Dersom det benyttes seleksjonspanel av diamantmasker er dette kun tillatt ved bruk av 4-panels fiskepose, og panelet skal da være montert med 3 masker i 90 mm til en maske i 270 mm.

5. I området beskrevet i § 3 nr. 4 (Skagerrak) utenfor 4 nautiske mil fra grunnlinjene kan det ved fiske etter sjøkreps benyttes maskevidde ned til 70 mm dersom det samtidig benyttes sorteringsrist. Fiskeposen skal være laget av kvadratmasker.

§ 5 om Fiske med småmasket redskap i Skagerrak:

Ved fiske etter sjøkreps innenfor 4 nautiske mil fra grunnlinjene kan det benyttes maskevidde ned til 70 mm dersom det benyttes kvadratmasker i fiskeposen.

[Forskrift om utforming og innmontering av sorteringsrist i direkte fiske etter sjøkreps](#)

[EU-Norge aftale om blandt andet discardforbuddet i Skagerrak fra 2013.](#)

[EU-Norge samarbeidsaftale for 2013.](#) Denne aftale er udløbet, og EU og Norge har pt. Ikke fået ny aftale for 2014 på plads, grundet forsinkelser pga. makrelkonflikten med Færøerne.

UPDATE 30/4 2014: [EU-Norge Samarbejdsaftalen for 2014.](#)

Forvaltningsregler, Sverige:

Sveriges fiskeri regleres, på samme måde som det danske og norske, overordnet af en fiskerilov; [Fiskelag \(1993:787\)](#), og i detaljer via forskrifter (föreskrifter), som beskrevet i [§ 19](#).

Dette er tilsyneladende samlingen af de essentielle forskrifter: [Fiskeriverkets föreskrifter \(FIFS 2004:36\) om fiske i Skagerrak, Kattegatt och Östersjön](#). Følgende paragraffer er herfra.

Kapitel 2, § 1 dikterer, hvor tæt danske og svenske fiskere må fiske på det andet lands kyst i Kattegatt og dele af Skagerrak. Som hovedregel 3 sømil.

Kapitel 3, § 10 + § 11 siger noget om, hvor og hvornår der må fiskes med forskellige trawls efter forskellige arter.

Kapitel 3, § 12c og § 12d beskriver reglerne for trawlfiskeriet efter nephrops i Skagerrak uden for trawlgrænsen (trawlgrænsen defineres i **Kapitel 1, § 5**):

"12 c § Vid trålfiske efter havskræfta utanför trålgränsen i Skagerrak ska förlängningsstycket och lyftet i trålen bestå av fyrkantsmaska om minst 70 millimeter maskstorlek. Den sammanlagda längden på lyft och förlängningsstycke ska vara minst 8 meter. Trålen ska ha en artsortande rist enligt de specifikationer som framgår i bilaga 9. (HVMFS 2013:1)

12 d § Vid trålfiske efter fisk eller vid trålfiske efter fisk och havskræfta, med undantag av pelagiska arter, utanför trålgränsen i Skagerrak ska trålen 1. ha en maskstorlek om minst 120 millimeter i lyftet och förlängningsstycket, och den sammanlagda längden ska vara minst 8 meter, eller 2. ha en maskstorlek om minst 90 millimeter i lyftet och förlängningsstycket tillsammans med en panel bestående av minst 140 millimeter fyrkantsmaska eller 270 millimeter diagonalmaska. Panelen ska vara minst 3 meter lång och placeras högst 4 meter från slutet av trålen. Panelen ska ha samma bredd som överstycket på trålen och vara fäst mellan sömmarna. Om diagonalmaska används i panelen i en fyrpanelspåse ska denna monteras med tre 90 millimetersmaskor till en 270 millimetersmaska. (HVMFS 2013:1)"

Mindstemål (**Kapitel 3, § 16**):

"Havskræfta: 4 cm carapaxlängd, 13 cm totallängd, Skagerrak, Kattegatt"

Se desuden i samme kapitel og §:

"3. havskræfta: avståndet från ögonhålans bakkant till huvudsköldens bakkant, mätt parallellt med mittlinjen (carapaxlängd), eller det raka måttet från spetsen av pannhornet till den fasta kanten av den mellersta stjärten (totallängd)"

Angående dispensation fra reglerne til fiskeri med videnskabelige formål, **Kapitel 6, § 2**:

"2 §1 Om det behövs för något vetenskapligt ändamål eller om det annars finns särskilda skäl får i enskilda fall undantag medges från dessa föreskrifter enligt följande.

1. Länsstyrelsen får meddela undantag från 3 kap. 2-7, 8-9 och 15-16 §§, 4 kap. 2-11 och 13-17 §§ samt 5 kap. 6 §. Undantag från 3 kap. 16 § får endast avse ostron, hummer, lax, öring, harr, gädda och gös. Fråga

om undantag för befattningshavare vid Havs- och vattenmyndigheten eller för person som på Havs- och vattenmyndighetens uppdrag bedriver fiske för undersöknings-ändamål ska dock prövas av myndigheten.

2. Havs- och vattenmyndigheten kan medge undantag från andra bestämmelser i föreskrifterna än de i 1 angivna.

Undantag, rörande fiske i Svinesund eller Idefjorden, från bestämmelserna i 3 kap. 2, 3 och 16 §§, 4 kap. 2-8 a §§ och bilaga 5 får göras endast i samband med vetenskapliga undersökningar. I sådana fall ska berörda myndigheter i Norge underrättas skriftligen. (HVMFS 2011:7).”

Bilag 7 innehåller redskapsregler og geografiske afgrænsninger for nephropstrawl i Kattegat Skagerrak:

”Trålfiske i områdena A 1-8 får ske efter havskræfta på följande villkor. Redskapet skall utgöras av en singeltrål, byxtrål eller tvillingtrål. Varje strut i redskapet skall vara försedd med en artsorterande rist enligt de specifikationer som anges i bilaga 9. Minst åtta meter av trålens bakersta förlängningsstycke och lyft skall bestå av nät med fyrkants-maskor med en minsta maskstorlek om 70 millimeter, maximalt 100 öppna maskor (stolpar) i omkrets och en enkeltrådig maximal trådtjocklek om tre millimeter. Nätet får inte på något sätt blockeras eller snörpas så att maskornas öppning minskas vid fiske. Skyddslyft får dock användas om detta i sin omkrets har minst 40 nätmaskor vars storlek är minst 240 millimeter. Rullar eller motsvarande anordning avsedd att möjliggöra trålning på hårda bottenar får ha en diameter om högst 20 centimeter.”

Forvaltningsregler, EU:

CFP-Reformen:

[Overblik.](#)

CFP-Reformpakken indeholder tre stykker lovgivning, alle nu vedtaget:

- [The basic regulation for the CFP reform, REGULATION \(EU\) No 1380/2013.](#)
- [The regulation on the common organisation of the markets in fishery and aquaculture products, REGULATION \(EU\) No 1379/2013.](#)
- [The EMFF regulation, \(vedtaget i parlamentet 16/4/2014 og afventer rådets godkendelse\)](#)

The basic regulation indeholder landingsforpligtelsen i **Article 15**.

Spørgsmål i forbindelse med landingsforpligtelsen i artikel 15 er blevet stillet og behandlet af STECF [her](#) og senere [her](#).

Logføring:

RÅDETS FORORDNING (EF) Nr. [1224/2009](#) af 20. november 2009 og KOMMISSIONENS GENNEMFØRELSESFORORDNING (EU) Nr. [404/2011](#) af 8. april 2011 dikterer tilsammen kravene til medlemsstaternes fiskerilogbogsføring. Alle fiskefartøjer over 12 meter skal ifølge disse direktiver udfylde elektroniske logbøger. I Danmark bruges eLog, Sverige bruger vCatch og Norge giver fiskerne mulighed for at vælge imellem eFangst, Fangstlogg, IFisk og Track Well Fangstdagbok.

[EU's aftale med Norge om udveksling af elektronisk data.](#)

Relevante Technical Measures dokumenter:

[REGULATION \(EU\) No 227/2013 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 March 2013](#)

Cod plan:

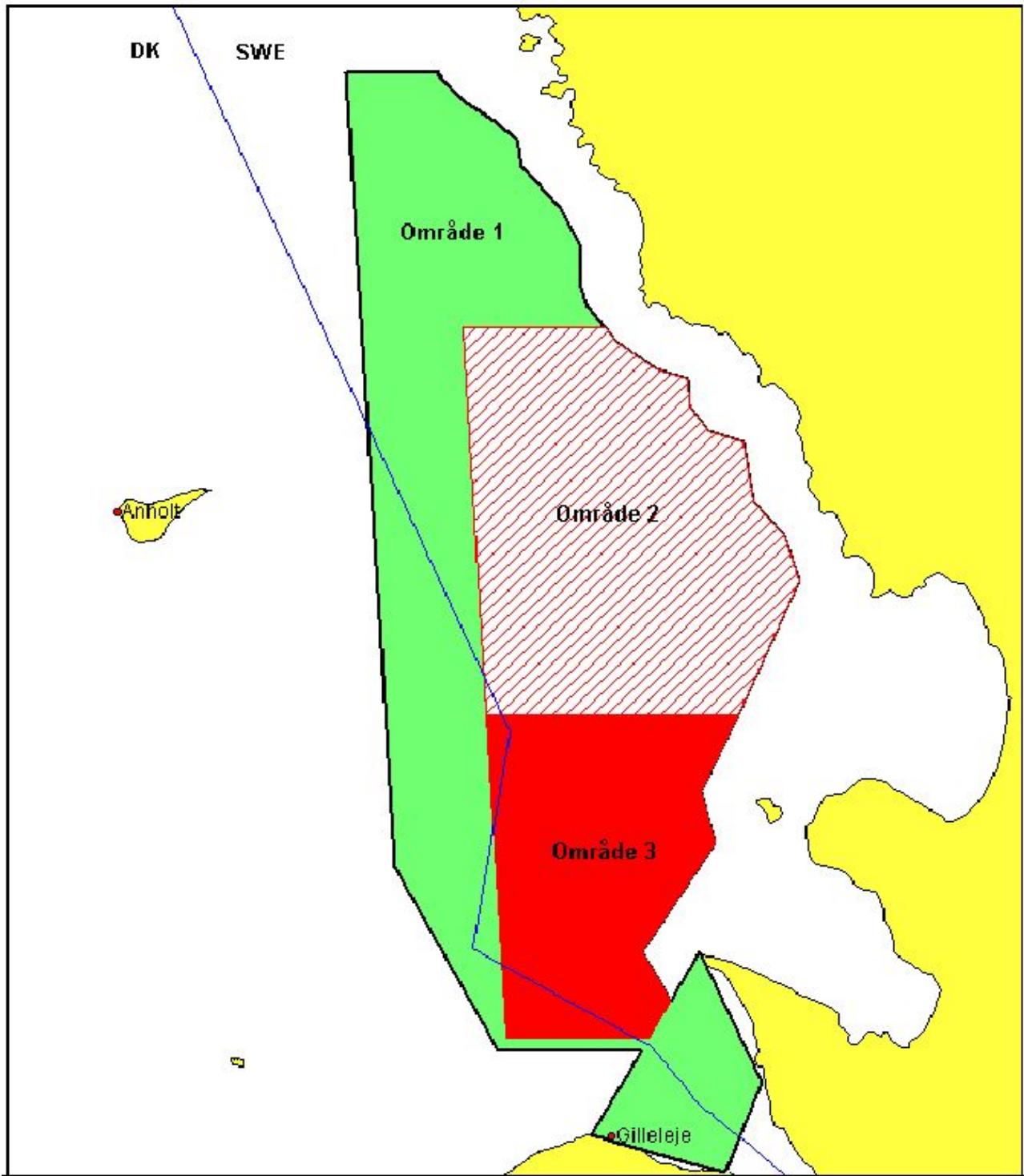
[COUNCIL REGULATION \(EC\) No 1342/2008 of 18 December 2008 establishing a long-term plan for cod stocks and the fisheries exploiting those stocks and repealing Regulation \(EC\) No 423/2004](#)

Sammenligninger af reglerne:

Kattegat	Skagerrak
Danske regler	
Maskestørrelse på 90+ mm.	Ved blandet demersalt fiskeri skal anvendes diagonalmaske på mindst 120 mm på fangstposen og forlængerstykket, dog minimum på 8 meter af fangstredskabet.
For fartøjer på 10+ meter skal redskabet have påmonteret en af følgende fangstposer: <ol style="list-style-type: none"> 1) 4-panel fangstpose med et 180 mm kvadratmasket sorteringsvindue monteret 4-7 meter fra bindestrikken. 2) 4-panel fangstpose med et 270 mm diamantmasket sorteringsvindue monteret 4-7 meter fra bindestrikken. 3) 2-panel fangstpose med et 180 mm kvadratmasket sorteringsvindue monteret 4-7 meter fra bindestrikken. 	Der kan i stedet fiskes med en maskestørrelse på mindst 90 mm, hvis der anvendes et af følgende paneler: <ol style="list-style-type: none"> 1) Et panel med minimum 140 mm. kvadratmaske i en 4-panel sektion 2) Et panel med minimum 270 mm. diagonalmasker i en 4-panel sektion 3) Et panel med minimum 140 mm. kvadratmaske i en 2-panel sektion
Fra 1. oktober til 31. december kan i stedet for ovennævnte fangstposer anvendes et mindst 3 meter langt sorteringspanel i toppanelet med masker på mindst 120 mm.	Ved målrettet fiskeri af nephrops skal anvendes en sorteringsrist som beskrevet i bilag 15, stk. 2 i bekendtgørelse om regulering af fiskeriet i 2014-2020 . Sorteringsristen skal monteres i et trawl, hvis fangstpose består af kvadratmasker med en maskestørrelse på mindst 70 mm.
I det lukkede område 1 i Kattegat er fiskeri forbudt fra 1. januar (Kattegat)/1. februar (Øresund) til 1. marts, undtaget med følgende selektive redskaber: <ol style="list-style-type: none"> 1) Trawlredskab monteret med sorteringsrist som beskrevet i bilag 15, stk. 2 i bekendtgørelse om regulering af fiskeriet i 2014-2020. 2) Trawlredskab monteret med seltra fangstpose med sorteringsvindue med maskestørrelse på mindst 300 mm 3) Topløs trawl monteret med seltra fangstpose med sorteringsvindue med maskestørrelse på mindst 175 mm. 	
I det lukkede område 2 i Kattegat gælder forbuddet hele året. Undtaget er stadig fiskeri med de selektive redskaber beskrevet ovenfor.	
I det lukkede område 3 i Kattegat gælder forbuddet hele året uden undtagelser.	
Mindstemålet er 13 cm for nephrops i fuld længde og 7,2 cm for nephropshaler.	

Kattegat + Skagerrak	Skagerrak
Svenske regler	
<p>Trålfiske i områdena A 1-8 får ske efter havskräfta på följande villkor. Redskapet skall utgöras av en singeltrål, byxtrål eller tvillingtrål. Varje strut i redskapet skall vara försedd med en artsorterande rist enligt de specifikationer som anges i bilaga 9. Minst åtta meter av trådens bakersta förlängningsstycke och lyft skall bestå av nät med fyrkantsmaska med en minsta maskstorlek om 70 millimeter, maximalt 100 öppna maskor (stolpar) i omkrets och en enkeltrådig maximal trådtjocklek om tre millimeter. Nätet får inte på något sätt blockeras eller snörpas så att maskornas öppning minskas vid fiske. Skyddslyft får dock användas om detta i sin omkrets har minst 40 nätmaskor vars storlek är minst 240 millimeter. Rullar eller motsvarande anordning avsedd att möjliggöra trålning på hårda bottnar får ha en diameter om högst 20 centimeter.</p>	<p>Ved blandet demersalt fiskeri skal anvendes diagonalmaske på mindst 120 mm på fangstposen og forlængerstykket, dog minimum på 8 meter af fangstredskabet.</p>
	<p>Der kan i stedet fiskes med en maskestørrelse på mindst 90 mm, hvis der anvendes et af følgende paneler:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4) Et panel med minimum 140 mm. kvadratmaske i en 4-panel sektion 5) Et panel med minimum 270 mm. diagonalmasker i en 4-panel sektion 6) Et panel med minimum 140 mm. kvadratmaske i en 2-panel sektion.
	<p>Ved målrettet fiskeri af nephrops skal anvendes en sorteringsrist som beskrevet i bilag 9 i Fiskeriverkets foreskrifter. Sorteringsristen skal monteres i et trawl, hvis fangstpose består af kvadratmasker med en maskestørrelse på mindst 70 mm.</p>
	<p>Områder hvor trawlfiskeri er forbudt kan ses i bilag 8 af Fiskeriverkets foreskrifter.</p>
<p>Mindstemålet er 13 cm for nephrops i fuld længde og 4 cm carapaxlængd. (havskräfta: avståndet från ögonhålans bakkant till huvudsköldens bakkant, mätt parallellt med mittlinjen (carapaxlängd), eller det raka måttet från spetsen av pannhornet till den fasta kanten av den mellersta stjärtenan (totallängd))</p>	

Kattegat	Skagerrak
Norske regler	
-	<p data-bbox="411 331 1356 398">Forskrift FOR-2004-12-22-1878 om utøvelse av fisket i sjøen § 3, stk. 4 og 5 om Maskevidde i stormasket trål og snurrevad i Skagerrak:</p> <p data-bbox="411 443 1433 860">4. I Skagerrak kan det ved fiske utenfor 4 nautiske mil fra grunnlinjene med trål og ved bruk av seleksjonspanel benyttes en fiskepose med maskevidde ned til 90 mm. I trålens underving og underbelg kan det benyttes mindre maskevidde enn 90 mm. I fiskeposen skal det være innmontert et seleksjonspanel som skal være minimum 3 meter langt, og være plassert ikke lengre frem enn 4 meter fra sekkeknuten (cod-line). Seleksjonspanelet skal være plassert i overpanelet på fiskeposen, laget av kvadratmasker med en minste maskevidde på 140 mm, eller av diamantmasker med en minste maskevidde på 270 mm. Panelet skal ha lik bredde i hele sin lengde, og ha samme bredde som overpanelet i fiskeposen (være festet fra leis til leis). Dersom det benyttes seleksjonspanel av diamantmasker er dette kun tillatt ved bruk av 4-panels fiskepose, og panelet skal da være montert med 3 masker i 90 mm til en maske i 270 mm.</p> <p data-bbox="411 904 1417 1003">5. I området beskrevet i § 3 nr. 4 (Skagerrak) utenfor 4 nautiske mil fra grunnlinjene kan det ved fiske etter sjøkreps benyttes maskevidde ned til 70 mm dersom det samtidig benyttes sorteringsrist. Fiskeposen skal være laget av kvadratmasker.</p>



Figur 1 Lukkede/delvist lukkede områder i Kattegat

Appendix 9

The use of at-sea-sampling data to dissociate environmental variability in Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) catches to improve resource efficiency within the Kattegat-Skagerrak trawl fishery

Jordan Feekings, Asbjørn Christensen, Patrik Jonsson, Rikke P. Frandsen, Mats Ulmestrand, Sten Munch-Petersen, Bo S. Andersen

1 **The use of at-sea-sampling data to dissociate environmental variability in Norway**
2 **lobster (*Nephrops norvegicus*) catches to improve resource exploitation efficiency within**
3 **the Skagerrak/Kattegat trawl fishery**

4

5 Jordan Feekings¹, Asbjørn Christensen², Patrik Jonsson³, Rikke Frandsen¹, Mats Ulmestrand³, Sten
6 Munch-Petersen², Bo Andersen¹

7

8 ¹*Technical University of Denmark, National Institute of Aquatic Resources, North Sea Science park,*
9 *PO Box 101, DK-9850 Hirtshals, Denmark*

10 ²*Technical University of Denmark, National Institute of Aquatic Resources, Charlottenlund Slot –*
11 *Jægersborg Allé 1, DK-2920 Charlottenlund, Denmark*

12 ³*Institute of Marine Research, Department of Aquatic Resources, Swedish University of Agricultural*
13 *Sciences (SLU), Lysekil, Sweden*

14

15 Corresponding author: Jordan Feekings, email: jpfe@aqua.dtu.dk, tel: +45 35883292

16 **Abstract**

17 Research into the influence of environmental variables on the behaviour of Norway lobster (*Nephrops*
18 *norvegicus*), and hence catch rates, dates back to the 1960s (e.g. Höglund and Dybern, 1965; Simpson,
19 1965). However, the use of fishery dependent data in identifying influential factors is relatively limited
20 and only includes a number of papers on a limited dataset (e.g. Redant and De Clark, 1984; Maynou
21 and Sardà, 2001). Here, we aimed to dissociate environmental variability in Norway lobster catches to
22 improve resource exploitation efficiency within the Skagerrak and Kattegat trawl fisheries by utilising
23 data collected as part of an extensive at-sea-sampling program spanning 16 years. Catch rates were
24 modelled using Generalized Additive Mixed Models (GAMMs) and considered a range of response
25 variables, including depth, temperature, current speed, season, moon phase, and time of day. The
26 results obtained herein showed that time of day, season, depth, temperature, year, trawl type and
27 location all significantly affect catch rates of *Nephrops*.

