

Værdioptimering af fiskefangsten i dansk blandet fiskeri (VærdiFisk)

- forbedret kvalitet og selektion som følge af redskabsudvikling

Slutrapport til NaturErhverv

2014

Junita D. Karlsen^{1}, Ludvig Ahm Krag¹, Henrik S. Lund²,
Peter Lewy³, Christoffer Moesgaard Albertsen³, Lars Kajgaard⁴, Bo Clausen⁵,
Flemming Thomsen⁶, Lars Peter Jensen⁷, Jesper Kajgaard⁸, Martin Kusk⁹,
Claus Pedersen¹⁰, Niels Madsen¹, Rikke P. Frandsen¹*

¹DTU Aqua, Fiskeriteknologi, Willemoesvej 2, 9850 Hirtshals

²Danmarks Fiskeriforening Producent Organisation, Nordensvej 3, Taulov, 7000

Fredericia ³DTU Aqua, Jægersborg Allé 1, 2920 Charlottenlund

⁴FN-436 Tove Kajgaard, Hegnsvej 11 9970 Strandby

⁵Clausen & Sønner, Hyttefadsvej 14, 9970 Strandby

⁶Strandby Fiskeeksport, Hyttefadsvej 3, 9970 Strandby

⁷Strandby Net, Sildevej 24, 9970 Strandby

⁸Strandby Fiskeauktion, Auktionskaj 7, 9970 Strandby

⁹Fiskernes Samlecentral, Auktionskaj 7, 9970 Strandby

¹⁰Strandby Fiskeriforening, Auktionskaj 5, 9970 Strandby

*Kontakt: jka@aqua.dtu.dk

Danmark og EU investerer i bæredygtigt fiskeri og akvakultur

Projektet er støttet af Fødevareministeriet og EU

Ministeriet for Fødevarer,
Landbrug og Fiskeri



Den
Europæiske
Fiskerifond



Fiskeauktionen i Strandby.

Tak!

En speciel tak til de to biologassistenter ved DTU Aqua, Søren Grønby og Per Christensen, der deltog i dataindsamlingen ombord på FN-436 Tove Kajgaard.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

Indholdsfortegnelse

Sammendrag	5
English summary	6
1. Projektets formål.....	7
2. Samarbejdspartnere.....	8
3. Forbedret kvalitet på fiskeprodukter og jomfruhummere – et resultat af redskabsudvikling.....	9
3.1. Baggrund.....	9
3.2. Materialer og metoder	12
3.2.1. Redskabsdesign	12
3.2.2. Fiskeri.....	13
3.2.3. Kvalitetsvurderinger	14
3.2.4. Kvalitetsvurdering af nyfanget fisk og jomfruhummer	15
3.2.5. Kvalitetsvurdering af landet fisk.....	17
3.2.6. Kvalitetsvurdering af fiskefileter	17
3.2.7. Sortering og salg.....	18
3.2.8. Analyser	19
3.3. Resultater kvalitetsforsøg.....	20
3.3.1. Fiskeri.....	20
3.3.2. Er der forskel på kvaliteten fra de forskellige fangstposer?	21
3.3.3. Påvirker andelen af jomfruhummere i fangstposen kvaliteten af fisk?.....	25
3.3.4. Vurderer opkøberne fisk fanget for flere dage siden til at have dårligere kvalitet?.....	26
3.3.5. Fører en højere kvalitet til en højere pris?.....	26
3.3.6. Er der overensstemmelse mellem opkøbernes vurdering og EUs kvalitetsklasser?.....	27
3.4. Diskussion	27
3.5. Referencer	30
4. Videreudvikling af redskabsdesign for at adskille fisk og jomfruhummere og forbedre selektionen af begge	32



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

4.1.	Baggrund.....	32
4.2.	Materialer og metoder	33
4.2.1.	Redskabsdesign	33
4.2.2.	Forsøgsfiskeri.....	35
4.2.3.	Opmåling af fangst	35
4.2.4.	Statistiske analyser	36
4.3.	Resultater.....	36
4.3.1.	Redskabsdesign	36
4.3.2.	Fiskeri.....	37
4.3.3.	Vertikalfordeling af fisk og jomfruhummer.....	37
4.3.4.	Den samlede fangst i standardposen.....	45
4.3.5.	Selektion i fiske- og hummerposen i det vertikaldelte, selektive redskab	45
4.3.6.	Fangsteffektivitet af jomfruhummere.....	46
4.4.	Diskussion	47
4.5.	Referencer	49
5.	Appendix A – Data analyse for selektionsstudiet.....	50
5.1.	Model for kvalitetsvurdering.....	50
5.2.	References.....	51
6.	Appendix B. Data analyse og metode udvikling for selektionsstudiet.....	51
6.1.	Statistical analysis.....	51
6.1.1.	Analysis of the catch distribution by the top/bottom compartments.....	51
6.1.2.	Selection analyses and estimation of mesh selection parameters for the two selective trawls with mesh size 60 (bottom) and 120 (top) mm	54
6.2.	References.....	57
7.	Appendix C – Tekniske tegninge af de anvendte fangstposer	58



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

Sammendrag

I VærdiFisk-projektet resulterede en videreudvikling af en vertikaldelt fangstpose i gode muligheder for en værdiøgning i dansk blandet fiskeri på flere områder. En adskillelse af fisk og jomfruhummere i **en øvre og nedre fangstpose** gav en mærkbart forbedring i kvalitet af både fisk, fiskefileter og jomfruhummer sammenlignet med en standard fangstpose. **Forskellige maskestørrelser** i fiskeposen og hummerposen samt brug af **kvadratmasker** gjorde det mulig at målrette selektionen på hhv fisk og jomfruhummere og samtidig bibeholde de mest værdifulde fangstkomponenter. **Design og placering af en stålramme** i hummerposen resulterede i en mere effektiv adskillelse af alle de fire undersøgte fiskearter, samt jomfruhummer sammenlignet med det oprindelige design.

Adskillelsen af fisk og jomfruhummere i forskellige fangstposer førte til blankere fisk og mindre *skæltab* hos de to arter af rundfisk og fladfisk der blev undersøgt. På grund af forbedringen i fiskeposens og hummerposens selektion bliver små individer returneret til økosystemet under fiskeri fremfor at ende som udsnid. Derudover vil den reducerede fangstvægt kunne være en årsag til den observerede bedring i kvalitet med hensyn til *mærker* på fisk og tab af klør hos jomfruhummere. Reduceret stress kan være en mulig forklaring på at *konsistensen* hos fisk og fileter fra fisk fanget i fiskeposen blev vurderet som den bedste af de tre fangstposer. Dette kan tyde på at tidsperioden inden *rigor mortis* sætter ind, og dermed inden kødet bliver blødt bliver forlænget. Tidligere undersøgelser har vist at fisk der er udsat for stress umiddelbart inden de aflives tidligere kommer i *rigor mortis* og at kødet efterfølgende hurtigere bliver blødt. Dersom dette er gældende for fisk fanget i fiskeposen kan der være et potentiale til at opnå en forlænget holdbarhed for trawlfanget fisk.

På trods af en forøget kvalitet vurderet ud fra de udvalgte kvalitetsmål i projektet, opnåede fisk fra forsøgsredskabet ikke en forhøjet pris på fiskeauktionen. Dette udelukker dog ikke at en forhøjet kvalitet iht projektets kvalitetsmål kan føre til bedre priser. Årsagen ligger i at det er mange andre faktorer, f. eks. mængden af fisk på auktionen, efterspørgsel, størrelsen på partier hvor enkeltkasser som i projektet typisk ikke er prisgunstigt osv., der også er prisdannende ud over selve fiskens kvalitet.

Udover at være mere selektivt, fangede det nye vertikaldelte redskab 10% flere jomfruhummere end standardredskabet. Dette mere effektive fiskeri giver mindre brændstofforbrug pr kg fanget jomfruhummer og kan over tid føre til at der skal slæbes mindre for at opnå den samme fangst således at havbunden påvirkes i mindre grad end ved brug af et standardredskab.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

English summary

The FishValue-project (VærdiFisk) led to the development of a vertically divided codend with prospects of increasing the income in the Danish mixed fishery in several ways. Separation of fish and *Nephrops* (*Nephrops norvegicus*) in an upper and lower codend, respectively, led to a significant improvement of the quality of fish, fillets and *Nephrops* compared to the standard codend. With different mesh sizes in the upper and lower codend and use of square meshes in both codends, it was possible to customise the selection of fish and *Nephrops* separately and at the same time retain the most valuable catch. Design and placement of a grid in the lower codend gave an effective separation of all the four fish species investigated in addition to *Nephrops* when compared to the first version of the experimental codend.

When separated in a different codend than *Nephrops*, the skin of both roundfish and flatfish were glossier and lost less scales. Due to increased selectivity in both codends, small individuals were returned to the ecosystem during fishing rather than being discarded. The reduced codend catch weight may explain the reduction in bruises in fish and loss of claws in *Nephrops*. The best texture was observed in fish and filets from fish caught in the upper codend. A possible explanation for this is a reduction in stress. As shown in previous studies, fish exposed to *ante mortem* stress can accelerate the onset and resolution of *rigor mortis*. If this is the case for the fish caught in the upper codend, there may be a potential of prolonging the shelf life of fish caught in trawls.

Fish from the upper codend did not obtain higher prices at the fish auction despite the increased quality. This does not, however, exclude the possibility of obtaining better prices for higher quality as measured by the quality parameters included in this study. There are many factors other than quality that governs the price at the auction, e.g. the amount of fish at the action, the size of the lot where small quantities like the ones in the project typically obtain lower prices, the demand in the market, and the product portfolio of the exporters present.

In addition to being more selective, the experimental codend had 10% higher catch rate of *Nephrops* compared to the standard codend. This more efficient fishery gives less fuel consumption per kilogram *Nephrops* caught, and may, if evaluated over longer time periods, imply less impact on the sea bottom than when fishing with the standard codend.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

1. Projektets formål

VærdiFisk-projektet havde som hovedformål at bidrage til et bæredygtigt fiskeri ved at optimere fangstværdien i det danske blandede fiskeri i Skagerrak og Nordsøen indenfor eksisterende fiskekvote og miljøpåvirkning, dvs. påvirkning på havbund, udslip af CO₂ m.m.

Målsætningerne i VærdiFisk er at udvikle et fangstredskab der kan:

- 1) opnå en væsentlig kvalitetsforbedring af fisk fanget i trawlfiskeri hvori jomfruhummer indgår for derigennem at opnå højere priser på landede fisk, fremme afsætningen samt øge fangstens udnyttelsesgrad.
- 2) forbedre selektionen på små fisk og jomfruhummere under fangstprocessen, således at individer af lav økonomisk værdi forbliver i økosystemet og kan vokse sig større.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

2. Samarbejdspartnere

VærdiFisk-projektet har været et samarbejde mellem industrien i Strandby, Danmarks Fiskeriforening Producent Organisation, Strandby Fiskeriforening samt forskere fra fiskeriteknologigruppen, DTU Aqua. Samarbejdet indkluderede redskabsdesign og -produktion, fiskeri, sortering af landet fangst, salg af fisk, samt kvalitetsvurdering af hel fisk og fiskefileter.

Strandby Net er et af Danmarks førende vodbinderier. Virksomheden producerer netprodukter til en række områder, herunder fiskeri. Effektive fangstredskaber fremstilles ved nytænkning og optimering indenfor både demersale og pelagiske fiskerier og til varierende fartøjstørrelser.

Tove Kajgaard (22m/299kw) er en moderne fiskekutter, der beskæftiger sig med trawlfiskeri. Fiskeriet foregår med et to-trawlsystem i farvandene omkring Danmark, men dog hovedsagelig i Skagerrak. Hovedart er jomfruhummer, som udgør 40 % af fiskeriet. Derudover er skærisinger, havtaske, torsk, kuller og mørksej primære arter.

Rasmus Clausen & Sønner opkøber, forarbejder, sælger og eksporterer fersk fisk fra havnen i Strandby. Eksport udgør 70 % af den samlede omsætning. Virksomheden følger de gamle dyder i forarbejdningsprocessen og har topkvalitet som mål i det daglige virke.

Strandby Fiskeeksport er én af Strandbys ældste virksomheder med en stab af medarbejdere med stor kendskab til branchen. Virksomheden køber fisk på auktionerne i hele Danmark, og forarbejder dem med det samme, således at også kunder med individuelle ønsker og behov tilgodeses.

Fiskernes Samlecentral henter og modtager fisk fra alle danske havne, foruden det fisk der landes direkte i Strandby. Virksomheden tror på at håndsortering er mest skånsom for fisken og derefter altid opnår topkvalitet og toppriser på Auktionen.

Strandby Fiskeauktion er en moderne fiskeauktion med fokus på fremtiden. Jomfruhummere udgør en stor del af omsætningen, og Strandby Fiskeauktion er på netop denne art blandt landets største. Moderne køleanlæg sikrer optimal nedkøling af fisken.

Danmarks Fiskeriforening Producent Organisation fremmer danske fiskeres interesser. Det omfatter alt fra aktiv deltagelse i fiskeripolitikken til rådgivning af fiskere. Foreningen er hovedorganisation for 50 lokale fiskeriforeninger, der både har ejere af fiskefartøjer og partsfiskere som medlemmer. Den lokale fiskeriforening i Strandby deltog aktivt i projektet.

DTU Aqua forskning i fiskeriteknologi fokuserer på udvikling af selektive fangstredskaber der skal undgå uønsket bifangst og samtidig kan bidrage til at minimere påvirkningen af havmiljøet. Redskabsudviklingen sker under hensyntagen til fiskeriets rentabilitet og udføres i tæt samarbejde med fiskerierhvervet.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

3. Forbedret kvalitet på fiskeprodukter og jomfruhummere – et resultat af redskabsudvikling

3.1. Baggrund

På vej igennem værdikæden fra fiskere til forbrugere bliver fisk og skaldyr vurderet efter deres friskhedsgrad af flere omgange. Fiskere leverer deres fangst til Fiskernes Samlecentral som mærker fangsten i friskhedsgraderne Ekstra, A og B iht regler fra EU inden fangsten sælges på fiskeriauktionen (EU, 1996). Friskhedsgraden bestæmmes efter en visuel inspektion af tilstanden af fisks og skaldyrs kropsoverflade, hvorpå graden af mærker, misfarvning og skader vurderes iht. beskrivelser givet i EU-reglementet (EU, 1996). Opkøbere på fiskeriauktionen tilføjer personlig erfaring i deres vurdering af fangstens friskhed. Dette, sammen med deres produktportefølje og markedssituation påvirker prisen de er villige til at betale på auktionen. For forbrugere er en objektiv sensorisk test af fisk og skaldyr blevet tilgængelig i form af apps til mobiltelefoner og tablets, og gør det nemmere at vurdere friskhedsgrad under indkøb. Kvalitetsindeksmetoden (QIM), som er en metode der anvendes i sådanne apps, er baseret på definerede egenskaber hos fisk og skaldyr som ændrer sig gennem lagringsperioden, f.eks. udseende, lugt og konsistens (Hyldig & Green-Petersen 2004; Bonilla m.fl. 2007)

Friskhedsgraden til fisk og skaldyr er på sit højeste i det første trin i værdikæden. En reduceret kvalitet her kan naturligvis ikke forbedres senere i værdikæden. Fiskeredskaber påvirker fisks kvalitet på forskellige måder og nogle fiskemetoder påvirker mere en andre (Botta m.fl. 1987; Hattula m.fl. 1995; Esaiassen m.fl. 2004; Digre m.fl. 2010). Rotabakk m.fl. (2011) fandt en lavere kvalitet i flere kvalitetsparametre på torsk (*Gadus morhua*) fanget i et trawlfiskeri sammenlignet med torsk fanget på langline, f.eks. flere mærker, blødere konsistens, dårligere rensset, lavere pH og lavere sensorisk kvalitet. Deres resultater viste at i en fangst på 3,2 tons havde en høj andel (80%) mærker. Det er kendt viden at andelen af skadede torsk øger med en øgning i fangstvægt, at en nedgang i antal skader hos torsk kan føre til en signifikant øgning i produktværdi, og at der er en kvotebegrænsning på torsk i flere områder (Margeirsson m.fl. 2006; Margeirsson m.fl. 2007; Digre m.fl. 2010). Et fokus på kvalitetsforbedring kan derfor vise sig at blive værdifuldt for fiskeindustrien.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

Det blandede fiskeri efter jomfruhummer er en af de vigtigste europæiske fiskerier. For dansk fiskeri er denne type fiskeri i Skagerrak og Kattegat betydelig med en førstehåndsværdi på over 500 millioner kr årligt. Der fanges store mængder med fisk, som ofte omtales som hummerfisk, hvilket indikerer at fisken er af en relativt ringe kvalitet. I fangstprocessen opsamles fisk og jomfruhummer i en fangstpose og ofte er der også større mængder af andre arter med hårde og spidse overflader så som søpindsvin, søstjerner og slangestjerner. Fisken er meget udsat for gentagende overfladekontakt med jomfruhummer og andre invertebrater der påfører fiskene skader og skurer deres skæl af. En faktor er fartøjets bevægelser der, som følge af bølgerne, gør at fangstposen får pulserende bevægelser under vand. Dette fører til bevægelse af den fangst som har samlet sig bagerst i fangstposen under fiskeriet (O'Neill m.fl. 2003), og kan øge overfladekontakten mellem fisk og invertebrater, specielt i hårdt vejr. En anden faktor er når fangsten hales og sejlhastigheden reduceres udsættes fangstposen og fangsten for kraftige kræfter i vandoverfladen (Figur 1). Fangstpose og fangst pulserer og de forskellige fangstkomponenter gnider imod hinanden og nettet (Eayrs 2007). Bagerst i fangstposen bliver fangsten presset sammen hvilket giver afskrabninger på fiskenes overflade samt at skader opstår eller forværrer (Suuronen og Erickson 2010). En tredje faktor er når fangsten hives ombord (tackles på dækket) og fangstvægten udsætter fisk og invertebrater for et stort tryk både mod nettet og hinanden. Som en konsekvens, kan der opstå misfarvninger som følge af blodudrødninger, mærker fra nettet, og skader som hul i kropsoverfladen og knust muskulatur (Akse og Joensen 2004; Rotabakk m.fl. 2011; Esaiassen m.fl. 2013).



