

Katalog over selektive redskaber afprøvet i dansk fiskeri

En guide til bedre at undgå uønsket fangst



DTU Aqua-rapport nr. 300-2015
Af Rikke P. Frandsen, Ludvig A. Krag,
Junita D. Karlsen og Jordan P. Feekings

Katalog over selektive redskaber afprøvet i dansk fiskeri

En guide til bedre at undgå uønsket fangst

DTU Aqua-rapport nr. 300-2015

Af Rikke P. Frandsen, Ludvig A. Krag, Junita D. Karlsen og Jordan P. Feekings



Horizon 2020

Projektet er støttet af Den Europæiske Hav- og Fiskerifond
og Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri



Den Europæiske Union, Den Europæiske Hav- og Fiskerifond.
Vi investerer i hav og fisk

Kolofon

Titel	Katalog over selektive redskaber afprøvet i dansk fiskeri En guide til bedre at undgå uønsket fangst
Forfattere	Rikke P. Frandsen, Ludvig A. Krag, Junita D. Karlsen og Jordan P. Feekings
DTU Aqua-rapport nr.	300-2015
År:	August 2015
Reference:	R. P. Frandsen, L. A. Krag, J. D. Karlsen & J. P. Feekings. Katalog over selektive redskaber afprøvet i dansk fiskeri. En guide til bedre at undgå uønsket fangst. DTU Aqua-rapport nr. 300-2015. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 55 pp.
Forsidefoto:	Rikke P. Frandsen
Udgivet af:	Institut for Akvatiske Ressourcer, Jægersborg Allé 1, 2920 Charlottenlund, tlf. 35 88 33 00, aqua@aqua.dtu.dk , www.aqua.dtu.dk
Download:	www.aqua.dtu.dk/publikationer
ISSN:	1395-8216
ISBN:	978-87-7481-211-1

Indhold

Resumé	4
Summary.....	4
1. Indledning.....	5
2. Kvalitet og værdi af fangsten.....	7
3. Arterne	8
3.1 Torsk	9
3.2 Hvilling.....	10
3.3 Kuller	11
3.4 Kulmule	12
3.5 Rødspætte	13
3.6 Tunge	14
3.7 Rødtunge	15
3.8 Jomfruhummer	16
3.9 Oversigtstabel	17
4. Redskaberne	18
4.1 Masker i fangstposen.....	19
4.2 Selektionsvinduer.....	27
4.3 Riste	34
4.4 Horisontaldeling af redskabet	38
4.5 Ændringer i trawl	43
4.6 Rigning	46
5. Check dit redskab.....	51
6. Referencer.....	53
7. Rapporter fra DTU Aquas forskning og udvikling indenfor fiskeriteknologi	56

Resumé

I denne rapport samler vi viden og erfaringer fra de seneste 10 års forsøg med udvikling af selektive redskaber til fiskerier i dansk farvand. Det har været 10 år med stor opmærksomhed på bifangst af torsk i trawlfiskerierne og det bærer rapporten præg af. Men udover torsk er der løbende blevet indsamlet data for flere af de kommercielle arter der indgår i fiskerierne. I kataloget er det derfor også muligt at finde forslag til redskaber der kan bruges hvis kvoten for fx hvilling er opbrugt. I tillæg til en beskrivelse af resultaterne fra forskellige forsøgsfiskerier, indeholder kataloget også prædiktioner for størrelsesselektionen over et bredt spænd af maskestørrelser, maskeformer og maskeåbninger for flere centrale arter i dansk fiskeri. Disse er baseret på detaljerede morfologimålinger af netop disse arter.

Beskrivelsen af redskaberne er suppleret med oplysninger om de forskellige arters adfærd i forbindelse med fangstprocessen. Da fiskeriet er dynamisk både i forhold til forekomsten af arter og reguleringen på området, vil det bedst egnede redskab hele tiden ændre sig. Bedre kendskab til arternes adfærd vil øge mulighederne for at tilpasse redskabet så det harmonerer med de aktuelle forhold. Den kombinerede information om redskabernes funktion og arternes adfærd vil kunne bruges af den enkelte fisker til i videst mulig omfang at tilpasse fangsterne til fartøjets aktuelle kvotebeholdning.

Nogle af de omtalte tilpasninger kan gennemføres indenfor den gældende lovgivning mens andre kræver videre rammer.

Summary

In this report we gather knowledge and experience from fishing gear selectivity trials conducted in Danish waters over the last decade. Focus in this period has been on the by-catch of cod in trawl fisheries, and the focus of the conducted work is therefore skewed accordingly. However, in addition to cod, information has been collected for several other commercial species. Therefore, it is possible to identify gears that can be used in cases where e.g. the quota for whiting is exhausted. In addition to a description of results from the different trials, the catalogue contains predictions for size selection in a wide range of mesh sizes, -shapes and -openings for several species central to the Danish fishery.

The description of the fishing gears are complemented by information on species' specific behaviours during the fishing process. As the fishery is dynamic with regards to the presence of different species, as well as the regulation of the fishery, the optimal gear will constantly change. Improving knowledge on fish behaviour will increase the possibilities of adjusting the fishing gears in order to fit the current conditions. Information on the function of the gears and species' specific behaviours can be used by the fishermen to adjust catches to largely match the quota of the vessel.

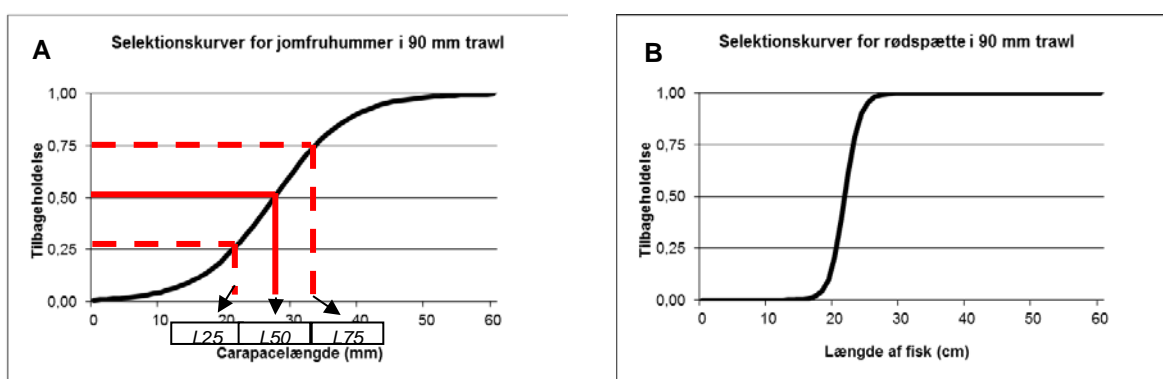
Some of the adjustments lie within the frames of the current legislation while others will need legal amendments.

1. Indledning

Denne rapport er en oversigt over de selektive redskaber der enten er afprøvet i dansk trawl fiskeri eller som er i anvendelse i sammenlignelige fiskerier i vores nabolande. Selektive redskaber er redskaber der, undervejs i fiskeprocessen, formår at sortere arter eller størrelser på en sådan måde at den fangst der hives ombord på fartøjet i høj grad afspejler det som fiskeren ønsker at lande. Dette minimerer fangsten af uønskede arter eller størrelser og dermed nedbringes discarden. De selektive redskaber vil også gøre fangstoparbejdet hurtigere og desuden kan den mindre fangstvægt have en positiv indvirkning på kvaliteten af fisk og skaldyr. Der er altså mange gode grunde til at udvikle og benytte selektive redskaber, men ofte har den øgede selektion en pris i form af reduceret fangst af én eller flere målarter eller -størrelser. Rapporten indeholder dels et overblik over fordele og ulemper af de forskellige selektive redskaber og dels en gennemgang af de elementer i arternes adfærd og morfologi, der kan gøres brug af i forbindelse med selektionen. Ved indførelsen af et discard-forbud vil det være relevant at kunne tilpasse redskabernes selektion så hver fisker bedst muligt kan kapitalisere sin kvote samt sikre at utilsigtet fangst af nogle arter eller størrelser ikke begrænser fiskeriet generelt.

De fisk og skaldyr der slipper ud, har bedst chancer for at overleve mødet med redskabet hvis de slipper ud på så tidligt et stadie som muligt. Selektionen i styrhuset – altså skippers evne til at finde den fiskeplads hvor tætheden af de ønskede arter er højest og forekomsten af uønskede arter mindst – er derfor den mest effektive og ofte oversete faktor i et selektivt fiskeri. Når fiskepladsen er valgt giver det også god mening at holde fokus på artsselektionen allerede foran redskabet hvor man kan udnytte at mange af arterne har forskellig adfærd og befinder sig i forskellig højde over bunden. Den fangst, der kommer ind i redskabet kan yderligere sorteres når den ankommer til det snævre forlængerstykke eller i selve fangstposen. Her kan vi både udnytte de forskellige former og størrelser på hhv. ønsket og uønsket fangst, men det er også muligt til en vis grad at skille arterne ved hjælp af deres naturlige adfærd.

Størrelsesselektion beskrives traditionelt ved hjælp af 2 parametre; L_{50} som er størrelsen på fisk, der har 50 % chance for at slippe gennem en maske og SR som er forskellen mellem L_{25} og L_{75} . På figur 1.1A ses en selektionskurve for jomfruhummer i en 90 mm diamantmaske fangstpose. For jomfruhummer er kurven meget flad (høj SR-værdi) og det vil være på bekostning af landbar fangst hvis vi rykker kurven mod højre for at sortere flere undermålsommer ud – fx ved at øge maskestørrelsen. En sådan flad selektionskurve betyder at der er vanskeligt at opnå en selektion hvor alle mindre individer undslipper uden utilsigtet tab af landbare individer. Kurven for fladfisk i diamantmasker er derimod ofte stejl (lille SR)(Fig. 1.1B) hvilket betyder at det er muligt at justere selektionen så størstedelen af undermålsfisk sorteres ud, mens tabet af målsfisk er lille.



Figur 1.1. Selektionskurver for henholdsvis jomfruhummer (A) og rødspætte (B) i et 90 mm trawl.

Udviklingen af selektive redskaber i Danmark har haft fokus på de småmaskede trawl, der har jomfruhummer eller rejer som mållart. Den lille maskestørrelse betyder at der utilsigtet kan tilbageholdes større mængder juvenile fisk. Discarden i sådanne fiskerier kan derfor være betydelig. Designprincipperne bag de udviklede redskaber kan bruges i andre trawlfiskerier og i enkelte tilfælde kan de også være relevante i snurrevods fiskeriet.

I denne rapport beskrives resultaterne fra de selektive design der er afprøvet i dansk fiskeri. Kataloget er således ikke udtømmende i forhold til hvilke muligheder der er generelt med selektive redskaber i dansk fiskeri, kun i forhold til allerede afprøvede design. Det er i denne sammenhæng også vigtigt at være opmærksom på at udviklingen af mere selektive redskaber i dansk fiskeri, i betydelig grad har været styret af et ønske om at beskytte torsk, hvoraf flere bestande har været reduceret til et kritisk niveau over de sidste 10 år. Dette arbejde har i tillæg været koncentreret om trawlfiskeriet da dette fiskeri har haft de største udfordringer med hensyn til fangst af uønskede arter og størrelser.

I dansk fiskeri er trawl et centralt redskab, både økonomisk og i forhold til udfordringer med utilsigtet fangst. Men det er langt fra det eneste redskab der anvendes af den danske fiskerflåde. I forhold til en bedst mulig tilpasning til det kommende discardforbud, vil der være et behov for en grundlæggende forståelse af fangst- og selektionsmekanismerne og dermed det selektive potentiale til de respektive redskaber. DTU Aqua arbejder derfor i disse år med en kompetenceopbygning i forhold til snurrevod og garn både med henblik på fangsteffektivitet, selektivitet, fangstkvalitet samt disse redskabers miljøpåvirkning. Det indledende arbejde med snurrevod indikerer at selektionsprocessen i snurrevod er lidt anderledes end det vi ser i trawl. Dette kan betyde at selektive anordninger, der er afprøvet og dokumenteret i trawl, ikke nødvendigvis vil være direkte overførbare til snurrevod. Selektionen af specifikke arter og størrelser der præsenteres i denne rapport er derfor kun gældende når de selektive anordninger anvendes i trawl med tilsvarende montering som i de pågældende forsøg..

Efter en generel introduktion til maskeselektion indeholder rapporten en oversigt over de arter som redskabsforsøgene har fokuseret på. Afsnittet gennemgår de karaktertræk som udnyttes i forbindelse med selektionen. Herefter følger et afsnit med beskrivelse af de afprøvede redskaber med en gennemgang af fordele og ulemper. I afsnit 5; "Check dit redskab" beskriver vi vores erfaringer omkring brug af undervandskameraer på fiskeredskaber. I afsnit 7 er der en oversigt over de rapporter der samler resultaterne fra DTU Aquas forsøg. Disse rapporter vil i detaljer beskrive de enkelte forsøg samt indeholde detaljeret beskrivelser af de anvendte redskaber samt de opnåede resultater. Rapporterne kan downloades på vores hjemmeside: www.aqua.dtu.dk.

Flere af de figurer af redskaber der er brugt i rapporten, stammer fra SEAFISH's rapport: "Basic Fishing methods – a comprehensive guide to commercial fishing methods, Maj 2015, pp, 103 (http://www.seafish.org/media/publications/BMF_Screen_Version.pdf). SEAFISH er en engelsk organisation der blandt andet laver fiskeriforskning.

2. Kvalitet og værdi af fangsten

Fiskeriprocessen kan have en negativ påvirkning på kvaliteten af de fisk og skaldyr som fanges. Det kan ikke undgås, men det kan reduceres, og fordi højere produktkvalitet giver højere priser over tid, vil det alt andet lige bidrage til en øget fangstværdi. Dette kan ske både igennem en forbedring af et produkt, men også ved at større dele af fangsten kan bruges til høj kvalitetsprodukter fremfor til produkter af lavere kvalitet (Figur 2.1)^{1,2}. Det er hovedsagelig skader og stress der fører til en forringet kvalitet, og graden af disse to faktorer varierer med redskabstype og fiskeri. F.eks. indikerer forsøg at fisk fra garn giver en lavere kvalitet end fisk fra trawl^{3,4}, og at fisk fra trawl giver en lavere kvalitet end fisk fra langline⁵. Det er også alment accepteret at kvaliteten på fisk fanget med trawl generelt er lavere end den fanget med snurrevod, og at det samme er tilfældet når fisk fanges sammen med jomfruhummer (hummerfisk) sammenlignet med fisk der fanges i et renere hvidfisk-fiskeri.



Figur 2.1. En reduktion i skader på fiskefileter giver et højere filetudbytte og dermed en højere værdi af fangsten.

Friskfanget fisk har den bedste kvalitet og en forringelse af kvaliteten allerede i fangstleddet kan selvfølgelig ikke forbedres på et senere tidspunkt. Det er derfor en god idé at fokusere på hvordan skader og stress hos fisk og skaldyr kan reduceres i fangstleddet. En længere slæbetid og større fangstmængde kan føre til flere skader på fisk^{6,7}. Store fangstmængder fører som regel også til at det tager længere tid inden fisken renses, og det kan føre til misfarvninger i kødet som følge af at restblod ikke kan fjernes^{7,8,9}. Et alternativ til at reducere tiden der går fra fangsten hales ombord til den ligger på is kan være at fordele fangsten i forskellige fangstposer i redskabet¹. Udover at effektivisere sortering og oparbejdning kan mængden af uønsket fangst reduceres ved at maskerne tilpasses i den enkelte fangstpose, f.eks. til rundfisk i en øvre fangstpose og jomfruhummere eller fladfisk i en nedre fangstpose¹ (se afsnit 4.4.1). Hvis der er plads til vandtanke på dækket kan levende lagring af fisk reducere mængden af misfarvninger i kødet⁷. Levende lagring på fartøjet giver også muligheder for at levere høj kvalitetsprodukter som levende jomfruhummere (Figur 2.2)¹⁰.



Figur 2.2. Trawlfangede levende jomfruhummere klar til transport til markedet.

3. Arterne

Selektionen af de enkelte arter afhænger af deres form, deres svømmeevne og deres adfærd og hvordan dette passer sammen med redskabets design. I dette afsnit gennemgår vi nogle af nøglearterne i det kommercielle danske trawlfiskeri. Hvis maskeformen passer til fiskens tværsnit bliver SR mindre (se afsnit 1) og dermed falder risikoen for tab af værdifuld fangst når maskestørrelsen justeres i forhold til fiskens mindstemål (se mere i afsnit 4.1). Men selvom maskerne er rigeligt store til at uønsket fangst kan undslippe er det ikke nødvendigvis det der sker. Fisk holder nemlig gerne afstand til redskabet og kan derfor passere vinduer med store masker uden at benytte sig af denne mulighed for at undslippe redskabet. Reaktionen varierer fra art til art men generelt ses det at fisk i højere grad vil ændre kurs og svømme mod maskerne hvis der opstår en panikreaktion. Panik i redskabet kan eksempelvis fremprovokeres ved at få den lige vej til fangstposen til at fremstå ufremkommelig.

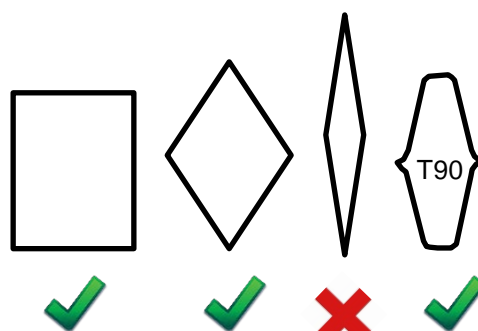
Sidst i dette afsnit gives en oversigt over hvilke redskaber der kan anvendes hvis fangsten af én eller flere arter skal mindskes.



3.1 Torsk



Foto: www.2GangeOmUgen.dk



Torskens tværsnit er ovalt og det passer godt til en åben masketype som kvadraten samt åbne diamant- og T90-masker¹¹. En strukket diamantmaske er derimod ikke god til at sortere undermålstorsk ud af fangsten uanset størrelsen på masken (se mere i afsnit 4.1).

Adfærd i forbindelse med fangst

Torsken svømmer ind i redskabet tæt ved bunden, men fordeler sig jævnt i redskabets højde når den kommer til fangstposen^{12,13}. I redskaber, der er delt i to ved hjælp af et horisontalt netpanel, finder man derfor både torsk i øverste og nederste fangstpose^{13,1} (se afsnit 4.4.1). Torsken er relativt træg til at benytte muligheder for at undslippe eksempelvis gennem vinduer med store masker. Det er derfor ekstra vigtigt at vinduer placeres i en forholdsvis flad sektion af trawlet for således at sikre at torsken med større sandsynlighed møder de store masker. Effekten af selektionsvinduer kan øges hvis torsken stimuleres til en paniksituation i umiddelbar nærhed af selektionsvinduet fx ved brug af flydetov der rent visuelt blokerer den videre vej gennem redskabet¹⁴. I tilfælde hvor der benyttes et horisontaldelt redskab, kan torsken styres mod de stormaskede paneler ved hjælp af tremmer i indgangen til en nedre jomfruhummerpose (se afsnit 4.4).