28

29

30 **Keywords:** *Nephrops norvegicus*, Norway lobster, environmental variability, Kattegat, Skagerrak, at-
31 sea-sampling data

32 **1. Introduction**

33 Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) is an important species economically within European waters.
34 Their distribution extends from the Canary Islands in the south (Barquín et al., 1998) to the Aegean
35 Sea in the eastern Mediterranean and to the continental shelf and slopes throughout the northeast
36 Atlantic (Johnson and Johnson, 2013). It is a sedentary marine decapod crustacean which excavates
37 burrows in mud or mud/sand substrates (Tully and Hillis, 1995) between depths of 15 to 800 m
38 (Farmer, 1975). Burrow emergence is driven by feeding and mating behaviours, as well as burrow
39 maintenance. Furthermore, there is a suite of exogenous and endogenous forces that additionally
40 influence the emergence of Norway lobster from burrows, subsequently affecting catch rates (See
41 reviews by Farmer, 1975; Sardà, 1995; Aguzzi and Sardà, 2008).

42 For *Nephrops* to be caught by trawls they need to be available to the fishery, i.e. out of their burrows.
43 Main and Sangster (1985) noted that all the *Nephrops* observed outside their burrows and in line with
44 the trawl were caught and those in the entrance of the burrow (door keeping) escaped capture by
45 retreating back into the burrow. Therefore, the factors that influence burrow emergence, making them
46 available to the fishery, are interesting when it comes to understanding differences in catch rates
47 (CPUEs) of *Nephrops*.

48 Periods of peak emergence appear to be influenced by temporal and depth-dependent variations in the
49 light intensities at the sea bed, since *Nephrops* are nocturnal in shallow waters (~30m), crepuscular as
50 the depth increases (60-100m), and diurnal at the greatest depths of their occurrence (>100m;
51 Chapman and Rice, 1971; Farmer, 1974a; Moller and Naylor, 1980; Sardà, 1995; Tully and Hillis,
52 1995). Furthermore, direct observations by diving and underwater television have also been used to
53 confirm these temporal fluctuations in the numbers of animals active on the surface of the seabed
54 (Chapman and Rice, 1971; Chapman and Howard, 1979; Atkinson and Naylor, 1976; Farmer, 1974a).
55 Fishermen have also observed that the best catches are obtained at dusk and dawn (Farmer, 1974a). In
56 addition, Redant and De Clerck (1984) observed no significant differences in the length composition of

57 *Nephrops* taken at different times of the day, indicating that the light induced behaviour is independent
58 of size.

59 Variations in CPUEs of *Nephrops* have also been found to occur on a seasonal scale, with higher
60 CPUEs occurring during the spring and summer months (Aguzzi and Sardà, 2008). Redant and De
61 Clerck (1984) also observed seasonal variations in *Nephrops* landings and CPUEs, with maxima
62 occurring during summer and early autumn (May-October) and minima during winter and early spring
63 (December-March). Furthermore, fishermen have also mentioned that catches at spring tides are
64 generally low, but those on moonlit nights are particularly good (Farmer, 1974a). Besides light
65 intensity, a suite of additional influential environmental factors have also been examined.

66 Maynou and Sardà (2001) looked at the influence of a range of environmental factors on *Nephrops*
67 catch rates and found depth, atmospheric pressure, cloud cover, and sea state to be influential on
68 *Nephrops* catch rates within the Spanish deep-water trawl fishery in the north-western Mediterranean.
69 However, for only 3 of the 5 vessels studied were these factors were found to be influential. Catch
70 rates of *Nephrops* have also been found to be affected by variations in current speed, water turbidity,
71 which probably modifies light intensities at the seabed, as well as wind strength and direction
72 (Newland et al., 1988; Hillis, 1996; Sardà, 1995). Redant and De Clerck (1984) observed that during
73 heavy weather the peaks in catches either converged or levelled out completely. The lower catch rates
74 observed during periods of rough weather can be attributed to a combination of the diminished
75 efficiency of the gear in such conditions, and bottom water currents that increase bottom turbidity in
76 shallow water and hence decrease light intensity (Redant and De Clerck 1984; Chapman, 1980; Hillis,
77 1996; Maynou and Sardà, 2001). Fishermen have also attested to the reduced catchability of *Nephrops*
78 after strong storms (Maynou and Sardà, 2001). Moreover, the influence of locomotor activity, such as
79 the activity of other organisms (e.g. *dichelopandalus bonnierii* and *pandalus montagui*) in the
80 community and feeding cycles, as well as pressure, moon phase and bottom type, e.g., the proportion
81 of mud and the organic matter content have been highlighted as potentially influential to catch rates of

82 *Nephrops* (Farmer, 1974a; Atkinson and Naylor, 1976; Chapman and Howard, 1979; Chapman, 1980;
83 Moller and Naylor, 1980; Chapman and Bailey, 1987; Briggs, 1988; Atkinson and Taylor, 1988;
84 Sardà, 1995). In addition, the performance of the gear, particularly the trawl, may also contribute to the
85 variability in *Nephrops* CPUE (Moller and Naylor, 1980).

86 Emergence, and hence catch rates, may also be influenced by fluctuations in oxygen levels. It has
87 previously been found that under experimental conditions, *Nephrops*, when exposed to low O₂ levels,
88 would emerge from their burrows and stand on their hind legs in search of oxygen rich waters
89 (Hallbäck and Ulmestrand, 1990). Furthermore, previous studies in the Kattegat explained elevated
90 catches in the fisheries as a consequence of poor oxygen condition (Bagge and Munch-Petersen, 1979;
91 Baden et al., 1990). Furthermore, demographic factors such as animal size, molting and reproductive
92 stage (i.e. berried or non-berried females) may also influence emergence (Aguzzi and Sardà, 2008),
93 where molting and mating apparently increase the time spent outside the burrows during spring-
94 summer (e.g. Aguzzi et al., 2004b) and berried females tend to remain in the burrow (Farmer, 1974b).

95 Data from at-sea sampling in the Skagerrak and Kattegat, complemented by hydrographical data from
96 the Danish Meteorological Institute (DMI) are used to dissociate environmental variability in
97 *Nephrops* catch rates to improve resource exploitation efficiency (i.e. improving the sustainability of
98 the fishery while minimising its impact on the environment) within the Danish and Swedish trawl
99 fisheries. Research into the influence of environmental variables on the behaviour of *Nephrops*, and
100 hence catch rates, is rather extensive, dating back to the 1960s (e.g. Höglund and Dybern, 1965;
101 Simpson, 1965). However, the use of fishery dependent data to dissociate such variability is
102 uncommon, and where it does exist, it consists of data collected over relatively short time periods and
103 from few vessels (e.g. Redant and De Clark, 1984; Maynou and Sardà, 2001). Here, we use fishery
104 dependent data, collected over 16 years from 155 vessels and 995 hauls, coupled with meteorological
105 and hydrographical model data, to determine whether the information collected could be used to
106 identify hydrographical and environmental variables that are influential to catch rates of *Nephrops*.

107 Ultimately, we wanted to know whether environmental variability in catches could be incorporated
108 into the fishery to improve resource exploitation efficiency and economic viability.

109 **2. Materials and Methods**

110 **2.1 Norway lobster and fishery in the Skagerrak and Kattegat**

111 Norway lobster in the Kattegat and Skagerrak are primarily fished with demersal otter trawls
112 (Frandsen et al., 2011). However, there is also a creel fishery in Sweden which takes about 30 per cent
113 of the Swedish quota (10 % of the TAC). Denmark and Sweden are responsible for approximately 70
114 and 30 per cent of the landings, respectively. *Nephrops* is economically the most important species
115 targeted in Kattegat and Skagerrak (based on landings in 2013, Ministry of Food, Agriculture, and
116 Fisheries, The Danish Directorate of Fisheries). The main part of the Swedish *Nephrops* landings
117 (approx. 50% of the Swedish quota) stems from a single species trawl fishery, where the trawls are
118 equipped with a sorting grid to avoid by catches of demersal fish (Hornborg et al.,

119

120 2012), whereas in Denmark the fishery is considered a mixed species fishery with catches consisting
121 of *Nephrops* and several species of fish, including cod (*Gadus morhua*) and plaice (*Pleuronectes*
122 *platessa*), which also constitute an important part of the economic value of the fishery (Frandsen et al.,
123 2011). The minimum landing size for *Nephrops* in the Skagerrak and Kattegat is 40 mm carapace
124 length, substantially larger than in neighbouring waters (e.g. 25 mm in the North Sea). The fishery
125 takes place year round throughout the entire Kattegat and Skagerrak on muddy bottoms in depths
126 greater than 20 m.

127 The selection of *Nephrops* in trawls is influenced by both the behaviour of the individuals as well as
128 the design and rigging of the net (Main and Sangster, 1985). Hence, we therefore needed to account for
129 the difference in gear types used. Results for *Nephrops* in the Skagerrak and Kattegat showed that
130 different catch rates of *Nephrops* were obtained for single and twin trawl (Eggert and Ulmestrand,
131 2000). Therefore, gear type (single and twin trawl) was included as a covariate in the analysis.

2.2 At-sea-sampling data

The collection of catch data (discards and landings) for *Nephrops* in Denmark began in 1991 as a specific *Nephrops* sampling programme (DFH report, 1994). In the mid-1990s this programme was included as part of an at-sea scientific observer program covering other fisheries as well. The aim of the sampling program has been to sample total catches and discards of all species from all commercial fisheries except the ones with minimal fishing effort and discards (Feekings et al., 2012). Information on the sampling strategy and data collection methods for the Danish fishery has previously been described by Feekings et al. (2012). The Swedish at-sea sampling program follows principally the same procedures as the Danish, which constitutes a semi random opportunistic sampling of fishing vessels, approximately 4-5 trips by sampled metier, quarter and area (Kattegat and Skagerrak). Weights of landings and discards of all species are collected at a subset of haul (typically two or three hauls per trip). Length measurements are obtained for *Nephrops* from a 10 kg sample of landed catch and a 5 kg sample of discarded catch, but typically only on the first haul within each trip. In total, 763 and 232 at-sea observer hauls were taken in the Danish and Swedish *Nephrops* directed demersal trawl fisheries over the period 1997–2012 (2004 - 2012 for Sweden), respectively. The mean fishing depth was 76.5 m (range 20-263 m). The mean haul duration was 5.9 hours (SD \pm 1.6 hours).

2.3 Study Area

The Skagerrak – Kattegat area is considered a transition zone between the North Sea and the Baltic Sea. The area is characterised by complex hydrography and topography (Svansson, 1975, Danielsson et al., 1991). Western Skagerrak harbours the largest depths in the North Sea area, with a maximum depth of >700 m in western Skagerrak. Several different water masses are mixed in the area, originating from the central North Sea, the Atlantic and the Baltic. This results in a strongly stratified water column, with fresh Baltic water flowing northward in the Kattegat and entering a counter clockwise circulation pattern in the Skagerrak which follows the Swedish and Norwegian coastlines. The stratification of the water leads to quite strong seasonal differences in the surface water

157 temperature, with freezing temperatures in winter and up to 15- 20 degrees Celsius (°C) during late
158 summer. Due to the permanent halocline (typically at depths between 10-20 m in the Kattegat) bottom
159 temperatures in the Kattegat vary less than in the Skagerrak, typically between 4 – 12 degrees Celsius
160 (Svansson, 1975). Bottom temperatures in the Skagerrak also vary with depth and are less variable
161 with increased depth, below 200 meters the temperature fluctuates between 5 and 8 degrees Celsius
162 with no clear seasonal pattern (Svansson, 1975).

163 **2.4 Abiotic data**

164 Abiotic data from multiple sources were overlaid the recorded trawling events, which were
165 characterized by a position, a starting and ending time. Further, for each trawl a mid-time was
166 computed from the recorded starting and ending time.

167 *Atmospheric data*

168 Data on total cloud cover (TCC) and sea level pressure (MSL) were extracted from the ERA-interim
169 dataset provided by the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) (Berrisford
170 et al., 2011). Data were gridded with 2 x 2 degrees spatial resolution and 6h temporal resolution. The
171 gridded data were interpolated by tri-linear interpolation to actual trawl positions and trawl mid-times.

172 *Astronomic data*

173 Astronomic data were extracted from the PyEphem package (<http://rhodesmill.org/pyephem/>), which is
174 a Python interface to the Ephem astronomical lookup package. From this it was determined whether
175 the starting and ending time of each haul was at day or night. The horizon applied for determining
176 sunrise/sunset was the astronomical horizon, and no twilight zone was considered. Then each trawl
177 was categorized as day/dusk/night/dawn according to whether the starting and ending time of the trawl
178 was at day or night. Further the mid time of each trawl was mapped to the moon phase represented in
179 the interval 0-1, where 0/1 correspond to previous/next full moon, respectively.

180 *Bottom topography*

181 High resolution bottom topography datasets unfortunately each have limited spatial coverage; therefore
182 the bottom topography corresponding to each haul was assessed by an overlay of different static (time
183 averaged) depth datasets to provide best coverage; we created a hierarchy of topography datasets,
184 where each dataset was ranked according to its perceived accuracy. If a trawling event was covered by
185 multiple topography datasets, the dataset with highest rank was applied. We only considered publicly
186 available datasets; the topography datasets were ranked as follows, with highest ranking first:

187 1) The Danish Geodata Agency (www.gst.dk). Maps are provided with 4 sec (70 meter) zonal
188 resolution and 4 sec (120 meters) meridional resolution; however, these maps strictly only covers
189 Danish territorial areas in the North Sea, Skagerrak, Kattegat and Bornholm region of the Baltic Sea.

190 2) The data set iowtopo1 (www.io-warnemuende.de/topography-of-the-baltic-sea.html) from Leibniz
191 Institute for Baltic Sea, with 1 minute (1.1 km) zonal resolution and 30 sec (925 m) meridional
192 resolution, covering longitudes 9.008 to 15.158 °E and latitudes 53.504 to 56.496 °N.

193 3) The data set iowtopo2 (www.io-warnemuende.de/topography-of-the-baltic-sea.html) from Leibniz
194 Institute for Baltic Sea which is coarser in resolution than iowtopo1, but covers a larger range; the
195 spatial resolution is 2 minute (2.1 km) zonal resolution and 1 minute (1850 m) meridional resolution,
196 covering longitudes 9.017 to 21.317 °E and latitudes 53.508 to 59.492 °N.

197 4) The GEBCO global topography dataset (www.gebco.net/) with 30 minutes zonal and meridional
198 resolution; although this is apparently superior to the iowtopo1 and iowtopo2 datasets above, the
199 GEBCO dataset is not preferred for our purpose, because water depth is provided as an integer number
200 of meters, which in a shelf area does not give very accurate bottom slope determination without
201 smoothing of the dataset.

202 *Hydrography*

203 Bottom temperature, salinity, oxygen and current strength, as well as surface windstress as a proxy for
204 turbidity were extracted from the operational coupled physical and biogeochemical model HBM-
205 ERGOM. Oxygen was only available in the model output for the years 1997-2010. The output from

206 the physical circulation model HBM was at 1 hour temporal resolution and 10 km spatial horizontal
 207 resolution on a regular longitude-latitude grid, vertically with a z-grid and up to 50 vertical layers
 208 (Berg and Poulsen, 2012). The HBM model is forced by atmospheric data from the operational
 209 weather prediction model DMI-HIRLAM, freshwater fluxes from 79 regional rivers and tidal sea
 210 surface elevation at the open boundaries in addition to monthly climatological hydrography. The
 211 coupled biogeochemical model ERGOM was based on the original work by Neumann (2000) and
 212 subsequently extended, recalibrated and validated by Wan et al. (2012). Data were extracted
 213 corresponding to the mid-point of each haul, and data were interpolated onto the trawl position by tri-
 214 linear interpolation from the regularly gridded HBM-ERGOM data output.

215 2.5 Statistical analysis

216 Generalized additive mixed models (GAMMs) were used to describe the relationship between the total
 217 number of *Nephrops* caught per haul and a range of explanatory variables (Table 1) and to account for
 218 the unbalanced sampling design between explanatory variables. The numbers caught per haul (herein
 219 referred to as CPUE) were assumed to follow a negative binomial distribution. Modelling the response
 220 variable as an integer rather than a density is important because it provides the possibility of including
 221 zero observations in the analysis, an important part of the total observations (3% of the total
 222 observations). The identity link was applied to describe the relationship between the mean value of the
 223 dependent variable and 17 covariates. The following GAMM model was used:

$$\begin{aligned}
 224 \quad g(\mu_i) = & \text{gear}(i) + \text{bright night}(i) + f_1(kW) + f_2(\text{year}) + f_3(\text{temp}) + f_4(\text{current}) + \\
 225 \quad & f_5(\text{wind stress}) + f_6(\text{depth}) + f_7(\text{salinity}) + f_8(\text{atmospheric pressure}) + f_9(\text{oxygen}) + \\
 226 \quad & f_{10}(\text{long, lat}) + TOD(i) \times (\text{quarter}) + \text{offset}(\text{haul duration}) + U(i)_{\text{vessel2}}
 \end{aligned}$$

227 (1)

228 Where $\text{gear}(i)$ maps the i th haul to a categorical effect for each gear type, $\text{bright night}(i)$ maps the i th
 229 haul to a categorical effect for moon phase, cloud cover and depth where; 1 denotes a cloud cover <
 230 0.3, a moon phase > 0.6 and depths <100 m, 2 denotes a cloud cover \geq 0.3, a moon phase < 0.6 and

231 depths > 100 m, 3 denotes hauls not occurring during the night, f_1 to f_9 are 1-dimensional thin plate
232 regression splines, f_{10} is a 2-dimensional thin plate regression spline on the geographical coordinates,
233 TOD is a factor for the effect of time of day; dawn (the haul duration encompassed the hours of dawn),
234 day (the entire haul took place during daylight hours), dusk (the haul duration encompassed the hours
235 of dusk) and night (the entire haul took place during night hours), quarter is a factor representing the
236 four quarters of the year, haul duration is an offset term, and $U(i)_{\text{vessel2}} \sim N(0, \sigma_u)$ is a random effect for
237 the vessel associated with haul i (Wood, 2003; Wood, 2006). The function g is the link function, which
238 is taken to be the logarithm for the negative binomial model.

239 All covariates considered to be potentially influential were included in the initial model where the least
240 significant covariates were removed one at a time until all covariates were significant ($P < 0.05$). The
241 final model is then a reduced version of these full models. The analyses were performed using R
242 software, a statistical environment for computation and graphics (<http://www.r-project.org>), and the R
243 package ‘mgcv’ (Wood, 2011).

244 Due to potential correlations between a number of covariates, correlation coefficients were computed
245 and the significance of the correlations calculated using Pearson product-moment correlation
246 coefficients. None of the correlations were found to be significant and have therefore not been
247 included.