Figur 1. I havoverfladen udsættes fangst for mekaniske kræfter (øverst), stress som følge af at være pakket tæt sammen (midten) og højt tryk når fangsten hives ombord (nederst).



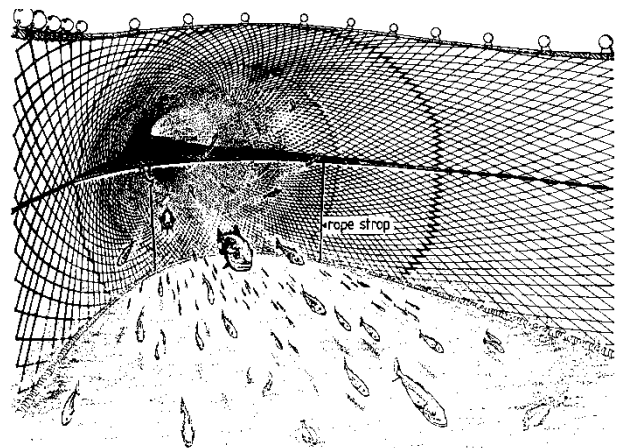
Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

I tillæg til fysiske skader, kan stress og udmattelse umiddelbart inden individerne aflives føre til hurtigere og kraftigere *rigor mortis*, som efterfølges af at fiskekødet bliver hurtigere blødt og at fileterne gaber mere (Kristoffersen m.fl. 2006). Dette bidrager til at hummerfisk er udsat for en kvalitetsnedgradering og ikke længere brugbar for højkvalitetsprodukter som blanke, hele fisk, eller ferske fiskefileter (Margeirsson m.fl. 2006; Roth m.fl. 2006; Bjørnevik og Solbakken 2010; Rotabakk m.fl. 2011). I tillæg til at kvaliteten, og dermed prisen, for hummerfisk generelt er lavere end for andre fisk, forventes det at der i det blandede fiskeri også er et mindre udsnid af større fisk. Dette udsnid er forårsaget af at fisk har pådraget sig skader der resulterer i en kvalitet der er for ringe til at fisken kan blive landet.

Vertikaldelte trawlnetredskaber har vist sig at være effektive til at sortere fangsten under fiskeriprocessen (Figur 2). Rundfisk som kuller, mørkesej og hvilling fanges hovedsagelig i den øverste del af redskabet, mens torsk, fladfisk og jomfruhummere hovedsagelig fanges i den nedre del (Main og Sangster 1985; Engås m.fl. 1998; Ferro m.fl. 2007). Afhængig af redskabets design, kan den andel af torsk og fladfisk der fanges i den øverste del af redskabet øges (Graham og Fryer 2006; He m.fl. 2008). En adskillelse af fisk fra jomfruhummere og andre organismer med en hårde overflader under fiskeriprocessen kan potentielt forbedre flere kvalitetsparametre set i forhold til redskaber hvori de forskellige fangstkomponenter opbevares blandet. Main og Sangster (1985) påpegede at mærker og skæltab observeret hos fisk fanget i den nederste del af deres vertikaldelte redskab hvori de også fangede skaldyr og andre bundlevende dyr, tang og sten, var fraværende hos fisk fanget i den øverste del af redskabet hvor hovedandelen af fangsten bestod af fisk. Blank fisk uden mærker og afskrabninger på skindet giver de bedste kvalitetsrangeringer, og kan benyttes i alle typer produkter, herunder at blive solgt hele som højværdiproduktet blankfisk. Et vertikaldelt redskab giver mulighed for at øge maskestørrelsen i den øvre del af redskabet og således øge selektionen af små fisk der ikke kan landes (Graham og Fryer 2006). Denne reduktion i fangst giver et potentiale til at øge produktværdien af den resterende fangst ved at øge filetudbyttet og dermed andelen af højkvalitetsprodukter gennem færre mærker og misfarvninger forårsaget af nettet og det store tryk fisk og skaldyr udsættes for når fangsten hives ombord på fartøjet (Margeirsson m.fl. 2006).



Figur 2. Vertikaldelt redskab hvor vertikaldelingen starter fremme i trawllåbningen (Main og Sangster 1985).



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

Formålet med kvalitetsstudiet var at undersøge hvorvidt en vertikaldelt fangstpose kunne øge kvaliteten af fangsten sammenlignet med en standard fangstpose i tre led i værdikæden hvoraf kvalitetsvurdering af frisk fisk ombord på fiskefartøjet blev udført af en forsker, og kvalitetsvurderingen af landet fisk og fiskefileter blev udført af to opkøbere. Derudover blev der undersøgt hvorvidt fangst fra de forskellige fangstposer opnåede forskellige priser på fiskeauktionen. Mere specifikt ønskedes svar på følgende spørgsmål:

- Er der forskel på kvaliteten af nyfanget og landet fisk, fiskefileter samt nyfangede jomfruhummere i de tre forskellige fangstposer (den øvre og den nedre i det vertikaldelte redskab og standardfangstposen)?
- Påvirker andelen af jomfruhummere i fangstposen kvaliteten af fisk?
- Vurderer opkøberne fisk og fileter herfra der er fanget for flere dage siden til at have dårligere kvalitet end nyfangede fisk?
- Opnår af højere kvalitet til en højere pris på fiskeauktionen?
- Er det en sammenhæng mellem priser og kvaliteten på fiskefileter?
- Er der overensstemmelse mellem opkøbernes kvalitetsvurdering og EUs kvalitetsklasser?

3.2. Materialer og metoder

3.2.1. Redskabsdesign

Der blev benyttet to redskaber til indsamling af data til kvalitetsforsøget (**Figur 3**). Det ene redskab havde en vertikaldelt fangstpose der helt bagerst delte sig i to adskilte fangstposer således at fangsten i den øvre fangstpose ikke kom i fysisk kontakt med fangsten i den nedre fangstpose under fangstprocessen. Det andet redskab havde en standardfangstpose. Dette redskab blev brugt til at evaluere effekten af den vertikale fangstpose. Udover fangstposerne var de to redskaber identiske.

I designfasen af det vertikaldelte redskab blev der taget udgangspunkt i en vertikaldelt fangstpose som DTU Aqua tidligere har testet i et pilotforsøg med henblik på at undersøge potentialet i at forbedre selektionen af fisk og jomfruhummere ved at adskille dem under fiskeri i selve fangstposen. Der er med udgangspunkt i dette vertikaldelte fangstposedesign foretaget en videreudvikling i samarbejde med projektets vodbinder og fiskeskipper. Hensigten med videreudviklingen var at øge andelen af rundfisk der blev opsamlet i den øvre fangstpose (fiskeposen) samtidig med at beholde eller øge andelen af jomfruhummer i den nedre fangstpose (hummerposen) (se sektion 4.2.1. for en nærmere beskrivelse af udviklingen). Derudover var det vigtigt at fangst i hummerposen ikke kunne bevæge sig over i fiskeposen og vice versa. Fiskeposen var produceret af et 120mm kvadratmasket net i Ultracross, mens hummerposen bestod af 60mm

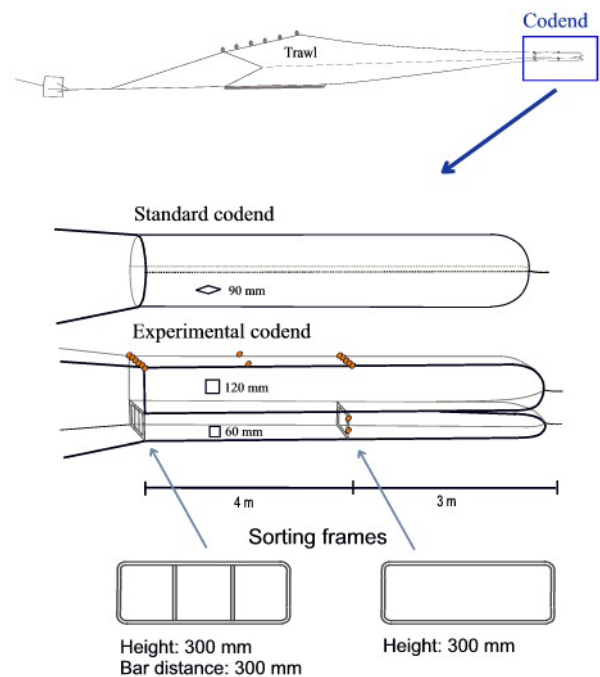


Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

kvadratmasket net i Ultracross (Figur 3). Hummerposen var 30 cm høj og udgjorde 1/3 af fangstposens åbning ved positionen hvor vertikaldelingen af fangsten sker i redskabet. Det relativt lille rum blev holdt åbent med to metalrammer for at sikre geometrien i fangstposen. Fiskeposen var ca. 60 cm høj og der blev ikke anvendt hjælpemidler for at holde denne fangstpose åben da større formstabile anordninger kan medføre håndteringsmæssige vanskeligheder under fiskeri. Standardredskabet havde en 90 mm diamantmasket PET-fangstpose (standardposen).



Figur 3. Udvikling og produktion af den vertikaldelte fangstpose i samarbejde med vodbinder og fiskeskipper (venstre). Skematisk illustration af standardposen og det endelige design på den vertikaldelte (eksperimentelle) fangstpose.

3.2.2. Fiskeri

Forsøgsfiskeriet blev udført fra den 24. september til den 2. oktober 2013 i dagtimerne hovedsagelig i det nordøstlige Skagerrak. Fartøjet, FN436 Tove Kajgaard fra Strandby, fisket med et 2-trawl system således at det vertikaldelte fangstredskab og standardredskabet fisket samtidig. Under fiskeri efter primært jomfruhummere foretager fartøjet normalt 3 slæb i døgnet mens der under fiskeri efter fisk foretages 4 slæb. Slæbene under forsøgsfiskeriet havde en varighed på omkring 5 timer hvilket kan betragtes som kommerciel praksis. Der blev foretaget et kvalitetsslæb hver fangstdag da jomfruhummerene primært kunne fanges under morgenslæbet.

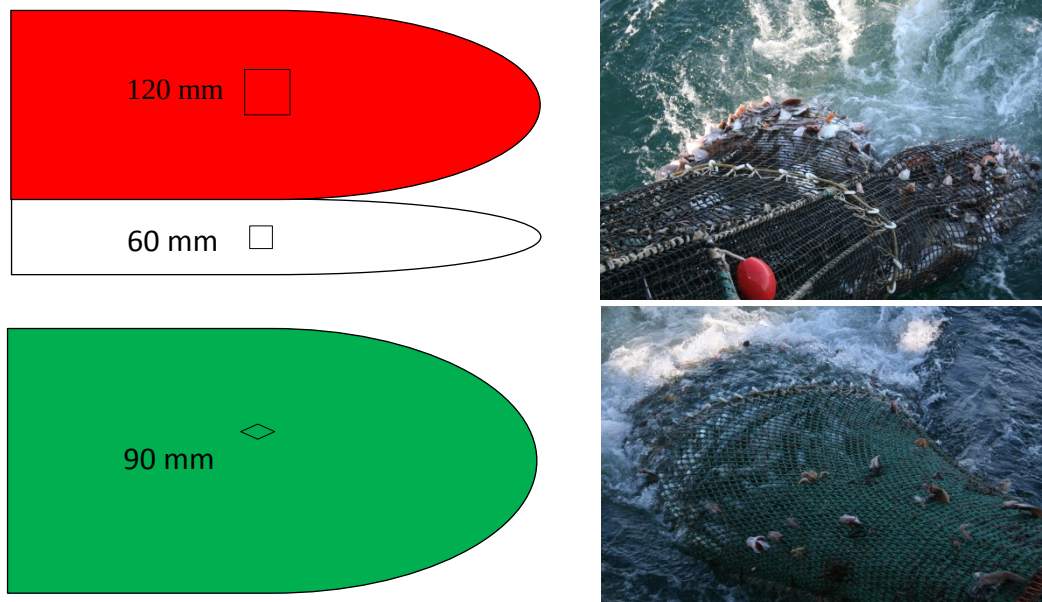


Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevarerministeriet og Europa

Ombord på fartøjet blev der udtaget prøver i nogenlunde den samme størrelsessortering fra hver fangstpose til kvalitetsvurdering af **torsk**, **mørksej** (*Pollachius virens*), **rødspætter** (*Pleuronectes platessa*), **skærising** (*Glyptocephalus cynoglossus*) og **jomfruhummer** (*Nephrops norvegicus*). Prøverne blev mærket med fangstdag, og blev tildelt en farvekode der indikerede hvilken fangstpose de var blevet fanget i (Figur 4). I lasten blev de forskellige arter fra de forskellige fangstposer og fangstdage opbevaret separat af hensyn til kvalitetsvurderingen i land.



Figur 4. Venstre: Farvekoder tildelt fangst fra fiskeposen (rød) og hummerposen (hvid) i den vertikaldelte fangstpose, samt standardposen (grøn). Højre: De to fangstposer under fiskeri.

3.2.3. Kvalitetsvurderinger

I et samarbejde mellem fisker, projektets to opkøbere, fiskernes samlecentral, fiskeauktionen og DTU Aqua var det muligt at foretage kvalitetsvurderinger i tre led i værdikæden. Ombord på fiskefartøjet blev nyfangede fisk og jomfruhummer vurderet af en forsker fra DTU Aqua. Kvalitetsparametre der blev vurderet til at i størst grad kunne påvirkes af fangstprocessen blev inkluderet i kvalitetsvurderingen (Tabel 1). Landet fisk og fiskefileter blev kvalitetsvurderet af de to opkøbere inden sortering. Fiskefileter blev inkluderet på opfordring af de to opkøbere. Fire parametre udvalgt ud fra de produktkvaliteter eksportørerne mener er vigtigst for dem ved køb af fisk blev lagt til grund for kvalitetsvurderingen (Tabel 1). Kvalitetsvurderingerne af landet fisk og fiskefileter blev udførte som blindtester. Den til fangsterne tildelte farvekode blev præsenteret for opkøberne således at information om hvilken fangstpose fangsterne stammede fra var ukendt. Farvekoderne og information om fangstdag gjorde det muligt at spore fangsterne fra de tre fangstposer og forskellige fangstdage gennem værdikæden.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

3.2.4. Kvalitetsvurdering af nyfangeret fisk og jomfruhummer

Ombord på fiskefartøjet ble der udtaget en prøve med nyfangede **torsk, mørksej, rødspætter** og **skærisinger** som blev vurderet efter kvalitetsmålene *skæltap, mærker* og *skader* for hver fangstpose og fangstdag (Tabel 1, Figur 5). For afskrabninger blev der visuelt vurderet hvor stor andel (%) af kropsoverfladen der manglede skæl. Nyfangede **jomfruhummere** blev givet en score i henhold til hvor mange *klør* og *ben* der manglede og efter hvorvidt der var *skader* på kroppen (Tabel 1, Figur 6).



Figur 5. Kvalitetsvurdering af nyfangede jomfru-hummere ombord på FN-436 Tove Kajgaard.



Figur 6. Billeder af alvorlighedsgrad af skæltap og blodpletter på fisk, samt klør/ben hos jomfruhummer.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

Tabel 1.