Selektive anordninger

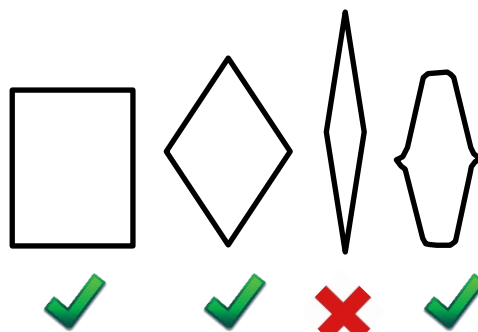
- I fangstposer af diamantmasker kan **vinduer** af mere åbne masker reducere bifangster primært af mindre torsk (se afsnit 4.2)
- **Riste** kan bruges til at sortere de store torsk ud af fangsten (se afsnit 4.3).
- En **horisontaldeling** af fangstposen kan sortere størstedelen af torsken fra jomfruhummer og dermed tillade brug af store, åbne masker i fiskeposen (se afsnit 4.4)
- Da torsk befinder sig tæt på bunden i en fangstsituation kan fangsten af torsk reduceres effektivt i fiskeri efter fx kuller og hvilling hvis **fiskelinen** hæves over bunden (se afsnit 4.6.1)
- Torsken gennes sammen af **mellemlinerne**. En reduceret længde af mellemlinerne og dermed afstand mellem skovlene vil reducere det fiskede areal og dermed også fangsten af torsk¹⁵ (se afsnit 4.6.2).
- I målrettet jomfruhummerfiskeri kan anvendelse af **multirig** systemer, der fanger færre torsk og flere jomfruhummere, reducere den relative bifangst af torsk markant (se afsnit 4.6.3).

Torsk er nævnt i følgende DTU Aqua-rapporter: A, B, C, D, E, G, H, I, J og K (se afsnit 7).

3.2 Hvilling



Foto: www.2GangeOmUgen.dk



Hvilling er i familie med torsken og har ligesom denne et ovalt tværsnit. Det passer godt til en åben masketype som kvadraten samt åbne diamant- og T90-masker. En strukket diamantmaske er for smal til effektivt at sortere undermålshvilling ud af fangsten (se mere i afsnit 4.1).

Adfærd i forbindelse med fangst

Undervandsoptagelser har vist at hvilling holder sig lidt over bunden (typisk 1-2 m) når de svømmer ind i trawlet, mens de længere bagud mod fangstposen holder sig tæt på overpanelet¹². Ofte er hvilling den rundfisk, der reagerer mest aktivt på selektionsvinduer og riste. Anordninger der er monteret for at reducere bifangst af juvenile torsk, fungerer derfor yderst effektivt på hvilling.

Selektive anordninger

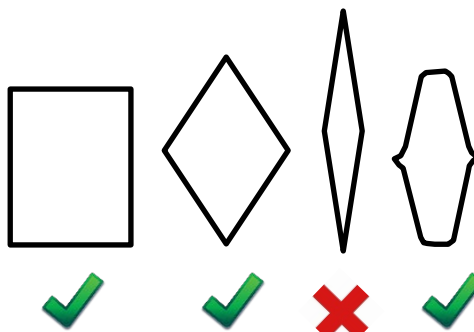
- I fangstposer af diamantmasker kan **vinduer** af mere åbne masker effektivt reducere bifangster af hvilling (se afsnit 4.2)
- Hvilling reagerer også aktivt på **riste** og selv mindre individer vil generelt søge gennem udslipshullet foran risten på trods af at de nemt kan passere risten (se afsnit 4.3).
- Hvilling gennes sammen af **mellemlinjerne**. En reduceret mellemlinjelængde og dermed afstand mellem skovlene vil reducere det fiskede areal og dermed også fangsten af hvilling (se afsnit 4.6.2).
- Sammenlignet med dobbeltrig er der ikke observeret en klar effekt af **multirig** systemer på fangsten af hvilling (se afsnit 4.6.3).
- **Topløs trawl** vil reducere fangsten af hvilling, der undgår at blive fanget ved at svømme op over redskabet (se afsnit 4.5.1)

Hvilling er nævnt i følgende DTU Aqua-rapporter: E, H, I og J (se afsnit 7).

3.3 Kuller



Foto: www.2GangeOmUgen.dk



Kuller er en torskefisk med et ovalt tværsnit¹⁶. Som for de øvrige torskefisk har den bedst chance for at svømme igennem de åbne masketyper: kvadratmasker, åbne diamantmasker og T90-masker (se mere i afsnit 4.1).

Adfærd i forbindelse med fangst

Bundgear og mellemliner genner kulleren ind mod center af trawlmundingen, hvor den ender med at svømme tæt ved bunden foran trawlet. Når den bliver træt, løfter den sig et stykke over bunden (op til 5 m) mens den falder bagover¹². Hvis dette fører den ind i trawlet vil den svømme relativt højt i redskabet hvor den, ligesom eksempelvis hvilling, aktivt vil forsøge at undslippe gennem selektionsvinduer og lignende.

Selektive anordninger

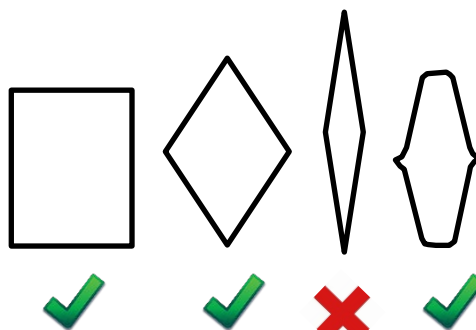
- **Topløs trawl** vil reducere fangsten af kuller der undgår at blive fanget ved at svømme op over redskabet (se afsnit 4.5.1).
- Kuller kan selekteres relativt effektivt ud af fangsten ved hjælp af **vinduer** med åbne masker (se afsnit 4.2).
- Ligesom torsk, gennes kuller sammen af **mellemlinerne**. En reduceret mellemlinelængde og dermed afstand mellem skovlene vil reducere det fiskede areal og dermed også fangsten af kuller¹⁵ (se afsnit 4.6.2)
- En **horisontaldeling** af fangstposen kan sortere størstedelen kuller fra jomfruhummer og dermed tillade brug af store, åbne masker i fiskedelen af fangstposen (se afsnit 4.4).
- **Riste** er effektive til at selektere specielt de større individer ud af fangsten (se afsnit 4.3).
- **Multirig** systemer kan bruges til at reducere fangsterne af kuller i forhold til fangsten af jomfruhummer (se afsnit 4.6.3)

Kuller er nævnt i følgende DTU Aqua-rapporter: B, C, E, H, I, J og K (se afsnit 7).

3.4 Kulmule



Foto: www.2GangeOmUgen.dk



Kulmulen har et rundt tværsnit og sorteres derfor bedst ud gennem de åbne masketyper: kvadratmasker, åbne diamantmasker og T90-masker (se mere i afsnit 4.1).

Adfærd i forbindelse med fangst

Da kulmule ofte forekommer i relativt lille antal har vores forsøgsfiskerier ikke bidraget nævneværdigt til vores viden om denne arts adfærd i redskabet. Kulmule er aktiv om natten mens den i dagtimerne nærmest står på bunden og hviler.

Selektive anordninger

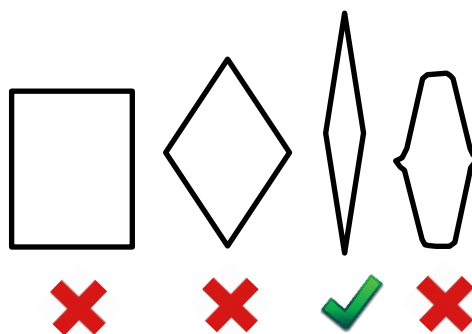
- **Riste** er effektive til at selektere specielt de større individer ud af fangsten (se afsnit 4.3).
- I Middelhavet har man i forsøg også haft succes med at sortere de små individer ud ved hjælp af en "omvendt" rist¹⁷
- I dagfiskeri er det muligt at reducere fangsten af kulmule væsentligt ved at **løfte fiskelinen** (se afsnit 4.6.1).
- Fangsten af kulmule reduceres når taget fjernes i en såkaldt "topløs trawl" (se afsnit 4.5.1)

Kulmule er nævnt i følgende DTU Aqua-rapporter: D, H, J og K (se afsnit 7).

3.5 Rødspætte



Foto: www.2GangeOmUgen.dk



Rødspættens tværsnit passer fint i en normal diamantmaske med en relativt lav åbningsgrad. I løbet af et slæb ændres maskernes geometri men pga. rødspættens tværsnit er der under hele slæbet masker med en åbningsgrad som den vil kunne slippe igennem – hvis ellers maskevidden er stor nok.

Adfærd i forbindelse med fangst

Rødspætter lever på bunden og bundgear og mellemliner genner den ind mod center af trawlmundingen hvor den vil holde sig foran trawlet. Når den bliver træt, falder den bagover men den bliver i bunden af redskabet. Forsøg har vist at rødspætter søger gennem masker både i bunden af redskabet samt i hele toppen af fangstposen.

Selektive anordninger

- **Vinduer** af større diamantmasker som eksempelvis SELTRA270 vil tillade en fraktion af de lidt større rødspætter at slippe ud af redskabet.
- **Riste** reducerer fangsterne af rødspætte markant på trods af at fisken rent fysisk kan passere mellem tremmerne.
- Ved en **horisontaldeling** af fangstposen vil størstedelen af rødspætte ender i den nederste pose sammen med jomfruhummerne (se afsnit 4.4)
- Da rødspætter befinder sig tæt på bunden kan fangsten reduceres effektivt i fiskeri efter fx kuller og hvilling hvis **fiskelinen løftes** af bunden (se afsnit 4.6.1)
- Rødspætter gennes sammen af **mellemlinerne**. En reduceret mellemline-længde og dermed afstand mellem skovlene vil reducere det fiskede areal og dermed også fangsten af rødspætter (se afsnit 4.6.2).

Rødspætte er nævnt i følgende DTU Aqua-rapporter: A, B, C, E, H, I og K (se afsnit 7).

3.6 Tunge

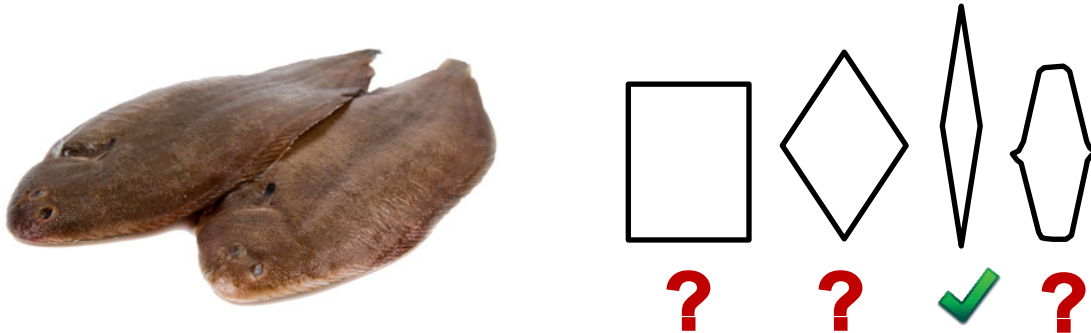


Foto: www.royalfish.dk

Tungens tværsnit passer fint i en normal diamantmaske. Men da den er betydeligt mere fleksibel end eksempelvis rødspætte er det uvist om den også kan passere gennem de mere åbne maskeformer. Den mere fleksible form i kombination med et mindre mindste mål end hvad der gælder for rødspætter, resulterer i at måls-tunger kan slippe igennem væsentligt mindre masker end hvad der generelt er fundet for de kommercielle fladfisk i dansk fiskeri.

Adfærd i forbindelse med fangst

Vi har ikke information om tungers adfærd i bundtrawl. Tungen er nataktiv og fanges mindre effektivt i dagslæb. Den findes i vores farvande hele året men bevæger sig fra dybere til lavere vand i gydesæsonen og et målrettet trawlfiskeri efter tunge foregår i 4. kvartal hvor de samler sig på kanterne. Grundet lave fangster af tunger i vores forsøgsfiskerier har vi en begrænset viden om tungeselektion og effekten af vinduer og lignende selektive anordninger. Erhvervet forventer at der vil tabes tunger ved anvendelse af selektionsvinduer og på baggrund heraf er der i dag en dispensation til at fiske uden vinduer i 4. kvartal.

Selektive anordninger

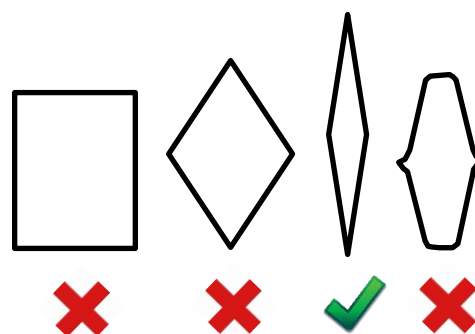
- Der foreligger ikke undersøgelser af de forskellige selektive redskabers effekt på tunge.

Tunge er nævnt i følgende DTU Aqua-rapporter: B og I (se afsnit 7).

3.7 Rødtunge



Foto: www.2GangeOmUgen.dk



Rødtungens tværsnit passer fint i en normal diamantmaske mens de mere åbne maskeformer som kvadrat, åben diamant og T90 ikke vil føre til øget selektion af denne art.

Adfærd i forbindelse med fangst

Rødtungen lever tæt på bunden og forventes derfor at gå ind i den nederste del af trawlet. En horisontal opdeling af en trawlpose har imidlertid vist at rødtungen fordeler sig nogenlunde jævnt i den bagerste uskårede del af redskabet¹⁸. Der er desuden resultater der viser at en fraktion af rødtungerne vil benytte stormaskede selektionsvinduer hvis disse er til rådighed¹⁹.

Selektive anordninger

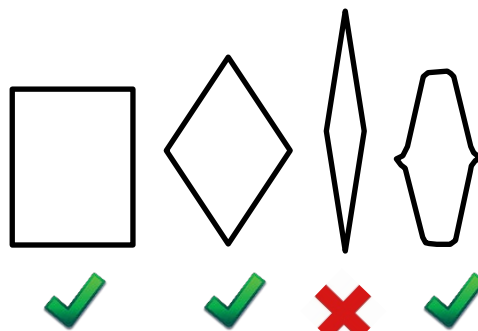
- **Vinduer** af større diamantmasker som eksempelvis SELTRA270 forventes at tillade at en fraktion af rødtungerne slipper ud (se afsnit 4.2).
- **Riste** reducerer fangsterne af rødtunge på trods af at fisken rent fysisk kan passere mellem tremmerne (se afsnit 4.3).
- Da rødtunger befinder sig tæt på bunden forventes det at fangsten kan reduceres hvis **fiskelinen løftes** af bunden (se afsnit 4.6.1).

Rødtunge er nævnt i følgende DTU Aqua-rapporter: B, C, E og H (se afsnit 7).

3.8 Jomfruhummer



Foto: www.2GangeOmUgen.dk



Jomfruhummerens tværsnit, er nærmest ovalt og det passer godt til en åben masketype som kvadraten samt åbne diamant- og T90-masker. En strukket diamantmaske er derimod ikke god til at sortere undermålsommer ud af fangsten (se mere i afsnit 4.1)

Adfærd i forbindelse med fangst

Jomfruhummer kan kun i ganske få sekunder svømme så hurtigt som redskabet trækkes gennem vandet og i modsætning til de fleste fisk har de derfor ikke mulighed for at vende sig direkte mod en maske i et forsøg på at komme ud af fangstposen. Det er derfor mere tilfældigt hvordan de rammer maskerne og det betyder at de fleste redskaber har en temmelig flad selektionskurve (se afsnit 1). Undervandsoptagelser har vist at jomfruhummer, der er kommet ind i trawlet, transporteres gennem redskabet tæt på bundpladen. I områder med skæring eller hvor bundpladen skråner opover, øges kontakten med nettet og dermed også jomfruhummernes chancer for at slippe gennem maskerne. Fangstsammensætningen har betydning for hvordan jomfruhummerne pakker sig sammen i fangstopbygningen. Hvis der er mange rundfisk pakker de ikke så tæt og i denne situation drysser jomfruhummerne ud gennem de åbne masker lige foran fangsten. Hvis fangsten derimod er ren filtrer jomfruhummerne mere sammen og chancen for at enkeltindivider slipper gennem maskerne er mindre.

Selektive anordninger

- **Riste** der ikke blokerer posen kan bruges til at sortere de mindste jomfruhummere ud af fangsten. Redskabet er ikke medtaget i denne oversigt men blandt andet svenske forskere arbejder på at kombinere en sådan rist med en traditionel rist.
- **Vinduer** placeret i bunden af posen kan med nogen succes sortere de små jomfruhummere ud af fangsten men hvis de skal være effektive er det på bekostning af landbar fangst (afsnit 4.2.4).
- **Vinduer** placeret i toppen af fangstposen påvirker kun fangsten af jomfruhummer hvis disse kommer i kontakt med vinduet fx ved at posen drejer, kollapseder eller hvis fangsten løber fremover i redskabet i forbindelse med ombordtagning (se afsnit 4.2).
- En **horisontaldeling** af fangstposen kan sortere jomfruhummer fra rundfisk (se afsnit 4.4)
- Jomfruhummer gennes ikke sammen af **mellemlinjerne** og en reduceret afstand mellem skovlene vil derfor ikke påvirke fangsten af jomfruhummer (se afsnit 4.6.2).

Jomfruhummer er nævnt i følgende DTU Aqua-rapporter: A, B, C, D, E, G, H, I, J og K (se afsnit 7).

3.9 Oversigtstabel

Vi har samlet informationerne fra de forsøg der er gennemført af DTU Aqua og af andre fiskeriforskningsinstitutioner i en tabel (Tabel 3.9.1). Tabellen viser hvilke redskaber der kan bruges til at undgå fangst af de forskellige arter. Så hvis kvoten for eksempelvis torsk er ved at være opbrugt, vil anvendelse af et af de grønne (eller gule) redskaber give mulighed for justere fangsten af arten. Dette giver f.eks. mulighed for at bruge den resterende kvote på større og mere værdifulde individer. Hvilket redskab der skal vælges, afhænger af lokal lovgivning samt den resterende kvoteportefølje.

Tabel 3.9.1. Liste over potentielt uønskede arter og de redskabsløsninger der kan påvirke deres selektion. Redskaber der giver mulighed for at reducere fangsten af den pågældende art er markeret med **grøn** mens redskaber der enten ikke påvirker fangsten, eller direkte øger fangsten af arten, er markeret med **rød**. Redskaber som vi ikke har data for, men hvor vi forventer en god kontrol af fangsten, er markeret med **gul**. Endelig er der kombinationer af arter og redskaber hvor vi ikke har tilstrækkelig viden hvilket er markeret med et spørgsmålstegn.