248 **3. Results**

249 Table 2 shows the results of the GAMM analysis of the trawling data, as described above. A
250 crepuscular rhythm in CPUE was observed (i.e. higher catches being recorded at dawn and dusk; Table
251 2). The CPUE were lower in hauls which took place only in night time hours and even lower in hauls
252 which occurred entirely during the day. CPUE also differed significantly across season, with catches
253 being highest during quarters 2 and 3 (i.e. late spring through to early autumn). An effect of
254 temperature was also observed, with CPUE increasing as temperature increased (Figure 2). Depth was

255 also found to have a significant effect on CPUE, with catches being highest at depths between 50 and
256 120 m. The analysis also revealed significant spatiotemporal heterogeneity among *Nephrops* CPUE
257 (Figure 3). The highest CPUE were located off the northern tip of Denmark and along the Norwegian
258 trench in the middle of the Skagerrak. High CPUE were also located east of the Danish island Læsø
259 and in the northern reaches of the study area off the west coast of Sweden. Twin trawls were found to
260 have a CPUE approximately 25 per cent higher than single trawls. Our analysis also revealed year (a
261 proxy for population size) and individual vessel characteristics to be correlated with CPUE of
262 *Nephrops* (Table 2). The final model ($g(\mu_i) = gear(i) + f_1(year) + f_2(temp) + f_3(depth) +$
263 $f_4(long, lat) + TOD(i) \times (quarter) + offset(haul\ duration) + U(i)_{vessel2}$) explained 39 per
264 cent of the deviance. Furthermore, visual analysis of the model residuals revealed no violation from
265 any of the model assumptions (i.e., normality and homogeneity of variance).

266 4. Discussion

267 The results obtained herein showed that CPUE of *Nephrops* in the Skagerrak and Kattegat are
268 influenced by an array of both environmental and fishery related factors. Intraday variability in CPUE
269 was observed, with the highest catches being recorded at dawn and dusk (i.e. a crepuscular rhythm).
270 The mean fishing depth was 76.5 m (SD \pm 55.5 m). Hence, for the depth range observed, the results
271 herein confirm those previously obtained for other waters around Europe (Farmer, 1974a; Redant and
272 De Clerck, 1984; Aguzzi and Sardà, 2008). Furthermore, due to intraday differences in the timing of
273 emergence across depths it may be possible to exploit such temporal differences by fishing at the
274 depths observed herein during dawn and dusk and then moving to shallower waters during the night
275 where *Nephrops* emergence is nocturnal. The practicality of such tactics is something that would need
276 to be tested in the field. The timing of emergence due to optimum light intensities may shift due to
277 additional environmental variability.

278 Redant and De Clerck (1984) noted that environmental variability such as the level of cloud cover or
279 turbidity (due to tidal currents or stormy weather) may alter the timing when optimum light intensity

280 associated with emergence occurs or even preventing it from occurring at all. Here, windstress and
281 current were considered as proxies for the level of turbidity at the seabed and potentially explain their
282 influence on CPUE of *Nephrops*. However, no significant effects were observed for either windstress
283 or current. This could be because the ranges observed in the data were not outside what is suitable for
284 burrow emergence. This could also be the case for salinity and atmospheric pressure, where no
285 significant differences were also observed. Despite these factors not being significant, previous results
286 indicate that catch rates increased with atmospheric pressure and decreased in cloudy conditions or in
287 rough sea (Maynou and Sardà, 2001). However, this was not significant for all vessels observed in the
288 study. The lower catch rates in rough seas was likely attributed to the reduce efficiency of the gear in
289 such conditions, together with bottom water currents that increase bottom turbidity in shallow water
290 and therefore reduce light intensity (Chapman, 1980; Hillis, 1996).

291 Bagge et al. (1979) found a strong negative correlation between CPUE figures from experimental
292 fishing and corresponding oxygen saturation on the sea bed suggesting that low oxygen content
293 increases the catchability of *Nephrops* by forcing them out of their burrows. Under conditions with
294 severe hypoxia the animals will eventually die (Bagge et al., 1990). Surprisingly to us our analysis did
295 not reveal a strong relation between CPUE and dissolved oxygen levels at trawling position and times
296 in our data set. We believe that this is related to the fact that we have too few data points in southern
297 Kattegat during the autumn when oxygen levels might be low; a result of the spatial fishing closures
298 implemented in 2009 preventing fishing in the most sensitive area, and the fact that fishermen in
299 general avoid trawling under hypoxic conditions due to more mobile species migrating away from
300 hypoxic areas (Pihl et al., 1991) and more sedentary organisms dying (Bagge et al., 1990). This
301 hypothesis assumes that we do not have strong contrasts in activity on moderate to good oxygen
302 conditions.

303 Seasonal differences in CPUE were observed, with higher catches occurring in quarters 2 and 3; i.e.
304 from April through to September. Aguzzi and Sardà (2008) also observed higher catches during the

305 spring and summer months, noting that the inter-annual fluctuations observed in catches were due to
306 seasonal differences in the photoperiod length. These results, and those of Redant and De Clerck
307 (1984), support the results found herein. While photoperiod length within years remains the same from
308 year to year, temperature is known to differ, which results in a difference in CPUE throughout the
309 year, as what was found herein. Temperature has previously been found to affect catch rates of
310 American lobster (*Homarus americanus*), whereby catch rates rose with increasing bottom
311 temperatures (Drinkwater et al., 2006), confirming what was observed here for *Nephrops*.

312 Due to the specific configuration of the tidal nodes in the North Sea and the small scale of the study
313 area, tidal activity in the Kattegat and Skagerrak is low (amplitudes typically less than 30 cm in eastern
314 Skagerrak and Kattegat; Svansson, 1975; Pearson and Rosenberg, 1992). The effect of tidal currents,
315 while minimal, should be captured in the current term in the model, which was found not to have a
316 significant effect on the CPUE of *Nephrops*. However, *Nephrops* catch rates in the North Atlantic have
317 been shown to vary over the lunar cycle (Chapman, 1980).

318 Additional environmental and demographic factors have been highlighted as potentially influential to
319 the emergence and non-emergence of *Nephrops*. These include food presence, hunger state, sex, size,
320 reproductive stage, and social interactions such as territorialism and mating (Farmer, 1974b; Tully and
321 Hillis, 1995; Aguzzi and Sardà, 2008). On the other hand, their ability to suspension feed may reduce
322 their emergence when berried (Loo et al., 1993). These factors would have been difficult to assess in
323 the present study and their influence on burrow emergence should be studied further. Furthermore, the
324 environmental and geospatial model data used is associated with some level of uncertainty. Therefore,
325 these data need to be handled with caution and analysis on the specific terms carried out in greater
326 depth.

327 The analysis carried out herein did not account for differences in the size of the individuals caught,
328 largely due to this information lacking in the database. However, it has previously been noted that the

329 amount of time an individual spent outside its burrow was size dependent (Chapman and Howard,
330 1979) and that the smallest individuals were most dependent on optimal environmental conditions to
331 permit emergence (Hillis, 1996). On the contrary, Redant and De Clerck (1984) observed no
332 significant differences in the length composition of *Nephrops* taken at different times of the day.
333 Furthermore, Aguzzi et al. (2003) and Aguzzi et al. (2007) found that emergence patterns occurred in a
334 comparable manner for juveniles and adults, including males and female in berried and non-berried
335 condition. Therefore, the exclusion of sex and length as covariates in the analysis was not deemed to
336 affect the results obtained.

337 Improving catch rates of Norway lobster by utilizing the variability in catches that occurs due to their
338 environmental variability can not only improve the economic viability within the fishery but also the
339 resource exploitation efficiency (i.e. improving the sustainability of the fishery while minimising its
340 impact on the environment). An increase in catch rates has the potential to reduce the effort required to
341 fish the quota, therefore reducing the impact trawling has on the seabed as well as the amount of
342 bycatch and discards. Based on the results obtained herein, a targeted fishery for *Nephrops* would best
343 take place during dawn and dusk hours, as well as during the summer months (i.e. late spring through
344 to early autumn), at depths between 50-120 m. Furthermore, the identification of a multitude of
345 influential factors can possibly be used to develop a predictive model that can potentially forecast
346 catch rates in advance.

347 **5. References**

- 348 Aguzzi, J., Sardà, F., 2008. A history of recent advancements on *Nephrops norvegicus* behavioral and
349 physiological rhythms behavioral and physiological rhythms. Rev. Fish Biol. Fish. 18, 235–248.
- 350 Aguzzi, J., Sardà, F., Abelló, P., Company, J.B, Rotllant, G. 2003. Diel and seasonal patterns of
351 *Nephrops norvegicus* (Decapoda: Nephropidae) catchability in the western Mediterranean. Mar.
352 Ecol. Prog. Ser. 258, 201–211.
- 353 Aguzzi, J., Company, J.B., Abelló, P. 2004a. Locomotor activity rhythms of continental slope
354 *Nephrops norvegicus* (Decapoda: Nephropidae). J. Crustac. Biol. 24, 282-290.
- 355 Aguzzi, J., Company, J.B., Sardà, F. 2004b. Feeding activity rhythm of *Nephrops norvegicus* of the
356 western Mediterranean shelf and slope grounds. Mar. Biol. 144, 463-472.
- 357 Aguzzi, J., Sardà, F., Company, J.B. 2007. The activity rhythm of berried and unberried females of
358 *Nephrops norvegicus* (Crustacea, Decapoda). Crustaceana. 80, 1121-1134.
- 359 Atkinson, R. J. A., Naylor, E. 1976. An endogenous activity rhythm and the rhythmicity of catches of
360 *Nephrops norvegicus* (L.). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 25, 95-108.
- 361 Atkinson, R. J. A., Taylor, N. 1988. Physiological ecology of burrowing decapods. In Aspects of
362 decapod crustacean biology, pp. 201-226. Ed. by A. A. Fincham and P. S. Rainbow. Oxford
363 Science Publications, London. 343pp.
- 364 Baden, S.P., Pihl, L., Rosenberg, R. 1990. Effects of oxygen depletion on the ecology, blood
365 physiology and fishery of the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 67,
366 141-155.
- 367 Bagge, O., Munch-Petersen, S. 1979. Some possible factors governing the catchability of Norway
368 lobster in the Kattegat. Rapports et procès-verbaux des réunions/Conseil permanent int. pour
369 l'exploration de la mer, 175: 143–146.
- 370 Bagge, O., Nielsen, E., Mellergaard, S., Dalsgaard, I. 1990. Hypoxia and the demersal fish stock in the
371 Kattegat (IIIa) and Subdivision 22 Danmark. DFH Rapport nr. 383.

372 Barquín, J., Brito, A., Falcon, J.M. 1998. Occurrence of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.,
373 1758) (Decapoda, Nephropidae), near the Canary Islands. *Crustaceana*. 71, 344–348.

374 Berg, P. Poulsen, J.W., 2012. Implementation details for HBM. Technical Report 12-11, Danish
375 Meteorological Institute.

376 Berrisford, P., Dee, D., Poli, P., Brugge, R., Fielding, K., Fuentes, M., Kallberg, P., et al. 2011: The
377 ERA-Interim archive Version 2.0. ECMWF, ERA Report Series.

378 Briggs, R. P. 1988. A preliminary analysis of maturity data for northwest Irish sea *Nephrops*. ICES
379 CM 1988/K: 12.

380 Chapman, C. J. 1980. Ecology of juvenile and adult *Nephrops*. *In* The biology and management of
381 lobsters, Vol. II, pp. 143-175. Ed. by J. S. Cobb and B. F. Phillips. Academic Press, New York.
382 390 pp.

383 Chapman, C. J., Bailey, N. 1987. Recent progress in Norway lobster research. *In* Development in
384 fisheries research in Scotland, pp. 99-111. Ed. by R. S. Bailey and B. B. Parrish. Fishing News
385 Books, London. Chapman & Howard, 1979.

386 Chapman, C. J., Rice, A. L. 1971. Some direct observations on the ecology and behaviour of the
387 Norway lobster *Nephrops norvegicus*. *Mar. Biol.* 10, 321–329.

388 Drinkwater, K.F., Tremblay, M.J., Comeau, M. 2006. The influence of wind and temperature on the
389 catch rate of the American lobster (*Homarus americanus*) during spring fisheries off eastern
390 Canada. *Fisheries Oceanography*. 15, 150-165.

391 Danielssen, D.S., Svendsen, E., Ostrowski, M. 1996. Long-term hydrographic variation in the
392 Skagerrak based on the section Torungen-Hirtshals. *ICES J. Mar. Sci.* 53, 917-925.

393 EC Study Contract DG XIV/C/1-1991/1: Final report. DFH rapport nr. 475, 1994.

394 Eggert, H., Ulmestrand, M. 2000. A Bioeconomic Analysis of the Swedish Fishery for Norway
395 Lobster (*Nephrops norvegicus*). *Mar. Resour. Econ.* 14, 225-244.

396 Ehrich, S., Gröger, J. Diurnal variation in catchability of several fish species in the North Sea. ICES
397 CM 1989/B:35.

398 Farmer, A.S.D. 1974a. Field Assessments of Diurnal Activity in Irish Sea Populations of the Norway
399 Lobster, *Nephrops norvegicus* (L.) (Decapoda: Nephropidae). Est. Coast. Mar. Sci. 2, 37-47.

400 Farmer, A.S.D. 1974b. Burrowing Behaviour of the Norway Lobster *Nephrops norvegicus* (L.)
401 (Decapoda: Nephropidae). Est. Coast. Mar. Sci. 2, 49–58.

402 Farmer, A.S.D. 1975. Synopsis of biological data on the Norway Lobster *Nephrops norvegicus*
403 (Linnaeus, 1758). FAO Fisheries Synopsis No. 112.

404 Feekings, J., Bartolino, V., Madsen, N., Catchpole, T. 2012. Fishery discards: factors affecting their
405 variability within a demersal trawl fishery. PLoS ONE, 7(4): e36409.
406 doi:10.1371/journal.pone.0036409. PMID:22558463.

407 Frandsen, R.P., Herrmann, B., Madsen, N., Krag, L.A. 2011. Development of a codend concept to
408 improve size selectivity of *Nephrops* (*Nephrops norvegicus*) in a multi-species fishery. Fish.
409 Res. 111, 116-126.

410 Hallbäck, H., Ulmestrand, M. 1990. Havskräfta i Kattegat. Fauna Flora. 85, 186-192.

411 Hillis, J.P. 1996. Factors affecting catchability in *Nephrops*: current speed. ICES CM 1996/K:21.

412 Hornborg, S., Nilsson, P., Valentinsson, D., Ziegler, F. 2012. Integrated environmental assessment of
413 fisheries management: Swedish *Nephrops* trawl fisheries evaluated using a life cycle approach.
414 Mar. Policy. 36, 1193–1201.

415 Höglund, H., Dybern, B.I. 1965. Diurnal and seasonal variations in the catch-composition of *Nephrops*
416 *norvegicus* (L.) at the Swedish west coast. ICES CM 1965/I46.

417 Johnson, M.P., Lordan, C., Power, A.M. 2013. Habitat and Ecology of *Nephrops norvegicus*. In
418 Advances in Marine Biology: The Ecology and Biology of *Nephrops norvegicus*. 1st edn. pp.
419 27-63. Ed. By Johnson, M.L., and Johnson, M.P. Elsevier, London. 325 pp.

420 Loo, L-O., Baden, S., Ulmestrand, M. 1993. Suspension feeding in adult *Nephrops norvegicus* (L.) and
421 *Homarus gammarus* (L.) (Decapoda). Neth. J. Sea Res. 31, 1-6.

422 Main, J., Sangster, G.I. 1985. The Behaviour of the Norway Lobster, *Nephrops norvegicus* (L.), during
423 Trawling. Scottish Fisheries Research Report, no. 34: 1–23. Aberdeen. Department of
424 Agriculture and Fisheries for Scotland.

425 Maynou, F., Sardà, F. 2001. Influence of environmental factors on commercial trawl catches of
426 *Nephrops norvegicus* (L.). ICES J. Mar. Sci. 58, 1318–1325.

427 Moller, T.H., Naylor, E. 1980. Environmental influence on locomotor activity in *Nephrops Norvegicus*
428 (Crustacea: Decapoda). J. Mar. Biol. Ass. U. K. 60, 103–113.

429 Neumann, T. 2000. Towards a 3-D ecosystem model of the Baltic Sea, J. Mar. Syst. 25, 405-419.

430 Newland, P.L., Chapman, C.J., Neil, D.M. 1988a. Swimming performance and endurance of the
431 Norway lobster *Nephrops norvegicus*. Mar. Biol. 98, 345-350.

432 Pearson, T.H., Rosenberg, R. 1992. Energy flow through the SE Kattegat: A comparative examination
433 of the eutrophication of a coastal marine ecosystem. Neth. J. Sea Res. 28, 317-334.

434 Pihl, L., Baden, S.P., Diaz, R.J. 1991. Effects of periodic hypoxia on distribution of demersal fish and
435 crustaceans. Mar Biol. 108, 349-360.

436 College of William and Mary, Virginia Insitute of

437 Redant, F., De Clerck, R. 1984. Diurnal variations in CPUE and length composition of the catches in a
438 *Nephrops* directed fishery in the Central North Sea. ICES CM 1984/K:3.

439 Sardà, F. 1995. A review (1967-1990) of some aspects of the life history of *Nephrops norvegicus*.
440 ICES Mar. Sci. Symp. 199, 78–88.

441 Simpson, A.C. 1965. Variations in the catches of *Nephrops norvegicus* at different times of day and
442 night. Rapport et Proés-verbaux des Réunions Conseil permanent international pour
443 l'Exploration de la Mer. 156, 186-189.

444 Svansson, A. 1975. Physical and chemical oceanography of the Skagerrak and the Kattegat. In Open
445 sea conditions. Fishery Board of Sweden, Institute of Marine Research, Report no. 1: 1-88

446 Tully, O., Hillis, J.P. 1995. Causes of spatial scales of variability in population structure of *Nephrops*
447 *norvegicus* (L.) in the Irish Sea. Fish. Res. 21, 329–347.

448 Wan, Z., She, J., Maar, M., Jonasson, L., Baasch-Larsen, J. 2012. Assessment of a physical-
449 biogeochemical coupled model system for operational service in the Baltic Sea. *Ocean Science*.
450 8, 683-701.

451 Wood, S.N. 2003. Thin plate regression splines. *J. Roy. Stat. Soc. B.* 65, 95–114.

452 Wood, S.N. 2006. *Generalized additive models: an introduction with R*. Chapman and Hall/CRC,
453 Florida.

454 Wood, S.N. 2011. Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of
455 semiparametric generalized linear models. *J. Roy. Stat. Soc. B.* 73, 3–36.

456
457
458

459 **6. Acknowledgements**

460 We would like to thank the at-sea observers for their hard work and dedication in collecting the data,
461 the fishermen and the Danish Fishermen's Association for their collaboration. This project was
462 financed by two separate projects (Bærekraftig sjøkrepsfiske) under the European Regional
463 Development Funds (ERDF) Interreg IV programme and GUDP Jomfruhummer.

465 Table 1. Model components and their functions in describing catch rates (CPUE).

Model components	Description
N	denotes the number of <i>Nephrops</i> caught per haul
Gear	Effect of gear type (OTB and OTT) on catch rates (CPUE).
s(vessel power)	Larger vessels have the potential to tow larger nets, subsequently catching more. Hence, vessel power (kW) is used as a proxy for the size of the trawl.
s(year)	Incorporates the differences in species abundances (i.e. captures annual variations in recruitment).
s(temp)	Exogenous factor which can influence <i>Nephrops</i> burrow emergence. Degrees Celsius.
bright night	Used to account for the level of luminescence during night as a result of the moon phase. bright night is a factor equal to 1 for a cloud cover < 0.3 and a moon phase > 0.6, 2 for cloud cover >= 0.3 and a moon phase < 0.6, 3 for hauls not occurring during the night
s(current)	Used as a proxy for the level of turbidity at the seabed.
s(wind stress)	Used as a proxy for the level of turbidity at the seabed.
s(depth)	Determines the level of luminescence reaching the seabed.
s(salinity)	An exogenous factor which potentially restricts the spatial distribution of the species.
s(atmospheric pressure)	An exogenous factor describing the sea level pressure.
s(oxygen)	Aims to account for differences in CPUE due to poor oxygen conditions.
s(long, lat)	Captures the spatial variability in catches that occurs due to species' environmental preferences.
TOD	Captures the intraday variability in CPUE. TOD is a factor with four levels: dawn (the haul duration encompassed the hours of dawn), day (the entire haul took place during daylight hours), dusk (the haul duration encompassed the hours of dusk) and night (the entire haul took place during night hours).
quarter	Captures the seasonal effect in catches that occurs due to variability in species' environmental preferences.
Offset(haul duration)	The longer the haul, the larger the catch. Used as an offset term.
Random(vessel)	Accounting for vessel differences in CPUE (e.g. the differences that occur as a result of the skipper effect, vessel-specific sorting behaviours, and vessel type).