	Damage	Description	Score		
			0	1	2
<i>Newly caught fish</i>	Abrasions	Areas with no/few scales. Abrasions due to e.g. contact with invertebrates etc. or the netting.	No	NA, percentage of body surface without scales were estimated.	NA, percentage of body surface without scales were estimated.
	Bruises/discolouration	Blood extravasations visible on the skin. E.g. caused by the fish has been squeezed.	No	Few, weak	Many or severe
	Injuries	Ruptures/tears in the skin. E.g. caused by the netting, or contact with invertebrates etc.	No	Few, small punctures/holes in skin	Many or skin tears/ crushed muscle tissue
<i>Newly caught Norway lobster</i>	Claws	Loss of claws.	Both present	Missing one	Missing both
	Legs	Loss of legs.	All present	Missing 1-2	Missing >2
	Other damages	Visible body injuries.	No	Abdomen loose	Puncture in exoskeleton
<i>Landed fish</i>	Skin appearance		Glossy	Bright, but without shine/ rather dull	Lacklustre/dull
	Scale loss	Areas without scales. Abrasions due to e.g. contact with invertebrates etc. or the netting.	No	Few, small spots without scales	Many spots/ large areas without scales
	Bruises/discolouration	Blood extravasations visible on the skin. E.g. caused by the fish has been squeezed or due to contact with spiny objects.	No	Few, weak	Many, severe
	Texture	The stiffness of the fish.	Pre-rigor/rigor	Firm	Soft
<i>Fillet</i>	Fillet surface		Smooth	Few, slight gapings	Deep/many gapings
	Blood stains	Small blood extravasations visible on the skin. E.g. caused by the fish has been in to contact with spiny objects.	No	Few, weak	Many, severe
	Bruises/discolouration	Blood extravasations visible on the fillet. E.g. caused by the fish has been squeezed.	No	Small, weak	Large/many, severe
	Texture	The stiffness of the fish.	Pre-rigor/rigor	Firm	Soft



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

3.2.5. Kvalitetsvurdering af landet fisk

Eksportørerne sammenlignet kasser med **torsk**, **mørksej**, **rødspætte** og **skærising** fra de forskellige fangstposer ved hjælp af sensorisk inspektion (visuelt og ved berøring, **Figur 7**). Opkøberne må normalt ikke tage fisk op fra i fiskekassene når de inspicerer fiskene inden auktionen går i gang. Inspektionen begrænser sig lette berøringer med fingerspidssene for at mærke konsistens, og vende en enkelt fisk i en kasse for at få et indtryk af fiskenes overflader dersom de ikke har nok information fra den visuelle inspektion. Røde prikker (fra stik fra e.g. jomfruhummere) på undersiden af fladfisk bruges som indikation på hvor hårdfør behandling fiskene har fået igennem hele fiskeriprocessen.



Figur 7. Kvalitetsvurdering af landet fisk inden sortering. Rundfisk (venstre) og fladfisk (højre).

Kvalitetsvurderingen blev udført samlet for alle individerne i den samme kasse og separat for hver fangstpose og fangstdag. Fisk i hver af farvekategorierne rød, hvid og grøn, fik en score (0-2) for de fire kvalitetsparametre *skinnets udseende*, *skæltab*, *mærker*, og *konsistens* (**Tabel 1**). Den samlede score hver art opnåede var et udtryk for den relative forskel i kvalitet mellem fisk i de forskellige farvekategorier, og kunne derfor ikke bruges til at sammenligne den faktiske kvalitet mellem arter eller fangstdage. Fisk fra de tre farvekoder blev også rangeret (1-3) i henhold til det overordnede kvalitetsindtryk.

3.2.6. Kvalitetsvurdering af fiskefileter

En prøve på 5-10 fileter fra **torsk**, **mørksej**, **rødspætter** og **skærising** fra hver fangstpose og udvalgte slæb (fangstdage) blev vurderet i opkøbernes produktionslokaler direkte efter at fiskene var fileteret (**Figur 8**). Fileter fra de tre farvekategorier rød, hvid og grøn blev vurderet i henhold til kvalitetsparametrene *gabning*, *blodpletter*, *mærker* og *konsistens* og givet en score fra 0-2 for hveranden fangstdag i fangstperioden (**Tabel 1**). Som for landede fisk var den samlede score hver art opnåede et udtryk for den relative forskel i kvalitet mellem fisk i de forskellige farvekategorier,



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

og kunne derfor ikke bruges til at sammenligne den faktiske kvalitet mellem arter eller fangstdage. Fileter fra de tre farvekoder blev også rangeret (1-3) i henhold til det overordnede kvalitetsindtryk.



Figur 8. Eksempler på forskellige graderinger af mærker (øverst) og gabning (nederst).

3.2.7. Sortering og salg

Efter kvalitetssorteringen af de landede fisk, blev fisken sorteret inden den blev solgt på fiskeauktionen (Figur 9). Under sortering blev de sorterede fisk mærket med friskhedsklasserne E (Ekstra), A og B. Iht. beskrivelser givet i EU-reglementet, blev friskhedsklasserne fastsat på grundlag af fiskenes friskhedsgrad, dvs. hvor lang tid der var gået siden de blev fanget, samt en visuel inspektion af bestemte kriterier (EU, 2006). Fisk i friskhedsklasse 'Ekstra' må ikke fremvise mærker efter tryk eller beskadigelser. I friskhedsklasse 'A' og må kun en lille del af fiskene fremvise



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

lette mærker efter tryk og overfladiske beskadigelser, mens i friskhedsklasse 'B' må en lille del af fiskene fremvise kraftigere mærker efter tryk og overfladiske beskadigelser. Farvekoderne og information om fangstdage fulgte fiskene gennem sorterings- og salgsprocessen således at de opnåede priser kunne spores tilbage til specifikke fangstposer og fangstperioder for hver af de undersøgte arter.



Figur 9. Sortering af de landede fisk (venstre) inden de sælges på fiskeauktionen

3.2.8. Analyser

Analyserne blev udført for at svare på de spørgsmål der blev stillet i [sektion 3.1](#). Udover at undersøge hvorvidt den vertikaldelte fangstpose resulterede i en forbedret kvalitet hos fisk og friske jomfruhummere, ble det udført en test på hvorvidt andelen af jomfruhummere i fangstposen influerede på kvaliteten eller om det kunne være andre faktorer, som f.eks. var andre organismer eller nettet redskabet var lavet af der forårsaget en eventuel ændring i kvalitet. Denne test ble kun udført for hummerposen og standardposen fordi det blev fanget for få jomfruhummere i fiskeposen.

Videnskabelige kvalitetsvurderinger af fisk viser at kvaliteten reduceres over tid (f.eks. Bonilla m.fl. 2007). Fiskeri foregår som regel over få dage og fisk der leveres på fiskeriauktion opfattes som frisk i forhold til deres totale holdbarhedstid. Derfor var det interessant at undersøge om den kvalitetsforringelse der opstår under fiskeri der går over flere dage havde en betydning for opkøbernes kvalitetsvurdering.

Fiskerens incitament for at udføre ekstra arbejde under fiskeri med det formål at forbedre kvalitet på fisk og skaldyr er en højere pris for høj kvalitetsprodukter. Sammenhængen mellem kvalitet og pris blev derfor undersøgt for landet fisk. For fiskefileter blev der undersøgt om det var en



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

sammenhæng mellem den pris der var givet på auktionen og den kvalitet opkøberen oplevede i produktionshallen.

Det blev undersøgt hvorvidt der var en overensstemmelse mellem opkøbernes kvalitetsvurdering og EUs kvalitetsklasser for landet fisk og fiskefileter.

De statistiske analyser af data fra kvalitetsvurderingerne er beskrevet i Appendix A.

3.3. Resultater kvalitetsforsøg

3.3.1. Fiskeri

Der blev totalt foretaget 9 kvalitetssløb under gode fiskeriforhold (Tabel 2). Slæbetiden varierede fra 2,5-6,5 timer, med et gennemsnit på 5 timer og 20 minutter. Fangstvægten i fiskeposen varierede fra 60-387 kg (gennemsnit 181 kg), og i hummerposen fra 123-644 kg (gennemsnit 360 kg). I standardposen varierede fangstvægten fra 277-824 kg (gennemsnit ca. 664 kg). I 7 af de 9 sløb var fangstvægten i standardposen højere end totalen for de to fangstposerne i det vertikaldelte fangstredskab til sammen, hvilket forårsages af en bedre selektion i det vertikaldelte fangstredskab (se sektion 4.3.5). Pånær to sløb fangede fiskeposen mindre end hummerposen. Af den totale jomfruhummerfangst, blev den største andel fanget i hummerposen i alle sløb (Figur 10).

Tabel 2. Fiskeriforhold og fangstvægter under kvalitetsforsøget i Skagerrak.

Sløb nr.	Varighed (tt:mm)	Vindretning (fra)	Vindhastighed (m/sec)	Bølger (m)	Sejlhastighed (knob)	Fiskedybde (fv)	Fangstvægter (kg)		
							Fiskepose	Hummerpose	Standardpose
2	04:30	N	5	0-1	2,6	55	313	273	818
6	02:25	N	4	0-0,5	2,6	60	114	123	401
9	05:45	N	5	0-0,5	2,6	65	150	315	807
12	05:30	NV	4	0-0,5	2,6	70	75	389	588
15	05:25	NØ	-	0-0,5	2,6	70	200	644	824
18	06:30	Ø	3	0-0,5	2,6	40	387	220	751
19	05:50	Ø	3	0-0,5	2,6	75	235	582	748
22	06:15	Ø	5	0-0,5	2,6	60	94	483	759
25	05:50	SØ	8	0-1	2,6	105	60	215	277



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa



Figur 10. Fangstsammensætningen fra fiskeposen (venstre), hummerposen (midten) og standardbosen (højre) fra slæb 12, som illustrerer en større fangst af jomfruhummere i hummerposen.

3.3.2. Er der forskel på kvaliteten fra de forskellige fangstposer?

Nyfanget fisk

Det totale antal af fisk der blev kvalitetsvurderet ombord på FN-436 Tove Kajgaard var 4688 fordelt på torsk, mørksej, rødspætte og skærising (Tabel 3).

Tabel 3. Antal nyfangede fisk der blev kvalitetsvurderet specificeret på fangstpose og slæb.

Art	Fangstpose	Slæb										Sum
		2	9	12	15	18	19	22	25			
Torsk	Fiskepose	41	44	78	55	78	80	78	48	28	530	
	Hummerpose	38	17	45	32	78	32	79	73	12	406	
	Standardpose	52	116	141	144	117	78	78	78	47	851	
Mørksej	Fiskepose	46	2	0	4	4	0	15	2	4	77	
	Hummerpose	10	5	13	8	11	0	35	50	2	134	
	Standardpose	76	85	123	71	78	0	51	79	10	573	
Rødspætte	Fiskepose	44	29	60	70	52	79	46	18	1	399	
	Hummerpose	16	10	80	55	52	78	46	41	0	378	
	Standardpose	29	47	68	112	78	78	78	70	1	561	
Skærising	Fiskepose	0	2	18	9	7	14	37	5	27	119	
	Hummerpose	10	7	22	25	41	17	53	22	36	233	
	Standardpose	3	12	57	33	81	46	78	32	85	427	



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

For **skæltab** opnåede alle de undersøgte fiskearter fanget i fiskeposen den laveste score, dvs. at de blev vurderet til at give den bedste kvalitet. Resultaterne for hummerposen varierede med art. Skæltabet i fiskeposen var signifikant mindre end for de fisk der blev fanget i enten hummerposen eller standardposen (**Tabel 4**). For rundfisk opnåede **mørksej** en lavere score når den blev fanget i hummerposen end i standardposen. Skæltabet var signifikant mindre og mørksej blev derfor vurderet til at have en højere kvalitet når den blev fanget i hummerposen end når den blev fanget i standardposen. Resultatet var modsat for **torsk** hvis skæltab var signifikant større når den blev fanget i hummerposen og kvaliteten blev vurderet til at være bedre i standardposen. For fladfisk opnåede **skærising** en lidt højere score for skæltab når den blev fanget i hummerposen end i standardposen, dvs. kvaliteten blev vurderet til at være lidt højere i standardposen. Denne forskel var dog ikke signifikant. Skæltabet var derfor tilnærmingsvis den samme i de to poser. Kvaliteten for **rødspætte** var ens i de to poser med hensyn til skæltab.

Tabel 4. Oversigt over hvilke odds det var for at fisk der blev fanget med fiskeposen og hummerposen blev vurderet til at have en bedre kvalitet end hvis de blev fanget med standardposen med hensyn til de tre kvalitetsparametrene skæltab, mærker og skader. -/+ CI = nedre og øvre konfidensinterval.

Kvalitetsparameter	Art	Odds for at komme i bedre vurdering ifht standardposens odds		Signifikant forskel fra standardpose	
		Odds fiskepose (-/+ CI)	Odds hummerpose (-/+ CI)	Fiskepose	Hummerpose
Skæltab	Torsk	2,82 (0,56/0,70)	0,49 (0,16/0,24)	Ja	Ja
	Mørksej	8,64 (3,15/4,96)	1,65 (0,46/0,65)	Ja	Ja
	Rødspætte	2,58 (0,57/0,74)	1,14 (0,25/0,32)	Ja	Nej
	Skærising	9,28 (3,10/4,66)	1,38 (0,69/0,27)	Ja	Nej
Mærker	Torsk	2,01 (0,41/0,51)	1,08 (0,24/0,31)	Ja	Nej
	Mørksej	3,93 (2,42/6,31)	0,72 (0,24/0,37)	Ja	Nej
	Rødspætte	3,09 (0,40/0,46)	1,72 (0,42/0,55)	Ja	Ja
	Skærising	1,45 (0,50/0,77)	1,32 (0,55/0,94)	Nej	Nej
Skader				Nej	Nej

For **mærker** vurderes fiskeposen at give den bedste kvalitet for torsk, mørksej og rødspætte, men ikke for **skærising** som der ikke blev fundet nogen signifikant forskel mellem fangstposerne for (**Tabel 4**). **Rødspætte** vurderes til at få færre mærker når den fanges i hummerposen end i standardposen. For **torsk** og **mørksej** blev der ikke fundet signifikant forskel i hvor meget de pådrog sig af mærker i hummerposen sammenlignet med standardposen. Både for skæltab og mærker var oddsene for at komme i bedre vurdering end standardposen højere for fiskeposen end for hummerposen (**Figur 11**).

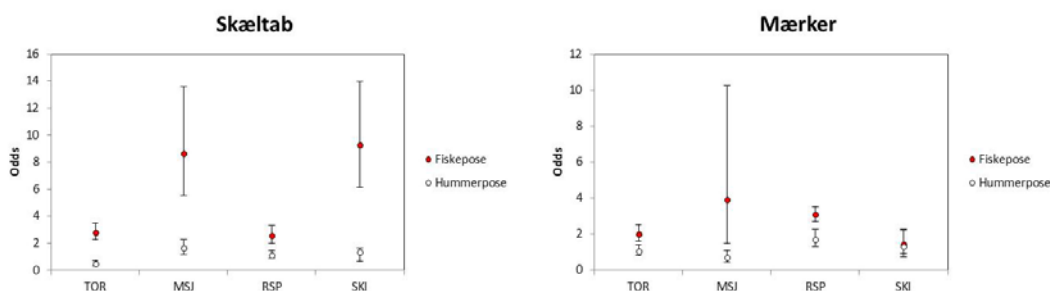
For **skader** blev der ikke fundet signifikant forskel mellem fangstposerne (**Tabel 4**).



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa



Figur 11. Oddsene for at få en bedre kvalitetsvurdering i forhold til standardposen var højere for fiskeposen end for hummerposen for alle arter for både skæltab og mærker på nær mærker for skærling hvor der ikke var nogen forskel mellem fiskeposen og fangstposen.

Nyfangede jomfruhummer

Totalt 1444 jomfruhummer gennemgik en kvalitetsvurdering ombord på FN436 Tove Kajgaard. Få jomfruhummer blev fanget i fiskeposen (Tabel 5). Derfor var det kun data fra hummerposen og standardposen der indgik i analyserne.

Tabel 5. Antal nyfangede jomfruhummer der blev kvalitetsvurderet specificeret på fangstpose og slæb.

Art	Fangstpose	Slæb								Sum
		2	9	12	15	18	19	22	25	
Jomfruhummer	Fiskepose	6	14	2	3	0	6	3	0	34
	Hummerpose	78	78	78	78	83	78	78	78	707
	Standardpose	78	78	78	78	79	78	78	78	703

For klør blev hummerposen vurderet til at give en bedre kvalitet end standardposen, dvs. at jomfruhummerene mistet signifikant flere klør i standardposen (Tabel 6). For ben og skader var der ingen signifikant forskel mellem de to fangstposer.

Tabel 6. Oversigt over hvilke odds det var for at jomfruhummer der blev fanget med hummerposen blev vurderet til at have en bedre kvalitet end hvis de blev fanget med standardposen med hensyn til de tre kvalitetsparametre klør, ben og skader. -/+ CI = nedre og øvre konfidensinterval. Signifikant = indikerer hvorvidt det er en signifikant forskel i mellem hummerposen og standardposen.