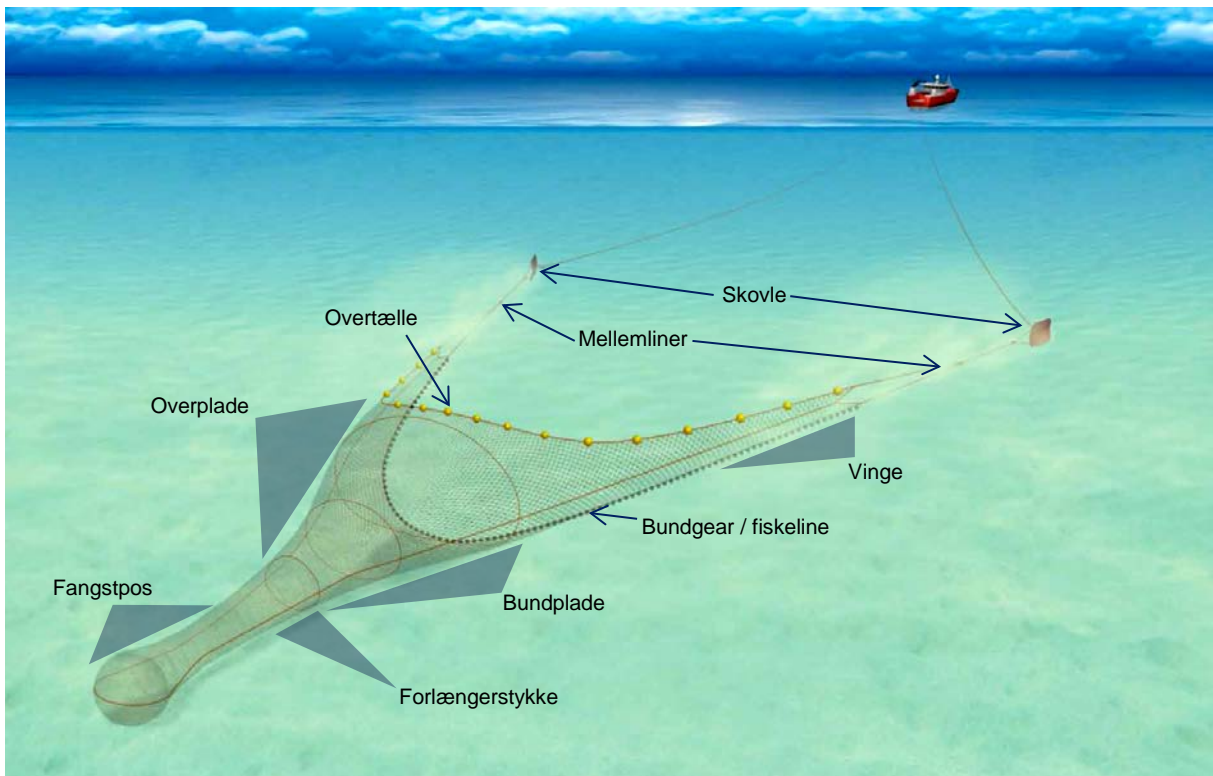
	Torsk	Hvilling	Kuller	Kulmule	Rødspætte	Tunge	Rødtunge		Jomfruhummer
Masker i fangstposen									
· Kvadratmasker	grøn	grøn	grøn	gul	rød	?	?		grøn
· Diamantmasker	rød	rød	rød	?	grøn	gul	gul		rød
· T90	grøn	grøn	grøn	gul	rød	gul	?		grøn
Vinduer									
· SELTRA	grøn	grøn	grøn	grøn	grøn	?	?		rød
· BACOMA	grøn	grøn	grøn	gul	rød	?	rød		gul
· Vinduer i bundpanelet	rød	?	?	?	rød	?	?		grøn
Riste									
· Svensk rist	grøn	grøn	grøn	grøn	grøn	?	grøn		rød
· Net-rist (skotsk)	grøn	grøn	grøn	gul	gul	?	?		rød
Vertikal deling af pose									
· Værdifisk	grøn	grøn	grøn	grøn	grøn	?	?		rød
Ændringer i trawl									
· Topløs trawl	grøn	grøn	grøn	grøn	rød	?	rød		rød
· Længere vinger*	grøn	rød	gul	gul	gul	?	?	?	rød
Rigning									
· Løft fiskelinen / rubben	grøn	rød	rød	?	grøn	grøn	grøn		grøn
· Kortere mellemliner	grøn	grøn	grøn	?	grøn	?	?		rød
· Multirig	grøn	?	grøn	?	grøn	?	?		rød

* Længere vinger ændrer ikke nødvendigvis fangsten af rundfisk, men de øger jomfruhummerfangsterne og reducerer dermed mængden af bifangst pr kg fangst.

4. Redskaberne

Selektionen i et fiskeredskab afgør fangstsammensætningen; hvis et redskab er meget lidt selektivt vil fangsten være nogenlunde identisk med den arts- og størrelsesfordeling der er på fiskepladsen. Et meget selektivt redskab vil derimod tilbageholde en arts- og størrelsessammensætning der er væsentligt forskellig fra denne. Redskabets selektion kan betegnes som god når fangstsammensætningen afspejler det fiskeren ønsker at lande da den utilsigtede fangst samt behovet for udsmid dermed er minimal.

Selektionen i trawl foregår primært i området mellem skovlene og bundgearet og igen i den bagerste del af fangstposen. Det er derfor i disse områder det har størst effekt at ændre på redskab eller rigning for at opnå en ændret fangstsammensætning.



Figur 4.1. Oversigtstegning af trawl. Figuren er gengivet med tilladelse fra SEAFISH.

4.1 Masker i fangstposen

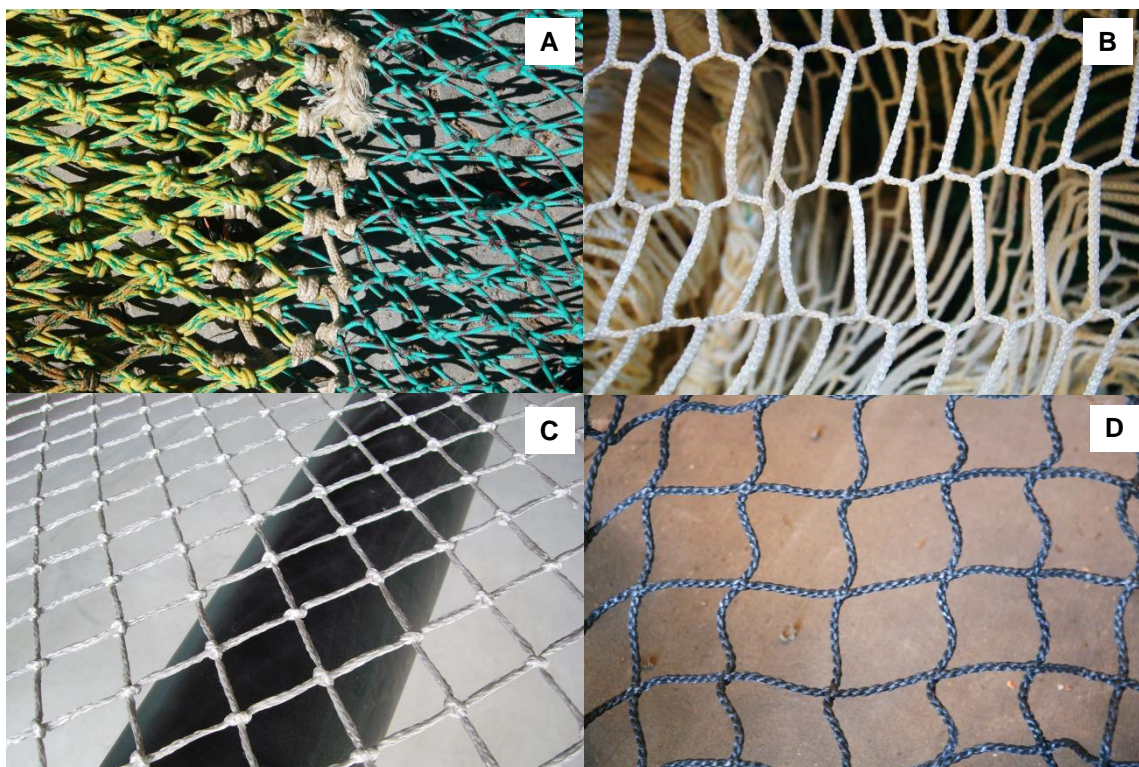
Den enkleste måde at ændre selektionen af fisk i et redskab er ved at ændre maskestørrelsen eller maskeformen i fangstposen. Fangstposen er de bagerste 5-10 meter af redskabet og en stor del af selektionen foregår i dette område - specielt umiddelbart foran selve fangst-akkumuleringen.

Om en fisk slipper igennem en maske eller ej afhænger af to ting:

- A. Fiskens tværsnit og maskens størrelse / form. Disse to faktorer afgør om det er fysisk muligt for fisken at komme gennem maske
- B. Fiskens adfærd. Opsøger fisken maskerne eller undgår den dem?

Hvis fisken er for stor til at slippe gennem masken, er det således underordnet hvor ivrigt den forsøger at komme ud. Omvendt vil en fisk der søger at undgå nettet ende i fangstposen, på trods af at den har passeret adskillige vinduer med store masker. Ved at sikre at maskeformen passer til fiskens tværsnit er det muligt at opnå en skarpere selektion dvs. med en mindre SR (Se afsnit 1). Når SR er lille er der lille risiko for tab af værdifuld fangst hvis maskestørrelsen er justeret i forhold til det gældende mindstemål.

Nettet i fangstposen er typisk lavet af PA (polyester eller nylon), forskellige varianter af kompakt PE (Poly-Ethylene), eller UHMWPE (Ultra-high-molecular-weight polyethylene, f.eks. Dyneema eller Spectra). PA bruges ofte i knudeløst net og har den egenskab at det er elastisk og blødt mens både PE og UHMWPE er uelastiske og stivere. UHMWPE er betydeligt stærkere end de andre materialer og det er derfor muligt at anvende en væsentlig tyndere tråd med samme brudstyrke. Sådanne materialer kan være interessante i forhold til at reducere redskabets slæbmodstand og dermed diesel forbrug.



Figur 4.1.1. Forskellige netmaterialer. A: 2 netstykker af kompakt PE, den ene af dobbelt-tråd den anden af en tyndere enkelt-tråd. B: knudeløs nylon som sekskantede masker. Her er maskerne trukket så de har form som rektangler. C: Dyneema i en version med knuder og D: ULTRACROSS der er en knudeløs kvadratmaske der kan fås i forskellige materialer.

Når man arbejder indenfor samme materialetype vil tråden blive stivere hvis man øger trådtykkelsen hvilket har stor betydning for hvornår og hvordan maskerne begynder at åbne sig omkring fangstopbygningen samt hvilken form maskerne antager. Således vil et net konstrueret af dobbelt-tråd have en tendens til at være stivere i maskerne end et net af enkelttråd (figur 4.1.2.). Dette vil typisk betyde at L_{50} reduceres (figur 4.1.3)^{20,21}.

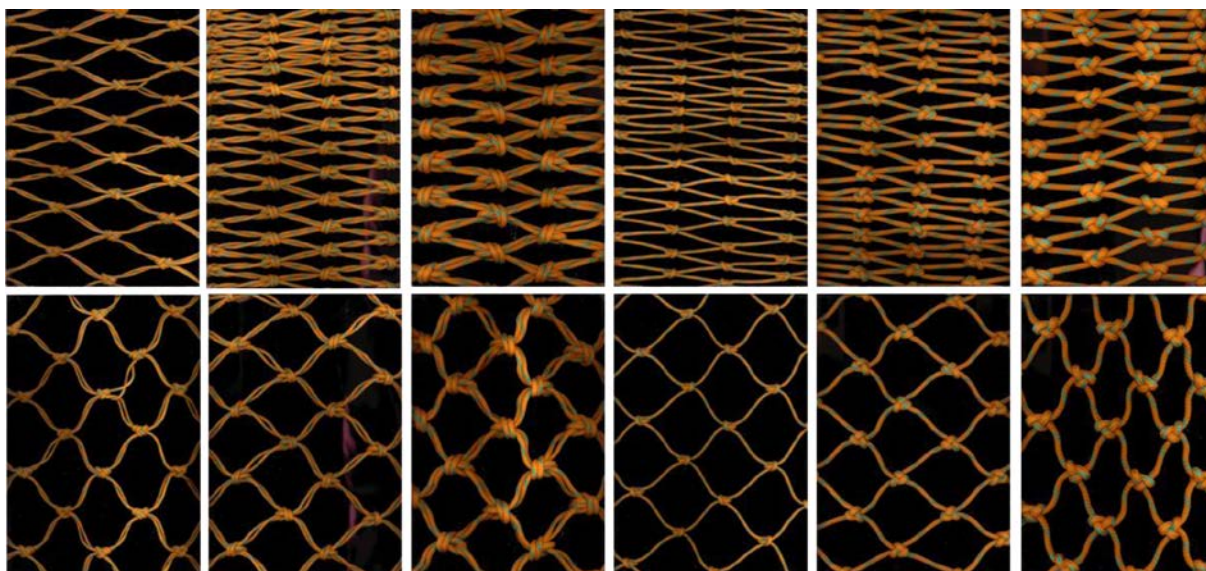


Fig. 4.1.2. Diamantmasker af forskellig trådtykkelse og antal tråde. Alle netstykker er lavet af kompakt PE og på de øverste billeder er nettet strukket i som diamantmasker mens det samme net er strukket i T90 retningen på de nederste billeder. Fra venstre mod højre er det 3mm dobbelt tråd, 4mm dobbelt tråd, 6 mm dobbelttråd, 4mm enkelttråd, 6mm enkelttråd og 8mm enkelttråd. Figuren er fra Herrmann, B., Wienbeck, H., Moderhak, W., Stepputtis, D. og Krag, L.A. 2013. The influence of twine thickness, twine number and netting orientation on codend selectivity. Fisheries Research, 145: 22-36.

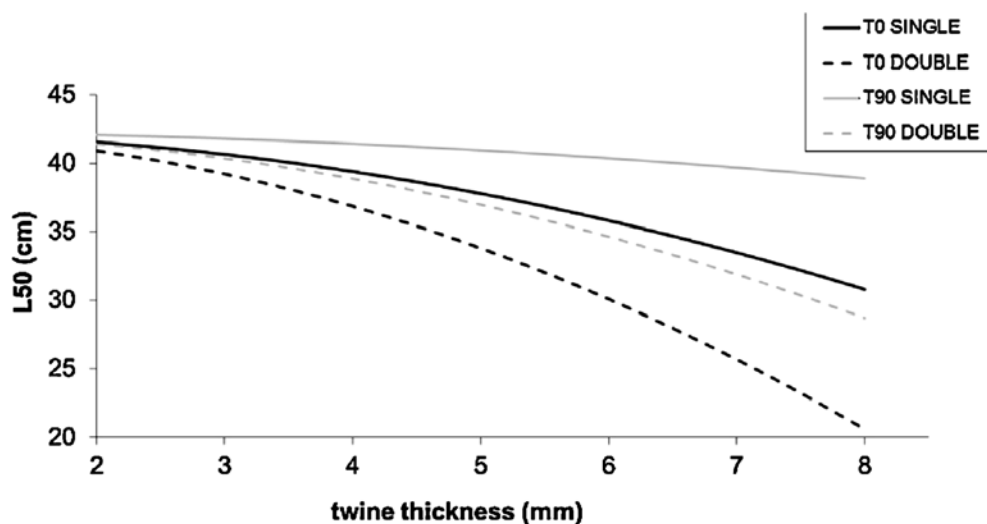


Fig. 4.1.3. L_{50} for torsk i en 120 mm diamantmaske med forskellig trådtykkelse, antal tråde (enkelt og dobbelt) og forskellig orientering (almindelig (T0) og T90). Figuren er fra Herrmann, B., Wienbeck, H., Moderhak, W., Stepputtis, D. og Krag, L.A. 2013. The influence of twine thickness, twine number and netting orientation on codend selectivity. Fisheries Research, 145: 22-36.

Effekten af antal tråde og trådtykkelse indgår i DTU Aqua-rapport C (se afsnit 7).

4.1.1 Diamantmasker

Fangstposen i danske trawl er typisk lavet af diamantmasker, der er kendetegnet ved at trækket i posen fordeler sig ligeligt i alle tråde. Derudover bruges diamantmasker i nogle selektionsvinduer (se afsnit 4.2).

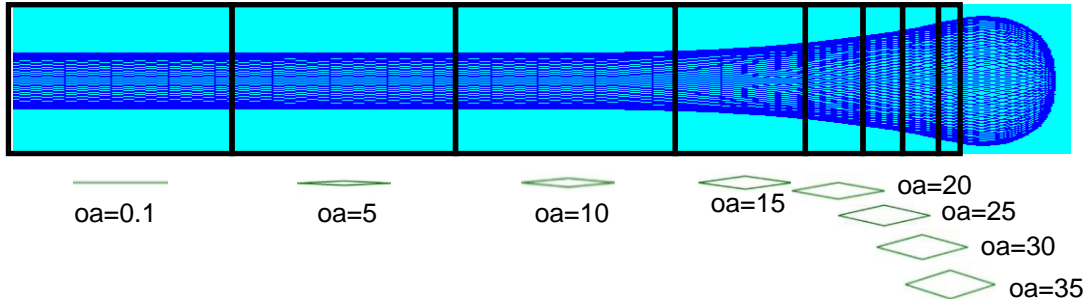


Fig. 4.1.1.1. Simulerede maskeåbninger i en diamantmaskepose lavet af 4 mm dobbelt-tråd, med 100 masker rundt og en fangstvægt på 100 kg. Det ses at åbningsgraden (oa) er størst umiddelbart foran fangsten. Figuren er lavet ved hjælp af simuleringværktøjet PRESEMO der er beskrevet i Herrmann, B. (2005) Effect of catch size and shape on the selectivity of diamond mesh cod-ends. I. Model development. Fisheries Research, 74, 243-252.

Selektive egenskaber for diamantmasker

Selektionen i en fangstpose med diamantmasker afhænger af maskestørrelsen, antallet af masker i omkredsen (masker rundt) og i høj grad også af net-materialet, posens geometri samt mængden af fangst i posen. Som beskrevet ovenfor er nogle materialer stivere end andre og det betyder at der skal mere fangst til for at åbne maskerne. Det vurderes at masker af PE, der er det primære materiale i fiskeriet i dag, er så stive at fiskene ikke selv kan ændre formen på dem under deres forsøg på slippe igennem. Deres åbningsgrad er dermed alene bestemt af fangstmængden som jo øges i løbet af slæbet. I starten af slæbet er maskerne meget ensartede hele vejen ned gennem fangstposen. Men efterhånden som fangsten bygges op vil posen udspiles og maskerne umiddelbart foran fangsten åbnes (Se fig. 4.1.1.1). Længere fremme trækkes maskerne sammen af det øgede træk i posen, så de stort set lukkes.