Used as a random effect.

466

467 Table 2. Final model results

Categorical terms	Estimate	Lower	Upper	P value
Trawl type - OTB	1	0.786	1.273	< 0.001**
Trawl type - OTT	1.246	1.026	1.514	0.026*
TOD - Dawn	1	0.786	1.273	< 0.001**
TOD - Day	0.770	0.642	0.924	0.005*
TOD - Dusk	0.913	0.758	1.100	0.337
TOD - Night	0.784	0.625	0.983	0.035*
Quarter - 1	1	0.786	1.273	< 0.001**
Quarter - 2	1.310	1.068	1.606	0.010*
Quarter - 3	1.387	1.117	1.722	0.003*
Quarter - 4	0.976	0.765	1.306	0.842
Smooth terms	edf*			P value
s(year)	4.737			< 0.001**
s(temperature)	2.152			< 0.001**
s(depth)	7.584			< 0.001**
s(long., lat)	23.398			< 0.001**
Random term	SD			P value
s(vessel)	36.909			< 0.001**

468 *Estimated Degrees of Freedom

469 **8. Figures**

470 Figure. 1. Spatial distribution of at-sea-observer hauls from Denmark (grey) and Sweden (black).

471

472 Figure 2. Model-predicted effects of significant smoothing functions (solid lines) on the CPUE of
473 *Nephrops*. Dotted lines represent the 95% confidence limits.

474

475 Figure 3. The spatial effect on the CPUE of *Nephrops* in the Skagerrak and Kattegat demersal trawl
476 fishery. The surface and contour lines describe the effect of the 2-d smoothing function on the
477 geographical coordinates.

Appendix 10

Kortlægning af jomfruummerudbredelse og database for biologiske parametre.

Bo S. Andersen, Asbjørn Christensen, Kai Weiland

Kortlægning af jomfruummerudbredelse og database for biologiske parametre

Levering 1 (FV4) for GUDP projekt "Jomfruummer" (j.nr.3405-10-0175)



Bo Sølgaard Andersen
Asbjørn Christensen
Kai Weiland

1. Oktober 2011

DTU Aqua

Indhold

1) Introduktion	p.3
2) Udbredelse af Jomfruhummer I Skagerrak/Kattegat baseret på VMS og logbogsdata	p.4
3) Biologiske nøgleparametre for jomfruhummer	p.10
4) Hydrografiske betingelser for jomfruhummerhabitater i Skagerrak/Kattegat	p.12
5) State-of-art for jomfruhummerbestandsbeskrivelsen og nuværende udfordringer	p.18
6) Referencer	p.20

1. Introduktion

Formålet med projektet "Jomfruhummer" (2010 - 2013) er at anvise en ny fiskeriforvaltningsstrategi med henblik på at sikre en optimal bæredygtig og effektiv udnyttelse af jomfruhummerbestande i Skagerrak og Kattegat. Hidtil har den videnskabelige rådgivning om forvaltning af fiskerier er primært rettet mod at beskytte bestandene mod overfiskning og har kun i meget begrænset omfang forholdt sig til, hvordan udnyttelsen af fiske- og skaldyrsressourcerne kan optimeres inden for en bæredygtig økologisk ramme. For at nå til dette mål er det nødvendigt at udvikle et områdebaseret analytisk bestandsvurderingsredskab, hvilket udgør arbejdsplanen 1 i projektet "Jomfruhummer".

Første skridt i dette udviklingsarbejde er at opsummere det videnskabelige datagrundlag, der kan lægges til grund for dette udviklingsarbejde og dette er målet med nærværende rapport. I andet afsnit beskrives udbredelse af Jomfruhummer bestanden i Skagerrak og Kattegat, samt hvordan sediment type og dybde indflydelse på bestanden udbredelse. I tredje afsnit vil vi opsummere tilgængeligheden af biologiske nøgleparametre og viden, der danner grundlag for udvikling bagvedliggende modeller i bestandsbeskrivelsen. Fjerde afsnit opsummere hydrografiske datakilder, der kan inddrages i nærværende udviklingsarbejde. Rapporten rundes af med at beskrive state-of-art for jomfruhummerbestandsbeskrivelsen og de nuværende udfordringer, hvilket kridter banen op for udviklingsarbejdet med det områdebaseret analytisk bestandsvurderingsredskab i dette projekt.

2. Jomfruummerens udbredelse

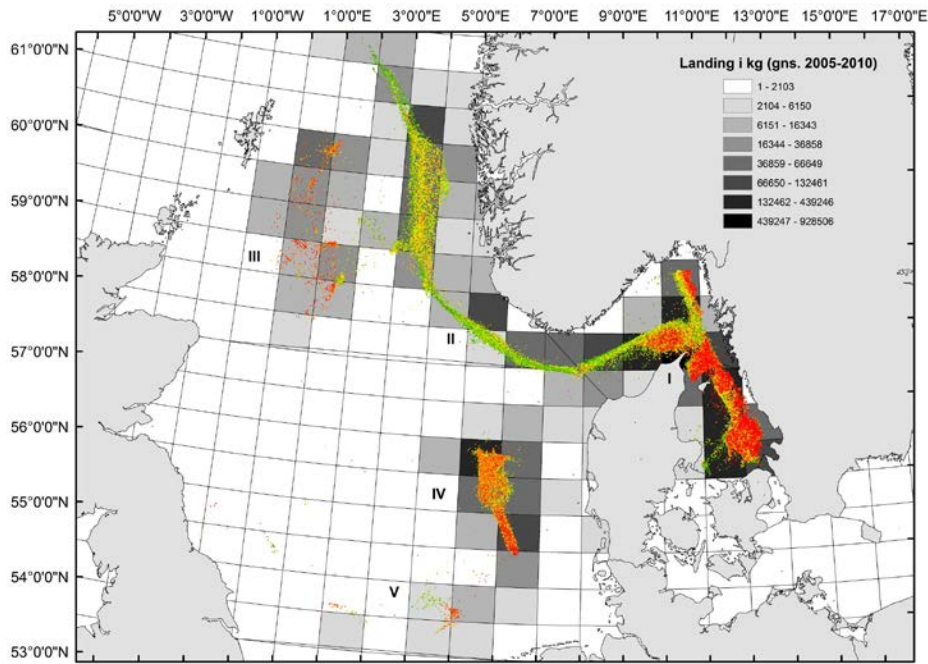
Jomfruummer (*Nephrops norvegicus* (L.)) er karakteriseret ved at være bosat på havbunde med en mudret sedimenttype (>40% silt og ler), hvor den lever nedgravet i forgrenede gangsystemer. Dens gangsystemer går ned til 20-30 cm dybde og har ofte flere udgange (huller). Artens udbredelse strækker sig fra det nordøstlige atlantiske ocean og Nordsøen, nordligt fra Island og det nordlige Norge til Portugal i syd. Arten er også fundet i Middelhavet, hovedsageligt i den nordlige del af Adriaterhavet. Den forekommer hovedsageligt i dybder fra 15-20 meter og helt ned til 800 meter. I danske farvande forekommer jomfruummer hovedsagelig i Kattegat og Skagerrak, samt i vise områder af Nordsøen.

Forvaltningsmæssigt, er jomfruummeren opdelt i "functional units" (FU) som hovedsageligt er baseret på kortlægning af områder med mudret sediment. Dens bofaste levevis og specifikke krav til en mudret havbund har medført til en meget uensartet fordeling. Alene i Europæiske havområder er der identificeret over 30 jomfruummer bestande, som er fysisk isolerede fra hinanden.

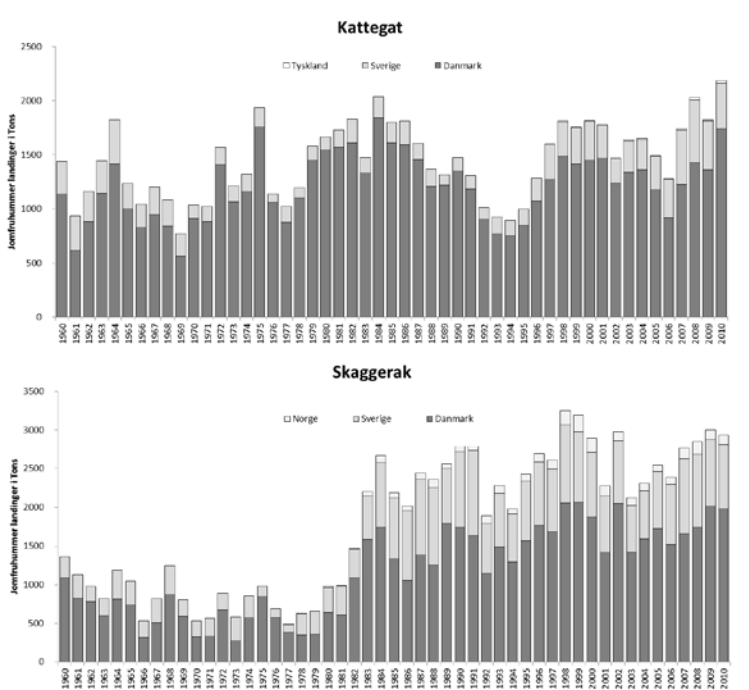
Det danske jomfruummerfiskeri foregår hovedsagelig i Skagerrak og Kattegat, samt i visse områder af Nordsøen. Skagerrak og Kattegat forvaltes som et samlet område, hvorimod Nordsøen er opdelt i flere, f. eks. den i Norske Rende, ud for Horns Rev og Botnay Gut. Tidligere havde Danmark et målrettet fiskeri efter jomfruummer på Fladen grund, men de seneste år er dette fiskeri ikke blevet praktiseret. Figur 1 viser fordelingen af jomfruummer bestandene i Skagerrak/Kattegat og Nordsøen, samt den rumlige fordeling af det danske jomfruummerfiskeri.

Fiskeriet efter jomfruummer i Skagerrak og Kattegat udføres hovedsageligt af danske og svenske kommercielle fiskefartøjer (se figur 2). Det er hovedsagelig bundtrawl (multi-rig systemer) som anvendes, dog er der et mindre svensk tejn fiskeri langs den svenske vestkyst, hovedsagelig i Skagerrak.

Kortlægningen af jomfruummerens udbredelse har traditionelt været baseret på informationer, primært fra sediment- og dybdekort. Ofte er disse kort egentlig lavet til andre formål inden for det geologiske arbejdsområde, og ofte er kortene ikke fuldt dækkende. Et bedre kendskab til jomfruummerens udbredelse er grundlæggende for et opnå en bedre viden omkring jomfruummerens biologi og i sidste ende til at styrke den fremtidige forvaltning af jomfruummerbestandene i danske farvande. I de seneste år har en øget tilgængelighed af informationer med høj rumlig opløsning af det kommercielle fiskeri gjort det muligt at undersøge udbredelsen af individuelle jomfruummerbestande med et højere detaljeringniveau. Et af formålene med denne rapport er at benytte disse informationer til at få en bedre og detaljeret viden omkring jomfruummerens udbredelse i Skagerrak og Kattegat.



Figur 1. Fordelingen af de danske Jomfruhummer landinger i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat. Data er baseret på VMS/logbog informationer fra 2005 til 2010 fra danske fartøjer på over 15 meters længde. Hvert VMS ping er farvet ud fra andelen af den totale landing, som er jomfruhummer (beregnet i værdi), for en givet fangstrejse. De årlige landinger per ICES rektangel er beregnet ud fra data fra de officielle logbøger fra samtlige danske fartøjer fra 2005 til 2010. Områderne er nummereret som følger: I) Kattegat/Skagerrak; II) Norske Rende; III) Fladen Grund; IV) Ved Horns Rev og V) Botnay Gut.



Figur 2. Total landing af jomfruhummer i Kattegat (øverst) og Skagerrak (nederst) fordelt på

lande. Data er taget fra ICES (2011).

Fiskeridata

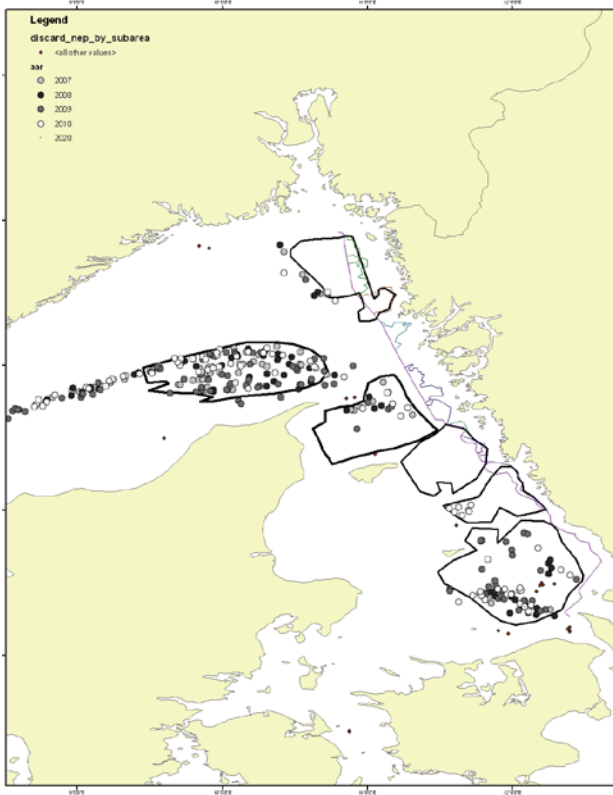
Landings og fiskeriindsatsdata

Information om den rumlige og tidmæssige fordeling af det danske jomfruhummer fiskeri er udtrykt fra den nationale fiskeridatabasen DFAD fra perioden 2005 til 2010. Databasen består af data sammensat af informationer fra de kommercielle logbøger, afregninger og fartøjsregisteret, indeholdende landinger af jomfruhummer i både værdi og vægt for samtlige danske fartøjer, opgjort per fartøj, fangstrejse og ICES rektangel (30 x 30 sømil). Siden 2005 har det været lovpligtigt for alle fiskefartøjer over 15 meter at have installeret et satellitovervågningssystem (vessel monitor system, VMS), som registrerer deres nøjagtige position, hastighed og sejlretning ca. hver time. VMS data er sammenkoblet med DFAD's data per fangstrejser, hvor landinger af jomfruhummer er fordelt per registret ping. VMS data fortæller ikke om et fartøj streamer, fisker eller er inaktivt. Da vi kun har interesse i at vide hvor fartøjerne fisker efter jomfruhummer, har vi anvendt et kriterium for at inkludere de pings hvor hastigheden er mellem 1.5 og 3.5 sømil/time. Yderligere er der "kun" anvendt fangstrejser målrettet efter jomfruhummer, hvor mindst 50% af den total landingsværdi på en fangstrejse er jomfruhummer.

På nuværende tidspunkt har det været muligt at indhente VMS informationer fra de svenske trawlfartøjer for 2010, som derved giver mulighed for en tilnærmelsesvis fuld dækning af jomfruhummerfiskeriet i Skagerrak og Kattegat. Indsamling af disse data vil danne hovedgrundlag for en lang række analyser i dette projekt

Discard- og længdemålingsdata

Siden 1995 har Danmarks fiskeriforing og DTU Aqua udført et fælles indsamlingsprogram af fangster og discard i det danske demersalfiskeri. Data bliver indsamlet vha. have en observatør om bord på udvalgte fangstrejser. Figur 3 viser antallet af observatørture, hvor målarten er jomfruhummer, fordelt i Skagerrak og Kattegat fra perioden 2007 til 2010. Udover vægten af fangsten (opdelt i landing og discard), udtages stikprøver af jomfruhummer som kønsbestemmes og længdemåles (rygskjoldlængden). Disse data indgår bl.a. som datagrundlag for den nuværende biologiske rådgivning for jomfruhummerbestanden i Skagerrak og Kattegat.



Figur 3. Fordelingen af observatørture, hvor der er blevet fanget og målt jomfruhummer, for perioden 2007 til 2010 i Skagerrak og Kattegat. Udbredelsen af jomfruhummer i Skagerrak og Kattegat er opdelt i 6 underområder i den biologiske bestandsvurdering. Opdelingen af disse underområder er beskrevet nærmere i ICES (2011).

Undervandsvideo survey

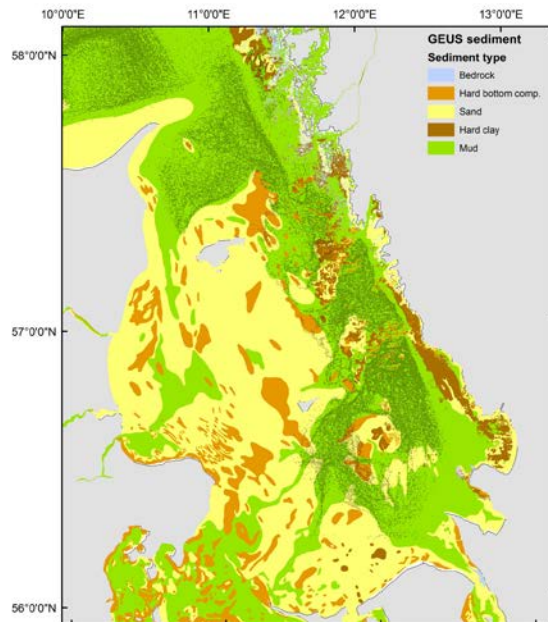
Siden 2007/2008 har DTU Aqua udført et undervands video survey i Kattegat og Skagerrak (fra 2010) til at estimere bestandsstørrelse og fordeling af jomfruhummer. Hvor et videokamera er monteret på en undervandsslæde der trækkes langsomt hen over havbunden. Metoden fungerer ved at tætheden af jomfruhummer beregnes ved en løbende tælling af huller eller gangsystemer, samt registrering den afstand slæden slædes hen over havbunden. Tæthedsberegninger er primært tilgængelige fra den vestlige del af Skagerrak og nordlig del af Kattegat.

Fordelingen af jomfruhummer i Skagerrak og Kattegat.

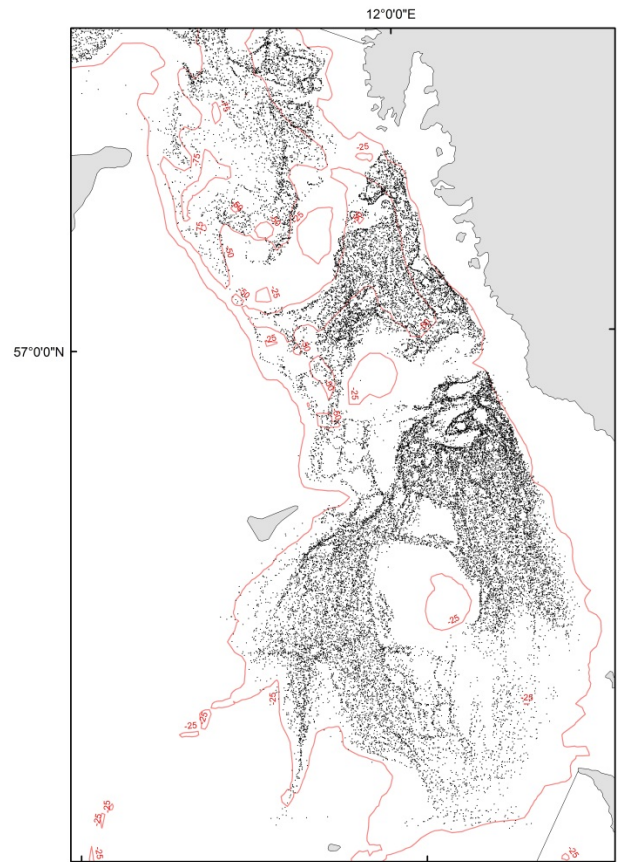
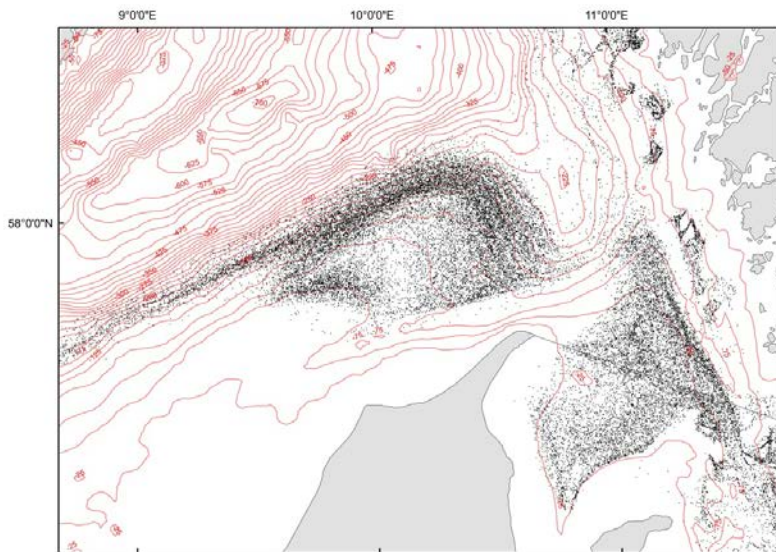
Den rumlige fordeling af det målrettede jomfruhummer fiskeri i Kattegat og Skagerrak er vist i Figur 4. Det ses tydelig, at der en jævn fordeling af jomfruhummer fra den sydlige til den nordvestlige del af Skagerrak. Dette bekræfter, at Kattegat og Skagerrak skal forvaltes som

et område, da det må forventes at udveksling af rekrutter (larver) imellem de to områder er meget høj; dette vil blive undersøgt nærmere i nærværende projekt.