Kvalitetsparameter	Odds (-/+ CI)	Signifikant
Klør	1,40 (0,28/0,64)	Ja
Ben		Nej
Skader	1,02 (0,20/0,44)	Nej



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

Landet fisk

Torsk fra alle slæb (fangstdage) blev inkluderet i kvalitetsvurderingen (Tabel 7). For de andre arter blev det i enkelte slæb fanget så få individer at det ikke kunne foretages en sammenligning mellem de forskellige fangstposer. Opkøberne syntes generelt at de fangede fisk var pænt fanget, og i nogle tilfælde ligeså pænt som i snurrevods fiskeriet, og pointerede at fisk der blev vurderet til at have en relativt ringere kvalitet i forhold til andre fisk i undersøgelsen, stadig havde en god absolut kvalitet.

Tabel 7. Oversigt over de træk det blev foretaget kvalitetsvurderinger for specificeret på de enkelte arter.

Art	Slæb									
	2	6	9	12	15	18	19	22	25	
Torsk	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Mørksej	x						x	x	x	
Rødspætte	x	x		x		x	x	x		
Skærsising		x			x		x	x	x	

For alle de tre kvalitetsmål *skæltab*, *mærker* og *konsistens* var det mere sandsynlig at få en god vurdering af fisk fanget i fiskeposen end i de to andre fangstposer (Tabel 8). Udseende af fisk får en signifikant bedre vurdering når den er fanget i standardposen end i hummerposen, dvs. at fisk fra standardposen havde en glattere kropsoverflade, mens hos fisk fra hummerposen var den mattere.

Tabel 8. Oversigt over hvilke odds det var for at fisk der blev fanget med fiskeposen og hummerposen blev vurderet til at have en bedre kvalitet end hvis de blev fanget med standardposen med hensyn til de tre kvalitetsparametre udseende skind, mærker og skader. -/+ CI = nedre og øvre konfidensinterval.

Kvalitetsparameter	Odds for at komme i bedre vurdering ifht standardposens odds		Signifikant forskel fra standardpose	
	Odds fiskepose (-/+ CI)	Odds hummerpose (-/+ CI)	Fiskepose	Hummerpose
Udseende skin	0,20 (0,18/1,46)	0,20 (0,15/0,73)	Ja	Ja
Mærker	13,73 (10,55/56,16)	1,02 (0,71/3,04)	Ja	Nej
Konsistens	12,30 (10,46/80,25)	0,58 (0,44/2,24)	Ja	Nej

Fileter

Totalt 32 prøver og 274 fileter fordelt på de fire undersøgte fiskearter blev kvalitetsvurderet og inkluderet i analyserne (Tabel 9).



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

Tabel 9. Oversigt over datagrundlaget kvalitetsanalyserne af fileter var baseret på.

Art	Fangstpose	Slæb		
		9	18	22
Torsk	Fiskepose	5	5	10
	Hummerpose	5	5	10
	Standardpose	5	5	10
Mørksej	Fiskepose			4
	Hummerpose	5		10
	Standardpose	5		10
Rødspætte	Fiskepose	10	10	10
	Hummerpose	10	10	10
	Standardpose	10	10	10
Skærling	Fiskepose	10	10	10
	Hummerpose	10	10	10
	Standardpose	10	10	10

For blodpletter og konsistens var der mere sandsynligt at få en god vurdering for fileten fra fisk fanget i fiskeposen end i standardposen (Tabel 10). Dvs. at der er færre blodpletter og en fastere konsistens på fileter når fisk fanges i fiskeposen. For de to andre kvalitetsmål er der ikke signifikant forskel. Der er ingen signifikante forskelle på hummerposen og standardposen i nogle af tilfældene.

Tabel 10. Oversigt over hvilke odds det var for at fileten til fisk fanget i fiskeposen og hummerposen blev vurderet til at have en bedre kvalitet end hvis de blev fanget med standardposen med hensyn til de fire kvalitetsparametre gabning, blodpletter, mærker og konsistens. -/+ CI = nedre og øvre konfidensinterval.

Kvalitetsparameter	Odds for at komme i bedre vurdering ifht standardposens odds		Signifikant forskel fra standardpose	
	Fiskepose (-/+ CI)	Hummerpose (-/+ CI)	Fiskepose	Hummerpose
Gabning			Nej	Nej
Blodpletter	2,36 (1,25/3,93)	1,07 (0,51/1,48)	Ja	Nej
Mærker			Nej	Nej
Konsistens	6,65 (5,22/29,40)	0,87 (0,54/1,92)	Ja	Nej

3.3.3. Påvirker andelen af jomfruhummere i fangstposen kvaliteten af fisk?

Overordnet havde en stigning i andelen af jomfruhummer en negativ påvirkning på kvalitet for både hummerposen (p-værdi: 0,007) og standardposen (p-værdi: 0,002). Kvaliteten på **torsk** forringes signifikant både i hummerposen og standardposen (Tabel 11). For **mørksej** forringes kvaliteten i hummerposen, men ikke i standardposen, mens det modsatte er tilfælde for



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

skærising. Kvaliteten af **rødspætte** påvirkes ikke i signifikant grad af hvor stor andel jomfruhummere det er i de to undersøgte fangstposer.

Tabel 11. Oddsene for at komme i bedre kategori stiger for en stigning på 1%-point i andel jomfruhummer i fangstposen. 'Signifikant' indikerer hvorvidt en stigning i andel af jomfruhummere i fangstposen har en signifikant reduktion i kvalitet for de forskellige fiskearter.

Art	Odds		Signifikant	
	Hummerpose	Standardpose	Hummerpose	Standardpose
Torsk	0,92	0,95	Ja	Ja
Mørksej	0,92	1,01	Ja	Nej
Rødspætte	0,98	0,99	Nej	Nej
Skærising	0,95	0,93	Nej	Ja

3.3.4. Vurderer opkøberne fisk fanget for flere dage siden til at have dårligere kvalitet?

Der er større sandsynlighed at for de **landede fisk** bliver vurderet til en dårligere kvalitet for hver dag der går når det gælder *konsistens*. For skindets udseende og mærker er der ikke signifikant betydning.

For *konsistens* af **fiskefileter** var der også større sandsynlighed for at kvaliteten blev vurderet til at være dårligere for hver dag der gik. Under kvalitetsvurderingen kommenterede opkøberne at ældre fisk var blødere en nyere fisk. For kvalitetsmålene *gabning*, *blodpletter* og *mærker* var der ingen signifikant forskel.

3.3.5. Fører en højere kvalitet til en højere pris?

Variationen i priserne for **landet fisk** kunne ikke forklares signifikant bedre ved at medtage de tre kvalitetsmål. Dvs. at en højere kvalitet der skyldtes *skindets udseende*, *mærker* og *konsistens* ikke gav udslag i en højere pris på auktionen. Derimod blev det i de fleste tilfælde givet en højere pris for fisk i kvalitetsklasse E (Ekstra) end fisk i kvalitetsklasse A (Tab 12). Denne prisforskel var endel større for **skærising** end de andre arter. Hvorvidt prisforskellene var signifikant blev ikke undersøgt.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

Tabel 12. Pris/kg for de forskellige arter, fangstposer og EUs kvalitetsklasser.

Art	Fangstpose	E	A	B
Torsk	Fiskepose	23	20	
	Hummerpose	24	22	2
	Standardpose	22	19	
Mørksej	Fiskepose	7	11	
	Hummerpose		8	
	Standardpose		8	
Rødspætte	Fiskepose	12	9	
	Hummerpose	9	8	
	Standardpose	10	10	
Skærsising	Fiskepose	16	10	
	Hummerpose	15	10	
	Standardpose	16	10	

Det blev fundet en sammenhæng mellem kvaliteten på **fiskefileter** og den pris landede fisk opnåede på auktionen. Variationen i priserne kunne forklares af arten, *blodpletter*, *konsistens* og en tilfældig effekt på datoen. Prisen faldt med konsistensen, mens den blev estimeret til at være højest for den midterste kvalitet (score 1, se Tabel 1) af blodpletter og lavest for den dårligste kvalitet (score 2).

3.3.6. Er der overensstemmelse mellem opkøbernes vurdering og EUs kvalitetsklasser?

De tre kvalitetsmål for **landet fisk**, *skindets udseende*, *mærker* og *konsistens*, var ikke signifikant forskellig fra EUs kvalitetsklasser når der blev taget højde for art og antal dage siden fangst. Samme resultat blev fundet for fiskefileter for de tre kvalitetsmål *gabning*, *blodpletter* og *mærker*.

3.4. Diskussion

Videreudvikling af den vertikaldelte fangstpose resulterede i en forbedring af kvaliteten for alle de 5 undersøgte arter og for flere typer af produkter. Adskillelsen af fisk og jomfruhummere i **en øvre og nedre fangstpose** gav en mærkbart bedring i kvalitet både for fisk, fiskefileter og jomfruhummer sammenlignet med en standard fangstpose. **Forskellige maskestørrelser** i fiskeposen og hummerposen samt brug af **kvadratmasker** gjorde det mulig at målrette selektionen på hhv fisk og jomfruhummere, hvilket ser ud til at have en positiv effekt på kvaliteten af både fisk og jomfruhummere.

Adskillelsen af fisk og jomfruhummere i forskellige fangstposer førte til mindre *skæltab* og blankere fisk hos de to arter af rundfisk og fladfisk, der blev undersøgt. Opkøberne mente at nogle af fileterne fra fisk fanget i fiskeposen havde ligeså god kvalitet som dem fanget i



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

snurrevodsfiskeriet, hvilket normalt har fisk med højere kvalitet end trawlfanget fisk. Derudover fører fangstsortering under fiskeri til mindre sorteringsarbejde for mandskabet (Figur 12). Dette kan frigøre tid til hurtigere rensning af fisk, hvilket også bidrager til en kvalitetsforbedring. Fisk som er dårlig rensset, eller er døde inden de tappes for blod risikerer en kvalitetsdegradering pga. mørke misfarvninger (Esaïassen m.fl. 2013).



Figur 12. Fangst fra fiskeposen (til venstre) på transportbåndet inden rensning (til højre).

Forbedringen i fiskeposen og hummerposens selektion giver en reducerede fangstvægt, som kan være en årsag til den observerede bedring i kvalitet med hensyn til *mærker* hos fisk og tab af klør hos jomfruhummere. Under trimningen af fileter bliver misfarvninger skåret væk, hvilket reducerer filetudbyttet og dermed filetens økonomiske værdi. Omfattende misfarvning af en filet kan føre til at skal den hakkes og indgå i lavkvalitetsprodukter fremfor at blive brugt i højkvalitets filetprodukter (Margeirsson m.fl. 2006). I takt med at efterspørgselen efter friskproducerede fisk stiger og at kvalitetskravene øges vil en øgning i den fangstandel uden mærker kunne fremme afsætningen af trawlfangede fisk.

Reduceret stress som følge af en lavere fangstvægt kan være en mulig forklaring på at *konsistensen* hos fisk og fileter fra fisk fanget i fiskeposen blev vurderet som den bedste af de tre fangstposer. Dette kan tyde på at tidsperioden inden *rigor mortis* sætter ind, og dermed inden kødet bliver blødt bliver forlænget. Tidligere undersøgelser har vist at fisk der er udsat for stress umiddelbart inden aflivning tidligere kommer i *rigor mortis* og at kødet efterfølgende bliver hurtigere blødt (Kristoffersen m.fl. 2006). Dersom dette er gældende for fisk fanget i fiskeposen kan det medvirke til at opnå en forlænget holdbarhed for trawlfanget fisk. Bløde fisk kan være svære at filetere og kan give flere skader på fileten under fileteringsprocessen. Forbedringer i



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

fangsthåndtering der reducerer stress og mærker hos fisk, og som kan føre til hurtigere aflivning vil også være i tråd med den gryende fokus på dyrevelfærd indenfor fiskerisektoren.

Priserne for EUs kvalitetsklasse E var generelt højere end for kvalitetsklasse A, men en bedre kvalitet vurderet ud fra de udvalgte kvalitetsmål i projektet resulterede ikke i højere priser på fiskeauktionen. Dette udelukker derimod ikke at en høj kvalitet i henhold til projektets kvalitetsmål kan føre til bedre priser. Det var pointeret fra både auktionarius og opkøberne inden forsøget at selve prisen på auktionsdagen sandsynligvis vil være et utilstrækkeligt og ikke-dækkende udtryk for fiskens kvalitet. Årsagen ligger i at det er mange andre faktorer, f. eks. mængden af fisk på auktionen, efterspørgsel, størrelsen på partier hvor enkeltkasser som i projektet typisk ikke er prisgunstigt osv. (Figur 13), der også er prisdannende ud over selve fiskens kvalitet.



Figur13. Fladfisk fra fiskeposen i den vertikaldelte fangstpose klare til auktion (venstre). Fiskeauktion (højre).



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

3.5. Referencer

- Akse, L., Joensen, S. (2004) Fangstskader på ferskt råstoft (torsk) levert fra kystflåten: fangstskadeindex til bruk i mottakskontroll og kvalitetssortering. *Fiskeriforskning rapport 10/2004*.
- Bjørnevik, M., Solbakken, V. (2010) Preslaughter stress and subsequent effect on flesh quality in farmed cod. *Aquaculture Research* 41, e467-e474
- Bonilla, A. C., Sveinsdottir, K., Martinsdottir, E. (2007) Development of Quality Index Method (QIM) scheme for fresh cod (*Gadus morhua*) fillets and application in shelf life study. *Food Control*, 18, 352-358
- Botta, J.R., Bonnell, G., Squires, B.E. (1987) Effect of method of catching and time of season on sensory quality of fresh raw Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Journal of Food Science* 52, 928-931
- Digre, H., Hansen, U.J., Erikson, U. (2010) Effect of trawling with traditional and 'T90' trawl codends on fish size and on different quality parameters of cod *Gadus morhua* and haddock *Melanogrammus aeglefinus*. *Fisheries Science* 76, 549-559
- Eayrs, S. (2007) A guide to bycatch reduction in tropical shrimp-trawl fisheries. Revised ed. Rome, FAO, 2007. 108 p.
- Engås, A., Jørgensen, T., West, C.W. (1998) A species-selective trawl for demersal gadoid fisheries. *ICES Journal of Marine Sciences* 55, 835-845
- Esaïassen, M., Akse, L., Joensen, S. (2013) Development of a Catch-damage-index to assess the quality of cod at landing. *Food Control* 29, 231-235
- Esaïassen, M., Nilsen, H., Joensen, S., Skjerdal, T., Carlehög, M., Eilertsen G., Gundersen, B., Elvevoll, E. (2004) Effects of catching methods on quality changes during storage of cod (*Gadus morhua*). *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* 37, 643-648
- EU (2006) Council regulation (EC) no 2406/96 of 26 November 1996 laying down common marketing standards for certain fishery products. *Official Journal of the European Communities* No L 334/1.
- Ferro, R.S.T., Jones, E.G., Kynoch, R.J., Fryer, R.J., Buckett, B.-E. (2007) Separating species using a horizontal panel in the Scottish North Sea whitefish trawl fishery. *ICES Journal of Marine Science* 64, 1543-1550
- Graham, N., Fryer, R.J. (2006) Separation of fish from *Nephrops norvegicus* into a two-tier codend using a selection grid. *Fisheries Research* 82, 111-118
- Hattula, T., Luoma T., Kostianen, R., Poutanen, J., Kallio, M., Suuronen, P. (1995) Effects of catching method on different quality parameters of Baltic herring (*Clupea harengus* L.). *Fisheries Research* 23, 209-221
- He, P., Smith, T., Bouchard, C. (2008) Fish behaviour and species separation for the Gulf of Maine multispecies trawls. *Journal of Ocean Technology* 3, 59-77
- Hyldig, G., Green-Petersen, D. M. B. (2004) Quality Index Method – an objective tool for determination of sensory quality. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 13, 71-80
- Kristoffersen, S., Tobiassen, T., Steinsund, V., Olsen, R.L. (2006) Slaughter stress, postmortem muscle pH and rigor development in farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *International Journal of Food Science and Technology* 41, 861-864
- Madsen, N., Herrmann, B., Frandsen, R.P., Krag, L.A. (2012) Comparing selectivity of a standard and turned mesh T90 codend during towing and haul-back. *Aquatic Living Resources* 25, 231-240



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

- Main, J., Sangster, G.I. (1985) Trawling experiments with a two-level net to minimize the undersized gadoid by-catch in a *Nephrops* fishery. *Fisheries Research* 3, 131-145
- Margeirsson, S., Nielsen, A.A., Jonsson, G.R., Arason, S. (2006) Effect of catch location, season and quality defects on value of Icelandic cod (*Gadus morhua*) products. In J.B. Luten; C. Jacobsen; K. Bekaert; A. Sæby; J. Oehlenschläger (Eds.), *Seafood Research from Fish to Dish: Quality, safety and processing of wild and farmed fish* (pp. 265-274). Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Margeirsson, S., Jonsson, G.R., Arason, S., Thorkelsson, G. (2007) Influencing factors on yield, gaping, bruises and nematodes in cod (*Gadus morhua*) fillets. *Journal of Food Engineering* 80, 503-508
- O'Neill, F.G., McKay, S.J., Ward, J.N., Strickland, A., Kynoch, R.J., Zuur, A.F. (2003) An investigation of the relationship between sea state induced vessel motion and codend selection. *Fisheries Research* 60, 107-130
- Rotabakk, B.T., Skipnes, D., Akse, L., Birkeland, S. (2011) Quality assessment of Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught by longlining and trawling at the same time and location. *Fisheries Research* 112, 44-51
- Roth, B., Slinde, E., Arildsen, J. (2006) Pre or post mortem muscle activity in Atlantic salmon (*Salmo salar*): the effect on rigor mortis and the physical properties of flesh. *Aquaculture* 257, 504-210
- Suuronen, P., Erickson, D.L. (2010) Mortality of animals that escape fishing gears or are discarded after capture: approaches to reduce mortality. In P. He (Ed.), *Behavior of Marine Fishes: Capture Processes and Conservation Challenges* (pp. 265-293). Iowa, USA: Blackwell Publishing Ltd.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

4. Videreudvikling af redskabsdesign for at adskille fisk og jomfruhummere og forbedre selektionen af begge

4.1. Baggrund

Mængden af fisk der fanges i det blandede fiskeri udgør den største andel af den samlede danske kvote af bundlevende fisk. I dette trawlfiskeri er der en stor udfordring i at reducere mængden af små fisk og små jomfruhummere der fanges. Årsagen ligger til dels i den store forskel i kropsstørrelse mellem fisk og jomfruhummer, og dels i at den bedste selektion af fisk foregår foran fangstakkumuleringen bagerst i fangstposen, hvor der også er størst fare for at miste jomfruhummere over mindstemålet. Det vil derfor være gunstig at kunne målrette en selektion på fisk uafhængig af selektionen på jomfruhummer som det kræver relative små masker at kunne tilbageholde effektivt.