Designguides: Baseret på fisks og jomfruhummeres morfologi har vi simuleret selektionen i forskellige masketyper og -størrelser og samlet informationerne i såkaldte designguides (Fig. 4.1.1.2). Hver kurve viser én bestemt størrelse af fisk og på de viste designguides har vi markeret det gældende Skagerrak-mindstemål med rød. Hvis man på den vandrette akse finder en maskestørrelse på for eksempel 100 mm, så kan man på den lodrette akse se at en sådan maske skal være ca. 45 grader åben for at en torsk på mindstemålet kan slippe ud, mens den største rødspætte der kan slippe gennem en 100 mm maske måler 22 cm – uanset hvor åben masken er. Ved at se på mønstret af kurverne kan man se at for rundfiskene (torsk og kuller) ligger kurverne for de største fisk i øverste højre hjørne – altså der hvor maskerne er store og så åbne at de næsten er kvadratiske. For fladfisk er mønstret et andet; her ligger kurverne for de største fisk yderst til højre (store masker), men midt på den lodrette akse (halvlukkede masker). Endelig ses det at selv meget store jomfruhummere kan slippe gennem relativt små masker hvis de får mulighed for at slippe gennem masken med halen (eller kløerne) først. Vender de derimod siden til masken (der er ikke vist designguides for dette) er billedet et helt andet og det er en af årsagerne til at selektionen for denne art er meget kompliceret og selektionskurven meget flad.

Fiskeriet reguleres i noget omfang ved hjælp af regler omkring maskestørrelser hvilket vil sige at man bevæger sig langs x-aksen i figur 4.1.1.2. Det er værd at bemærke at selv en betydelig ændring i maskestørrelse vil resultere i en begrænset effekt i selektionen hvis maskerne ikke åbnes. Da maskeåbningen i fangstposen afgøres af mængden af fangst, betyder det at alle slæb, der jo starter med 0-fangst vil følge figurens y-akse. Denne ændring i fangstposens selektion i løbet af slæbet er således medvirkende til de relativt høje SR værdier der typisk observeres i trawlfiskeriet.

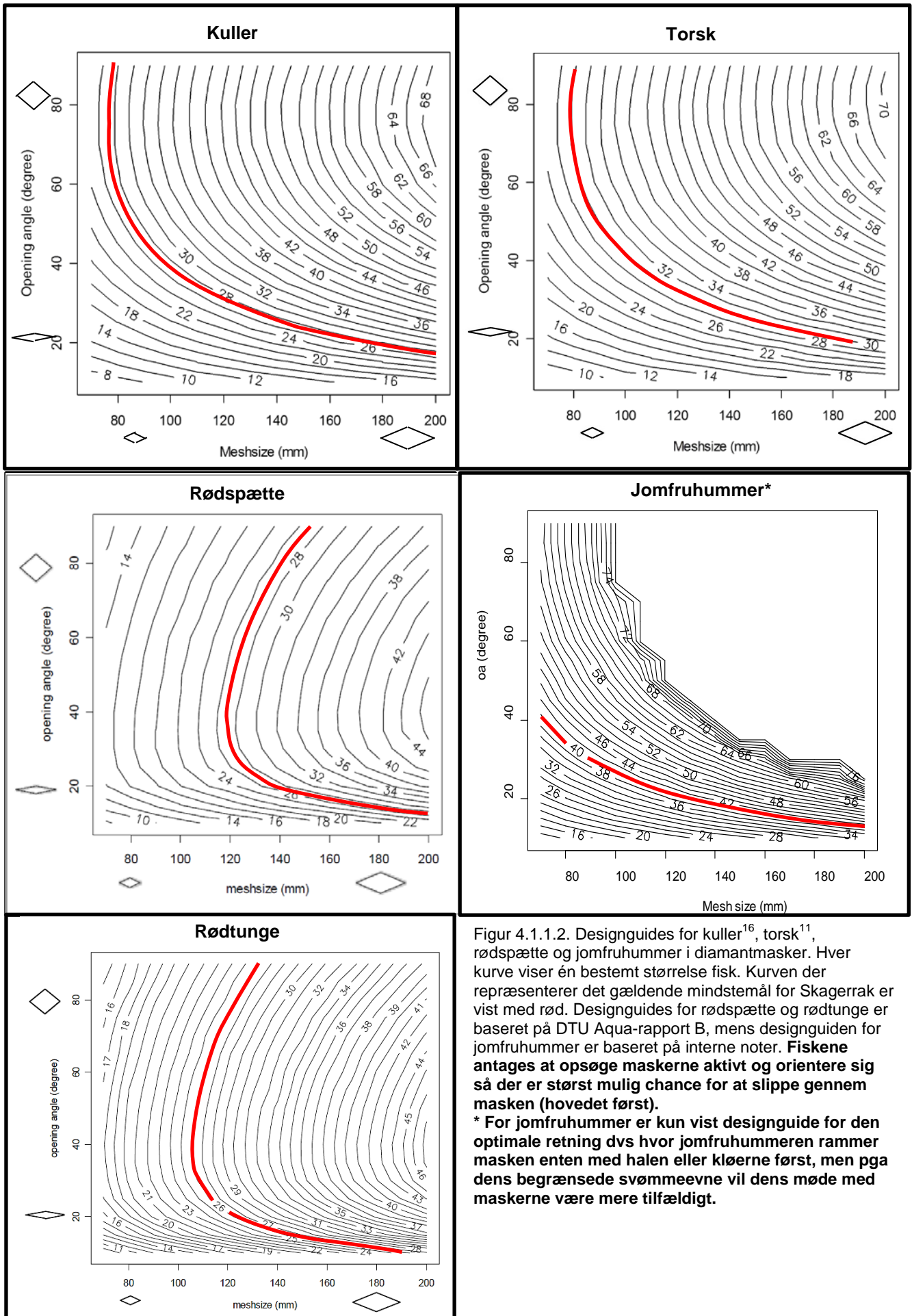
Diamantmasker kan sortere følgende arter ud af fangsten

Diamantmaskerne passer godt til fladfisk og det betyder at relativt store fladfisk kan slippe gennem forholdsvis små masker. Rundfisk passer ikke så godt til denne maskeform og derfor kan selv små individer tilbageholdes af relativt store masker.

Fordele og ulemper ved brug af diamantmasker

- + Diamantmasker er nemme at reparere og relativt billige i indkøb.
- Den store forskel i maskegeometrien under fangstopbygningen gør selektionen, specielt for rundfisk, uskarp. Således kan store masker tilbageholde små fisk og små masker kan tillade store fisk at svømme ud.

Selektion i diamantmasker indgår i følgende DTU Aqua-rapporter: B, C, E, G og H (se afsnit 7).



Figur 4.1.1.2. Designguides for kuller¹⁶, torsk¹¹, rødspætte og jomfruhummer i diamantmasker. Hver kurve viser én bestemt størrelse fisk. Kurven der repræsenterer det gældende mindstemål for Skagerrak er vist med rød. Designguides for rødspætte og rødtunge er baseret på DTU Aqua-rapport B, mens designguiden for jomfruhummer er baseret på interne noter. **Fiskene antages at opsøge maskerne aktivt og orientere sig så der er størst mulig chance for at slippe gennem masken (hovedet først).** * For jomfruhummer er kun vist designguide for den optimale retning dvs hvor jomfruhummeren rammer masken enten med halen eller klørerne først, men pga dens begrænsede svømmeevne vil dens møde med maskerne være mere tilfældigt.

4.1.2 Fangstposer i kvadratmasker

Kvadratmasker bruges i hele eller dele af fangstposen. Denne type masker er kendetegnet ved at trækkes alene ligger i de langsgående stolper mens de tværgående stolperne er slæk. Til forskel fra diamantmasker, er kvadratmaskerne mere formstabile både ned gennem redskabet og i løbet af fangstopbygningen.



Foto: SEAFISH.com

Selektive egenskaber for kvadratmasker

Selektionen i kvadratmasker afhænger af maskestørrelsen samt monteringen, der afgør maskernes åbningsgrad. I lovgivningen omkring brug af vinduer lavet af kvadratmasker er sammenføjjningen mellem redskabets diamantmasker og vinduets kvadratmasker derfor specificeret (se fx afsnit 4.2.1). Som det ses af designguides'ene for kvadratmasker (Fig. 4.1.2.1) ligger kurverne for de største rundfisk i øverste højre hjørne (= store kvadratiske masker) mens det for fladfisk er mere optimalt hvis maskerne er mere rektangulære. Forskellen mellem arterne er tydelig hvis man finder den største fisk der kan slippe gennem en bestemt maske. For en 120 mm kvadratisk maske vil man fx se at den største torsk eller kuller der kan slippe gennem denne maske er på 42 cm mens den maksimale størrelse for en rødspætte er 24 cm – og dette er kun muligt hvis masken er meget rektangulær (ca. 2x10 cm). De kvadratiske masker passer også godt til jomfruhummer og allerede ved en maskestørrelse på 100 mm vil selv den største jomfruhummer kunne slippe ud.

Kvadratmasker kan sortere følgende arter ud af fangsten

Kvadratmasker passer godt til alle arter af rundfisk hvorimod selektionen af fladfisk er begrænset.

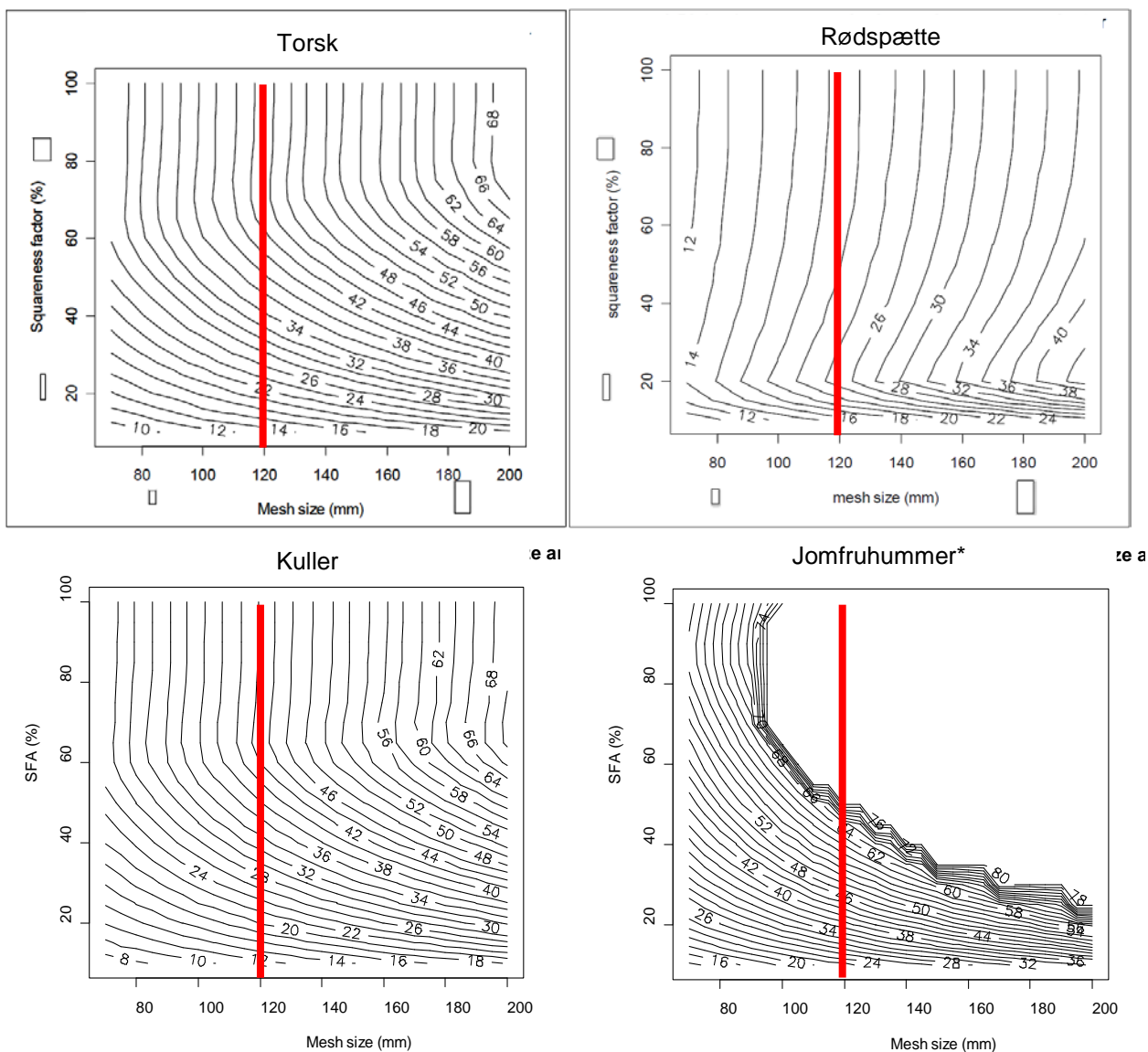


Fig. 4.1.2.1. Designguides der viser L_{50} i forskellige kvadratmasker for torsk¹¹, kuller¹⁶, rødspætte og jomfruhummer. Hvis kvadratmaskerne er kvadratiske er Squareness factoren (SFA) = 100 mens masker der er meget rektangulære har en mindre SFA. Gældende mindstemål er markeret med rød. Figuren er baseret på tal fra rapporten FishSelect og interne noter.

* For jomfruhummer repræsenterer designguiden for den optimale retning dvs hvor jomfruhummeren rammer masken enten med halen eller klørerne først, men pga dens begrænsede svømmeevne vil dens møde med maskerne være mere tilfældigt.

Fordele og ulemper ved brug af kvadratmasker

- + Kvadratmasker er formstabile hvilket giver mulighed for at en ensartet selektion af rundfisk.
- Hvis der anvendes knudeløst net er det relativt svært at reparere kvadratmaskerne. Samtidig er netstykket ofte dyrere end diamantmasker.

Selektion i kvadratmasker indgår i følgende DTU Aqua-rapporter: B og E (se afsnit 7).

4.1.3 T90

T90-masker er de masker der opstår når en almindelig diamantmaske drejes 90°. Ligesom i normale diamantmasker fordeler trækkes sig i alle stolper, men ved at dreje nettet kommer knuderne til at ligge på tværs af længderetningen og dette forhindrer maskerne i at lukke helt sammen (Fig. 4.1.3.1). Hvis fangstposen skal have den samme diameter under fiskeri som en tilsvarende diamantpose, skal antallet af T90-masker i fangstposens omkreds reduceres.

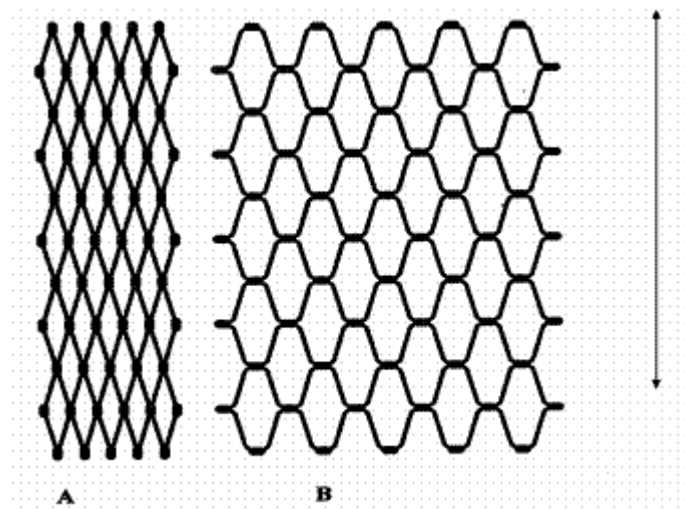


Fig. 4.1.3.1. Diamantmasker trukket i normal retning (A) og i T90 retning (B).

Selektive egenskaber for T90

Selektionen i T90-masker afhænger af maskestørrelse, materiale, trådtykkelse, knudetypen (enkelt eller dobbelt) og antal tråde (se figur 4.1.1). Ved brug af net af UHMWPE bliver tråden så tynd og knuden tilsvarende lille at T90-effekten helt udebliver²¹.

T90 kan sortere følgende arter ud af fangsten

Sammenlignet med en diamantmaske af samme størrelse og materiale (bortset fra UHMWPE) er T90 bedre til at sortere rundfisk som **torsk**, **kuller** og **hvilling** ud af fangsten mens fladfisk som fx rødspætte i højere grad tilbageholdes.

Fordele og ulemper ved brug af T90

- + T90-masker er gode til at sortere små rundfisk ud af fangsten
- + Anskaffelsesværdien er i størrelsesordenen med den for diamantmasker – dog lidt højere da T90-maskerne er mere tidskrævende at sømme
- + Vedligehold svarer til fangstpose af diamantmasker
- Knuden i T90 masker er vigtig for hvordan masken åbnes under fiskeri. Hvorvidt knudeformen og dermed maskeåbningen er stabil over tid for T90 masker er uvist.

Selektion i T90-masker indgår i følgende DTU Aqua-rapporter: C og E (se afsnit 7).

4.2 Selektionsvinduer

Selektionsvinduer anvendes i et betydeligt omfang både nationalt og internationalt i forskellige fiskerier. Selektionsvinduer er paneler eller netstykker der indsættes i et trawl for at opnå en bedre størrelses- eller artsselektion i redskabet. Selektionsvinduer er typisk mindre netstykker med en væsentligt større eller mere åben masketype end det der er gældende i den resterende del af redskabet (Fig 4.2.1). Til selektionsvinduet anvendes ofte kvadratmasker da denne maskeform muliggør en bedre selektion af rundfisk end traditionelle diamantmasker. En anden fordel med kvadratmaskevinduer er at der under fiskeri kun er træk i de langsgående stopler i maskerne hvilket bedre sikrer at den tiltænkte maskeåbning bevares under fiskeri end hvis der anvendes fx diamantmasker. I diamantmasker er der træk i alle maskes fire stopler hvilket bevirker at maskerne lettere lukkes sammen. Der anvendes dog flere typer selektionsvinduer der er fremstillet i diamantmasker, fx i Kattegat og Skagerrak. Diamantmaskevinduer er billigere end de vævede kvadratmaskevinduer og de er enklere at reparere. Ved anvendelse af diamantmasker skal der dog oftest anvendes en noget større maskestørrelse end ved anvendelse af kvadratmasker for at sikre en tilsvarende selektion som i kvadratmaskerne.

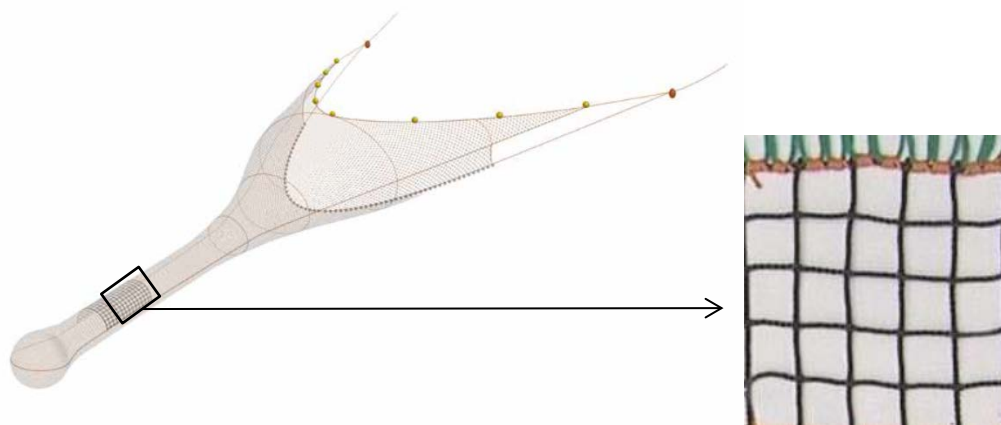


Fig. 4.2.1 Eksempel på kvadratmaskevindue placeret i redskabets forlængerstykke. Her er vist et udsnit af et kvadratmaske selektionsvindue der er specielt godt egnet til selektion af rundfisk der typisk har et rundt eller elliptisk tværsnit. Trawltegningen er gengivet med tilladelse fra SEAFISH.