Der ses et tydelig sammenfald mellem fordelingen af VMS pings fra det målrettede jomfruhummerfiskeri og fordelingen af mudret sediment i Kattegat (Figur 4). Yderligere, ses at det målrettede jomfruhummer fiskeri foregår fra 15-20 meter til omkring 250 meter dybde. Især langs den Norske Rende i den vestlige del af Skagerrak, hvor der ses en tydelige dybdegrænse på udbredelse af jomfruhummer, mens det modsatte er gældende i Kattegat, hvor det der enkelte steder i den nordlige del af Kattegat fanges jomfruhummer på dybder omkring 15-20 meter.



Figur 4. Fordelingen af det Danske og Svenske jomfruhummer fiskeri i Kattegat og den sydlige del af Skagerrak fiskeri sammenholdt med sediment type.



Figur 4 Fordelingen af dansk og svensk jomfruhummerfiskeri, sammenholdt med dybden (i 25 meters intervaldybdekurver) i den sydlige/centrale del af Kattegat (til højre), og i Skagerrak og den nordlige del af Kattegat (venstre).

3. Biologiske nøgleparametre for jomfruummer

Reproduktion

Generelt, er det yderst sparsomt med studier, som beskriver jomfruummerens biologi (vækst, reproduktion, fødesøgning etc.). I den biologiske rådgivning af jomfruummer i de danske farvande har man ofte refereret til skotske studier, som hovedsagligt blev udført i 70'erne og 80'erne (eks. Farmer 1975; Chapman 1980). Generelt for jomfruummerbestande på breddegrader med Skagerrak og Kattegat foregår parringen ofte i maj-august måned, i forbindelse med det årlige skjoldskifte hos hunnerne. Selve gydningen foregår i de sene sommermåneder/tidlige efterår, hvor æggene placeres på halen af hunnen og bæres frem til klækningen (efter ca. 6-10 måneder). Dvs. klækning af de færdigudviklede larver sker året efter om foråret (maj-juni måned). Kort tid efter larverne er blevet udklækket starter parring på ny. Undersøgelser viser, at både gydningen og klækningstidspunktet i høj grad er betinget af temperaturen, derfor vil der forekomme store årsmæssige variationer i klækningstidspunktet. Observationer har vist, at især større hunner kun gyder hvert andet år, hvorimod mindre hunner gyder hvert år (Redant 1987). Hvorvidt dette også er tilfældet i Skagerrak/Kattegat er uklart. De nyklækkede larverne gennemgår 3 pelagiske (frit svømmende) larve stadier, hvor de passivt bliver spredt rundt med vandmasserne. Efter 2-3 uger søger de ned på bunden, hvor deres settlingen foregår på mudderet blødbund, ofte i områder hvor der findes voksne individer. Ved settlingstidspunktet er de juvenile jomfruummere ca. 1-1.4 mm, og ca. efter et år har de opnået en længde på ca. 14 mm (rygskjold længde). Efter ca. 3-4 år har de opnået en længde på over 40mm (som er minimum landingsstørrelsen i Skagerrak og Kattegat).

Fekunditeten hos jomfruummer angives ofte ved den længde, hvor 50% ($L_{50\%}$) af de målte individer som er kønsmodne. Eggert og Ulmestrand (1999) fandt hos hunner i Skagerrak en $L_{50\%}$ på 29.22 mm ($L_{25\%}$:26.18 mm; $L_{75\%}$:32.26 mm), som ligger i den højere ende af skalaen for, hvad der er observeret hos andre jomfruummerbestande (23 -30 mm).

Væksten hos jomfruummer er karakteriseret ved et periodisk skalskifte, med vækst i den nye skal. Dette betyder bl.a. at alderen ikke kan måles direkte, da jomfruummeren ikke har nogen målmæssigt periodisk vækst struktur, såsom otolitterne (øresten) hos fisk. Der har været anvendt flere forskellige metoder til at estimere jomfruummerens alder (længde fordelings plot, mærkningsforsøg, måling af vækst i fangeskab etc.). Men de har ofte sine begrænsninger, som har gjort det yderst problematisk at bestemme jomfruummerens vækst. Ulmestrand & Eggert (2001) udførte et mærkningsforsøg i Skagerrak, hvor de antog at en kohorte af jomfruummere følger en von Bertalanffy vækstfunktion. I de seneste års biologiske bestandsvurdering har man anvendt vækstparametre for hannerne fra førnævnte mærkningsforsøg, men hvorimod der for hunnerne endnu ikke findes specifikke vækstmålinger fra Skagerrak og Kattegat. For hunneren har man i den biologiske bestandsvurdering i stedet anvendt vækstparametre fra de skotske bestande (se tabel 1).

Table 1 vækst parameter for Jomfruhummer i Skagerrak og Kattegat

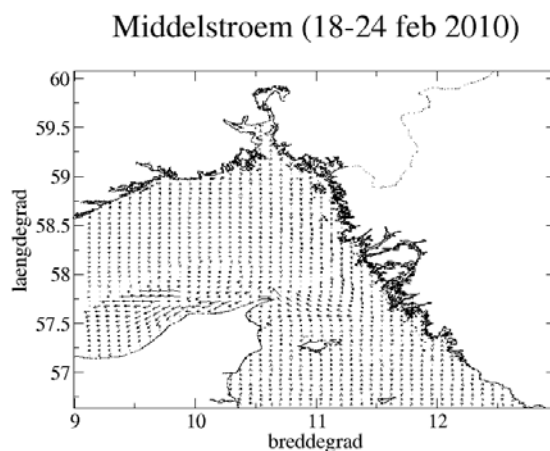
	M	L_{∞} (CL mm)	K (år^{-1})	
Hanner	0.3	73	0.138	
Ikke kønsmodne hunner	0.3	73	0.138	
Kønsmodne hunner	0.2	73	0.1	

4. Hydrografiske betingelser for jomfruummerhabitater I Skagerrak/Kattegat

I dette afsnit vil vi redegøre for tilgængeligheden af hydrografisk og geologisk data, der kan understøtte en bedre beskrivelse af Jomfruummerbestandsdynamikken.

Jomfruummerbestande er relativt følsomme overfor ændringer i hydrografiske forhold, fordi de er bofaste og dermed ikke kan kompensere for dårlige hydrografiske betingelser ved at forflytte sig til et område med bedre egnede forhold. Denne følsomhed er direkte: f. eks. bliver jomfruummer tvunget op af deres huller ved lave iltspændinger og er dermed mere udsat for fiskeri og prædation (Bagge et al., 1979, 1990). Men følsomheden formodes også at være indirekte, dvs. ændringer i hydrografiske forhold påvirker fødetilgængeligheden for jomfruummer. Endelig er det blevet påvist for andre bofaste arter (f. eks. Christensen et al, 2008), at den normale variabilitet i hydrografiske forhold kan betyde store ændringer i rekrutteringsstyrken, hvis arten har bestemte habitatbehov, som det er tilfældet med jomfruummer; dette såkaldte match-mismatch forhold mellem hydrografi og habitat er indtil videre uudforsket for jomfruummer. Der bliver ikke indsamlet nyt feltdata om hydrografi og bundforhold i dette jomfruummerprojekt, og derfor vil vi i dette afsnit redegøre for de eksisterende datakilder for hydrografi og bundforhold, der kan inddrages i nærværende projekt for at beskrive habitatkvalitet og rekrutteringspotentialer med henblik på at forbedre de nuværende bestandsmodeller. Datakilderne vil være åbent tilgængelige datasæt og datasæt etableret i forbindelse med andre projekter på DTU Aqua.

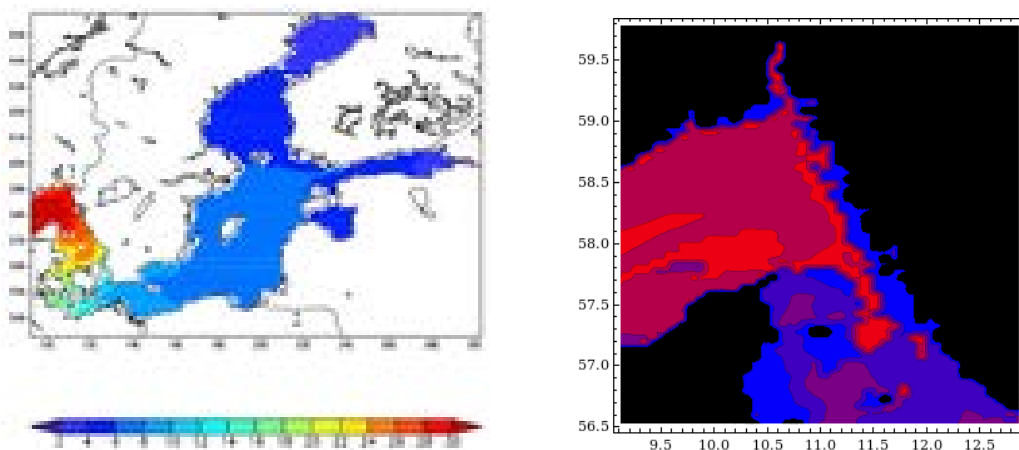
Datakilderne kan deles op i to hovedgrupper, der supplerer hinanden: in situ data og modeloutput. In situ data (bortset fra ekkolodsopmåling og satellitdata) er typisk punktvis dataopsamling, der giver et lokalt billede af hydrografi og vandkvalitet. Det væsentlige problem med in situ data er, at dækningsgraden af habitaterne samlet set er lav, og det vil betyde, at der er en væsentlig usikkerhed på at anvende sådanne data for en biologisk population som helhed pga. geografisk variabilitet på mange skalaer. Omvendt giver 3D modeloutput et panoptisk billede af hydrografi og vandkvalitet, der betinger vækst og overlevelse for en biologisk bestand, men 3D modeller har ofte systematiske afvigelser i forhold til observationer. Heldigvis er der sket store fremskridt i løbet af de sidste 10 år med at forbedre og validere kvaliteten af hydrografiske 3D-modeller.



Figur 4.1 Middelstrøm ved havbunden i Skagerrak/Kattegat. Data udtræk fra cmod modellem fra

Hydrografisk data fra operationelle 3D modeller

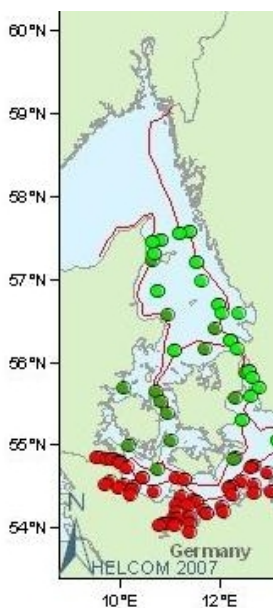
Hydrografisk set er Skagerrak/Kattegat en overgangszone mellem atlanterhavet og det ferske baltiske hav. At beskrive dette forhold korrekt stiller væsentlige krav til hydrografiske 3D modeller for vandkvalitet og vandcirkulation. DTU Aqua har dannet et forskningscenter Marine Ecological Modelling Center (MEMC) sammen med DMI og DMU med henblik på at samle kræfterne indenfor hydrografisk modellering i Danmark, og gennem dette samarbejde har vi adgang til lange tidsserier af 3D hydrografisk state-of-art data for de danske farvande, se fx. Fig 4.1, herunder vindforhold med høj rumlig og tidslig opløsning. Endvidere samarbejder DTU Aqua også med DHI om adgang til hydrografisk data. Endvidere vil det være muligt at inddrage now cast (real tid) hydrografisk data fra MyOcean samarbejdet, se fx. Fig 4.2. I tabel 4.1 har vi samlet en oversigt over de mest aktuelle 3D modeldatasæt, som kan inddrages i nærværende jomfruhummerprojekt.



*Figur 4.2 Tv: data eksempel fra MyOcean: Salinitet i danske farvande og tilstødende Baltisk hav.
Th: middelvandtemperatur ved bunden feb 2010 i Skagerrak/Kattegat.*

In situ data

Vandkemidatatidsserier (bl.a. Iltspænding) vil være tilgængelige fra den nationale database for marine data (MADS), der har en relativt intensiv dækning i Skagerrak/Kattegat. Disse vil blive suppleret med vandkvalitetsdata fra HELCOM målestationer, der har en god dækning i Kattegat (Fig. 4.3.). Der findes modeller, der predikerer iltspænding, men disse er notorisk usikre, da de stiller store krav til parameteriseringen af iltkemiske omsætningsprocesser i vandsøjlen.



Figur 4.3 HELCOM stationer i Skagerrak/Kattegat

Udover de lokale hydrografiske betingelser vil mulighederne for succesfuld jomfruummer rekruttering også være bestemt lokale substratforhold; jomfruummer kræver en mudret substrattype med mere end 40 % silt og ler (Bell et al, 2006), for at kunne bosætte sig. Derfor kræver en god rumlig bestandsbeskrivelse bundsubstratkort, der angiver mulige habitater for jomfruummer. Bundsubstratkort for Skagerrak/Kattegat baseret på ekkolodsopmåling er lavet i flere sammenhænge med høj opløsningsgrad, bl.a. i EU-projektet BALANCE (www.balance-eu.org), og disse data vil være tilgængelige jomfruummer projektet, se eksempel i Fig 4.4.

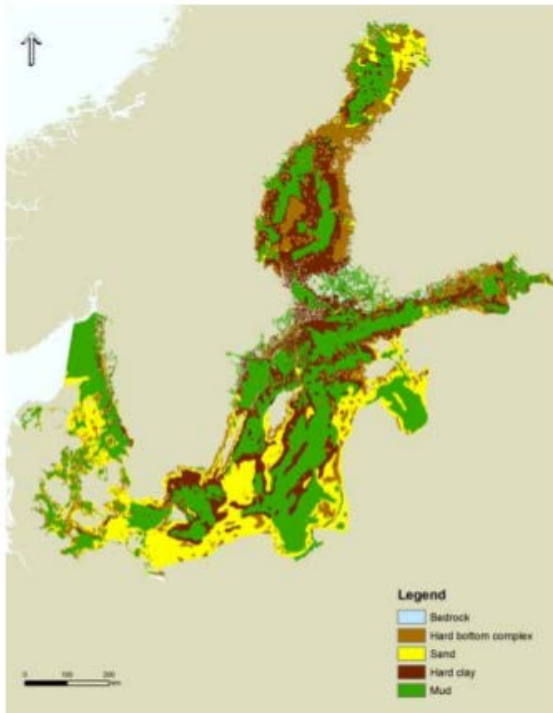


Figure 2a. Marine seabed sediment split into 5 categories in the Kattegat and Baltic Sea (compiled from sediment information from GEUS, GSF and SGU).



Figure 2b. Model results showing the distribution of where at least 1% available light touches the seabed (the photic zone) and non-photoc zone. Data source: DHI and ICES.

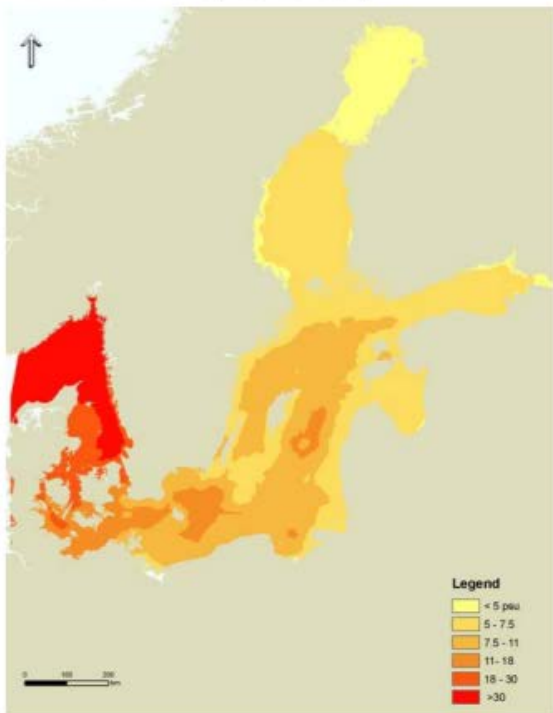


Figure 2c. Model results showing the bottom salinity (psu) field over the Baltic Sea. Data source: NERI/Denmark.

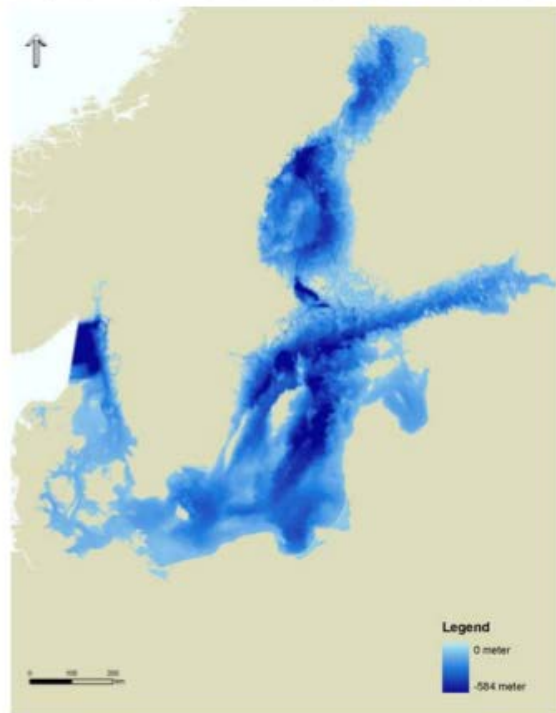
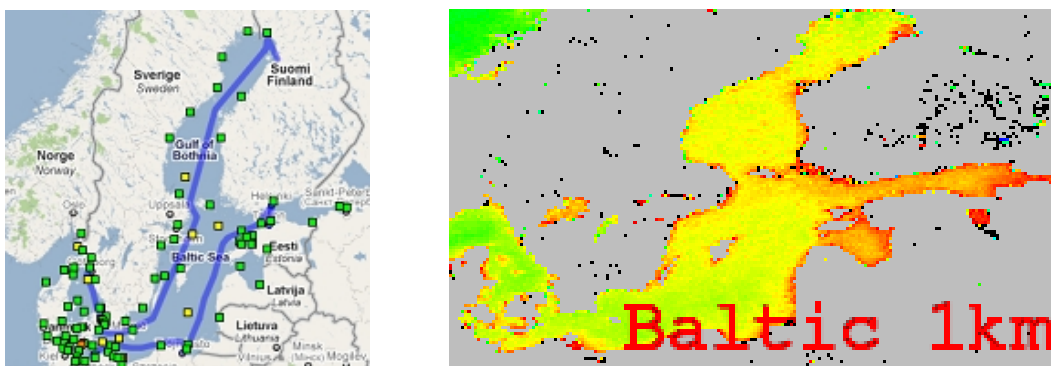


Figure 2d. Bathymetry map of the Baltic Sea. Source: BALANCE

Figur 1 Data eksempler fra BALANCE projektet. Øv. tv: sediment karakteristik. Øv. th: lysnedtrængning til havbund. Ned. Tv. Salinitet ved havbund. Ned. Th. bundtopografi.