Metoden der blev anvendt i dette projekt indebar, at afprøve løsninger der var mere avancerede end de kvadratmaskevinduer, der har været testet i tidligere forsøg (Krag m.fl. 2008; Madsen m.fl. 1999). Derved var der forventet at redskaberne artsselektive egenskaber kunne forbedres yderligere. Dette kunne gøres ved i højere grad at udnytte den forskel der er i jomfruhummerens adfærd i forhold til fisk. Til forskel fra fisks aktive adfærd triller jomfruhummeren passivt langs bunden af trawlen (Main og Sangster 1985a; Main og Sangster 1985b; Thorsteinsson 1986). Tidligere forsøg med henblik på at undersøge fisk og hummers fordeling i et trawls uskårede del (bagenden) under fiskeri har vist at størstedelen af hummerene opholder sig i redskabets nederste 30 cm mens fisk generelt er lidt højere i denne sektion af redskabet (Krag m.fl. 2009a,b). Resultaterne viser at fordelingen af fisk er længdeafhængig for både rundfisk og fladfisk hvor de større individer svømmer højere i redskabssektionen end de mindre individer.

Vertikaldelte trawlredskaber er tidligere blevet benyttet til at sortere fangst under fiskeri (Main og Sangster 1985a; Engås m.fl. 1998; Ferro m.fl. 2007). I disse redskaber blev fangsten vertikaldelt i redskabets åbning. Her blev det observeret at rundfisk, som generelt har en høj svømmeevne, hovedsagelig blev fanget i den øverste del. Torsk derimod, blev sammen med fladfisk fanget i den nederste del af redskabet (Ferro m.fl. 2007). Fordelingen af fisk i den øverste og nederste del af redskabet kan påvirkes af redskabets design samt af hvor i redskabet vertikaldelingen sker (Main og Sangster 1985a; Krag m.fl. 2009 a,b).

Et tidligere, upubliceret eksperimentelt forsøg med et vertikaldelt fangstredskab udført af DTU Aqua har vist at det er mulig at opsamle omkring 90% af jomfruhummere i redskabets nedre tredjedel (hummerposen), mens største delen af rundfisk (>50%) blev opsamlet i redskabets øvre



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

to tredjedele (fiskeposen). Med udgangspunkt i dette resultat, var målsætningen med det nuværende projekt at videreudvikle det vertikaldelte fangstredskab for at forbedre den vertikale fordeling af fisk og jomfruhummere sammenlignet med tidligere. Samtidig var det et mål at forbedre selektionen af små fisk og jomfruhummere sammenlignet med et standardredskab. Et vertikaldelt redskab giver mulighed for at målrette selektionen af fisk i fiskeposen, samtidig med at selektionen af jomfruhummer målrettes i hummerposen. For at forbedre selektionen skal maskernes form og størrelse i de to fangstposer tilpasses således at mængden af små fisk og jomfruhummere reduceres samtidig med at fangsten af omsættelige landbare størrelser tilbageholdes.

En kritisk succesfaktor vil være at optimere vertikalfordelingen mellem fangstposens to dele således at hovedparten af fiskene havner i fiskeposen samtidig med at hovedparten af jomfruhummerene forbliver i hummerposen. Årsagen er at fisk der havner i hummerposen vil have en ringe mulighed for at undslippe de relativt små masker, og jomfruhummer der havner i fiskeposen vil i hovedsag tabes igennem de store masker. I tillæg vil udformningen og placeringen af den ramme der definerer indgangen til hummerposen, stimulerende anordninger samt tilpasninger i resten af trawlen (f.eks. posens montering og åbningsgrad) kunne stimulere fisk til den ønskede adfærd. Endvidere vil markedet afsøges for potentielle stimuleringsmekanismer af en mere teknisk karakter, f. eks. anvendelse af lys til at lede fisk med i redskabet eller lignende.

4.2. Materialer og metoder

4.2.1. Redskabsdesign

To vertikaldelte redskaber blev benyttet i forsøget hvoraf det ene havde en todelt selektiv fangstpose, som var identisk med den der blev benyttet under kvalitetsstudiet, mens det andre havde en todelt ikke-selektiv fangstpose (**Figur 14**). Den ikke-selektive fangstpose blev benyttet som standard. Der blev taget udgangspunkt i de kommercielt anvendte fiskeredskaber ombord på det fartøj der deltog i projektet under udviklingen af de vertikaldelte fangstposer.

Designet på den eksisterende selektive fangstpose blev ændret således at hele fiskeposen bestod af 120 mm kvadratmasker der holdes åbne gennem fiskeriprocessen (**Tabel 13**). Den del af toppanelet i fiskeposen der bestod af 40 mm kvadratmasker, blev erstattet med 120 mm kvadratmasker for at optimere selektionsmulighederne for fisk. Hummerposen bestod af 60 mm kvadratmasker. Den del af midterpanelet der bestod af 120 mm kvadratmasker i den eksisterende fangstpose blev erstattet med 40 mm kvadratmasker for at hindre små fisk og jomfruhummere i at forflytte sig mellem den øverste og nederste del af fangstposen. Den selektive fangstpose var i sin



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



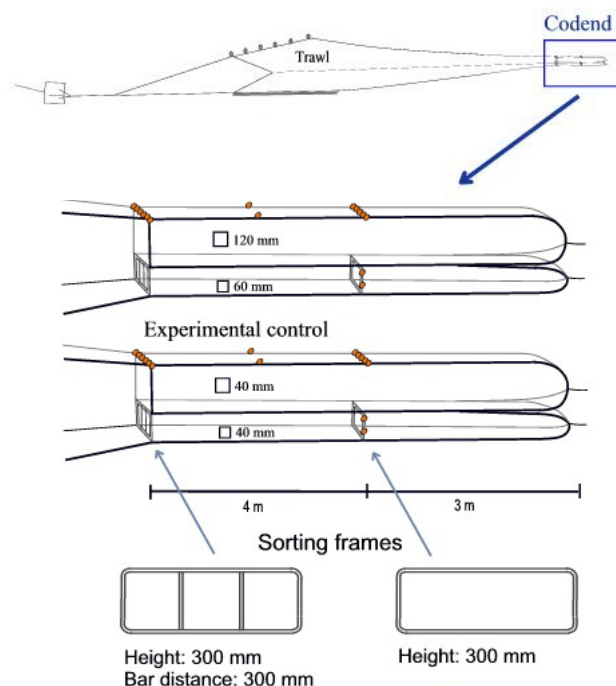
Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

helhed lavet af Ultracross. Standardposen (ikke-selektiv) anvendes for at indsamle populationen af fisk der kommer ind i trawlene samt hvordan denne fordeler sig vertikalt. Den bestod i sin helhed af 40 mm kvadratmasker i PET-net.

Tabel 13. Gennemsnitlige maskestørrelser i de to anvendte fangstposer samt standardafvig.

	Selektiv trawl		Standard trawl	
	60 mm Ultracross	120 mm Ultracross	40 mm øverste del	40 mm nederste del
Gennemsnitlige maskestørrelser (mm)	61.93	126.10	44.03	43.63
Standardafvig (mm)	0.69	0.92	1.35	1.27

De to vertikalt delte fangstposer blev fremstillet som kvadratsektioner for at sikre den nødvendige indre volumen i redskabet samt stabilitet i sektionens geometri under fiskeri. De blev monteret på fartøjets trawl af den type fartøjet normalt anvender under fiskeri efter fisk og jomfruhummer. Fordelingen mellem de to fangstposer i den selektive fangstpose blev bibeholdt, således at fiskeposen optog to tredjedele af fangstposens volumen ved indgangen til de to poser, mens hummerposen optog en tredjedele (Figur 14). For at få flest mulig fisk i fiskeposen samtidig med at hovedparten af jomfruhummerene blev fanget og forblev i jomfruhummerposen blev der arbejdet med at optimere monteringen af stålrammen. Med en placering præcis i overgangen imellem redskabets skårne og uskårne del, kunne indgangshullet til hummerposen begrænses til 30 cm i højden. I denne overgang slutter underpladens inklinations hvorfra det forventes af jomfruhummerene derfor er samlet tæt på redskabets underplade og dermed kan tilbageholdes i et relativt lavt nedre opsamlingskammer. Hummerposen havde i alt to rammer monteret for at holde den lave indgang og resten af posen så åben som mulig. Den forreste ramme havde samtidig til formål at virke som en visuel hindring og således stimulere fisk til at søge op til fiskeposen. Rammerne var 30 cm høje og 90 cm brede (ydre mål) og den forreste ramme havde to horisontale træmmer placeret med 30 cm mellemrum.



Figur 14. Selektiv (eksperimentel) og ikke-selektiv (standard) fangstpose til selektionsforsøg.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

4.2.2. Forsøgsfiskeri

I modsætning til afprøvningen af den første version af det selektive fangstredskab, blev effekten af det videreudviklede redskab undersøgt ved et fuldskala kommercielt forsøgsfiskeri. DTU Aqua identificerede i samarbejde med Danmarks Fiskeriforening Producent Organisation et fartøj der var relevant for og som ønskede at deltage i projektet. FN-436 Tove Kajgaard fra Strandby er en ståltrawler på 162 BT, 22 meter over alt og yder 299 kW (Figur 15). Fartøjet fisker fisk og



Figur 15. FN-436 Tove Kajgaard som blev benyttet under forsøgsfiskeri.

jomfruhummer hele året med 2-4 trawl system baseret på tre wire. Den selektive fangstpose blev testet mod standardposen ved brug af et to-trawlsystem med tre wirere.

Forsøgsfiskeriet foregik fra den 23. september til den 1. oktober 2013 primært i det nordøstlige Skagerrak i områder hvor fartøjet i perioder driver sit normale fiskeri efter fisk og jomfruhummere. Af hensyn til fangstoparbejdningen var slæbetiden planlagt til ca. 2-3 timers varighed. Det er mindre end den kommerciel praksis i dette fiskeri som er 3 slæb af ca. 7 timers varighed i døgnet. De finmaskede poser i standardposen muliggjorde ikke en kommerciel slæbetid grundet store fangstmængder.

4.2.3. Opmåling af fangst

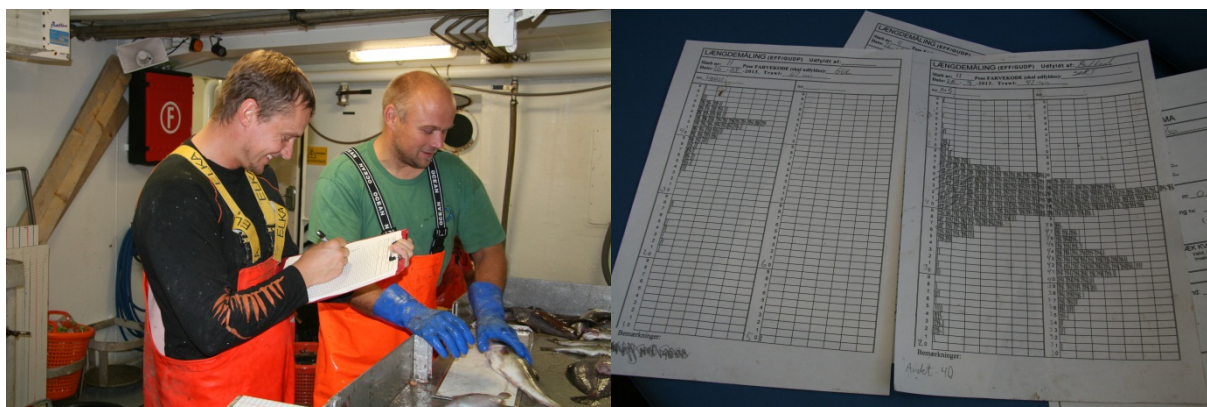
Jomfruhummer blev målt i mm rygskjoldslængde med en elektronisk skydelære. I tillæg til jomfruhummer blev totalfangsten af torsk, kuller, kulmule (*Merluccius merluccius*), mørksej, rødspætte og skærising målt (Figur 16). Disse arter var udvalgt ud fra deres økonomiske betydning for det blandede jomfruhummerfiskeri i Kattegat og Skagerrak samt at disse arter blev fanget i en mængde der muliggjorde en robust statistisk databehandling. Fangsten af alle andre fiskearter blev også målt, men er ikke medtaget i analyserne herunder. I det omfang det var muligt, blev alle individer af fokusarterne målt. Ved større fangster, af specielt jomfruhummer, var dette dog ikke muligt og der blev derfor foretaget stikprøver.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa



Figur 16: Opmåling af fangst ombord på FN-436 Tove Kajgaard.

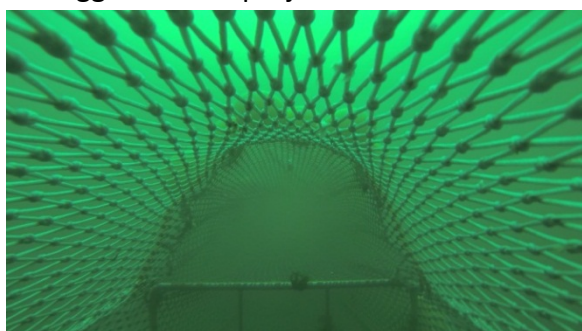
4.2.4. Statistiske analyser

De indsamlede data blev benyttet til at sammenligne fangsten i den selektive fangstpose med fangsten i standardposen, hvorved både arts- og størrelsesselektionen i det eksperimentelle redskab kunne estimeres. Den anvendte modelud og databehandlingen af fangstdata samt andre statistiske analyser af forsøgets indsamlede data er beskrevet i Appendix B.

4.3. Resultater

4.3.1. Redskabsdesign

Undervandsoptagelser af vertikaldelingen i redskabet viste at den tilsigtede geometri hvor hummerposen udgjorde ca. 1/3 og fiskeposen ca. 2/3 var til stede under fiskeri (Figur 17). Den vertikaldelte fangstpose kunne opereres uden specielle praktiske hensyn under hele fiskeriprocessen. Der blev identificeret yderligere muligheder for at videreudvikle redskabsdesignet ved at bruge lys til at påvirke fisks adfærd og dermed forbedre den kritiske adskillelse af fisk og jomfruhummere yderligere. Dette udviklingsarbejdet blev påbegyndt, men har ikke været muligt at færdiggøre under projektets løbetid.



Figur 17. Undervandsbillede som viser geometrien til det eksperimentelle redskab.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

4.3.2. Fiskeri

Der blev foretaget 15 valide slæb i alt under gode fiskeriforhold med de vertikaldelte fangstposer (Tabel 14). Slæbetiden varierede fra 1 time og 15 minutter til 3½ time. Gennemsnitsvarigheden var på ca. 2½ time.