Hensigten med et selektionsvindue er på en enkel måde at muliggøre en selektion for nogle arter eller størrelser der ikke er mulig i det eksisterende redskab. Selektionsvinduer placeres typisk i redskabets øvre del da flere adfærdsstudier har vist at rundfisk generelt forsøger at undslippe i dette område. Selektionsvinduer med en sådan placering vil dermed resultere i størst kontakt i mellem fisk og panel. Rundfisks flugttadfærd i kombination med fx jomfruhummere, der triller langs redskabets underside bevirker at selektionsvinduer kan være en effektiv metode til at forbedre størrelses- og artsselektion i blandet-artsfiskeriet.

Konstruktion og montering

Maskeåbningen i selektionsvinduet og den form maskerne vil antage under fiskeri, påvirkes af hvordan vinduet monteres ind i redskabet samt de anvendte materialers egenskaber. Formålet med at indsætte et selektionsvindue er at muliggøre en specifik selektion, der blandt andet vil kræve en specifik maskestørrelse og maskeåbning. Det er derfor vigtigt at opretholde den tilsigtede maskeåbning ved at tage hensyn til hvordan vinduet monteres ind i redskabet og specielt hvordan vinduets og redskabets masker samles. Der findes flere gode beskrivelser af hvad man skal være

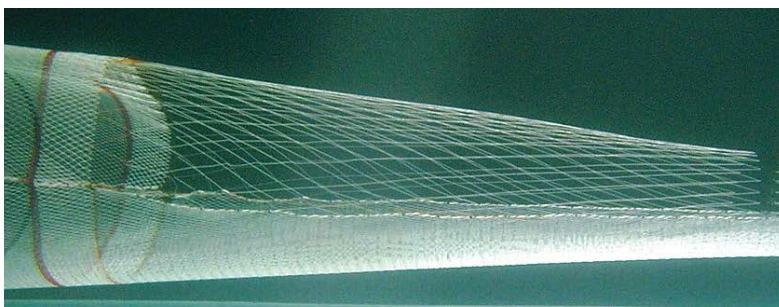
opmærksom på ved montering af selektionsvinduer samt hvordan selektionsvinduer skal monteres ind i trawlredskaber, fx. SEAFISH rapporten ”Guidelines on the rigging of square mesh panels”, fra 2001 af Ken Arkley (http://www.seafish.org/media/publications/guideline_rigging_square_mesh.pdf).

4.2.1 Selektionsvinduer i forlængerstykket og fangstposen

Selektionsvinduer kan i teorien placeres overalt i et trawl. Både nationale og internationale forsøg har dog tydeligt vist at placeringen af selektionsvinduet, er afgørende for deres selektive effekt. Selektionsvinduer placeres typisk i redskabets bagerste del og flere studier har vist at der opnås en bedre selektion jo længere tilbage mod bindestroppen vinduet placeres. Studier fra udlandet har vist at selektionsvinduer placeret langt fremme i redskabet ingen målbar effekt har. Dette er årsagen til at det i lovgivningen tydeligt er specificeret hvor i redskabet implementerede selektionsvinduer skal være placeret. I tillæg til placeringen i redskabet er vinduets maskestørrelse og maskeåbning afgørende for hvilke størrelser af fisk der potentielt kan undslippe igennem vinduet. Størrelsen af vinduet forventes derimod at have mindre betydning når blot det overlapper med det område hvor fiskene er stimuleret til at opsøge maskerne. Dette kan f.eks. være lige foran fangstopbygningen, ved snævre passager i den bagerste del af redskabet eller i forbindelse med anordninger der fremprovokerer panikreaktion.

4.2.2 Selektionsvinduer i trawlets kegleformede del

Vinduer, der monteres længere fremme i trawlet, er mindre effektive end dem der placeres bagerst. For at opnå effekt af et panel, der er placeret i en del af trawlet hvor fisken ikke føler sig trængt på pladsen, skal selektionsvinduet være meget stort (se figur 4.2.2). Disse vinduer anvender typisk væsentligt større masker (f.eks. 400-800 mm) end det der anvendes i selektionsvinduer placeret længere tilbage i redskabet. Sådanne stormaskede selektionsvinduer anvendes typisk til at sortere nogle uønskede arter ud af redskabet ved at udnytte at nogle arter søger mere op end andre under fangstprocessen. Under forsøg udført af DTU Aqua hvor der blev anvendt et 13 meter langt stormasket vindue med 800mm masker gik vinduet helt tilbage til forlængerstykket. Vinduet var effektivt til at selektive kuller og sej ud og mindre effektivt for torsk og fladfisk (rødtunger og skærisinger).

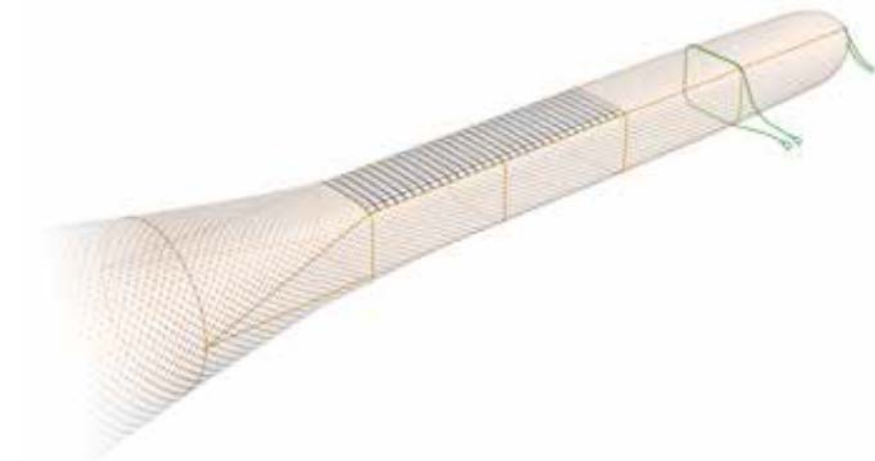


Figur 4.2.2. Eksempel fra prøvetanken (skala 1:7) på et på et stormasket diamant maske vindue indsat i det sidste skårede stykke foran fangstposen.

4.2.3 SELTRA

Et SELTRA-vindue er et almindeligt selektionsvindue der er indsat i en fangstposesektion, der er fremstillet af fire lige store paneler, fx 25 masker i hver. Dette er til forskel fra de to paneler som typisk anvendes i fremstilling af forlængerstykker og fangstposer i trawl. Hensigten med at fremstille en firepanels fangstpose med et selektionsvindue i toppen (Fig. 4.2.3.1.), er at sikre at fangsten af fx jomfruhummere ikke kommer i kontakt med vinduets store masker. I et SELTRA-vindue kan der derfor anvendes en større maske i selve vinduet, uden at der mistes fx jomfruhummer. Da SELTRA-vinduet alene er monteret i kvadratposens top, betyder det at selve selektionsvinduet er begrænset til en fjerdedel af sektionens masker. Til sammenligning vil vinduet i en normal fangstpose typisk dække halvdelen af sektionens areal. Som beskrevet tidligere er det dog ikke nødvendigvis størrelsen af selektionsvinduet der afgør dets effektivitet men derimod i hvilket omfang de arter og størrelser man ønsker at undgå, kommer i kontakt med selektionsvinduet. Kun ved kontakt er der mulighed for selektion.

SELTRA-vinduet er udviklet til jomfruhummerfiskeriet i Kattegat og Skagerrak og har vist at det kan være effektivt til at reducere fangsten af fisk generelt i fiskeriet efter jomfruhummere. Nyere forsøg har dog vist at højden i den firkantede fangstpose, dvs. afstanden mellem selektionsvinduet og bunden af fangstposen, er afgørende for SELTRA-fangstposens selektive evne. Hvis afstanden er lille er chancen for kontakt med vinduets masker stor og vinduets selektion af rundfisk, herunder torsk, vil derfor være høj. Denne selektion vil signifikant reduceres når højden i sektionen øges fra fx 25 cm til 50 cm. Højden i vindue-sektionen afgøres af hvordan panel sektionen er konstrueret samt specielt hvordan sektionen monteres til selve trawlet.



Figur 4.2.3.1. Skematisk fremstilling af en SELTRA fangstpose. Bemærk at fangstposen er opbygget i 4 lige paneler hvor selektionsvinduet er placeret i sektionens øvre side. Denne 4-panel fangstpose kan monteres både med og uden kiler til redskabets 2-panel design. På figuren er markeret en kort kile i denne overgang. Figuren er gengivet med tilladelse fra SEAFISH.

SELTRA-fangstposen kan sortere følgende arter ud af fangsten

SELTRA-fangstposen er udviklet til fiskeriet efter jomfruhummer med henblik på effektivt at kunne sortere fisk ud af redskabet uden tab af jomfruhummere. Forsøg med SELTRA-fangstposer viser at

vinduerne kan være effektive til at reducere utilsigtet fangst af rundfisk som **kuller, torsk, sej** samt i mindre grad fladfisk som fx **rødspætter**. SELTRA-vinduets selektive effekt er dog, ligesom for de andre vinduer, sensitivt overfor sektionens geometri.

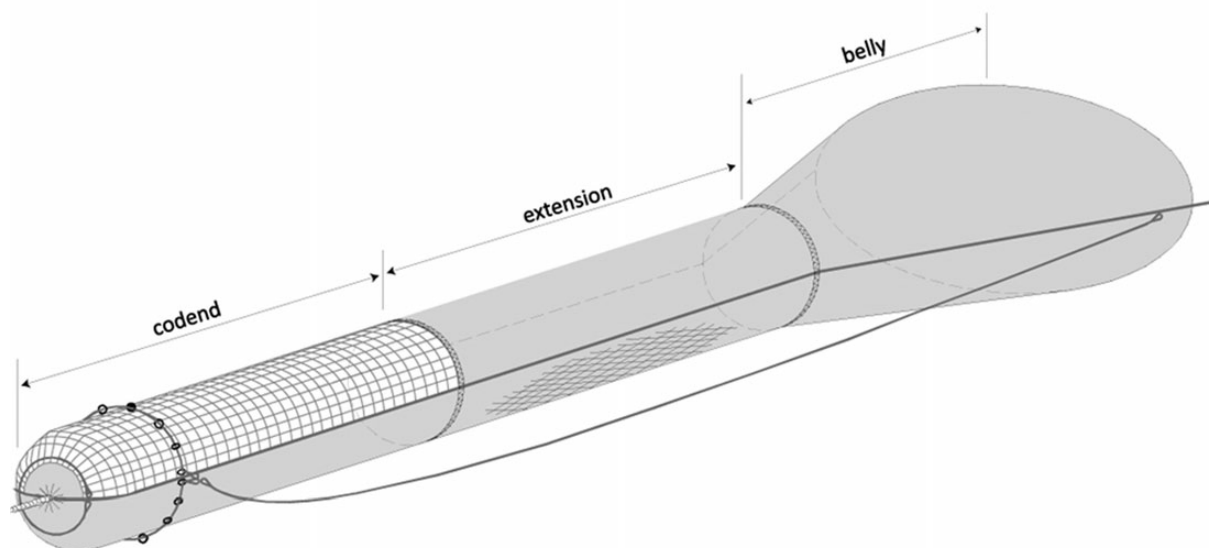
Fordele og ulemper ved brug af SELTRA

Det er DTU Aquas erfaring at man oftere skal efterse SELTRA-vinduerne end de almindelige selektionsvinduer i 2-panel designs. Dette skyldes at der er flere fire sømme der kan skride og påvirke designets geometri. Det er afgørende at den tilsigtede geometri opretholdes da fangsten af jomfruhummere ellers vil mistes igennem vinduets store masker.

Selektion i SELTRA-fangstposen indgår i følgende DTU Aqua-rapporter: C, E, F, G og J (se afsnit 7).

4.2.4 BACOMA

BACOMA-vinduet blev udviklet specifikt med henblik på at forbedre størrelsesselektion i torskefiskeriet i Østersøen. I en BACOMA-fangstpose er der placeret et kvadratmasket selektionsvindue der går næsten helt ned til bindestroppen. Vinduet udgør hele fangstposens øverste halvdel og skal have en minimumslængde på 5,5 m. Maskestørrelsen i BACOMA-vinduet skal være mindst 110 mm mens maskestørrelsen i den resterende del af redskabet består af 105 mm diamantmasker. BACOMA-vinduet er et almindeligt selektionspanel, der dog har en anden placering og størrelse end de vinduer der fx anvendes i fiskeriet efter jomfruhummer.



Figur 4.2.4. Skematisk tegning af en BACOMA-fangstpose. Tegningen stammer fra Herrmann B, Wienbeck H, Karlsen JD, Stepputtis D, Dahm E, Moderhak V (2015) Understanding the release efficiency of Atlantic cod (*Gadus morhua*) from trawls with a square mesh panel: effects of panel area, panel position, and stimulation of escape response. ICES J Mar Sci 72:686-696²²

Selektive egenskaber for BACOMA

BACOMA-fangstposen muliggør en god selektion af rundfisk. Dette skyldes primært at vinduet er placeret helt tilbage i fangstposen hvor en meget stor del af fangsten vil komme i kontakt med vinduet. En sådan vindue-placering er mulig i dette fiskeri, fordi der ikke indgår jomfruhummer i fangsten. Hvis denne art udgør en vigtig komponent, vil dette selektionsvindue resultere i et økonomisk tab da jomfruhummerne mistes igennem kvadratmaskerne, der overlapper med fangstopbygningen. Da størrelsen af diamantmaskerne i BACOMA-fangstposen ikke er afstemt efter de gældende mindstemål for fladfisk i Østersøen, kan der være discardproblemer i områder med større indblanding af specielt skrubber, rødspætter eller isinger

BACOMA kan sortere følgende arter ud af fangsten

BACOMA-vinduet er udviklet med henblik på at forbedre størrelsesselektionen af **torsk** i Østersøen.

Fordele og ulemper ved brug af BACOMA

BACOMA-vinduets klare fordel, i forhold til mange andre selektionsvinduer er, at vinduet er placeret helt tilbage i fangstposen. Dette giver en høj kontakt imellem fisk og vindue hvilket igen resulterer i en god størrelses selektion. En selektiv ulempe ved en BACOMA-fangstposen er at den ikke forbedrer selektionen for fladfisk hvilket kan give større udfordringer i forhold til discard forbuddet.

Selektion i BACOMA-fangstposen indgår i DTU Aqua-rapport C (se afsnit 7).

4.2.5 Andre selektionsvinduer

Under udviklingen eller tilpasningen af forskellige selektionsvinduer til specifikke fiskerier, afprøves der ofte flere forskellige vindue konstruktioner og –placeringer, for at vurdere de potentielle vinduers selektive effekt samt utilsigtede fangsttab.

Nogle af disse forsøg har også undersøgt hvorvidt selektionsvinduers selektive evne kan forbedres ved at fjerne trækkræfterne i selve selektionsvinduet således at fisken lettere kan deformere maskeformen ved forsøg på at slippe ud. Et eksempel på sådanne selektionsvinduer er EXIT-vinduer der er placeret i fangstposens sider. Der er ligeledes eksperimenteret med forskellige materialetyper og monteringer af selektionsvinduerne samt forskellige farver på vinduerne. Hensigten med at anvende forskellige farver har været at undersøge hvorvidt en illusion om en større åbning kunne lede til en forbedret kontakt med vinduet. Disse forsøg har ikke kunne påvise en effekt af farve.

Generelt har BACOMA-fangstposer, SELTRA-fangstposer og lignende designs, alle til hensigt at tilbyde en selektionsmulighed som ellers ikke findes i det pågældende redskab. De selektive principper er ens, men de forskellige vinduer varierer i maskestørrelse, masketype, panelstørrelse, materialevalg og placering i redskabet.

Selektion i andre selektionsvinduer, særligt 120mm kvadratmasker, indgår i følgende DTU Aqua-rapporter: G og H (se afsnit 7).

4.2.6 Vinduer i bunden af fangstposen

I dansk fiskeri har der primært været fokus på at sortere små rundfisk som torsk og kuller ud af fangsten mens størrelsessortering af bundlevende arter som jomfruhummer har fået mindre opmærksomhed. Som beskrevet i afsnit 3.8. transporteres jomfruhummer ned gennem redskabet meget tæt på bundpanelet - undervandsoptagelser har tilmed vist at de til dels triller over bundpanelet. Det betyder at der er god kontakt med disse masker og det kan udnyttes til at sortere nogle af undermålsommerne ud af fangstposen. DTU Aqua har lavet forsøg med at udskifte det nederste af 4 diamantmaskevinduer med 70mm kvadratmasker i de bagerste 5 meter af fangstposen (Figur 4.2.6.1.)²³.



Figur 4.2.6.1. Billede fra prøvetanken i Hirtshals hvor fangstposen med et kvadratmaskepanel i bunden bliver testet.

Selektive egenskaber for vinduer i bunden af fangstposen

Forsøget bekræftede at jomfruhummer forlader fangstposen gennem maskerne i det nederste panel hvilket resulterede i at der var 37 % færre jomfruhummer under mindstemålet i fangsten. Til gengæld var der også et tab af den landbare fangst af jomfruhummer på 21 %. Hvis der ønskes en bedre størrelsesselektion af jomfruhummer er det derfor nødvendigt at finjustere maskestørrelsen samt sikre en endnu bedre kontakt med vinduet.

Vinder i bunden af fangstposen kan sortere følgende arter ud af fangsten

Vinduer i bunden af redskabet kan bruges til at sortere de fleste bunddyr ud af fangsten. Jomfruhummer er i tillæg til rejer de eneste krebsdyr som der er et målrettet dansk trawlfiskeri efter og vores forsøg viser, at en øget bortsortering af små jomfruhummere gennem netmasker medfører tab af målshummer.

Fordele og ulemper ved brug af vinduer i bunden af fangstposen

- + Som med andre netpaneler er der ingen håndteringsproblemer
- Størrelsesselektionen af jomfruhummer igennem netmasker er uskarp

Selektion i vinduer i bunden af fangstposen indgår i DTU Aqua-rapport E (se afsnit 7).

4.2.7 Panelselektion med aktiv stimulering

Som beskrevet herover afgøres selektionsvinduers selektive egenskaber af en mekanisk del der udover artens form, defineres af vinduets fysiske udformning (maske størrelse, maskeform mm.) samt af fiskenes adfærd. Adfærden afgør i hvilket omfang fisk kommer i kontakt med vinduet. Da en fisk, der ikke kommer i kontakt med vinduet ikke vil undslippe gennem vinduet, er det selvfølgelig interessant at undersøge i hvilket omfang vi kan påvirke denne kontakt. Kan vi stimulere fisks adfærd således at flere individer kommer i kontakt med vores panel?