En anden vigtig in situ datakilde forventes også at blive MyOcean (www.myocean.eu), hvor in situ data suiteen omfatter tidsserier fra bøjer, ferry-tows samt satellit data af overfladeforhold I Skagerrak/Kattegat I høj opløsning (fig 4.5).



Figur 2 MyOcean In-situ dækning for danske farvande og baltisk hav. Tv. Endestationer for ships-of-opportunity (towed samplings). Th. Satellitbillede af havfarve.

Endelig forventes ICES oceanografiske in situ database (fra CTD, bøjer, ferry-tows samt vejrskibe) for vandkvalitetsparametre at bidrage til arbejds pakken. Ved at overlejlre hydrografi, fiskeridata og bundsubstratkort forventer vi ny indsigt I bestandsdynamikken for jomfruhummer og dermed bedre videnskabelig basis for at rådgive om lokale fiskerimuligheder og det lokalt bæredygtige fiskeritryk. Økosystemaspekter (artsinteraktion) for jomfruhummer vil blive adresseret med udgangspunkt I ICES IBTS survey data samt ICES bestandsvurderinger.

På baggrund af ovenstående korte redegørelse forventer vi, at vi har adgang til tilstrækkelige hydrografiske, vandkemiske og geologiske data til at belyse disse aspekters indflydelse på jomfruhummer bestandsdynamikken og dermed have basis for at forbedre bestandsbeskrivelsen I det nærværende jomfruhummerprojekt.

Kilde	Indhold	opløsning	tidsserie
DMI/DMU	Strøm, temperatur, salinitet	10 km/1 time	1960-2010
	Strøm, temperatur, salinitet	1.5 km/1 time	1960-2010
MyOcean	Strøm, temperature, salinitet	10 km/1 time	2009-

Tabel 4.1a: Oversigt over tilgængelige data fra operationelle 3D hydrografiske modeller.

Kilde	Indhold	opløsning	tidsserie
MADS	vandkvalitet	variabel	1998-
HELCOM	vandkvalitet	variabel	
BALANCE	Vandkvalitet bundssubstrat	variabel	2005-2008
MyOcean	Vandkvalitet satellitdata	Variabel 1 km	2009- 2009-
ICES	vandkvalitet	variabel	1890-2011
ICES IBTS	Biologisk demersal abundans	Typisk 50 km kvartalsvis	1890-2011

Tabel 4.1b: Oversigt over tilgængelige in-situ data.

5. State-of-art for jomfruummerbestandsbeskrivelsen og nuværende udfordringer

Kort opridset er udgangspunktet for udvikling af jomfruummerbestandsbeskrivelsen følgende:

- Den nuværende bestandsvurdering for jomfruummer i Skagerrak og Kattegat er baseret på beskrivelse af historiske landinger (landings rater etc.), længde fordelinger af fangsten, samt estimater af bestandstætheden fra undervands survey. Et af hovedproblemerne med den måde jomfruummerbestandene vurderes på er, at det ikke er muligt direkte at estimere F_{MSY} , for at følge ICES' MSY strategi. En fuld analytisk bestandsvurdering i den fremtidige forskning vil enten kræve, at man vil kunne bestemme alderen hos jomfruummer eller udvikle et længdebaseret bestandsvurderingsværktøj.
- Viden omkring rekrutteringsdynamikken indeholder store huller. Imidlertid kendes nogle delelementer i rekrutteringsprocessen. De nyklækkede larverne gennemgår 3 pelagiske (frit svømmende) larve stadier, hvor de passivt bliver spredt rundt med vandmasserne. Efter 2-3 uger søger de ned på bunden, hvor deres settlingen foregår på mudret blødbund. Denne proces kan beskrives vha. operationelt hydrografisk data som beskrevet i afsnit 4, og vi vil med udgangspunkt i erfaringer for tobislarvespredning prøve at inddrage denne proces som vægtfaktor i det årlige rekrutteringspotentiale. Undersøgelser viser desuden, at både gydningen og klækningstidspunktet i høj grad er betinget af temperaturen, derfor vil der forekomme store årsmæssige variationer i klækningstidspunktet. Disse aspekter vil blive uddybet i nærværende projekt, hvor hydrografisk data vil blive inddraget i forbindelse med udvikling af bestandsmodeller.

Kort opridset er der disse udfordringer og muligheder for forbedring af jomfruummerbestandsbeskrivelsen:

- At sammenstille biologisk viden og tilgængelig hydrografisk data med henblik på at beskrive rekruttering og vækst i relation til hydrografisk variabilitet.
- At beskrive sensitivitet af jomfruummerbestande i forskellige områder overfor fiskeri.
- At lave en bedre beskrivelse reproduktionscyklussen hos jomfruummer (anvendelse af data fra observatørture og svenske togter)
- At validere fordelingskort for jomfruummerbestande med fiskeri erhvervet. Samt supplere med yderligere viden fra fiskerne omkring dens udbredelse.
- At udvikle længdebaserede modeller som assessmentværktøj. Analytiske assessmentmodeller er oftest kohortebaserede, fordi nogle biologiske processer er alderskontrollerede, fremfor kun størrelsesbaserede. Negligering af alderskontrollerede processer afspejler sig i øgede usikkerheder i bestandsestimaterne og biologiske nøgleparametre, som dødelighed. Ingen aldersopdeling af observationer medfører et mindre observationssæt som udgangspunkt for bestandsestimering.
- At udvikle områdebaserede modeller som assessmentværktøj. Fiskeridata og data for

habitatkvalitet er tilgængeligt på områdeniveau. Hvis det rumlige aspekt negligeres i Assessment modeller (dvs. data aggregeres rumligt) kommer det sig til udtryk i øgede usikkerheder i bestandsestimaterne og biologiske nøgleparametre, som dødelighed og rekruttering. Omvendt medfører øget rumlig opløsning flere biologiske parametre, der skal estimeres ud fra fiskeri og observationer; her drejer det sig om at finde den rette afvejning mht. rumlig opløsning af bestandsmodellen.

6. Referencer

- Bagge, O., and Munch-Petersen, S. 1979. Some possible factors governing the catchability of Norway lobsters in the Kattegat. *Rapports et Procès-Verbeaux de la Réunion du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, Vol. 175: 143–146.
- Bagge, O., B. Nielsen, S. Mellergaard, I. Dalsgaard. 1990. Hypoxia and the Demersal Fish Stock in the Kattegat (Illa) and Subdivision 22. *ICBS CM 1990/B:4*.
- Chapman, C.J. 1980. Ecology of Juvenile and Adult Nephrops. Ed. by J. S.Cobb & B. F. Phillips. *The Biology and Management of Lobsters VOL. II Chapter 4: 143-178*.
- Christensen, A., Jensen, H., Mosegaard, H., St. John, M., and Schrum, C 2008.: Sandeel (*Ammodytes marinus*) larval transport patterns in the North Sea from an individual-based hydrodynamic egg and larval model. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 65: 1498-1511.
- Eggert, H., and Ulmestrand, M. 1999. A bioeconomic analysis of the Swedish fishery for Norway lobster (*Nephrops norvegicus*). *Marine Resource Economics*, 14: 225–244.
- Farmer, A.S.D. 1975. Synopsis of biological data on the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). *FAO Fish. Synopsis no. 112: 1-97*.
- ICES. 2010. Report of the Working Group on the Assessment of Demersal Stocks in the North Sea and Skagerrak, 5–11 May 2010. *ICES CM 2010/ACOM:13*.
- ICES. 2011. Report of the Working Group on the Assessment of Demersal Stocks in the North Sea and Skagerrak, 4–10 May 2011. *ICES CM 2011/ACOM:13*.
- Redant, F., 1987. Reproduction and seasonal behaviour of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* in the Central North Sea . *ICES CM 1987/K:32*.
- Ulmestrand and Eggert (2001). Growth of Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758), in the Skagerrak, estimated from tagging experiments and length frequency data. *ICES Journal of Marine Science*, Volume: 58, Issue: Journal Article, Pages: 1326-1334

Appendix 11

Length-based Assessment of Nephrops in Kattegat and Skagerrak.

Casper W. Berg, Anders Nielsen

Length-based Assessment of Nephrops in Kattegat and Skagerrak

Casper W. Berg and Anders Nielsen

December 11, 2014



DEN EUROPÆISKE
UNION
Den Europæiske
Fond for
Regionaludvikling



Interreg **IV A**

ÖRESUND – KATTEGAT – SKAGERRAK

1 Summary

This report describes a stock assessment of nephrops in Kattegat and Skagerrak using a purely length structured model based on the state-space approach – the SLASMO model. The assessment is based on total catch-at-length data from the period 1991-2013 as well as a commercial CPUE-series (total catch weight) from a selected subset of vessels from the observer program (1998-2013). The commercial CPUE-series indicates a large increase in biomass in the last year, which is in conflict with results based on the catch-at-length data alone. The short time-series, lack of age data, contrasting signals, and lack of a longer independent scientific survey results in a quite uncertain assessment for which many assumptions are needed. Nonetheless, indications are that the biomass is low, and the fishing mortality is medium to high in the final year compared to whole time-series. Recruitment is estimated to quite variable with no clear relationship with (a proxy for) spawning stock biomass.

2 Materials and methods

The assessment is based on total catch-at-length data from the period 1991-2013 as well as a commercial CPUE-series from a selected subset of vessels from the observer program (1998-2013). The CPUE-series, which contains data from 981 hauls from the observer program, is standardized prior to the analysis using a Delta-Lognormal model using year, quarter, mesh-size and gear type as explanatory factors. Different formulations of the catch standardization model were examined, but all of these gave the same overall abundance trend. Everywhere length is in units of mm carapace length.

The assessment model is the “State-space Length structured ASsessment MOdel” (SLASMO), which is described in the appendix. It is assumed that individuals follow a von Bertalanffy growth curve with known coefficients ($L_\infty = 70$, $k = 0.119$), and that the yearly natural mortality M is 0.25 for all length classes and all time steps. Furthermore, some variance parameters cannot be estimated from the available data and must be fixed prior to the analysis, specifically this concerns the parameters $\log \sigma_N$, $\log \sigma_C^2$, and $\log \sigma_{I,s}^2$, which were fixed to 0.1, 0.4 and 0.5 respectively . Simulation studies have shown that all of these parameters may be estimated in situations with more and/or better data. Sensitivity runs were carried out to evaluate the effect of fixing the variance parameters to double and half of the chosen values.

3 Results

The sensitivity runs revealed, that while the width of the confidence limits are quite dependent on the choice of variance parameters, the overall trends in F and stock biomass are consistent regardless of these choices. Figure 1 shows the estimated fishing mortality for individuals with selectivity one (see figure 5). Note, that the uncertainty is much larger in the final year as it should be, since only parts of the spectrum has been observed at this time point, and hence less information is available. Also, there is large discrepancy between the predicted and observed CPUE in the last year (figure 9), which adds to the uncertainty. Figures 2 and 3 indicate that the biomass have had two large peaks in the historical period, and that the current biomass may be low in comparison. The two large peaks are estimated to be driven by two large recruitment events. The recruitment is shown in Figure 4, and it should be noted, that recruitment from 2011 and onwards is virtually unknown (indicated by huge uncertainties), since these cohorts have not been observed in the commercial fleets yet. There is no apparent relationship between recruitment and FSB. Figures 6, 7, and 8 show the fitted and observed logarithm of the catch-at-length. It is clear that not all features of the data are captured by the model, and that some auto-correlation is present, which implies that confidence intervals are probably much too narrow, and that further refinement of the model should be pursued.