Tabel 14. Fiskeriforhold under forsøgsfiskeriet med vertikaldelt eksperimentelt redskab og vertikaldelt standardredskab.

Slæb nr.	Varighed (tt:mm)	Vindretning (fra)	Vindhastighed (m/sec)	Bølger (m)	Sejlhastighed (knob)	Fiske dybde (fv)	Skovlafstand (m)	Wirelængde (fv)
1	02:50	NW	5	0-1	2,5	30	83	125
3	02:23	N	8	0-1	2,6	60	100	200
5	02:15	N	3	0-0,5	2,6	70	95	250
7	02:30	N	4	0-0,5	2,6	75	100	225
8	03:30	skiftende	5	0-1	2,6	65	100	225
10	01:15	NØ	3	0-0,5	2,6	70	100	225
11	03:15	Ø	2	0	2,7	70	100	225
13	02:23	N	4	0-0,5	2,7	75	100	250
14	02:45	V	4	0-0,5	2,6	75	100	250
16	03:00	Ø	4	0-0,5	2,7	75	100	250
17	02:45	Ø	5	0-0,5	2,6	75	97	225
20	02:35	Ø	5	0-0,5	2,7	75	100	250
21	02:30	Ø	8	0-0,5	2,6	90	90	275
23	03:00	Ø	5	0-0,5	2,6	72	100	250
24	02:40	SØ	8	0-0,5	2,6	85	100	250

4.3.3. Vertikalfordeling af fisk og jomfruhummer

Herunder vises længdebaseret vertikalfordeling af **jomfruhummer**, **torsk**, **kuller**, **sej**, **kulmule**, **rødspætte** og **skærising**. Fangsten i fiskeposen vil være 1 minus den observerede værdi der angives i Figur 18-24.



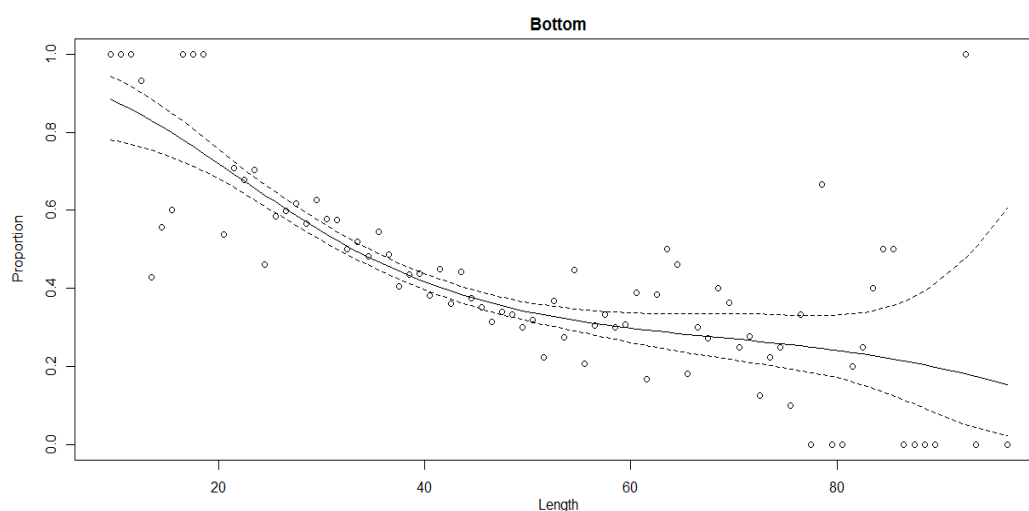
Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

Torsk

Den vertikale fordeling af torsk viste en klar længdeafhængighed hvor mindre torsk blev fanget i hummerposen mens større individer primært blev fanget i fiskeposen (Figur 18). Andelen af torsk over ca. 30 cm var størst (70%) i fiskeposen, mens fangsten af individerne herunder var størst (70%) i hummerposen. Er andelen af torsk der indgår i et fiskeri primært under 30 cm vil de dermed blive tilbageholdt i hummerposen sammen med fangsten af jomfruhummere. Er fangsten af torsk primært over 30 cm vil de fanges i fiskeposen hvor selektionen kan målrettes for fisk uden at det har betydning for fangsten af jomfruhummer.



Figur 18. Den fuldt optrukne linje viser den estimerede fangstandel af **torsk** i hummerposen ved anvendelse af Model 3 (se Appendix B). 95% konfidencegrænserne er indikeret med de stiplede linjer. De observerede værdier er vist som åbne cirkler. $p_{l,c=bottom}$.



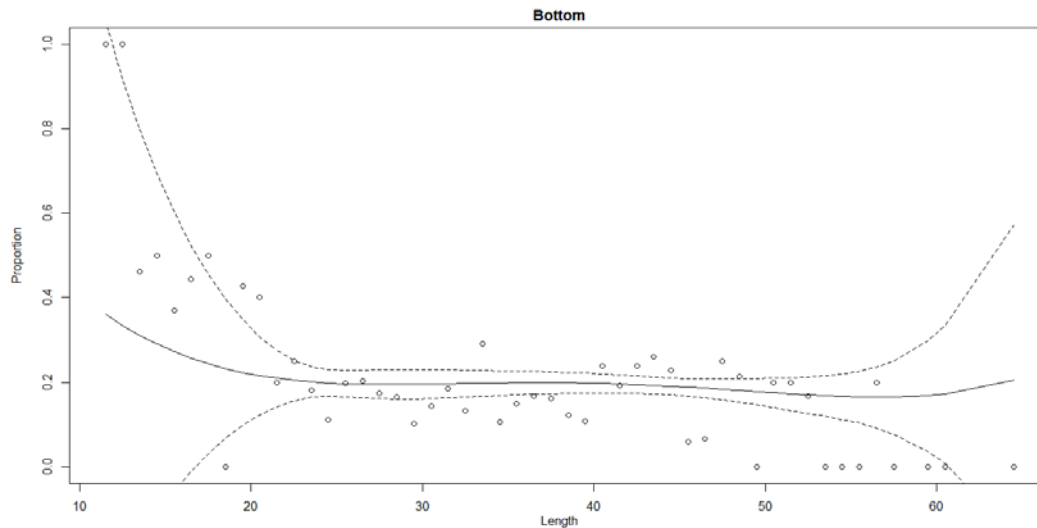
Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

Mørksej

80 % af mørksej fanges i fiskeposen (Figur 19). Det betyder at størstedelen af mørksej kan adskilles fra fangsten af jomfruhummer. Vertikalfordelingen af mørksej er ikke længdeafhængig.



Figur 19. Den fuldt optrukne linje viser den estimerede fangstandel af **mørksej** i hummerposen ved anvendelse af Model 3 (se Appendix B). 95% konfidencegrænserne er indikeret med de stiplede linjer. De observerede værdier er vist som åbne cirkler. $p_{L,c=bottom}$.



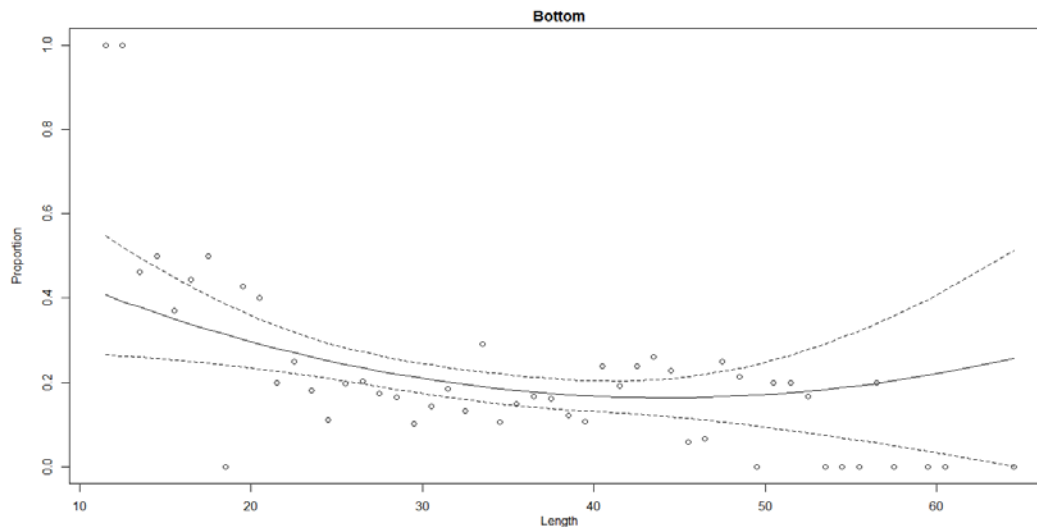
Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

Kuller

Vertikalfordelingen af kuller indikerer en længdeafhængighed hvor de større individer i større grad fanges i fiskeposen end de mindre individer (Figur 20). Vertikalfordelingen af kuller minder om fordelingen af mørksej hvor omkring 80 % af individerne fanges i fiskeposen. Fangsten af kuller kan derfor også i betydeligt omfang adskilles fra fangsten af jomfruhummer.



Figur 20. Den fuldt optrukne linje viser den estimerede fangstandel af **kuller** i hummerposen ved anvendelse af Model 3 (se Appendix B). 95% konfidencegrænserne er indikeret med de stiplede linjer. De observerede værdier er vist som åbne cirkler. $p_{l,c=bottom}$.



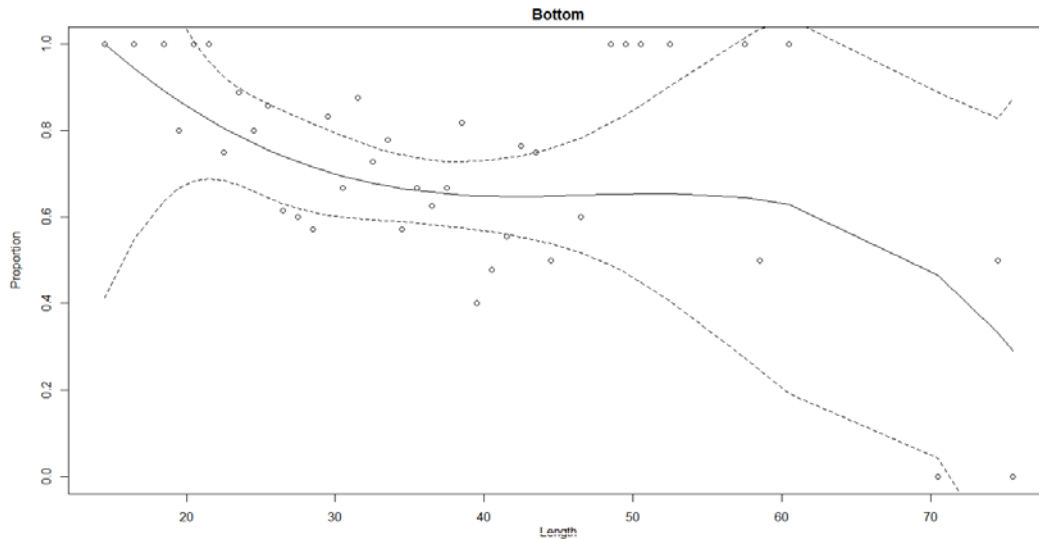
Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

Kulmule

Der blev fanget relativt få kulmuler under forsøgsfiskeriet. Fangsten bestod primært af mindre individer på 20 til 40 cm. Da mindstemålet på kulmuler er 40 cm, indeholder **Figur 21** primært juvenile individer. 70-80 % af fangsten af kulmuler blev fanget i hummerposen.



Figur 21. Den fuldt optrukne linje viser den estimerede fangstandel af **kulmule** i hummerposen ved anvendelse af Model 3 (se Appendix B). 95% konfidencegrænserne er indikeret med de stiplede linjer. De observerede værdier er vist som åbne cirkler. $p_{l,c=bottom}$.



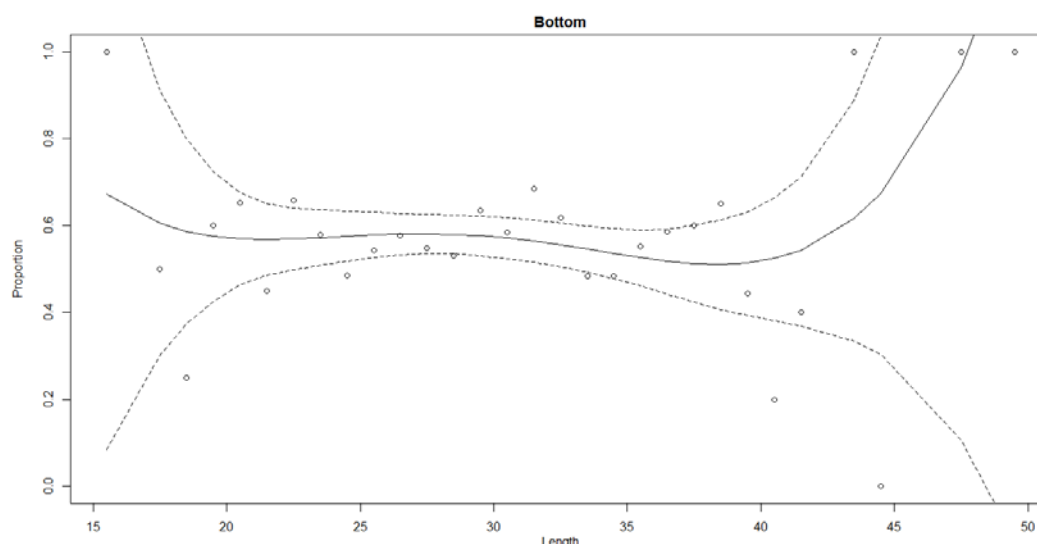
Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

Rødspætter

Omkring 60 % af rødspætte blev fanget i hummerposen der kun udgør en 1/3 af redskabets indre volumen (Figur 22). Vertikalfordelingen af rødspætte er relativt uafhængigt af længden på individerne. Figur 22 er baseret på fangstdata på individer fra ca. 20 til 40 cm. Udenfor dette længdeinterval er der kun fanget enkelte individer, hvilket også ses på konfidensgrænserne der faner ud.



Figur 22. Den fuldt optrukne linje viser den estimerede fangstandel af rødspætte i hummerposen ved anvendelse af Model 3 (se Appendix B). 95% konfidensgrænserne er indikeret med de stiplede linjer. De observerede værdier er vist som åbne cirkler. $p_{l,c=bottom}$.



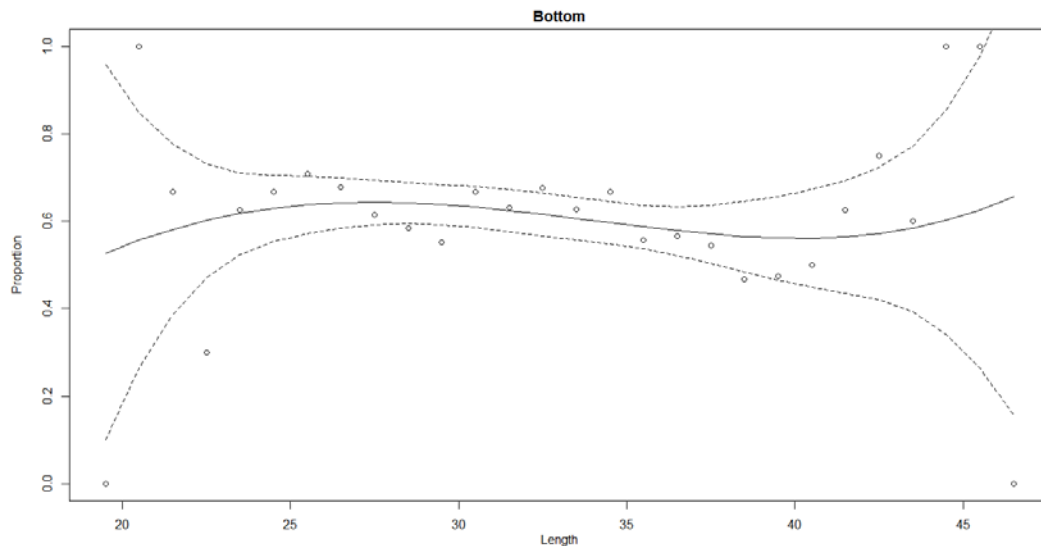
Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

Skærising

60-65 % af skærisingerne blev fanget i hummerposen (**Figur 23**). Der er en svag længdeafhængighed i vertikalfordelingen hvor andelen af de større individer i hummerposen er mindre end de mindre individer.