Flere undersøgelser har vist at fisk der svømmer i et trawl, specielt i den forreste del, under fiskeri orienterer sig i forhold til det omgivende net og kun i lille grad forsøger at undslippe gennem redskabets masker. Fisk forsøger først aktivt at undslippe længere tilbage i redskabet hvor det er væsentligt mere snævert og specielt lige foran fangsten i selve posen. I denne bagerste del af redskabet, foran fangstopbygningen ser det ud til at der opstår panik hvilket bevirker en god maskekontakt. Et centralt spørgsmål vedrørende paneleffektivitet er hvordan vi sørger for at flest muligt individer kommer i kontakt med panelet. DTU Aqua har lavet et forsøg der viser, at simpel stimulering ved hjælp af et arrangement af kugler i forbindelse med selektionspanelet signifikant forbedrede selektionspanelets effektivitet. Systemet af kugler blokerede åbningen i redskabet lige bag panelet og kuglernes bevægelse gjorde at det var vanskeligt for fiskene at passere uden at komme i kontakt med kuglerne. Dette skabte en paniksituation for flere arter, hvorved der blev opnået en signifikant forbedring i panel-kontakten. Forsøget viser at det er muligt at optimere selektionsvinduers selektive egenskaber ved at stimulere fisk adfærd. Denne type adfærdsstimulering kan gøre et selektionsvindue placeret fremme i fangstposen i god afstand til fangstopbygningen ligeså effektivt som eksempelvis et Bacoma-panel²².



Figur 4.2.7.1. Billede af flydetov ved en slæbehastighed på 3 knob. Billedet er taget fra den forreste del af en BACOMA-fangstpose og peger bagud¹⁹.

Effekt af aktiv stimulering indgår i DTU Aqua-rapport C (se afsnit 7).

4.3 Riste

Riste udnytter morfologiske størrelsesforskelle mellem ønskede og uønskede individer. Ristens montering bestemmer om det er de små eller de store individer, der skal tilbageholdes. I denne rapport fokuserer vi på de riste som blokerer indgangen til fangstposen. Hensigten med disse riste er at kun de individer der er små nok til at passere risten, fx jomfruhummer og rejer, bliver fanget. Resten af fangsten slippes ud gennem et hul der er skåret i net-panelet lige foran risten.

Risten er mest effektiv i fiskerier hvor der er en betydelig størrelsesforskel mellem det man ønsker at fange og det man ønsker at undgå. I tilfældet med jomfruhummer og torsk er der et mindre overlap af størrelser. Selektionen i redskabet bliver derfor et kompromis mellem bifangst af torsk og tab af jomfruhummer.

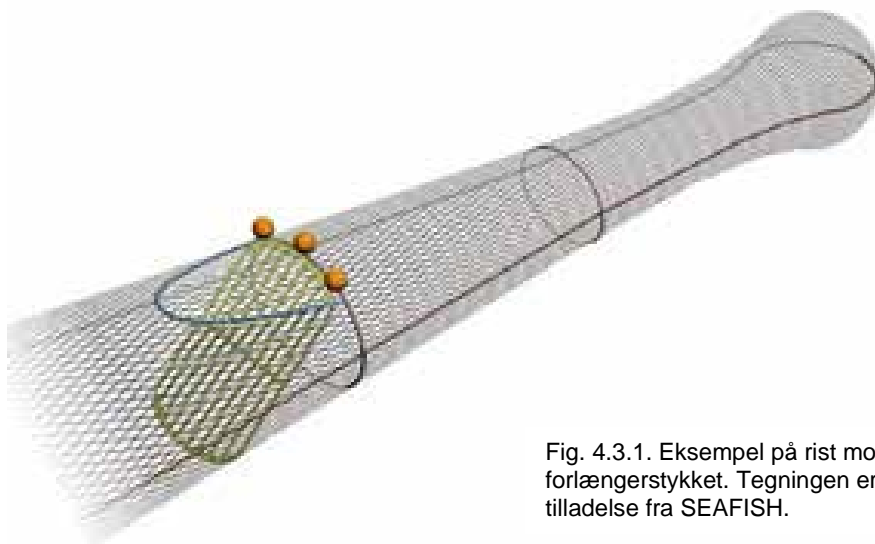
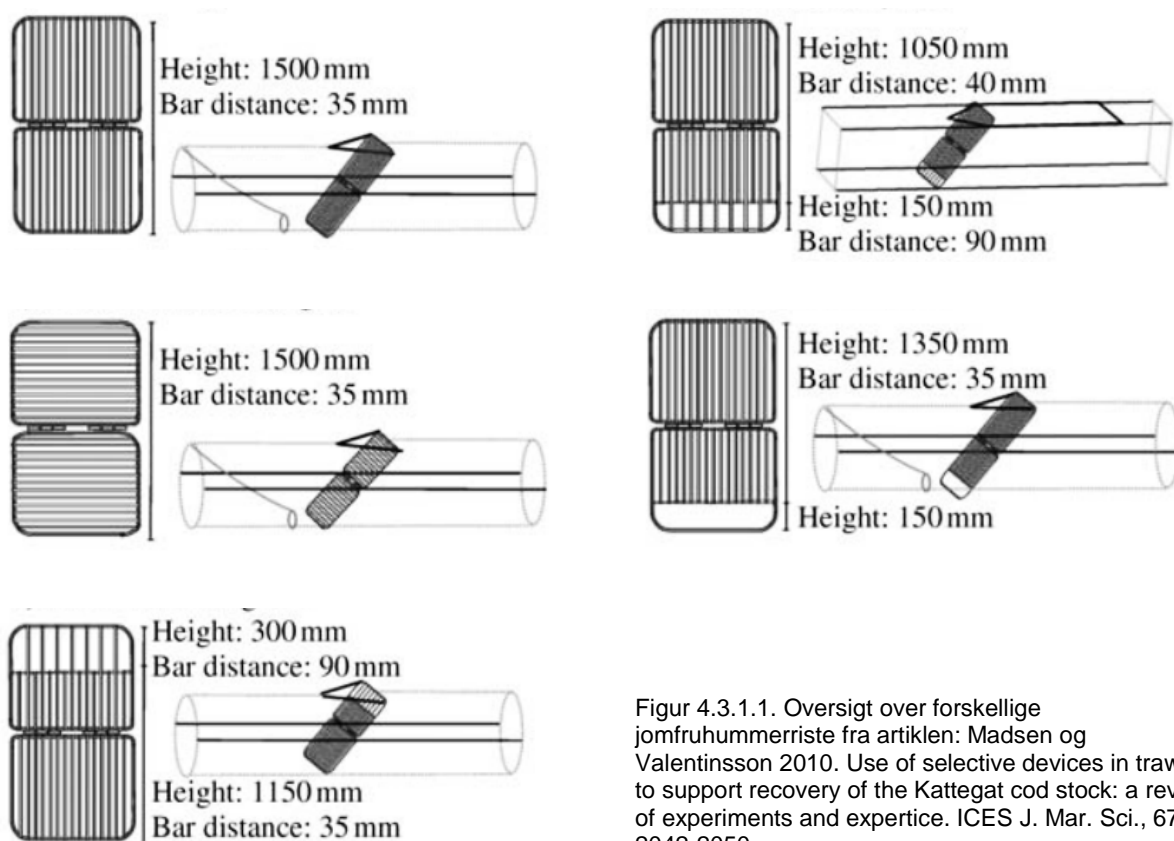


Fig. 4.3.1. Eksempel på rist monteret i forlængerstykket. Tegningen er gengivet med tilladelse fra SEAFISH.

4.3.1 Svensk rist / Nordmøre rist

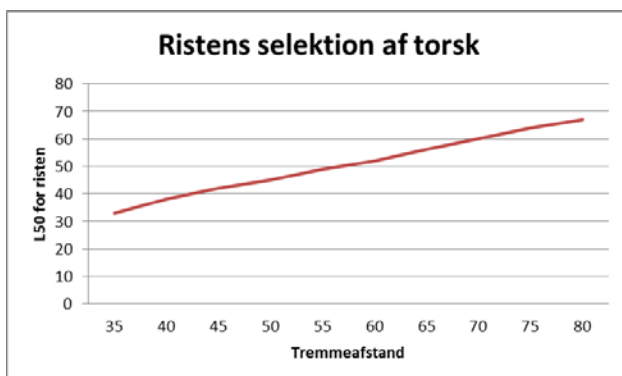
Nordmøre-risten blev udviklet i 1989 til det norske reje-fiskeri hvor den stadig anvendes. Konceptet er blevet tilpasset en række andre fiskerier blandt andet det svenske jomfruummerfiskeri^{24,25}. Den svenske rist er en firkantet stålrister der er monteret i trawls forlængerstykke således at den har en bagudrettet hældning på 45-50 grader. I netstykket over risten er skåret et stolperet hul hvor de individer der ikke kan passere risten ledes ud. Den svenske rist har en tremmeafstand på 35 mm og for at mindske tabet af jomfruummer er redskabet forsynet med en ledetragt der driver fangsten mod bunden af risten. Dette sikrer at kontakten med risten øges og dermed at sandsynligheden for at målarten passerer risten og ender i fangstposen også bliver større. I den gældende lovgivning skal den svenske rist kombineres med en fangstpose af 70 mm kvadratmasker. Risten kan hængsles et eller flere steder så den er lettere at køre på tromlen. Der er gennem de seneste år udviklet og testet mange versioner af jomfruummerristen (Fig. 4.3.1.1). Formålene har dels været at øge fangsterne af jomfruummer og dels at undersøge muligheden for at tilbageholde anden værdifuld fangst af fx rødspætter.



Figur 4.3.1.1. Oversigt over forskellige jomfruummerriste fra artiklen: Madsen og Valentinsson 2010. Use of selective devices in trawls to support recovery of the Kattegat cod stock: a review of experiments and expertise. ICES J. Mar. Sci., 67: 2042-2050

Selektive egenskaber for riste

Redskabets selektion er en kombination af hhv. ristens og fangstposens selektive egenskaber. I dette afsnit koncentrerer vi os om risten og der henvises til afsnit 4.1 for uddybning af maskeselektionen i fangstposen. Ristens tremmeafstand er afgørende for den maksimale størrelse af individer der kan ende i fangsten. Baseret på de design guides der er præsenteret i sektion 4, er det muligt at få en indikation af dette (se fx Figur 4.3.1.2 for torsk).



Figur 4.3.1.2. Beregnet L_{50} for torsk ved forskellig tremmeafstand alene baseret på fiskens morfologi.

Tremmeafstanden bestemmer størrelsen af fisk, der kan passere risten og ende op i fangsten men den er ikke en garanti for at små individer undslipper gennem udslipshullet foran risten. Der er altså en risiko for at små individer (fx jomfruhummer) mistes. En stor del af de testede ændringer har derfor haft til formål at lette adgangen til fangstposen for den ønskede fangst mens den uønskede fangst, typisk af torsk, stadig bliver blokeret^{26, 27, 28}. Udover at lave tremmeafstanden større i nogle sektioner kan passage gennem risten også øges ved at;

- Montere risten i en stejlere vinkel (hvilket øger risikoen for tilstopning)
 - Gøre risten længere
 - Tilføje ledepanel
 - Ændre udslipshullet udslipshullets udformning
- Forbedre vandgennemstrømningen over risten f. eks. at anvende tynde eller dråbeformede tremmer

Riste kan sortere følgende arter ud af fangsten

Risten sorterer effektivt arter ud der ikke kan passere igennem ristens tremmer. Dette vil typisk være rundfisk som **torsk**, **hvilling** og **kuller**. Desuden er der set reduktion i fangsterne af **rødspætte**.

Fordele og ulemper ved brug af rist

- + Ved brug af rist er det muligt at garantere at al fangst over en vis størrelse fjernes.
- Tab af målarter (observeret for jomfruhummer)
- Risiko for at risten stopper til af fx affald eller tang med stort fangsttab til følge
- Ikke anvendelig i et blandetarts-fiskeri grundet de store tab af fisk
- Håndtering af risten kan være problematisk i hårdt vejr. Problemet vurderes at være til at løse set i lyset af at risten i en længere årrække har været brugt kommercielt af fiskere i Sverige

Selektion i en modificeret svensk rist indgår i DTU Aqua-rapport E (se afsnit 7).

4.3.2 Skotsk rist / net-riste

I forbindelse med torskegenopretningsplanen har skotske jomfruhummerfiskere udviklet en serie forskellige net-riste. To af disse riste har under forsøg vist at de sorterer mere end 60 % af de skotske torsk ud af redskabet. Net-ristene er lavet af almindeligt net og ligesom stålrysten blokerer de indgangen til fangstposen. Maskerne i net-risten er imidlertid så store at de kun i ringe grad virker fysisk begrænsende og de udnytter i højere grad fiskenes adfærd til at få dem ud gennem udslipshullet. Ristene er udviklet i blandet-arts fiskeri og der er derfor et hul i bunden af risten specielt med henblik på at tilbageholde havtaske.

Flip Flap net-risten²⁹ er monteret bagerst i den skårede del af trawlet (Fig. 4.3.2.1). Risten er lavet af 200 mm kvadratmasker og monteres lodret med kun den øverste halvdel syet fast. Fra sidesømmen og ned hænger risten løst men er kantet med synkeline (1 kg / m). Risten er monteret i en lodret position. Tanken er at havtaske kan passere den nederste del af risten ved at skubbe nettet væk mens jomfruhummer skulle passere gennem maskerne i risten. I det redskab der er testet i Skotland er risten suppleret med et stort kvadratmaskevindue lige foran risten samt en øget maskevidde i den øverste del af vingen ift. normal praksis.

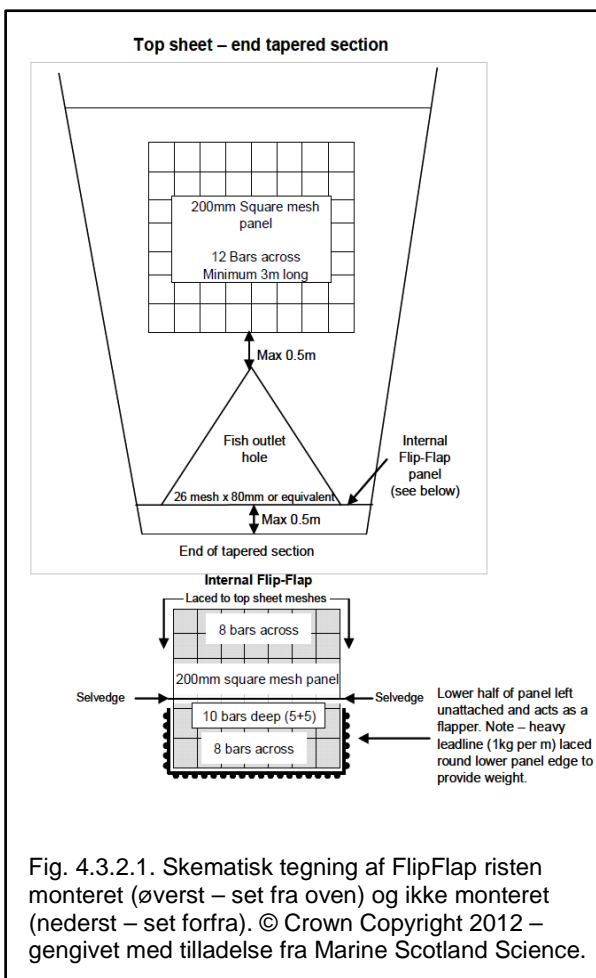
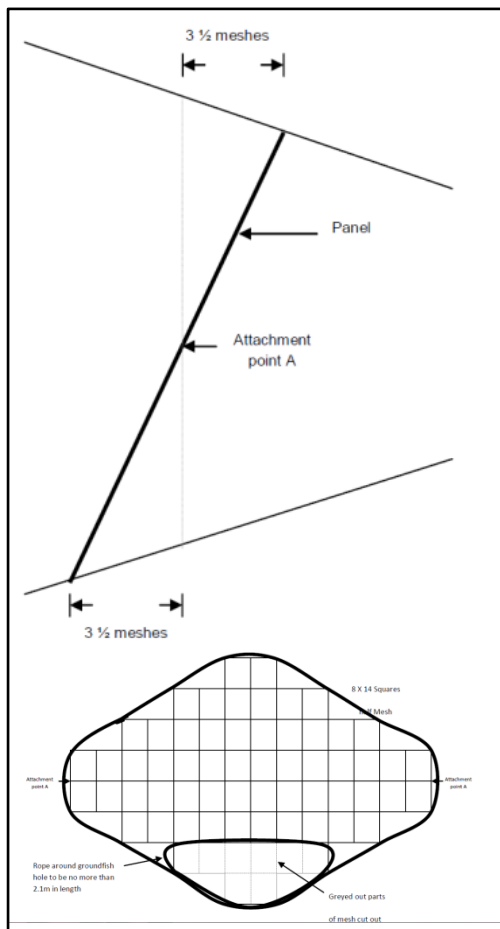


Fig. 4.3.2.1. Skematisk tegning af FlipFlap risten monteret (øverst - set fra oven) og ikke monteret (nederst - set forfra). © Crown Copyright 2012 - gengivet med tilladelse fra Marine Scotland Science.

FCAP net-risten³⁰ er monteret i den skårede del af trawlet hvor der er 200 åbne 80 mm masker (eller tilsvarende i omkreds) (se figur 4.3.2.2). Risten skråner bagud og er lavet af 300 mm kvadratmasker. Et hul i bunden af risten skulle tillade bunddyr og bundfisk som havtasker at passere risten.

Fig. 4.3.2.2. Skematisk tegning af FCAP risten monteret (øverst - set fra siden) og ikke monteret (nederst - set forfra). © Crown Copyright 2012 - gengivet med tilladelse fra Marine Scotland Science.

Selektive egenskaber for net-riste

Ristene er endnu ikke afprøvet i dansk fiskeri så det er usikkert hvordan de fungerer på danske fartøjer og i dansk farvand. De skotske erfaringer er at der ikke er et nævneværdigt tab af jomfruhummer. Til gengæld er der en reduktion i fangsterne af torsk, kuller og hvilling. For torsk var selektionen længdeafhængig således at de største torsk i højere grad blev fjernet fra fangsten end de mindre torsk.

Net-riste kan sortere følgende arter ud af fangsten

Net-ristene sorterede en stor del af rundfisk så som **torsk, hvilling og kuller** ud af fangsten under den skotske afprøvning.

Fordele og ulemper ved brug af net-riste

- + Ristene er nemme at håndtere og kan fint køres på tromlen.
- + Reduktionen i torskefangsten kan medvirke til at kvoten kan spredes ud over en længere periode.
- Til forskel fra den svenske rist er der ingen garanti for maksimumstørrelsen af torsk der kan fanges.
- Net-ristens montering kan være vanskeligere at tjekke og vedligeholde end stål-risten.
- Risiko for at risten stopper til af fx affald eller tang med stort fangsttab til følge.
- Store net-riste er vanskelige at kontrollere.

DTU Aqua har pt. ikke gennemført forsøg med net-riste.