F asymp

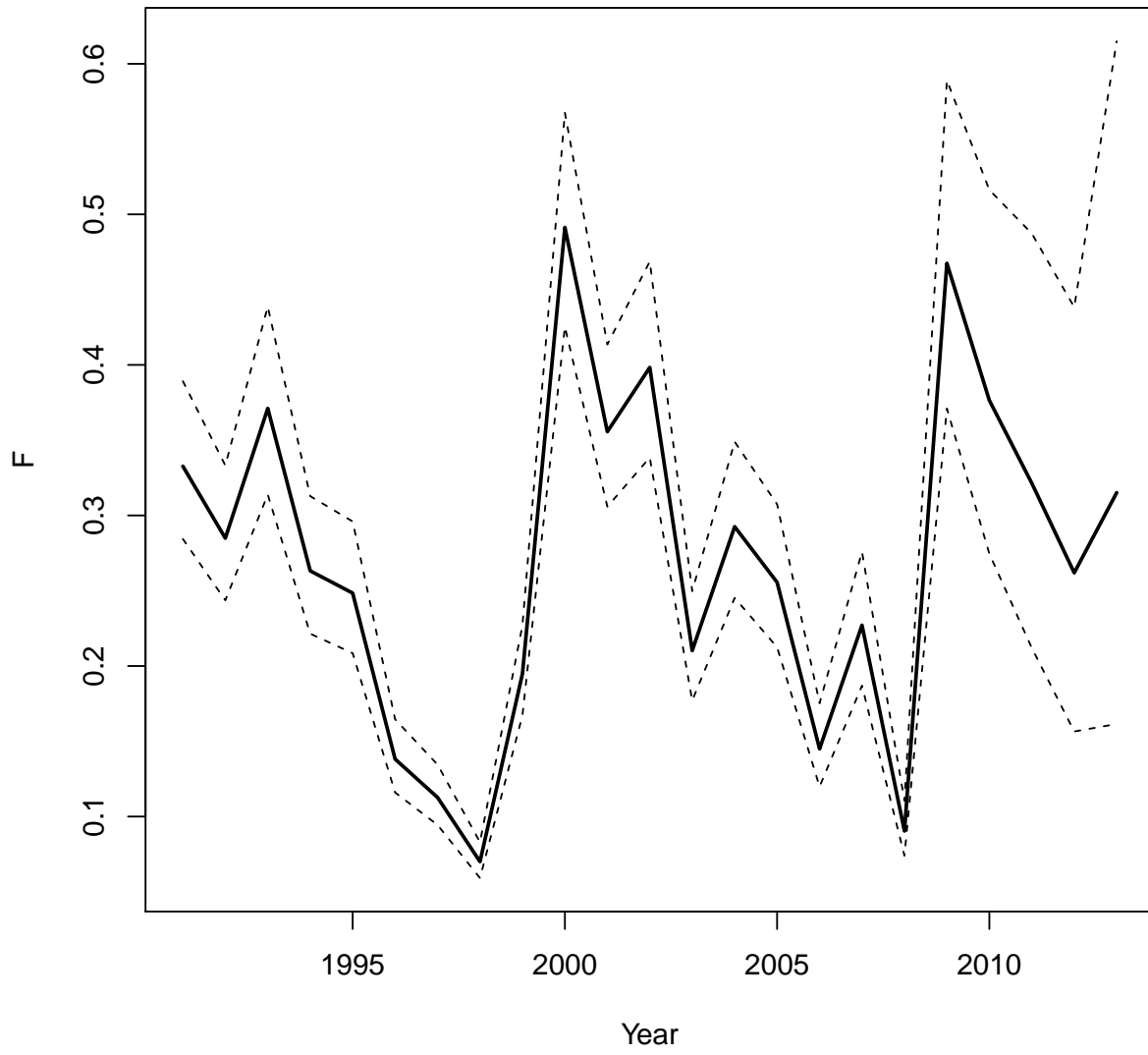


Figure 1

TSB

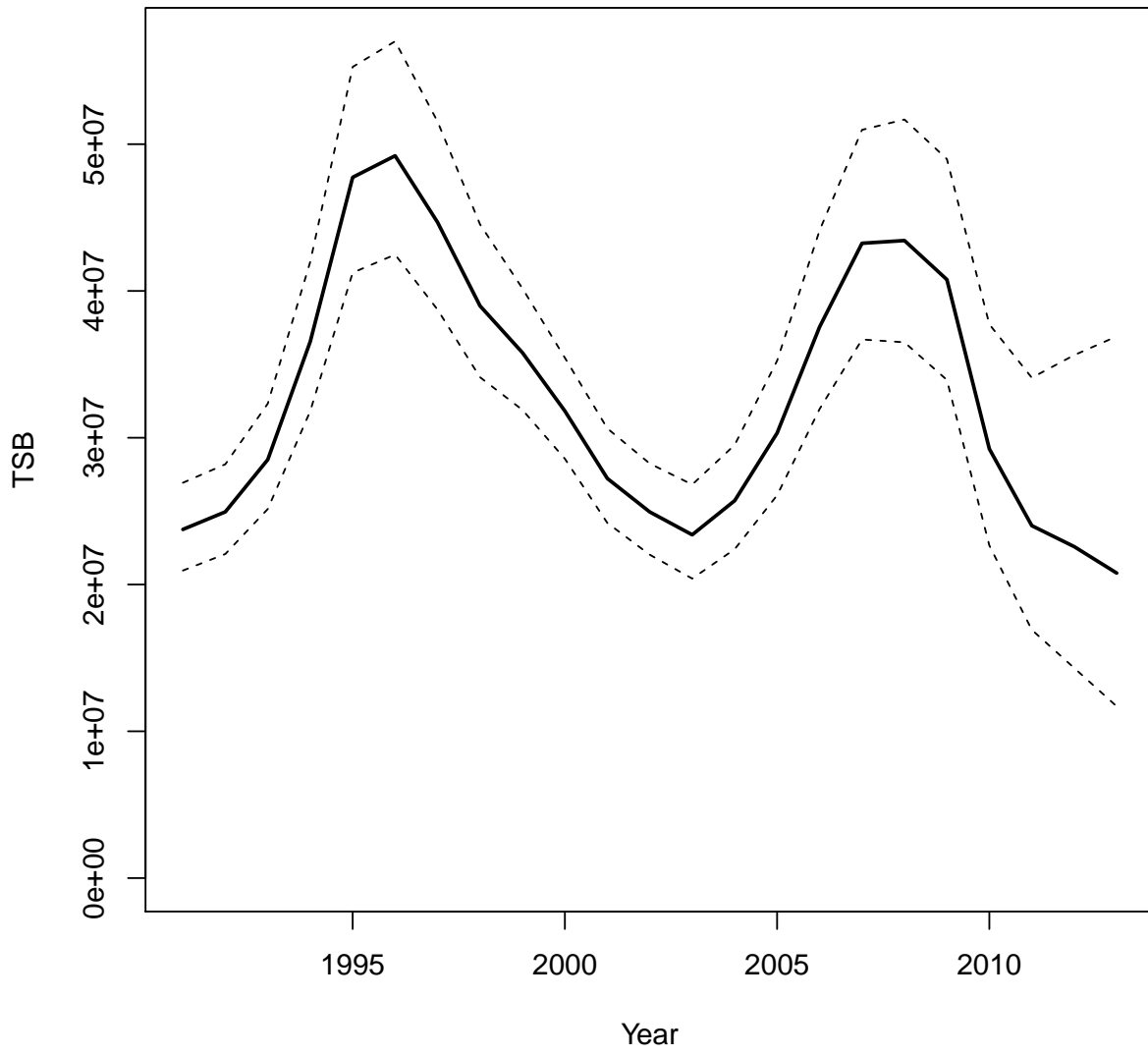


Figure 2

FSB

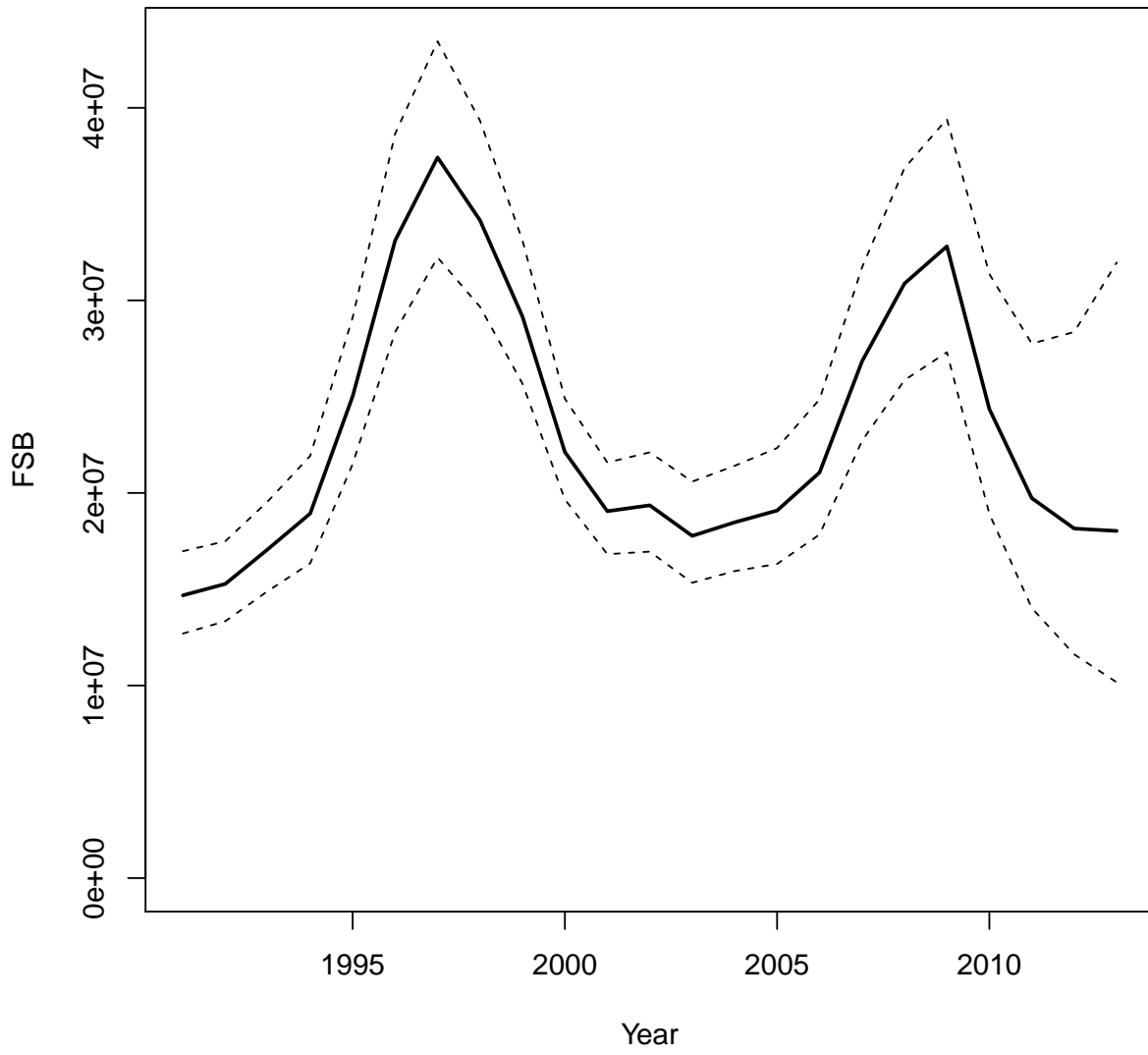


Figure 3

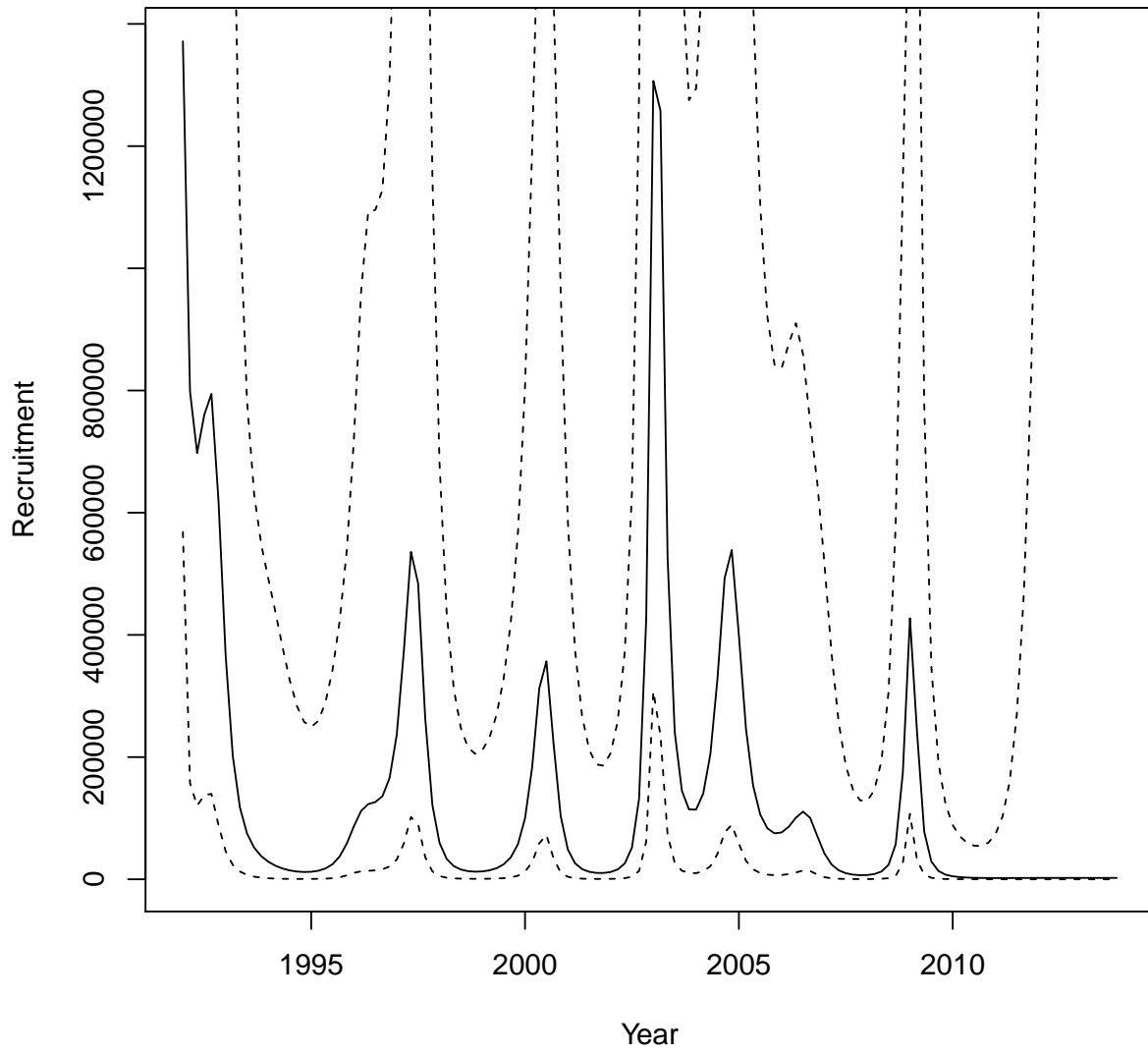


Figure 4

Selectivity

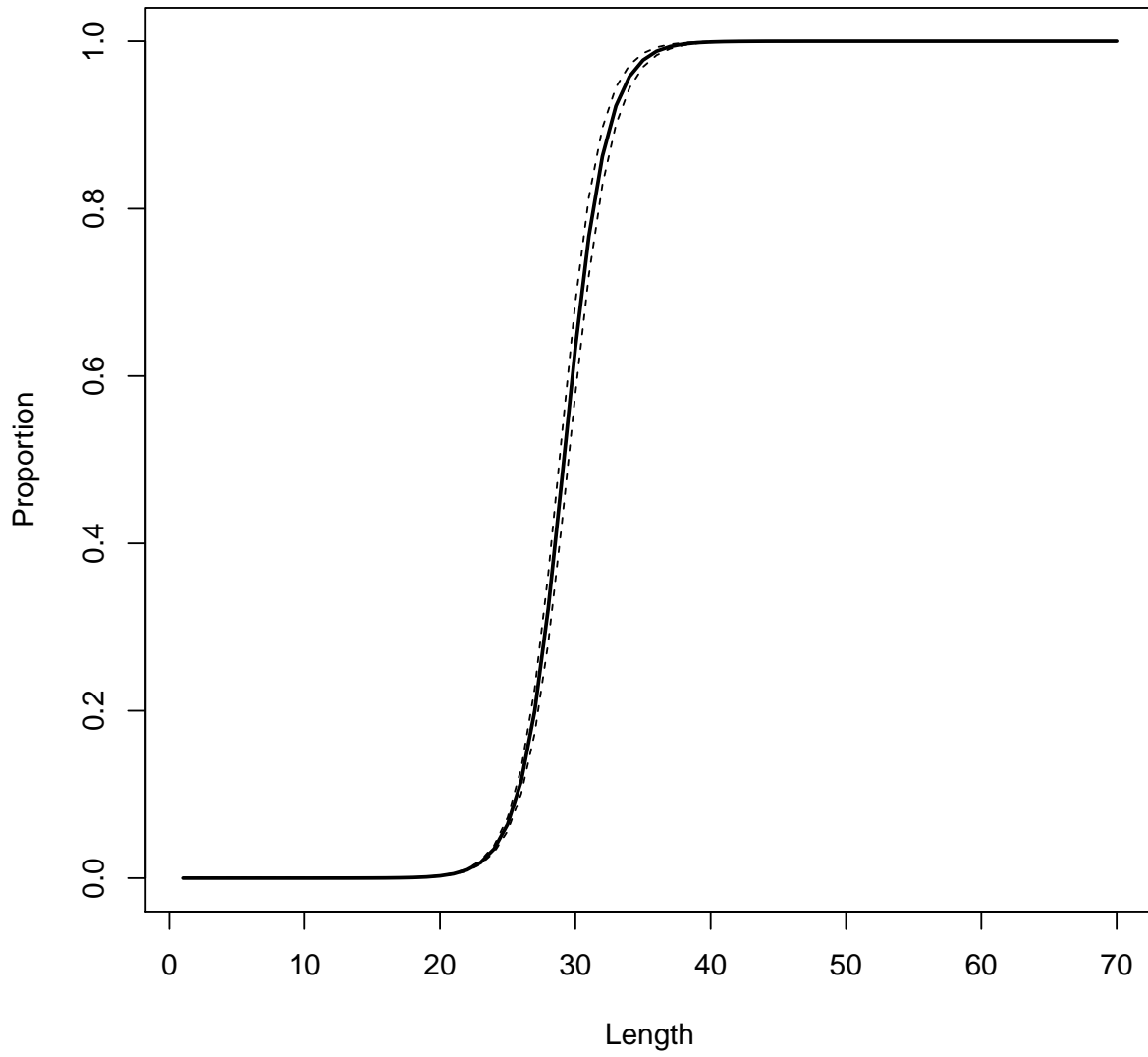


Figure 5

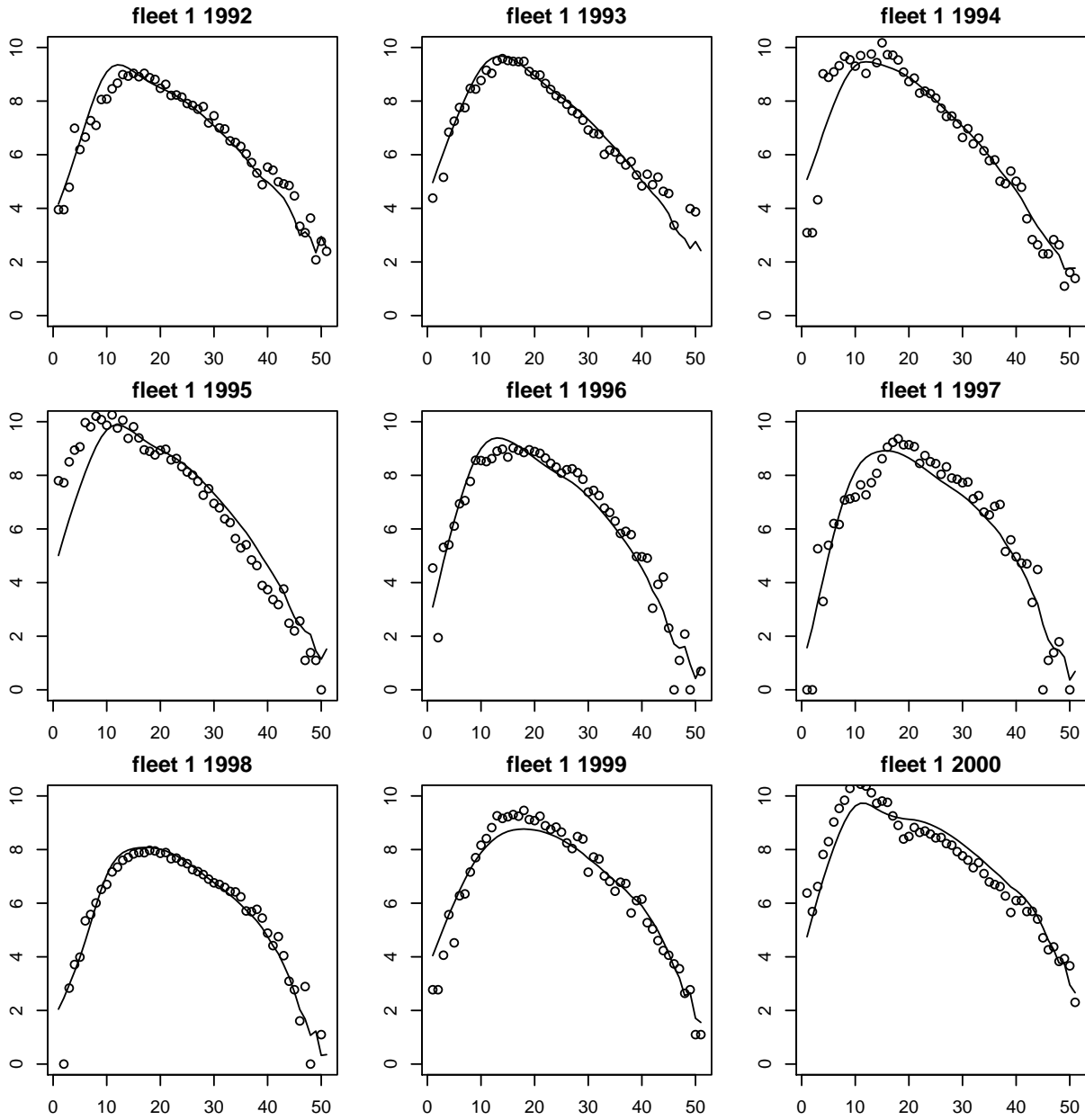


Figure 6

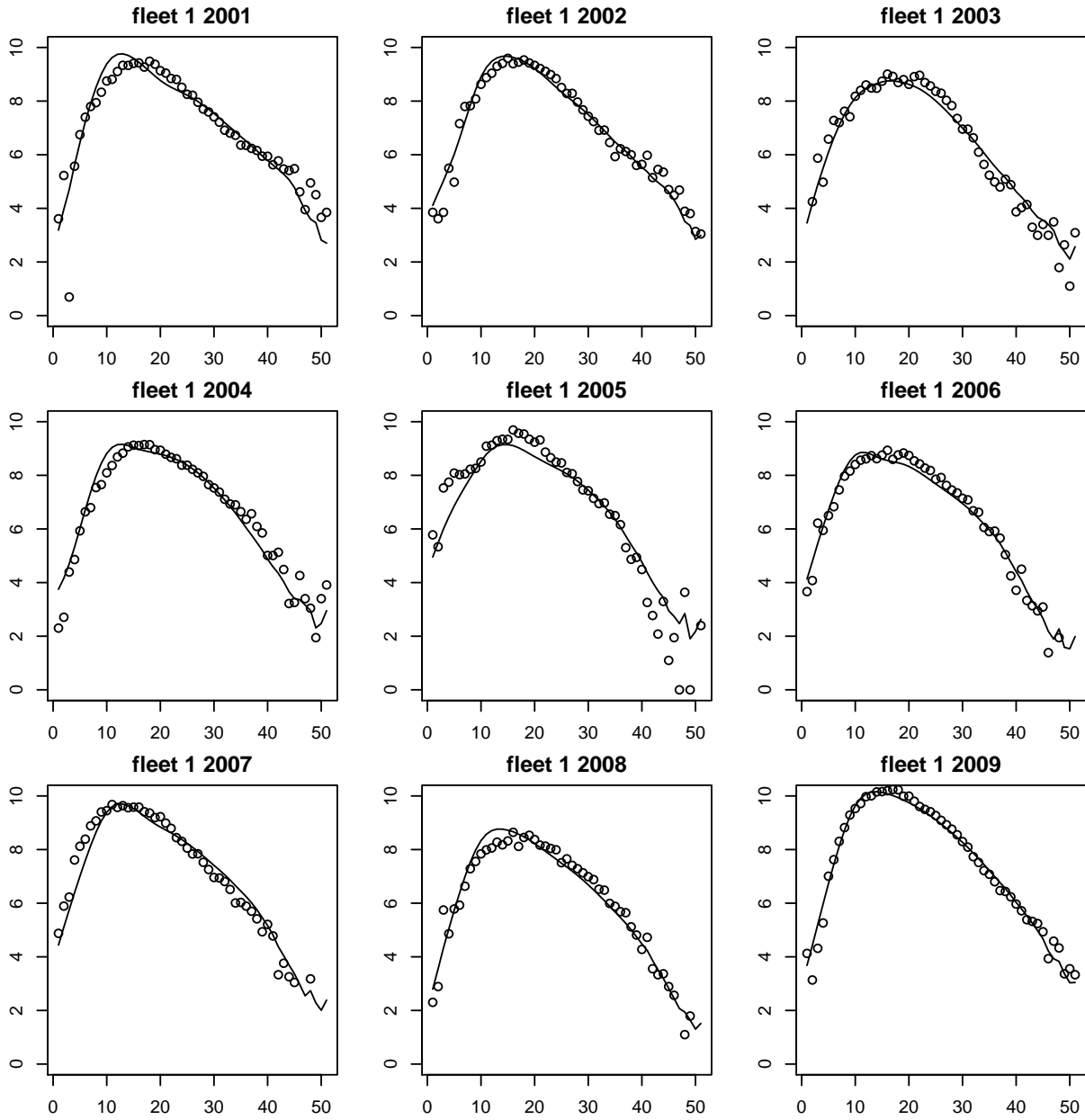


Figure 7

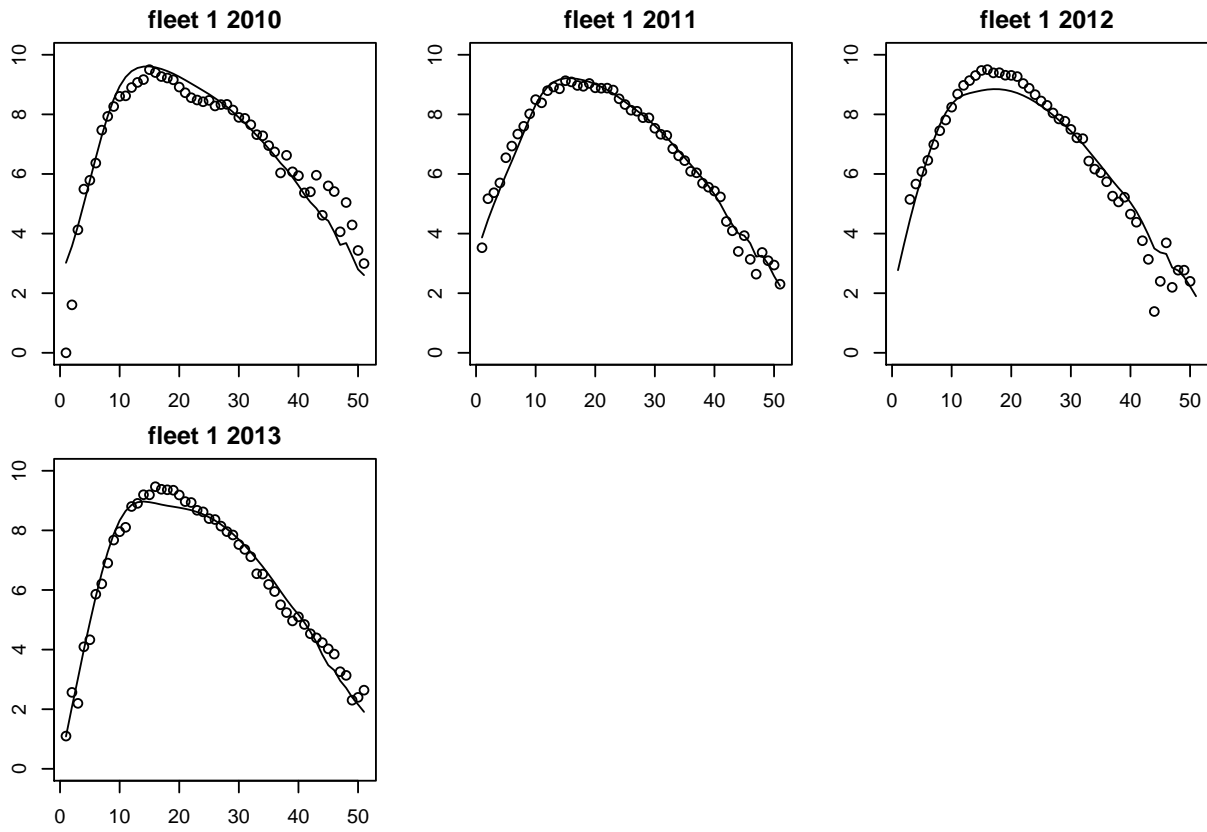


Figure 8

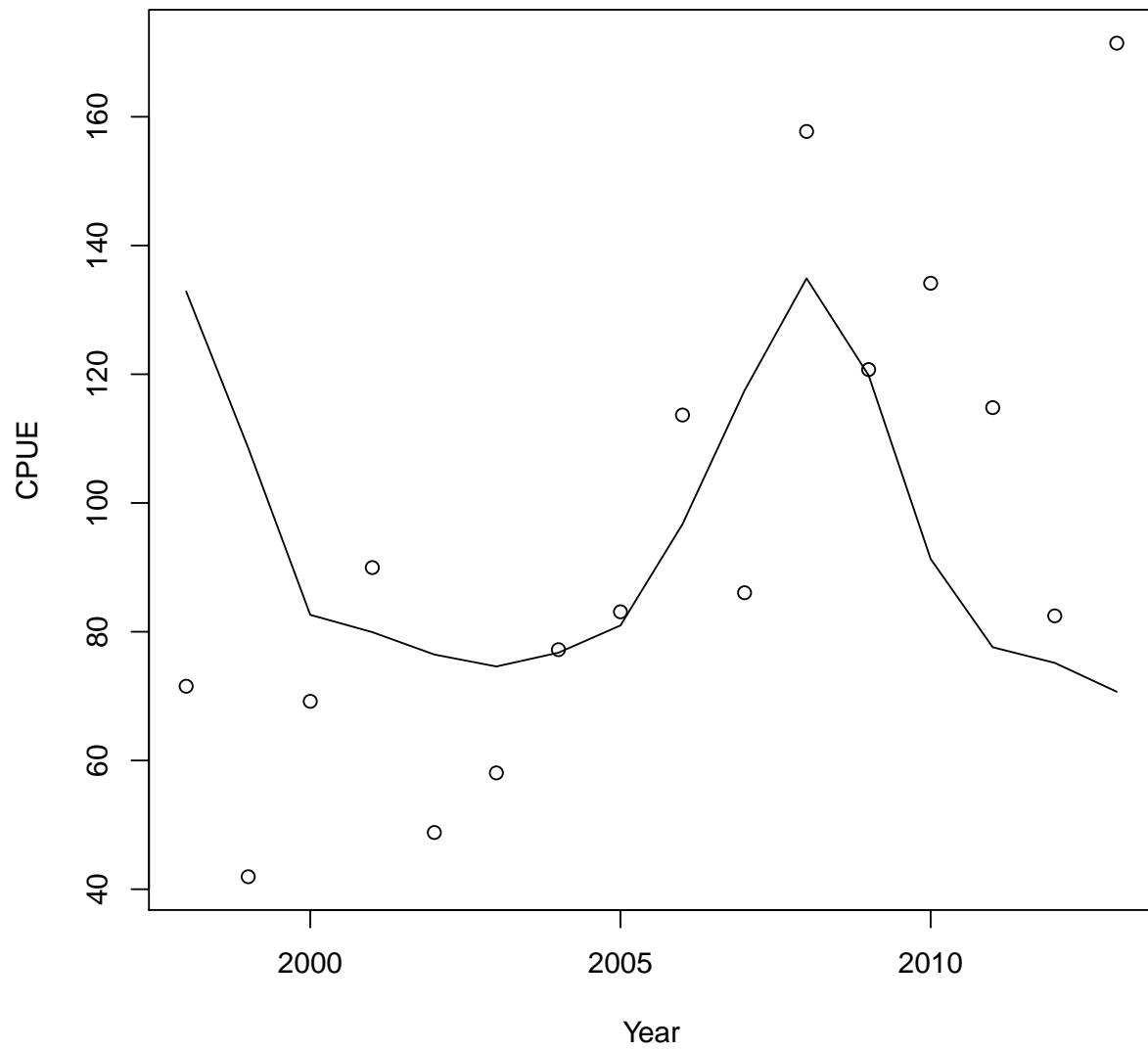


Figure 9

4 Appendix

5 SLASMO – A State-space Length structured ASsessment MOdel

SLASMO is a purely length structured fish stock assessment model. It is based on the state-space approach, which means that both process equations and observation equations contain error terms, whose magnitude is estimated from data (if possible). Time and length are discretized and hence the process equations are formulated as discrete Markov chains, and are similar to the ones found in [2] and “Fleksibest” [1]. The population at time t is described by its length distribution N , i.e. a vector of length L containing the number of individuals pr. length group. For notational convenience we assume that N has distance ΔL between each length group.

$$N_{\cdot,t+\Delta t} = \exp(\log(N_t S_t G_t) + \epsilon_{N,t})$$

Note, that the order of the multiplication of the survival matrix S and the growth matrix G . Survival must take place before growth in order to make the Baranov catch equation valid when survival depends on length. Here and in the following ϵ denotes independent identically distributed Gaussian noise. In addition to the N -vector (sometimes referred to as the spectrum), the state consists of the current fishing pressure F_t , and (possibly) the recruitment r_t . The recruitment is different from first the length group in N , because recruitment is defined to happen before growth and survival.

6 Growth

The average growth of a fish in length group l_i is given by the von Bertalanffy equation:

$$\delta l(l, \Delta t) = (L_\infty - l_i)(1 - \exp(-k\Delta t))$$

This is translated into a $L \times L$ banded growth matrix G , whose elements g_{ij} describe the proportion of individuals in length group i that will grow into length group j after one time step Δt . Because we have isolated growth from mortality, the growth process is conservative with respect to the number of individuals, i.e. $\sum_j g_{ij} = 1$. A discrete probability distribution with mean equal to that of the von Bertalanffy equation meets this requirement:

$$g_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{if } i > j \\ f_g(j - i, \frac{\delta l(i\Delta L, \Delta t)}{\Delta L}, \phi_g) & \text{if } i \leq j < L \\ 1 - F_g(j - i - 1, \frac{\delta l(i\Delta L, \Delta t)}{\Delta L}, \phi_g) & \text{if } j = L \end{cases}$$

where $f_g(x, \mu, \phi_g)$ is a probability mass function with mean μ and dispersion ϕ_g , i.e. either Poisson (in which case ϕ_g is not used) or negative binomial, and F_g is the corresponding cumulative distribution function. For this application (nephrops), we restrict our attention to the Poisson distribution due to the limited data available.

It is assumed that the mass of a fish of length l can be described by the standard power-law:

$$\log W = \log a + b \log(l) + \epsilon$$

where the constants a and b are considered as known input values. Total stock biomass and (TSB) is easily derived from the length spectrum and the length-weight relationship. By multiplying the TSB with the commercial selectivity S_F the fishable biomass (FSB) can be obtained.

7 Mortality

The total mortality Z is defined as

$$Z(l, t) = F(l, t) + M(l, t)$$

where F is the fishing mortality and M is the natural mortality (considered known). The survival matrix S is a $L \times L$ diagonal matrix with

$$S_{ii} = \exp(-Z(l_i, t))$$

7.1 Fishing mortality

The fishing mortality is modelled as a product of a time-dependent fishing level F_t and a selection function:

$$F(l, t) = F_t(t)S_F(l)$$

$$S_F(l) = \frac{1}{1 + \exp(-4\alpha(l - l_{50}))} \quad (1)$$

The process equation for F_t is a random walk in log domain with yearly time-steps, since commercial catches are only available as yearly aggregated sums,

$$\log F_t(t) = \log F_t(t - \Delta t) + \epsilon_F$$

8 Recruitment

Recruitment may take place in any time-step(s) unless otherwise specified, and is defined to happen before growth and survival by adding to the first length group:

$$N_{\cdot, t+\Delta t} = \exp(\log((N_t + R_t)G_t S_t) + \epsilon_t)$$

where $R_t = (r_t \ 0 \ \dots \ 0)$.

The process equation for the recruitment is a random walk

$$\log r_t = \log r_{t-\Delta t} + \epsilon_R$$

9 Observations

9.1 Commercial fleet

For the moment we assume that only total catches are available (i.e. one commercial fleet), and that these have been aggregated over a time period that lies between the (discrete) time-steps t_1 and t_2 . The catch equation is then given by

$$\log C(l, t_1, t_2) = \log \left(\sum_{t=t_1}^{t_2} \frac{F(l, t)}{Z(l, t)} N(l, t) (1 - \exp(-Z(l, t))) \right) + \epsilon_C$$

9.2 Commercial CPUE

The commercial CPUE is assumed to be proportional to the fishable biomass (FSB), which is the total biomass multiplied by the commercial selection curve:

$$\log I(s, t_1, t_2) = \log \left(\sum_{l=1}^{L_\infty} \sum_{t=t_1}^{t_2} Q_s N(l, t) S_F(l) a l^b \right) + \epsilon_{I,s}$$

where S_I is a selection function with same parametrization as (1), and t_1 and t_2 is the beginning and end of a given year respectively.

10 Identifiability constraints

Often it is the case, that the tails of the length spectrum are not observed. This leads to identifiability problems for these parts of the spectrum, in particular there may be many possible solutions to the system in the very first time step. Identifiability is obtained by imposing the following priors on the initial state

$$\log(l_{i,0}) \sim N(\log(l_{i,1}), \sigma_{I1}^2) \quad \forall i$$

and

$$\log(l_{i,0}) - \log(l_{i-1,0}) \sim N(-(M(l_i, 0) + F(l_i, 0)), \sigma_{I2}^2) \quad \text{for } i > L/2$$

The first prior states that the spectra in the first time step and one year later are similar. The second prior states that the slope of the upper half of the log-spectrum is approximately equal to the total mortality $-Z$.

Symbol	Description	Type	Estimated
L	Number of length groups	integer	No
ΔL	Distance between length-classes	scalar	No
T	Number of time-steps	integer	No
T_y	Number of time-steps pr year	integer	No

L_∞	Asymptotic size	scalar	No
k	Brody growth constant	scalar	Yes
ϕ_g	Growth dispersion	scalar	Yes
N	Numbers-at-length	$L \times T$ matrix	Yes (random effect)
S	Survival matrix	$L \times L$ matrix	Known given F , and M .
G	Growth matrix	$L \times L$ matrix	Known given k, L_∞ , and ϕ_g
F_t	Fishing mortality at full selection	Vector, length determined by F-process definition	Yes