Figur 23. Den fuldt optrukne linje viser den estimerede fangstandel af **skærising** i hummerposen ved anvendelse af Model 3 (se Appendix B). 95% konfidencegrænserne er indikeret med de stiplede linjer. De observerede værdier er vist som åbne cirkler. $p_{l,c=bottom}$.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur

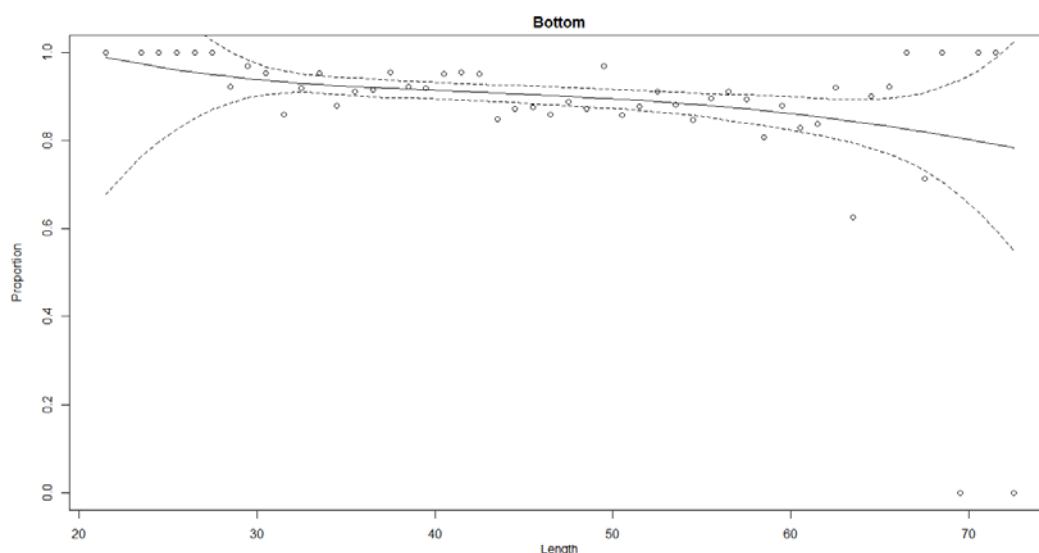


Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

Jomfruhummer

90-95 % af jomfruhummerne der kommer ind i trawlen fanges i hummerposen (Figur 24).

Vertikalfordelingen af jomfruhummere viser en svag længdeafhængighed, idet andelen af fagne jomfruhummere falder svagt med længden. Dette kan skyldes at de større individer går lidt højere ind i fangstposen (der hvor fangsten separeres) end de mindre individer.



Figur 24. Den fuldt optrukne linje viser den estimerede fangstandel af **jomfruhummer** i hummerposen ved anvendelse af Model 3 (se Appendix B). 95% konfidencegrænserne er indikeret med de stiplede linjer. De observerede værdier er vist som åbne cirkler. $p_{l,c=bottom}$.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

4.3.4. Den samlede fangst i standardposen

Fangstinformationen for de 15 slæb fordelt på de arter der indgår i ovenstående dataanalyse er samlet i **Tabel 15**.

Tabel 15. Samlet fangstdata for standardposen. N og p indikerer henholdsvis antallet af fisk samt den gennemsnitlige fangstandel i hummerposen for hvert slæb og hver art.

Slæb	Torsk		Jomfruhummer		Rødspætte		Mørkej		Kuller		Skærising		Kulmule	
	N	p	N	p	N	P	N	p	N	p	N	p	N	p
1	171	0.52	1272	0.91	254	0.33	0	-	61	0.18	7	0.14	21	0.86
3	504	0.49	179	0.91	43	0.46	183	0.24	98	0.54	18	0.50	14	0.86
5	138	0.46	8	0.75	26	0.46	641	0.29	6	0.33	48	0.58	1	0
7	253	0.48	142	0.92	99	0.63	104	0.27	31	0.36	83	0.55	21	0.76
8	383	0.35	39	0.67	65	0.35	3685	0.15	40	0.18	42	0.52	23	0.39
10	191	0.51	35	0.94	122	0.64	323	0.32	121	0.48	39	0.56	28	0.61
11	232	0.46	7	0.71	198	0.54	1710	0.15	66	0.26	134	0.63	8	0.62
13	437	0.47	162	0.96	142	0.73	1273	0.14	325	0.14	89	0.63	46	0.74
14	194	0.36	12	0.92	72	0.47	863	0.20	71	0.24	87	0.60	16	0.38
16	474	0.50	189	0.90	138	0.68	1018	0.18	249	0.15	67	0.78	48	0.71
17	169	0.52	1	1.00	99	0.63	914	0.21	10	0.30	59	0.68	3	0.67
20	327	0.50	341	0.89	84	0.67	167	0.16	245	0.12	91	0.67	61	0.72
21	97	0.57	21	0.76	8	0.38	278	0.42	0	-	157	0.55	10	0.60
23	515	0.39	230	0.90	310	0.65	479	0	488	0.06	0	-	0	-
24	118	0.51	3	1.00	15	0.53	312	0.30	4	0.25	70	0.66	2	1.00
All	4203	0.46	2641	0.90	1675	0.57	11950	0.18	1815	0.18	991	0.61	302	0.68

4.3.5. Selektion i fiske- og hummerposen i det vertikaldelte, selektive redskab

Sektionen herover viser hvilke længdebaserede vertikalfordelinger der kan opnås ved det anvendte redskabsdesign. I dette forsøg blev det anvendt en 120 mm kvadratmasket fiskepose. Denne maskestørrelse vil enkelt kunne erstattes af andre maskestørrelser eller masketyper hvis der ønskes en anden selektion af de fisk der kommer ind i fiskeposen.

Sektionen herover har vist at det er muligt at adskille langt størstedelen (80%) af **mørksej** og **kuller** samt en stor andel af store **torsk** (70%) og godt halvdelen (60-65%) af **fladfisk** fra fangsten af jomfruhummer. Det betyder at der vil kunne anvendes en relativ lille maskestørrelse for effektivt at kunne tilbageholde jomfruhummer mens hovedparten af fiskene kan dirigeres ind i en anden fangstpose med en mere hensigtsmæssig selektion for disse arter.

I **Tabel 16** er selektionsparametrene, L50 (længden hvor 50% af individerne tilbageholdelse) og SR (L75-L25) for henholdsvis den nedre 60 mm kvadratmasket fangstpose og den øvre 120 mm kvadratmasket fangstpose vist. Det fremgår af tabellen at, ved hjælp af en vertikaldeling af



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

fangsten er det muligt at give størstedelen af jomfruhummerene en væsentlig anderledes selektion end størstedelen af fiskene. I dette forsøg blev der anvendt en 120 mm kvadratmasket fiskepose for at optimere selektionen for rundfisk, som f. eks. torsk. Det fremgår af Tabel 16 at der opnås en selektion for torsk, sej og kuller hvor de mindre, landbare sorteringer mistes. En kvadratmasket fangstpose optimerer selektionen for rundfisk, som f.eks. torsk. Selektionen af rødspætter og skærisinger er ikke så effektiv i denne type masker sammenlignet med diamantmasker af samme størrelse grundet fladfiskenes morfologi.

Tabel 16. Estimerede selektionsparametere, L50 og SR, for fiskeposen (120 mm) og hummerposen (60mm) i den selektive vertikaldelte fangstpose ved hjælp af Model A (se Appendix B). Standardafvig er indikeret som SA.

Art	Øvre fangst pose (120 mm)				Nedre fangstpose (60mm)			
	L50	SA	Select. range	SA	L50	SA	Select. range	SA
Torsk	50.83	0.52	3.52	0.29	19.75	0.79	2.42	0.38
Jomfruhummer	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	29.23	1.26	6.52	1.10
Rødspætte	24.32	0.49	2.27	0.48	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾
Sej	59.71	1.37	4.48	0.42	21.82	0.23	0.60	0.16
Kuller	44.37	0.70	1.89	0.32	17.93	1.12	2.05	0.43
Skærising	30.53	0.33	0.99	0.18	20.82	1.36	1.87	1.16
Kulmule	63.91	1.79	0.09	0.39	23.14	1.63	2.74	1.03

¹⁾ Kunne ikke estimeres

4.3.6. Fangsteffektivitet af jomfruhummere

Den vertikaldelte fangstpose med 60 mm i hummerposen og 120 mm i fiskeposen, begge fremstillet i kvadratmasker, blev sammenlignet med en 90 mm standardpose. Den vertikaldelte fangstpose fanger godt 10 % flere jomfruhummere i gennemsnit over forsøgsperioden end en standard 90 mm fangstpose hvor disse to fangstposer fiskes parallelt i et to-trawl system (Tabel 17). Dette resultat indikerer et betydeligt potentiale for det udviklede system da der er muligt at tilbageholde flere jomfruhummere i redskabets nederste 30 cm i en vertikaldelt fangstpose end det der fanges i en standard 90 mm fangstpose hvori der foregår en selektion af jomfruhummer. I tillæg til at sikre en forbedret fangst af jomfruhummere, muliggør systemet en selektion af fisk der enkelt vil kunne tilpasses individuelle behov.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

Tabel 17. Den samlede fangst af jomfruhummer i henholdsvis den selektive fangstpose med en 120 mm fiskepose og en 60 mm hummerpose og den 90 mm standardpose.

Slæb nummer	Fangst af jomfruhummer (kg)		Slæbetid (timer:minutter)
	Selektiv fangstpose	Standard 90 mm fangstpose	
2	39	45.2	4:30
6	16.6	26.5	2:25
9	80.08	87.37	5:45
12	93.93	108.18	5:30
15	70.58	44.35	5:25
18	15.33	21.32	6:30
19	61.73	43.42	5:50
22	84.28	34.35	6:15
25	33.77	31.65	5:50
Totalt	495.3	442.34	

4.4. Diskussion

Fiskeriet efter jomfruhummere er et meget vigtigt fiskeri i Danmark og flere andre nordeuropæiske lande. Dette fiskeri har haft store udfordringer med uønsket bifangst, da det kræver relativt små masker at fange og tilbageholde jomfruhummere effektivt, hvilket ikke resulterer i en optimal selektion af de arter af fisk der typisk fanges sammen med jomfruhummerene. Formålet i denne del af projektet var at undersøge muligheder for at kunne adskille jomfruhummerne fra størstedelen af fisk for derved at kunne sikre et effektivt jomfruhummerfiskeri med en forsvarlig og mere optimal selektion af fisk generelt. Forsøgets resultater viser at det er muligt at adskille størstedelen af fisk fra størstedelen af jomfruhummere. Det har længe været kendt at forskellige fisk har forskellige vertikale præferencer i et trawl samt at denne kan variere afhængigt af hvor i trawlen den undersøges (f.eks. Krag m.fl. 2009a; Krag m.fl. 2009b; Holst m.fl. 2009; og samlet i He 2010). Det har også længe været kendt at jomfruhummere triller eller ruller langs redskabets underplade under en fangst situation. Det er stadig et uudnyttet potentiale i at bruge de iboende adfærdsmekanismer hos forskellige arter for at opnå den ønskede adfærd inde i et redskab. Metoder der involverer lys har udsigter til at realisere noget af det potentiale.

I dette forsøg blev der anvendt en 60 mm kvadratmaske i hummerposen for at kunne tilbageholde alle jomfruhummere der holder det gældende danske mindstemål på 40 mm rygsjoldslængde (Figur 25). I fiskeposen blev der anvendt 120 mm kvadratmasker for at opnå en selektion på fisk hvor de mindre sorteringer (5'er torsk, 4'er sej m.m.) selekteres ud. Ideen med dette vertikaldelte fangstpose-koncept var at udvikle et system der muliggjorde en mest mulig effektiv udnyttelse af



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

ressourcerne i det blandede jomfruhummerfiskeri med speciel fokus på indtjeningen i dette fiskeri. Tidligere forsøg har vist at flere af de kommercielle fiskeredskaber mister en større andel af de jomfruhummere der kommer ind i redskabet ved utilsigtet størrelsesselektion, hvilket ikke er optimalt. Forsøget viser at hummerposen i den selektive fangstpose alene fanger flere jomfruhummere end en standard 90 mm diamantmasket fangstpose.

Selektionsparametrene for jomfruhummer i det nye redskab (60 mm kvadratmasker) indikerer at der vil kunne anvendes en lidt større maskestørrelse i den nedre fangstpose. Endvidere var de estimerede selektionsparametre for hummerposen meget lave for fisk. Det er afgørende for anvendelsen af denne type systemer at man kan sikre at de fleste fisk enden oppe i fiskeposen hvor de vil udsættes for en mere hensigtsmæssig selektion. Styrken til designet er netop at det er enkelt at justere selektionen, både op og ned alt efter hvilke ønsker man har ved at udskifte fiskeposen med en maskestørrelse eller -type der passer til netop de selektive behov/krav der foreligger det specifikke fiskeri. Et sådan redskab vil også muliggøre en enkelt løsning med stor fleksibilitet der kan imødekomme de individuelle krav f.eks. et discardforbud vil kunne medføre.



Figur 25. Den vertikaldelte fangstpose med 120 mm kvadratmasker i fiskeposen og 60 mm kvadratmasker i hummerposen.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

4.5. Referencer

- Engås, A., Jørgensen, T., West, C.W. (1998) A species-selective trawl for demersal gadoid fisheries. *ICES Journal of Marine Sciences* 55, 835-845
- Ferro, R.S.T., Jones, E.G., Kynoch, R.J., Fryer, R.J., Buckett, B.-E. (2007) Separating species using a horizontal panel in the Scottish North Sea whitefish trawl fishery. *ICES Journal of Marine Science* 64, 1543-1550
- He P (2010) Behaviour of Marine Fishes: Capture Processes and Conservation Challenges. Wiley-Blackwell, Ames, USA, pp. 375
- Holst R, Ferro RST, Krag LA, Kynoch RJ, Madsen N (2009) Quantification of species selectivity by using separating device at different locations in whitefish demersal trawls. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 66, 2052–2061
- Krag LA, Frandsen RP, Madsen N (2008) Evaluation of a simple means to reduce discard in the Kattegat-Skagerrak *Nephrops* (*Nephrops norvegicus*) fishery: commercial testing of different codends and square-mesh panels. *Fisheries Research* 91, 175-186
- Krag LA, Madsen N, Karlsen J (2009a) A study of fish behaviour in the extension of a demersal trawl using a multi-compartment separator frame and SIT-camera system. *Fisheries Research* 98, 62-66
- Krag LA, Holst R, Madsen N (2009b) The vertical separation of fish in the aft end of a demersal trawl. *ICES Journal of Marine Sciences* 66, 772-777
- Madsen N, Moth-Poulsen T, Holst R, Wileman D (1999) Selectivity experiment with escape windows in the North Sea *Nephrops* (*Nephrops norvegicus*) trawl fishery. *Fisheries Research* 42, 167-181
- Main J, Sangster GI (1985a) The behavior of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.), during trawling. *Scottish Fisheries Research Report*. No. 34, pp. 23
- Main J, Sangster GI (1985b) Trawling experiments with a two-level net to minimize the undersized gadoid by-catch in a *Nephrops* fishery. *Fisheries Research* 3, 131-145
- Thorsteinsson G (1986) On the behaviour of *Nephrops* against bottom trawls as observed with an underwater TV. *ICES CM/B*, pp. 45



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

5. Appendix A – Data analyse for selektionsstudiet

5.1. Model for kvalitetsvurdering

All of the different quality assessments were given on a categorical scale with an ordering (from best to worst). For these data a cumulative logit model with proportional odds (Agresti, 2007) was used individually on each quality assessment. Let Y be the quality parameter at interest. Then

$$\text{logit}[P(Y \leq j)] = \alpha_j + \beta x, j = 1, \dots, J - 1$$

where α_j is a parameter characterizing quality category j , where β is a row vector of parameters, x is a column vector of explanatory variables and J is the number of scale categories.

From the logit form, the cumulative probabilities themselves are obtained by

$$P(Y \leq j) = \exp(\alpha_j + \beta x) / (1 + \exp(\alpha_j + \beta x))$$

and the category probabilities are calculated recursively by

$$P(Y = j) = P(Y \leq j) - P(Y \leq j - 1)$$

with $P(Y = 1) = P(Y \leq 1)$.

A random effect was added to the model to accommodate for differences in capture levels and composition of the captures between the hauls. Estimation was done in R using the package TMB (Kristensen, 2013).

Relating quality assessments with quality classes

A proportional odds model was also used to relate the quality assessments with quality classes by including the quality assessments as explanatory variables along with species, days since capture and a random effect on the observation date.

Relating price and quality

For evaluating whether a better quality assessment leads to a higher sales price, a linear mixed model was used. Let P_i be the sales price $\cdot \text{kg}^{-1}$ for the i th observation. Then

$$E(P_i) = \sum_{j \in J} + \alpha_{s(i)} + U_{h(i)} + \eta_i$$

with



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

$$\eta_i \sim N(0, \sigma^2) \text{ and } U_j \sim N(0, \nu^2).$$

Here J is the set of different assessments, where U_j is a haul dependent random effect, where $r(j, i)$ is the value of the j th assessment obtained by the i th observation, $s(i)$ is the species and $h(i)$ is the haul from which the fishes were caught.