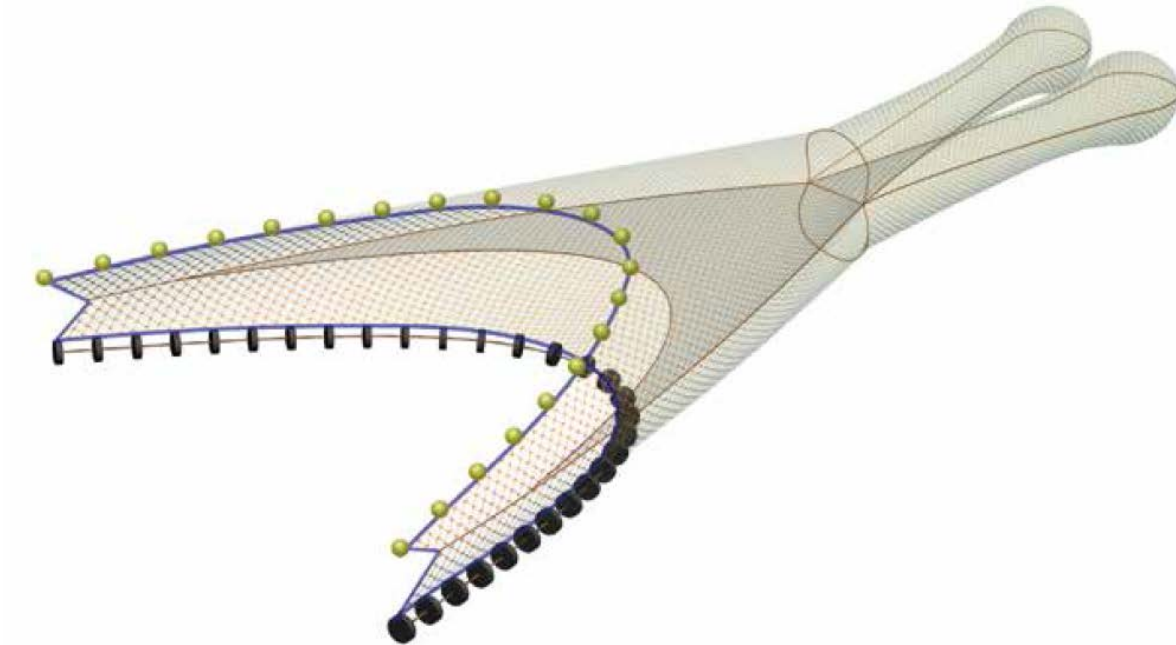
4.4 Horisontaldeling af redskabet

En horisontaldeling af trawlredskabet i jomfruhummerfiskeriet bruges til at opnå en forskellig selektion for hhv. fisk og jomfruhummer i det samme redskab. Dette gøres ved at dele fangsten i to poser hvor der er større masker i den øvre del sammenlignet med den nedre del^{12,1}. Hensigten er at reducere fangst af små fisk samtidig med at fangsten af jomfruhummere beholdes. I hvidfisk-fiskeriet har en horisontaldeling af redskabet været benyttet til at adskille de forskellige fiskearter og dermed optimere størrelsesselektionen i forhold til kvoten^{3,4}.

Horisontaldelingen kan gøres på forskellige måder, f.eks. kan hele redskabet horisontaldeles^{31,32,33, 36}, eller kun fangstposen^{1,34}. Uanset hvordan redskabet deles, er dets effektivitet afhængig af en succesfuld adskillelse af fisk og jomfruhummere, som igen er afhængig af at arterne reagerer forskelligt når de møder bundtrawlet og når de er inde i redskabet. Når der er lyst, svømmer fladfisk som rødspætte (*Pleuronectes platessa*), ising (*Limanda limanda*), og rødtunge (*Microstomus kitt*), samt torsk (*Gadus morhua*) og jomfruhummer (*Nephrops norvegicus*) ind i trawlet nær bunden^{12,33}. Kuller (*Melanogrammus aeglefinus*), derimod, løfter sig fra bunden når den bliver træt og falder bagover ind i nettet et stykke (5m) over bunden¹². Hvilling (*Merlangius merlangus*) og mørksej (*Pollachius virens*) holder sig lidt over bunden (1-2 m) når de svømmer ind i trawlet¹².

Når hele redskabet horisontaldeles, fanges størstedelen af kuller, hvilling og mørksej i den øvre del, mens størstedelen af torsk, fladfisk og jomfruhummere fanges i den nedre del^{30,32}. Selv om torsk svømmer ind i trawlet tæt ved bunden, er dens vertikale distribution jævn længere bag i redskabets mere snævre³⁵. Ved at begrænse redskabets horisontaldeling til fangstposen er det derfor muligt at få en større andel af torskene op i den øvre fangstpose¹. I kombination med en rist eller reb med flydere

monteret til bundpladen vil det være muligt yderligere at øge andelen af torsk og fladfisk der løfter sig fra bunden således at de kan fanges i den øvre fangstpose^{34,14}.



Figur 4.4.1. Tegning af trawl der er vertikalt delt og ender i to opsamlingsposer. Tegningen er gengivet med tilladelse fra SEAFISH.

Maskestørrelsen i separatorpanelet kan påvirke hvor vellykket adskillelsen af fisk og jomfruhummer er. Fx kan et småmasket separatorpanel (50 mm) give en bedre adskillelse af kuller og hvilling fra jomfruhummere og bundfisk end et net med større masker (85 mm)⁵. På den anden side kan et stormasket separatorpanel (300 mm kvadratmasker) give en god adskillelse af kuller og mørksej i et hvidfisk-fiskeri fordi fisk som svømmer ind i den nedre del af redskabet derefter har mulighed for at svømme igennem separatorpanelet og op til den øvre del, mens disse arter ikke ser ud til at svømme fra den øvre til den nedre del³². Den horisontale placering af separatorpanelet kan også påvirke adskillelsen af fisk og jomfruhummere. Fx kan flere fisk fanges i den øverste pose når separatorpanelet er placeret 60 cm over bunden sammenlignet med 75 cm over bunden³³.

Horisontaldelte redskaber indgår i følgende DTU Aqua-rapporter: E og K (se afsnit 7).

4.4.1 VærdiFisk

I tillæg til en forbedring af selektionen kan redskabsændringer også resultere i en forbedret kvalitet af fangsten og dermed den pris fangsten kan opnå. DTU Aqua har de senere år arbejdet målrettet på at udvikle sådanne designs samt kvantificere kvalitetsforbedringen.

I projektet Værdi-fisk var hensigten med designet var at opsamle størst mulig andel af rundfisk i den øvre delfangstpose (fiskeposen) og samtidig beholde eller øge andelen af jomfruhummer i den nedre delfangstpose (hummerposen) i et horisontalt delt redskab. Derudover var det vigtigt at fangst i hummerposen ikke kunne bevæge sig over i fiskeposen og vice versa. Fiskeposen var produceret af et 120 mm kvadratmasket net i Ultracross, mens hummerposen bestod af 60 mm kvadratmasket net i Ultracross (Fig. 4.4.1.1). Hummerposen var 30 cm høj og udgjorde 1/3 af fangstposens vertikale åbning. Det relativt lille rum blev holdt åbent med to metalrammer for at sikre geometrien i

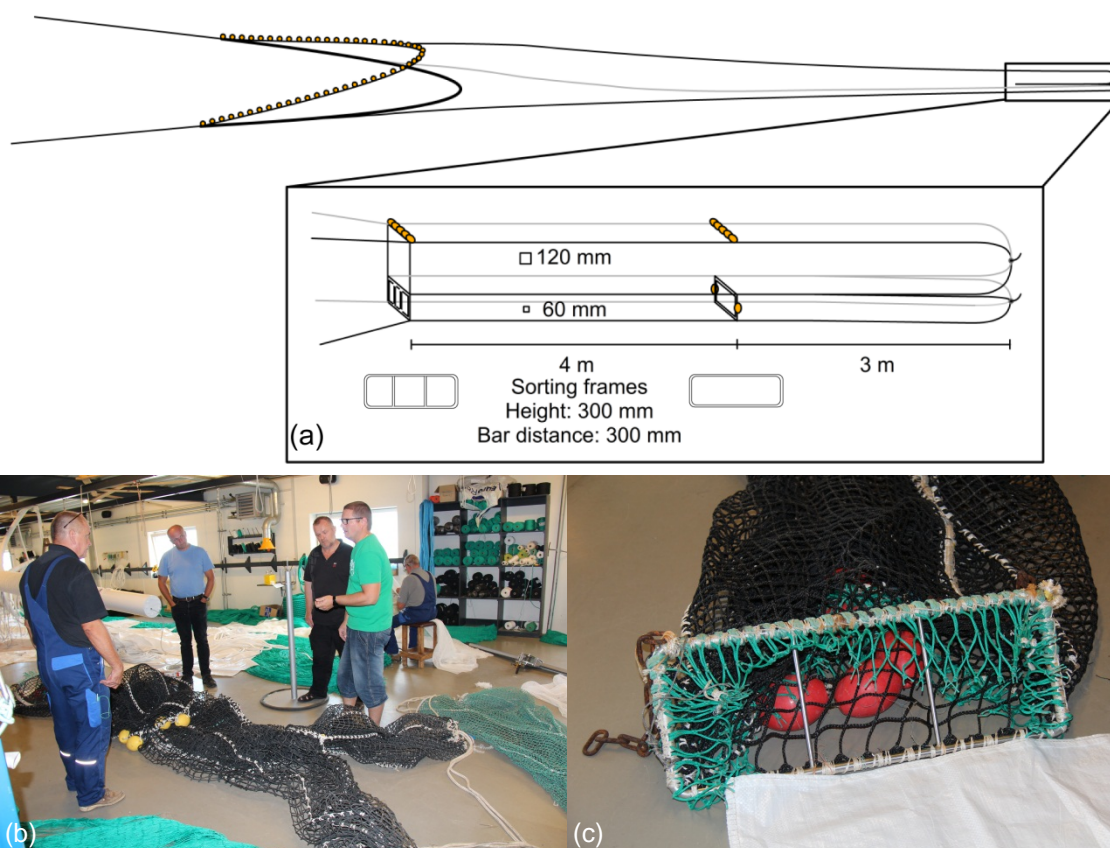


Fig. 4.4.1.1. Den horisontaldelte fangstpose. Skematisk illustration (a). Udvikling og produktion i samarbejde med vodbinder og fiskeskipper (b). Sorteringsramme der var monteret i skæringen mellem trawlstykket og fangstposen (c).

fangstposen. Fiskeposen var ca. 60 cm høj og i stedet for en metalramme blev der brugt kugler til at holde denne fangstpose åben. Vi valgte at bruge kugler da større formstabile anordninger kan medføre håndteringsmæssige vanskeligheder under fiskeri (Fig. 4.4.1.2).

Vertikal fordeling

Torsk

Den vertikale fordeling af torsk i fangstposen viste en klar længdeafhængighed hvor mindre torsk blev fanget i hummerposen mens større individer primært blev fanget i fiskeposen. 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 størrelses-selektionen kan målrettes fisk uden risiko for tab af jomfruhummer.

Mørksej

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

Kuller

Vertikalfordelingen af kuller indikerer en længdeafhængighed hvor de større individer i større grad fanges i fiskeposen end de mindre individer. 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.

Kulmule

Der blev fanget relativt få kulmuler under forsøgsfiskeriet. Fangsten bestod primært af mindre individer på 20 til 40 cm, hvilket vil sige juvenile fisk da mindstemålet på kulmuler er 40 cm. 70-80 % af fangsten af kulmuler blev fanget i hummerposen.

Rødspætter

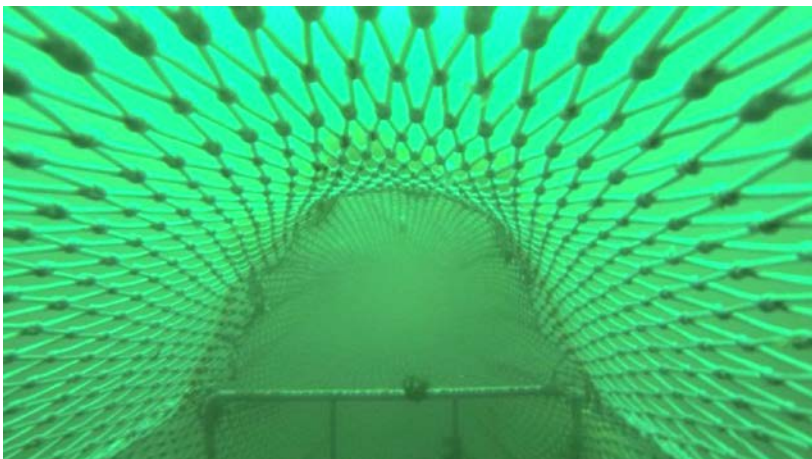
Omkring 60 % af rødspætterne i længdeintervallet 20 til 40 cm blev fanget i hummerposen der kun udgør en 1/3 af det totale tværsnit ved fangstposens indgang. Vertikalfordelingen af rødspætterne er relativt uafhængigt af længden på individerne. Udenfor længdeintervallet 20 til 40 cm er der kun fanget enkelte individer.

Skærising

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

Jomfruhummer

90-95 % af jomfruhummerne der kommer ind i trawlet fanges i hummerposen. Vertikalfordelingen af jomfruhummere viser en svag længdeafhængighed, idet andelen af fangede 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 4.4.1.2. Undervandsbillede af indgangen til fangstposerne. Nederst ses rammen der holder indgangen til den nedre "hummerpose" åben.

Selektive egenskaber for VærdiFisk-fangstposen

I Tabel 4.4.1.1 er selektionsparametrene 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 deling af 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 4.4.1 at der opnås en selektion for torsk, sej og kuller hvor de mindste af de landbare sorteringer mistes. Selektionen af rødspætter og skærisinger er ikke så effektiv i denne type masker sammenlignet med diamantmasker af samme størrelse grundet fladfiskenes morfologi. I hummerposen blev der anvendt en 60 mm kvadratmaske. Der blev ikke mistet jomfruhummere over referencemålet, men en større maske kunne have været benyttet for at selektere endnu flere jomfruhummere under referencemålet ud af fangsten.

Tabel 4.4.1.1 Estimerede selektionsparametre, L_{50} og SR, for fiskeposen (120 mm) og hummerposen (60mm) i den selektive vertikaldelte fangstpose. Standardafvigelsen er indikeret som SA.

Art	Øvre fangst pose (120 mm)				Nedre fangstpose (60mm)			
	L_{50}	SA	Select. range	SA	L_{50}	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

VærdiFisk-fangstposen kan sortere følgende arter ud af fangsten

En kvadratmasket fangstpose optimerer selektionen for rundfisk og der opnås en selektion for **torsk**, **sej** og **kuller** hvor de mindre, landbare sorteringer mistes. Selektionen af **rødspætter** og **skærisinger** er ikke så effektiv i denne type masker sammenlignet med diamantmasker af samme størrelse grundet fladfiskenes morfologi.

Fordele og ulemper ved brug af VærdiFisk-fangstposen

- + Forbedrer selektionen af rundfisk.
- + Fanger 10 % flere jomfruhummere over referencemålet.
- + Forbedrer kvaliteten på fisk fanget i den øvre delfangstpose fordi de ikke kommer i fysisk kontakt med jomfruhummere og andre dyr med hårde og spidse overflader, som hovedsagelig bliver fanget i den nedre del.
- + Forringer ikke kvaliteten på fisk som fanges sammen med jomfruhummere i den nedre delfangstpose.
- + Fangsten sorteres i to delfangstposer. Fører til færre misfarvninger og bedre konsistens, antagelig pga. færre trykskader og mindre stress sammenlignet med et standard redskab hvor hele fangsten blandes. Hurtigere rensning af fisk.
- + Uproblematisk at håndtere.
- Yderligere tiltag skal til for at øge andelen af fisk som fanges i øvre delfangstpose

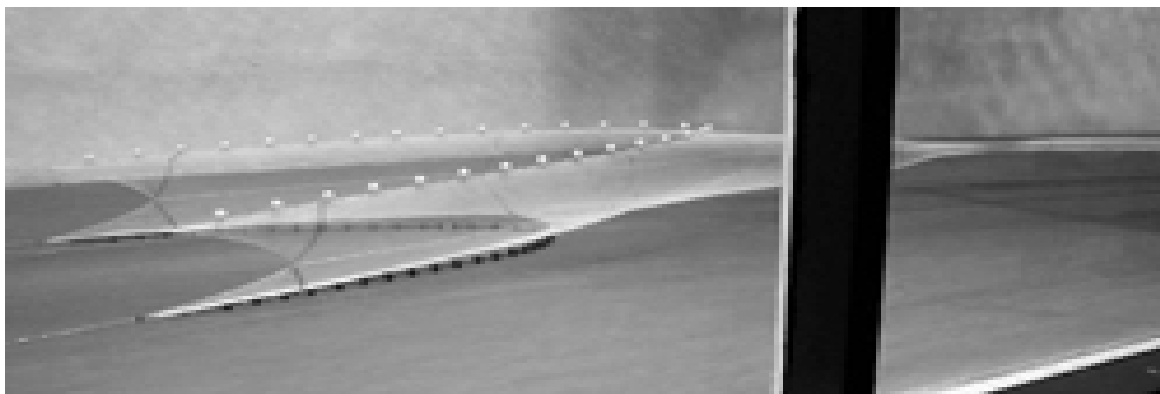
Værdifisk-trawlen indgår i DTU Aqua-rapport K (se afsnit 7).

4.5 Ændringer i trawl

4.5.1 Topløs trawl

Et topløst trawls selektive effekt beror på af fisk, i dette tilfælde torsk, aktivt svømmer op i vandsøjlen når de kommer ind i redskabet og dermed undslipper redskabet idet taget er fjernet. Mekanismen der udnyttes er således fiskens adfærd i forhold til redskabet under fangstprocessen.

Flere varianter af topløse-trawl design har de sidste 15 år været testet i flere forskellige fiskerier og havområder med henblik på at reducere fangsten af torsk og andre torskefisk samtidig med at arter som fladfisk og jomfruhummer tilbageholdes. Princippet ved et topløst trawl design er at trawlets traditionelle tag fjernes således at overkværken føres 6-10 meter længere tilbage end underkværken. Der har været udført eksperimentelt fiskeri med flere forskellige topløse trawl hvoraf nogle forsøg har resulteret i en betydelig reduktion af torsk^{44,45, rapport I} mens andre forsøg ikke har opnået en væsentlig reduktion af torsk^{46, Rapport I}.



Figur. 4.5.1.1. Billedet fra prøvetanken er hentet fra www.nefsc.noaa.gov og viser en model af et topløst trawl hvor redskabets overkværk er ført væsentligt bag underkværken.

Selektive egenskaber for topløs trawl

Et topløst trawldesign blev i 2008 testet i Kattegat (DTU Aqua-rapport I). Dette topløse trawldesign reducerede fangsten af torsk med ca. 50 %, målt i vægt uden at der blev observeret store tab af jomfruhummer eller fladfisk. Forsøget viste endvidere at det var relativt enkelt at modificere fartøjets allerede eksisterende trawlredskab til et topløst trawldesign. I 2010 blev der testet et tilsvarende topløst trawldesign, dog baseret på en noget større trawl i Nordsøen (DTU Aqua-rapport J). Resultater fra dette forsøg fandt ingen signifikant effekt for torsk i nogen længdeklasser. Der blev observeret en signifikant effekt for andre arter fx kuller, sej, hvilling og kulmule. Forskellen mellem de to forsøg var primært at det første tog udgangspunkt i et mindre og lavere trawl og i dette redskab var der en signifikant reduktion i fangsten af torsk. Hvorvidt der kan opnås en selektiv effekt for torsk med topløse trawldesign afhænger altså af redskabets størrelse, herunder specielt højden af redskabet forventes at være af betydning. En forklaring på den manglende selektive effekt for torsk i det andet forsøg kan derfor skyldes at torsken med de højere topløse trawldesign skal svømme højere op i vandet for at undslippe redskabet, hvilket torsk tilsyneladende ikke gør i en fangstsituation. Andre arter som sej, kuller og hvilling svømmer forsat ovenud af også de større topløse trawl design. Forskellen må tillægges artsspecifikke forskelle i adfærd i relation til fiskeredskabet under selve fangstprocessen.