$S_F(l)$	Length specific selectivity	Function	determined by α and l_{50}
α	Steepness of selection curve(s)	vector, one for each fleet	Yes
l_{50}	length where selection is 50%	vector, one for each fleet	Yes
M	Natural mortality	vector of length L	No
r_t	Recruitment (to first length group)	vector of length T (or less)	Yes
Q_s	catchability coefficients	vector, one for each fleet	Yes
σ_F^2	Process variance for $\log F_t$	scalar	Yes
σ_R^2	Process variance for $\log r_t$	scalar	Yes
σ_N^2	Process variance for $\log N_t$	scalar	Yes
σ_C^2	Observation variance for \log catches $\log C$	scalar	Yes
$\sigma_{I,s}^2$	Observation variance for \log survey s , $\log I_s$	scalar	Yes
$\sigma_{I1}^2, \sigma_{I2}^2$	Priors for spectrum at $t = 0$	scalars	No
a	Length-weight scaling	scalar	No
b	Length-weight exponent	scalar	No

Table 1: List of symbols

References

- [1] Kristin Guldbrandsen Frøysa, Bjarte Bogstad, and Dankert W Skagen. Fleksibest—an age-length structured fish stock assessment model. *Fisheries Research*, 55(1–3):87–101, 2002.
- [2] Patrick J Sullivan, Han-Lin Lai, and Vincent F Gallucci. A Catch-at-Length Analysis that In-

corporates a Stochastic Model of Growth. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47(1):184–198, 1990.

Appendix 12

Liste over mediaoppslag
Guldborg Søvik

Liste over mediaoppslag. ØBJ-FISK

AVISOPPSLAG

- Agderposten, fredag 3. august 2012. Sjøkreps utfordrer hummer. (pdf-fil)
- Fiskeribladet Fiskaren, onsdag 8. august 2012. Kartlegger krepsebestanden med film.
- Agderposten, fredag 10. august 2012. Sjøkreps skal telles. (pdf-fil)
- Småfiskeren, desember 2012. Behov for mer kunnskap om teinefiske etter sjøkreps. (pdf).
- Fiskeritidende, 17. januar 2013. Bæredygtigt jomfruhummerfiskeri. (jpg-fil).
- Fiskeritidende, 31. januar 2013. Bæredygtigt jomfruhummerfiskeri. Jomfruhummeren er viktig for regionen. (pdf-fil).
- Fiskeritidende, 6. april 2013. Teineforsøg i det lukkede område. (pdf-fil).
- Agderposten, fredag 20. september 2013. Mens vi venter på hummer'n. (pdf-fil).
- Fiskeritidende, lørdag 5. oktober 2013. Lovende forsøgsfiskeri på jomfruhummer i tejner.
- Yrkesfiskaren, Nr 11-2013. Dansk/svenskt försöksfiske (pdf-fil).
- Fiskeritidende, lørdag 22. november 2014. Teinefiskeri passer ikke til dansk fiskeri.
- Fiskeritidende, lørdag 22. januar 2015. I Sverige fisker de med rist.
- Agderposten, fredag 20. februar 2015. Snart like populær som hummer.

INTERNETT

- Videnskap.dk, 24. januar 2013: <http://videnskab.dk/kort-nyt/forskere-vil-gore-fiskeri-af-jomfruhummere-baeredygtigt>
- Nyhetsbrev på e-post til alle SSRs abonnenter (464 stk) om prosjektet. 30.04.2013
- Flaskeposten.nu. 18/11/2014. Workshop om hummerfiskeri hos Nordsøen Forskerpark. <http://www.flaskeposten.nu/workshop-om-hummerfiskeri-hos-nordsoeen-forskerpark/>
- FlaskePosten.nu. 02.12.2014. Fremtid for fiskeri etter jomfruhummer til debat i Hirtshals. <http://www.flaskeposten.nu/jomfruhummerfiskeriets-fremtid-til-debat-hirtshals/>

FOREDRAG

- Bo Sølgaard Andersen, Langesundkonferansen 2012: <http://www.langesundkonferansen.no/en/langesundkonferansen-2012/foredragene-fra-langesundkonferansen-2012/09-bo-soelgaard-andersen-sjoekreps-i-skagerrak-kattegat>
- Niels Madsen. Economically sustainable fishery for *Nephrops* in Skagerrak and Kattegat. Møte i arbeidsgruppe under Nordisk Ministerråd: Nordisk nettverk for fangstteknologi for sjøkreps. Island, 21.-22. november 2012. Tilhørere: 9 menn, 1 kvinne (Sverige (1), Norge (4), Island (3), Danmark (2))
- Guldborg Søvik. Reke og sjøkreps i Norskerenna og Skagerrak. Oppdatert bestandsstatus og resultater fra forskningsprosjekter. Årsmøte i Fiskarlaget Sør. Kristiansand, Norge, 9. november 2012. Tilhørere: 59 menn, 3 kvinner

- Guldborg Søvik. 2013. Kommunikasjon – status og mål i 2013. Prosjektmøte i ØBJ-FISK. 24. januar 2013, Hirtshals.
- Guldborg Søvik. 2013. Sjøkreps langs norskekysten. Hva vet vi om denne ressursen og fisket på den? Lindesnes kommune og Havforskningsinstituttet inviterer: Havets mysterier – populærvitenskapelige foredrag. 10. juni 2013, Lindesnes. Tilhørere: 50 menn, 2 kvinner
- Søren Eliassen, Nikolaj Bichel. Implementation of the discard ban in the CFP reform - Experiences of discard reducing initiatives in Kattegat nephrops fisheries. Presentation på MARE conference 28. Juni 2013, Amsterdam. Tilhørere: 40 heraf ca. 15 kvinner.
- Kai Wieland, Mats Ulmestrand, Jordan Feekings & Sven Koppetsch. November 2013. Nephrops UWTV surveys in the Skagerrak and Kattegat (FU 3-4). Præsentation på arbejdsgruppemøde i ICES (WGNEPS). Tilhørere: 9 mænd, 4 kvinder
- Jordan Feekings, Patrik Jonsson, Kai Wieland, Mats Ulmestrand & Johan Lövgren. November 2013. Nephrops area definition in the Skagerrak and Kattegat (FU 3-4). Præsentation på arbejdsgruppemøde i ICES (WGNEPS). Tilhørere: 9 mænd, 4 kvinder
- Søren Q. Eliassen. Fleet Information System Præsentation af delprojekt I ØBJ_FISK, AP 3.3. Gæsteforelæsning Fiskerhøjskolen, Tromsø Universitet. 28. november 2012. Tilhørere: 7 menn, 6 kvinne (Norge (12), USA (1))
- Johan Lövgren, Patrik Jonsson, Jordan Feekings, Mats Ulmestrand, Sofia Carlshamre. Mai 2014. Sub area assesment. Presentasjon på ICES arbeidsgruppe WGNSSK (Working Group on the Assessment of demersal stocks in the North Sea and Skagerrak). Tilhørere: 18 menn, 6 kvinner.
- Søren Q. Eliassen. Fishers sharing real-time information of “bad” fishing locations - A tool for quota optimisation under a regime of landing obligations 2nd Marine and Coastal Policy Forum” i Plymouth. juni 2014. Tilhørere 30-40 personer
- Søren Q. Eliassen. Fishers sharing real-time information of “bad” fishing locations (hot spots) - A tool for quota optimisation under a regime of landing obligations. ICES Annual Science Conference, La Coruna, september 2014, 40-50 tilhører
- Guldborg Søvik. 1. oktober 2014. Sjøkreps i Norskerennen og Skagerrak. Presentasjon for det norske Fiskeridirektoratet. Tilhørere: 15 kvinner, 5 menn.
- Kai Wieland, Mats Ulmestrand, Jordan Feekings & Sven Koppetsch. November 2014. Nephrops UWTV surveys in the Skagerrak and Kattegat (FU 3-4) in 2013 and 2014. Præsentation på arbejdsgruppemøde i ICES (WGNEPS). Tilhørere: 9 mænd, 4 kvinder
- Jordan Feekings, Kai Wieland, Bo Lundgren. November 2014. Skagerrak and Kattegat (FU 3-4) UWTV survey in 2014 - what’s new? Præsentation på arbejdsgruppemøde i ICES (WGNEPS). Tilhørere: 9 mænd, 4 kvinder

MESSER

- Fiskerimesse (DanFish), Ålborg. 09.-11. oktober 2013. Postere (pptx-filer).

VITENSKAPELIGE ARTIKLER

- Søren Qvist Eliassen. 2014. Cod avoidance by area regulations in Kattegat – experiences for the implementation of a discard ban in the EU. Marine Policy 45: 108-113.

- Søren Qvist Eliassen. Fishers sharing real-time information of “bad” fishing locations. A tool for quota optimisation under a regime of landing obligations. Marine Policy. (submitted)