5.2. References

Agresti, A. (2007). *An introduction to categorical data analysis*. Wiley, New Jersey.

Kristensen, K. (2013). TMB: General random effect model builder tool inspired by ADMB. R package version 1.0.

6. Appendix B. Data analyse og metode udvikling for selektionsstudiet

6.1. Statistical analysis

Two different types of length dependent analyses have been carried out: An analysis of the catch distribution by the top/bottom compartments and selection analyses estimating mesh selection of the two selective trawls with mesh size 60 (bottom) and 120 mm (top).

The analyses have been carried out for seven species:

Cod (*Gadus morhua*)

Norway lobster (*Nephrops norvegicus*)

Plaice (*Pleuronectes platessa*)

Saithe (*Pollachius virens*)

Haddock (*Melanogrammus aeglefinus*)

Witch (*Glyptocephalus cynoglossus*)

Hake (*Merluccius merluccius*)

6.1.1. Analysis of the catch distribution by the top/bottom compartments

To study the top/bottom catch distribution by length, only data from the non-selective gear with mesh size 40 mm have been used.

15 hauls were available. Data are summarized in [Table 15](#). The between haul variation of the catch proportion in the bottom compartment is considerable, especially for plaice (0.33-0.73), saithe (0.16-0.42) and haddock (0.06-0.54). Only hauls with a total catch in number (top+bottom) larger than 10 are included in the following analyses.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

For a given species the purpose of the analyses is to obtain an overall top/bottom catch distribution by length summarizing the information from all hauls available.

For a given species let

$N_{h,l,c}$ denote the numbers caught variable for haul h , length group l and compartment c (top or bottom for the non-selective gear with mesh size of 40 mm)

$N_{h,l,*} = \sum_c N_{h,l,c}$ denote the total numbers caught variable for a given haul and length group
 $n_{h,l,c}$ denote the corresponding observed values

$P_{h,l,c=bottom}$ denote the theoretical bottom proportion for the given haul, length group, and compartment

$p_{l,c=bottom} = \sum_h n_{h,l,c=bottom} / \sum_{h,c} n_{h,l,c}$ denote the pooled observed bottom catch proportion

For each species separately the following four models have been considered:

Model 1:

The unrestricted model for which each $((P_{h,l,c=bottom}))$ for all hauls and length groups is a parameter

Model 2:

As Model 1, but $P_{h,l,c=bottom} = P_{l,c=bottom}$ is independent and the same for all hauls

Model 3

The model is a sub model of Model 2, a polynomial of degree 4 independent of the hauls:

$$P_{h,l,c=bottom} = \alpha + \beta * l + \gamma * l^2 + \delta * l^3 + \eta * l^4$$

Model 4

The model is a length in dependent sub model of Model 3, i.e:

$$P_{h,l,c=bottom} = \alpha$$



Den Europæiske Fiskerifond:
 Danmark og Europa
 investerer i bæredygtigt
 fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
 Fødevareministeriet og Europa

We thus have the following relations between the four models:

Model 4 $\subset$ Model 3 $\subset$ Model 2 $\subset$ Model 1

The various nested models are tested by the likelihood-ratio test. The following nested hypotheses are tested:

H_0 : Model 1=Model 2

H_1 : Model 2=Model 3

H_2 : Model 3=Model 4.

For the model selected the 95% confidence intervals have been calculated by simulation in the following way:

For the model considered parameters have been drawn randomly from the multivariate normal distribution with mean equal to the parameters estimated and variance/covariance equal to variance/covariance of the parameters estimated. For each length group the simulated predictions of p by length group have been calculated. This procedure has been repeated 10.000 times and based on that the 95 % confidence limits have been calculated for each length group. For model 3 these confidence limits should be considered as confidence limits for the estimated polynomial of fourth degree and not for the individual observations.

For Model 3 the predicted relationship between the bottom proportion and length has been compared to the observed overall observed bottom proportions $p_{l,c=bottom} = \frac{\sum_h n_{h,l,c=bottom}}{\sum_h \sum_c n_{h,l,c}}$.

Two statistical models for the random variables $N_{h,l,c=bottom}$ for given values of $\sum_c N_{h,l,c=bottom}$ have been considered:

1. The binomial distribution with for which $N_{h,l,c=bottom} \sim \text{Bin}(N_{h,l,*} = n_{h,l,*}, p_{h,l,c=bottom})$
2. The beta-binomial distribution



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

The beta-binomial distribution can be considered as an extension of the binomial distribution for which the probability, P , is subject to stochastic variations for instance due haul variations. For the beta-binomial distribution the distribution of P is assumed to be described by a beta distribution. Leaving out the indexes the beta-binomial distribution is:

$$f(x|n, \alpha, \beta) = \frac{\Gamma(n+1)}{\Gamma(x+1)\Gamma(n-x+1)} \frac{\Gamma(x+\alpha)\Gamma(n-x+\beta)}{\Gamma(n+\alpha+\beta)} \frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} \quad (1)$$

where $N_{h,l,c=bottom} = x$ and $N_{h,l,*} = n$

As we want to model P and not α and β we re-parameterize:

We know that $E(x|n) = n \frac{\alpha}{\alpha+\beta} = nP$ which means that $P = \frac{\alpha}{\alpha+\beta}$ or that $\beta = \alpha(\frac{1}{P} - 1)$

When we insert the expression for β in equation (1) the distribution is parameterized by α and P .

For one case, Norway lobster, Model 3, we have tested if the binomial distributed is significant different from the beta-binomial distribution. As the beta-binomial distribution for fixed P converges to the binomial distribution when α increases to infinity, for a large value of α the binomial distribution can be considered a special case of the beta-binomial distribution.

All tests of hypotheses applied were likelihood ratio tests.

The R package TMB (Kristensen 2013) was applied to estimate parameters and the associated variance/covariance in the beta-binomial distribution.

6.1.2. Selection analyses and estimation of mesh selection parameters for the two selective trawls with mesh size 60 (bottom) and 120 (top) mm

To estimate gear selection of the selective top-bottom gears we use the catches for all four compartments. Let the species be given. The notation is slightly changed: Let



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

$N_{h,l,c}$ denote the numbers caught for haul h , length group l and compartment c . However, here c indicates the four gears/compartments:

$c=1$: The non-selective gear/top (40 mm)

$c=2$: The non-selective gear/bottom (40 mm).

$c=3$: The selective gear/top (120 mm)

$c=4$: The selective gear/bottom (60 mm)

Let further

d denote top or bottom

Again the non-selective gears are assumed to catch all fish or shellfish.

Two different models are used to estimate gear selection.

Model A:

$N_{h,l,c}$ is assumed to follow a Poisson distribution with mean value

$$E(N_{h,l,c}) = e^{spline(l)_d + \alpha_h} * sel_{L50(c),SR(c)}(l) \quad (2)$$

where E means the expectation, where $spline(l)$ is a spline function measuring the haul average of the relative length distribution of the stock meeting the top or bottom gears, where α is haul dependent parameter scaling the common length distribution of the stock and where $sel(l, L50(c), SR(c))$ is a length dependent logistic selection function.

Hence, for this model it is assumed that the two top (and the two bottom) gears both in **average** meet and fish on the same relative length distribution of the stock.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

For the two non-selective gears ($c=1, 2$) $sel_{L50(c),SR(c)}(l) = 1$.

The selection function is parameterized by $L50$ and the selection SR where

$$sel(L50) = 0.5 \text{ and where } SR = L75 - L25$$

where $L25$ and $L75$ are defined by $sel(L75) = 0.75$ and $sel(L25) = 0.25$

This parameterization implies that

$$sel_{L50,SR}(l) = \frac{1}{1+3^{(L50-l)/SR}} \quad (3)$$

To obtain uniquely determined α parameters this parameter is fixed for one of the hauls.

The smoothness of the spline have to be selected by choosing a weight factor. An sensitivity analysis of the relationship between smoothness and the weight factor has been carried out using cod as an example. Smoothness increases when the weight factor increases. The selection parameters, $L50$ and SR , and variance-covariance matrix are estimated by maximum likelihood.

Model B:

This model assumes that for **each haul** the two top (bottom) gears both meet and fish on the same stock.

The selection analyses are carried out separately for each of the top and bottom gears. The idea behind this model is simple:



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

For a given haul and length group and for instance for the two top gears consider the catches $N_{h,l,c=3}$ (selective gear 120 mm) and $N_{h,l,c=1}$ (non-selective gear 40 mm). We then have that that for each haul and length group $N_{h,l,c=3}/N_{h,l,c=1}$ is an estimate of $sel_{L50,SR}(l)$. This implies that for the sum $SUM_{h,l} = N_{h,l,c=1} + N_{h,l,c=3}$ we have that $N_{h,l,c=3}/SUM_{h,l,c=1}$ is an estimate of $p_{L50,SR}(l) = sel_{L50,SR}(l)/(1 + sel_{L50,SR}(l))$

Based on that and for a given haul and length group we now consider the conditional distribution of $N_{h,l,c=3}$ given the sum $SUM_{h,l}$ i.e the distribution of $N_{h,l,c=3} | SUM_{h,l}$. If $N_{h,l,c}$ - as above - follows a Poisson distribution the conditional distribution is a binomial distribution, $B(SUM_{h,l}, p_{L50,SR}(l))$.

However, as for the above analyses of the catch distribution by top/bottom compartments, it seems that the catches are over-dispersed in relation to the binomial distribution. Hence, we again applies the more general beta-binomial distribution defined in eq. (1) using α and $\beta_{L50,SR}(l) = \alpha(\frac{1}{p_{L50,SR}(l)} - 1)$ as parameters.

We assume that all observations are independent and calculate the likelihood function as the product of the beta-binomial densities. The parameters, $L50$, SR and α , and the variance-covariance matrix are estimated by maximum likelihood.

6.2. References

Kristensen, K. (2013). TMB: General random effect model builder tool inspired by ADMB. R package version 1.0.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur

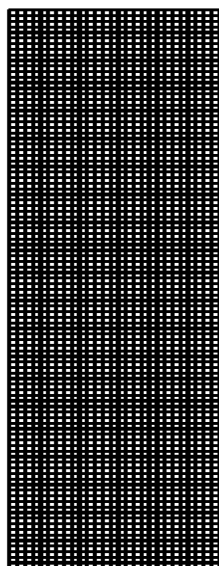


Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

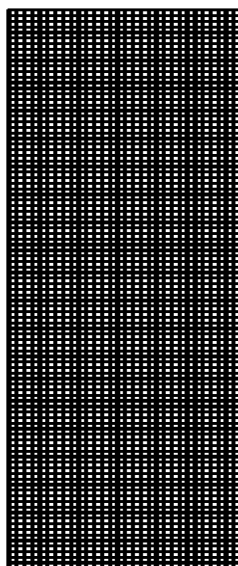
7. Appendix C – Tekniske tegninge af de anvendte fangstposer

1) Den ikke-selektive vertikaldelte fangstpose (standardposen).

Over / under
25 åbne stolper
total 27 stlp



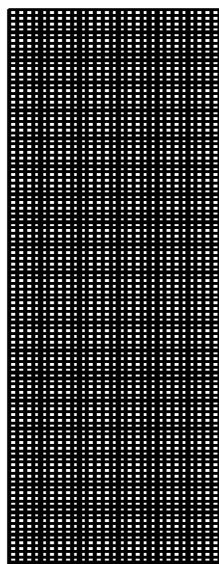
side panel
28 åbne stolper
totalt 30



Masker:
32,5 mm stolper
92 åbne stolper
lang
4,9 mm UC
to stolper i søm

Nederste pose

Over / under
25 åbne stolper
totalt 27



side panel
9 åbne stolper
totalt 11



Masker:
30 mm stolper
100 åbne stolper
lang



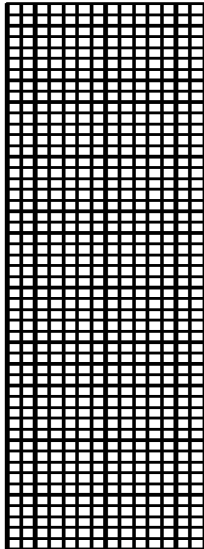
Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



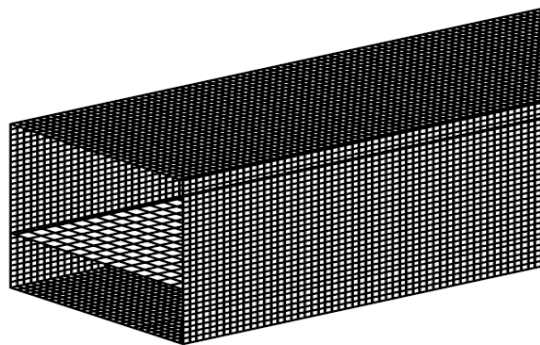
Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

2) Den selektive vertikaldelte fangstpose (eksperimentell fangstpose).

delepanel fastgøres til overkant
ramme samt 9 stolper oppe i side
panelet
14 åbne stolper totalt 16

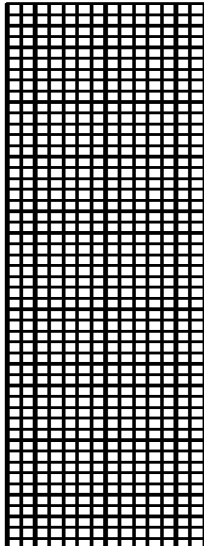


Masker:
60 mm stolper
50 åbne stolper
lang



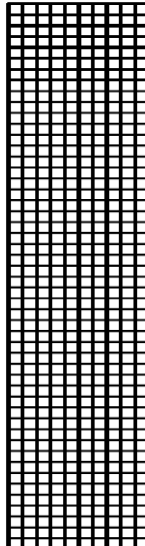
Øverste pose

Over / underpanel
14 åbne stolper
totalt 16



Masker:
60 mm stolper
50 åbne stolper
lang

Sidepanel
10 åbne stolper
totalt 12



Masker:
60 mm stolper
50 åbne stolper
lang

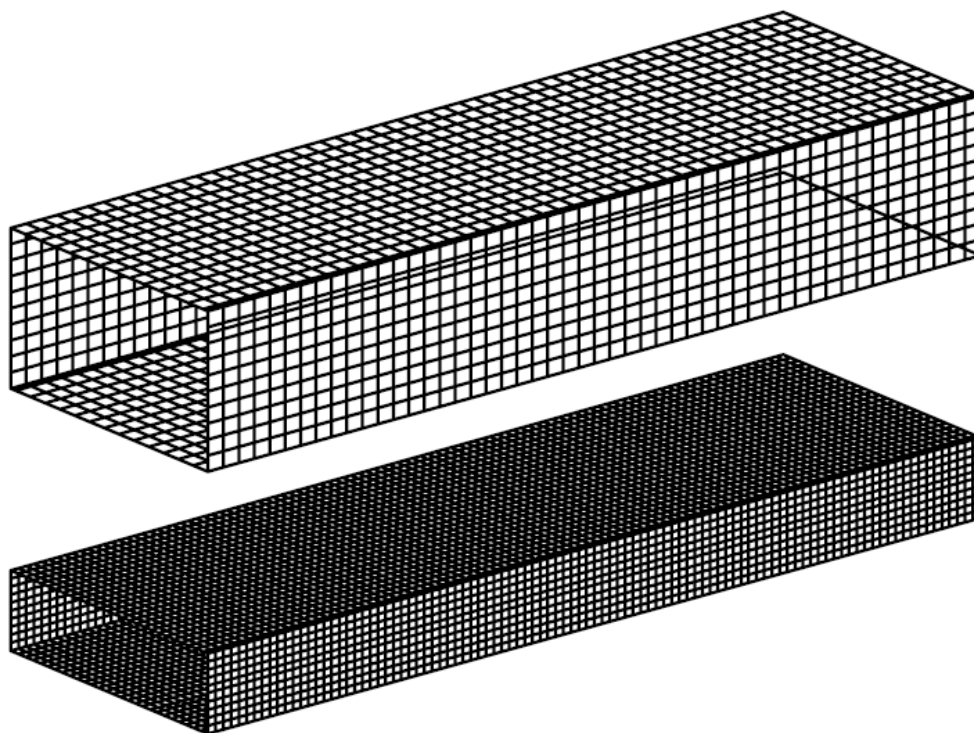


Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

- 3) 3-dimensionel fremstilling af den selektive vertikaldelte fangstpose. En 60 mm kvadratmaskepose nederst til jomfruummer og en 120 mm kvadratmaskepose øverst til fisk. Bemærk at det ikke er muligt for fisk/jomfruummer at passere fra den nedre til den øvre fangstpose, eller visa versa, efter individerne er kommet ind i en af fangstposerne.



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa
investerer i bæredygtigt
fiskeri og akvakultur



Projektet er støttet af
Fødevareministeriet og Europa