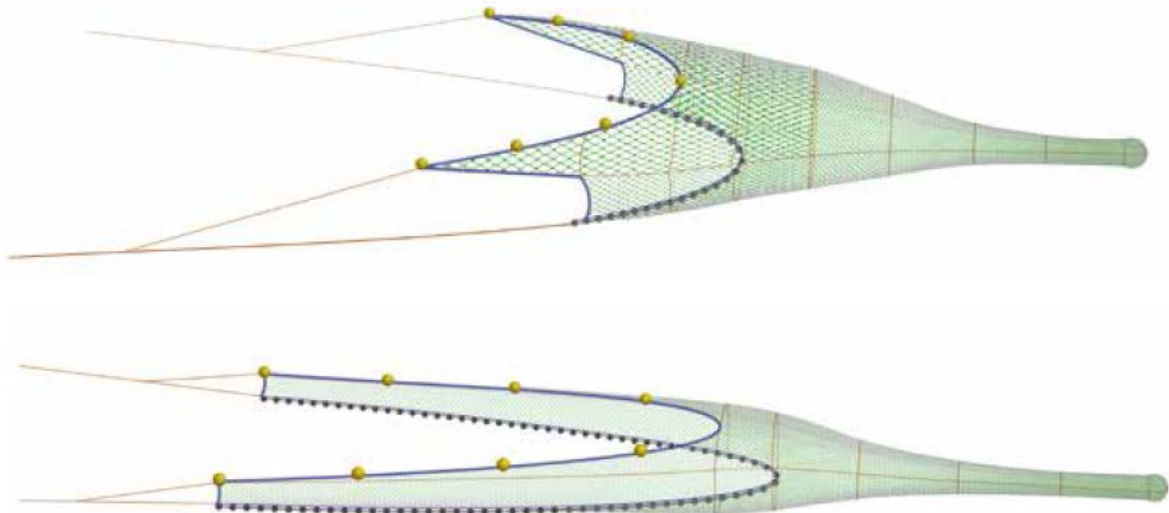
Topløs trawl kan sortere følgende arter ud af fangsten

Topløse trawldesign er specielt effektivt til at selektere arter der svømmer op i vandsøjlen når de forsøger at undvige et trawl. Dette er specielt arter som **kuller**, **sej**, **kulmule** og **hvingler**. Torsk svømmer i mindre grad op og der opnås kun en effekt hvis det topløse design tager udgangspunkt i et lavt trawldesign. Topløse trawl har ingen effekt på **jomfruhummer** og **fladfisk**. Der har været indikationer på at topløse trawl kan være mere effektive til at fange fladfisk hvilket kan skyldes at der opnås en bedre bundkontakt når redskabets tag fjernes.

Topløse trawl indgår i følgende DTU Aqua-rapporter: I og J (se afsnit 7).

4.5.2 Længere vinger

Størrelsen på et trawl, herunder længden på vingerne er afgørende for hvor tungt og kostbart det er at trække redskabet igennem vandet. Trawllets udformning er nøje tilpasset adfærden af de arter det skal fange. I moderne torsketrawl anvendes der næsten ikke vinger i trawlet da torsken samles fint alene ved hjælp af mellemlinjerne. Dette gælder dog ikke mindre arter som jomfruhummer. På grund af jomfruhummernes ringe svømmeevne forventes disse kun at blive fanget effektivt i området mellem trawllets vinger. Ved at forlænge trawllets vinger kan arealet hvor hummere fanges effektivt øges. En sådan udvidelse af det fiskede areal er også gældende i multirigning der er beskrevet i afsnit 4.6.3



Figur 4.5.2.1. Tegning af et klassisk fisketrawl (øverst) og jomfruhummertrawl (nederst). Jomfruhummertrawlet har tydeligt længere vinger. Tegningen er gengivet med tilladelse fra SEAFISH.

4.6 Rigning

Ændringer i rigningen omhandler alt det der er foran og under selve netdelen af trawlet. I dette område er det muligt at tilpasse hvilket lag i vandsøjlen der skal fiskes i, det fiskede areal samt redskabets påvirkning af bunden.

Et trawl er et meget dynamisk redskab hvor selv mindre ændringer i redskabets rigning kan resultere i ændringer i redskabets globale geometri som igen kan påvirke redskabets selektivitet og fangsteffektivitet. Dette gælder både ændringer eller justeringer i redskabets netdel samt længere fremme i redskabets stjerne, mellemliner, skovle, diverse kæder mm.

I de følgende underafsnit vil vi gennemgå de redskabsændringer som vi har udført forsøg med og dermed kan kvantificere effekten af. Det er dog vigtigt at bemærke at der kan foretages utallige andre ændringer der potentielt vil kunne påvirke selektionen i redskabet. Gennemgangen er dermed langt fra udtømmende i forhold til de mulige justeringer der kan foretages.



Figur. 4.6.1. Montering af kamerasystem til optagelser af underpladen.

4.6.1 Løft fiskelinen/ruppen fri af bunden

I fiskerier hvor der fiskes målrettet mod arter der svømmer op i vandsøjlen eller fri af bunden under fangstprocessen, kan det være en fordel at hæve fiskelinen over bunden således at fangsten kun indeholder målarter. Arter der vil kunne fiskes på denne måde er kuller og sej og sandsynligvis også andre arter. Kuller opfører sig forskelligt fra torsk i trawlet. Torsken vil søge nedad og kuller opad ved trawlmundingen⁵. Ved at hæve trawlet fra bunden kan torsk svømme under trawlet mens kulleren fanges. DTU Aqua har udført forsøg med at hæve fiskelinen ca. 80 cm over bunden med henblik på at opnå et effektivt fiskeri efter kuller, uden stor bifangst af torsk.

I flere af de øst-amerikanske fiskerier er der udviklet ”*raised footrope*” redskaber hvor fiskelinen ligeledes er hævet, hvor der anvendes kædestykker for at holde redskabet tæt på, men over bunden under fiskeri.



Figur. 4.6.1.1. Billeder viser hvordan fiskelinen løftes ca. 80 over bunden ved hjælp af en hanefod og en metalstav helt fremme i redskabets vinge.

Selektive egenskaber når fiskelinen løftes

Forsøget viste at det udviklede redskab fangede langt de fleste kuller 93 % (99 % over gældende mindstemål på 32 cm) mens kun 44 % af torsken blev fanget. Fangsten af rødspætter blev reduceret med ca. 80 %. Der blev observeret en forskel på hvad der slap under den hævede fiskeline om dagen og om natten.

En løftet fiskeline kan sortere følgende arter ud af fangsten

Alle arter der holder sig tæt ved bunden i en fangstsituation vil i betydeligt omfang undslippe et trawl hvor fiskelinen er hævet. Sådanne arter vil omfatte fladfisk, havtasker, jomfruhummere samt i større grad også torsk.

Fordele og ulemper ved at løfte fiskelinen

En fordel ved at hæve fiskelinen over bunden ved helt eller delvist at fjerne redskabets rup, vil i tillæg til de rent selektive forhold, også kunne reducere den påvirkning et traditionelt redskab har på havbunden under fiskeri. Samtidig forventes brændstofforbruget at blive reduceret når kontakten med bunden fjernes.

Effekten af at løfte fiskelinen af bunden indgår i DTU Aqua-rapport E (se afsnit 7).

4.6.2 Kortere mellemliner

De fleste rundfisk vil forsøge at undslippe ting der bevæger sig hen mod dem. Når mellemlinerne slæbes over bunden vil denne adfærd resultere i at rundfiskene gennes ind foran trawlen og fanges. Fladfisk benytter kamuflage fremfor flugtstrategi og man mener at mellemlinerne skal berøre fladfisk, eller i det mindste være tæt på, for at genne dem mod trawlet^{12,37}. Hvis mellemlinerne ikke er tæt nok på til at udløse en reaktion, vil mellemlinerne bevæge sig over fladfiskene, som dermed undslipper redskabet. I modsætning til fladfisk reagerer rundfisk på større afstand fra trawlet. De menes at reagere på visuelle stimuli fra skovle, mellemlinerne og mudderskyerne dannet af skovlene^{38,39}. Jomfruhummer reagerer på mellemlinen ved at svømme af bunden men da de svømmer relativt langsomt overhales de af mellemlinen og indgår dermed ikke i fangsten. For jomfruhummer er det fiskede areal af havbunden derfor området mellem vingespidserne mens det for de fisk der lader sig genne af mellemlinerne, er området mellem skovlene (Fig. 4.6.2.1)..

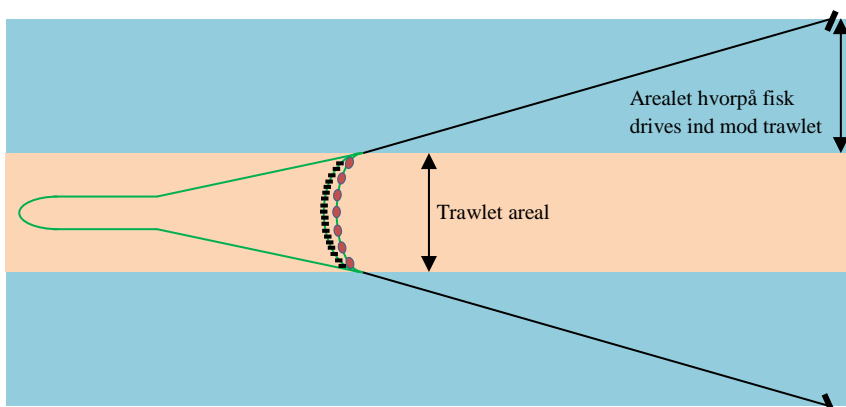


Fig. 4.6.2.1. Trawl, mellemliner og skovle set ovenfra. Dersom mellemlinernes længde kortes ned, reduceres området hvori fisk drives ind mod trawlet og således reduceres antallet af fisk der fanges.

Selektive egenskaber ved brug af kortere mellemliner

Hvis mellemlinerne gøres kortere, mindskes det areal af havbund hvorfra fiskene gennes sammen og dermed reduceres fangsterne af fisk mens fangsten af jomfruhummer er uændret. Korte mellemliner i kombination med almindelige bundskovle forventes at give samme effekt som ved brug af flydeskovle hvorpå også dele af mellemliner er over bunden. Da chancen for at fisk overlever et møde med et fiskeredskab er størst i de tidligste faser af fangstprocessen, kan en ændring i mellemline-længden være særligt fordelagtig.

Kortere mellemliner kan sortere følgende arter ud af fangsten

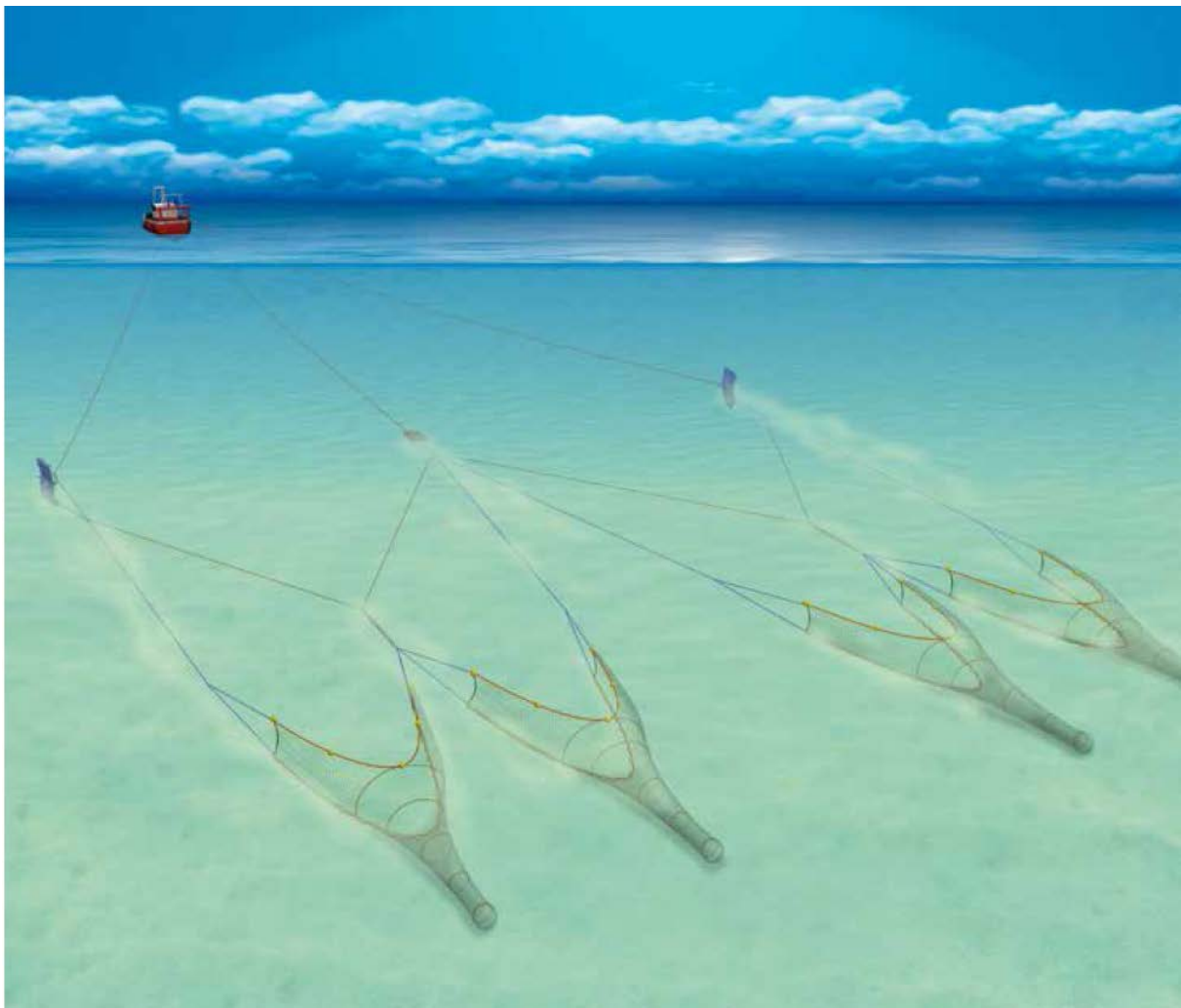
Somerton⁴⁰ undersøgte i hvor stor grad mellemlinerne har kontakt med bunden under et fiskeri med bundtrawlet 'Poly Nor'eastern trawl' og kom frem til at en mellemline på 36,6 m ikke havde bundkontakt nok til at kunne drive fladfisk hen imod trawlet, mens en mellemline på 54,9 m havde en bundkontakt på 40-50 j i en afstand på 36,5 m fra trawlets vingespids. Dette tilsiger at fangsterne af fladfisk bør være mindre ved korte mellemliner end lange på grund af en mindre/manglende "genne"-effekt. I norsk fiskeri efter torskefisk har man fundet at der fanges færre torsk og kuller når der slæbes med kortere mellemliner³⁹. I et dansk forsøg med korte mellemliner blev observeret den samme trend for rundfisk som i det norske forsøg⁴¹. Derudover var der en tendens til et tab af jomfruhummere når der blev fisket med korte mellemliner mens fangsterne af rødspætte ikke blev påvirket som forventet. Det var dog ikke muligt at drage statistiske konklusioner ud fra de indsamlede data, da der for få slæb per redskab og stor variation i fangstmængderne. På grund af de få slæb kan ændringerne i fangsten af de udvalgte arter skyldes andre faktorer, fx strømforhold, end ændringen i mellemlinernes længde.

Fordele og ulemper ved at bruge kortere mellemliner

- + Selektion af arter med begrænsede kvoter og høj svømmekapacitet såsom rundfisk så kvoter på arter som jomfruhummer kan udnyttes i højere grad
- + Selektion foran redskabet hindrer stress og skader hos fisk der er relateret til redskabet. Hermed øges overlevelsen af de individer der undslipper.
- Skiller ikke mellem forskellige arter af fisk

Effekten af kortere mellemliner indgår i DTU Aqua-rapport A (se afsnit 7).

4.6.3 Multirig



Figur 4.6.3.1. Eksempel på multirig fiskeri hvor 4 trawl slæbes i tre wire. Figuren er gengivet med tilladelse fra SEAFISH.

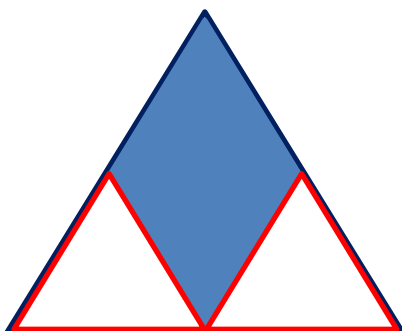
Siden slutningen af 1980'erne har en betydelig del af den danske flåde været rigget til at fiske med to trawl. Fordelen ved at skifte en enkelt trawl ud med to mindre trawl er at der er mindre net-materiale og dermed mindre modstand i de mindre trawl i forhold til et enkelt stort trawl der skulle dække samme bredde (Se figur 4.6.3.2). Med samme motorkraft er det dermed muligt at øge den totale bredde af

fiskelinen. Rækken af små trawl gør det altså muligt at fiske et større areal med netdelen af trawlen og dermed øges de relative fangster af arter der, ligesom jomfruhummer, ikke bliver gennet sammen af mellemlinjerne. Men derudover sker der en række andre ændringer i redskabsgeometrien der kan have betydning for fangsteffektiviteten. Dels er de små trawl lavere, mellemlinjerne er kortere og skæringen er skarpere.

Ved yderligere at øge antallet af trawl er det muligt at øge denne effekt. I dag fiskes der med op til 12 trawl i målrettet jomfruhummerfiskeri. I England og Irland er der en tendens til at flere og flere fartøjer anvender i 4-trawlsystemer^{42,43} (figur 4.6.3.1).

Selektive egenskaber for multirig

Sammenlignet med enkelttrawl fanger multirig-systemer færre torsk, kuller og kulmule mens effekten på hvilling, havtaske og forskellige arter af fladfisk er mere usikker. Samtidig med at fangsterne af torsk er mindre, øges fangsterne af jomfruhummer og muligvis med en tendens til at fange flere af de små jomfruhummere.



Figur 4.6.3.2. Skematisk tegning af netstykket der kan fjernes (det blå område) når der fiskes med to trawl i stedet for et.

Multirig kan sortere følgende arter ud af fangsten

Torsk, kuller og kulmule. Da fangsterne af **jomfruhummer** samtidig øges vil den totale bifangst reduceres pr. kg jomfruhummer landet.

Fordele og ulemper ved at bruge multirig-systemer

- + Bedre fangster af jomfruhummer
- + Reduktion i fangsterne af torsk
- Kræver mere justering og vedligehold end enkelt trawl og dobbelt-trawl.

DTU Aqua har pt. ikke gennemført forsøg med multirig.

5. Check dit redskab

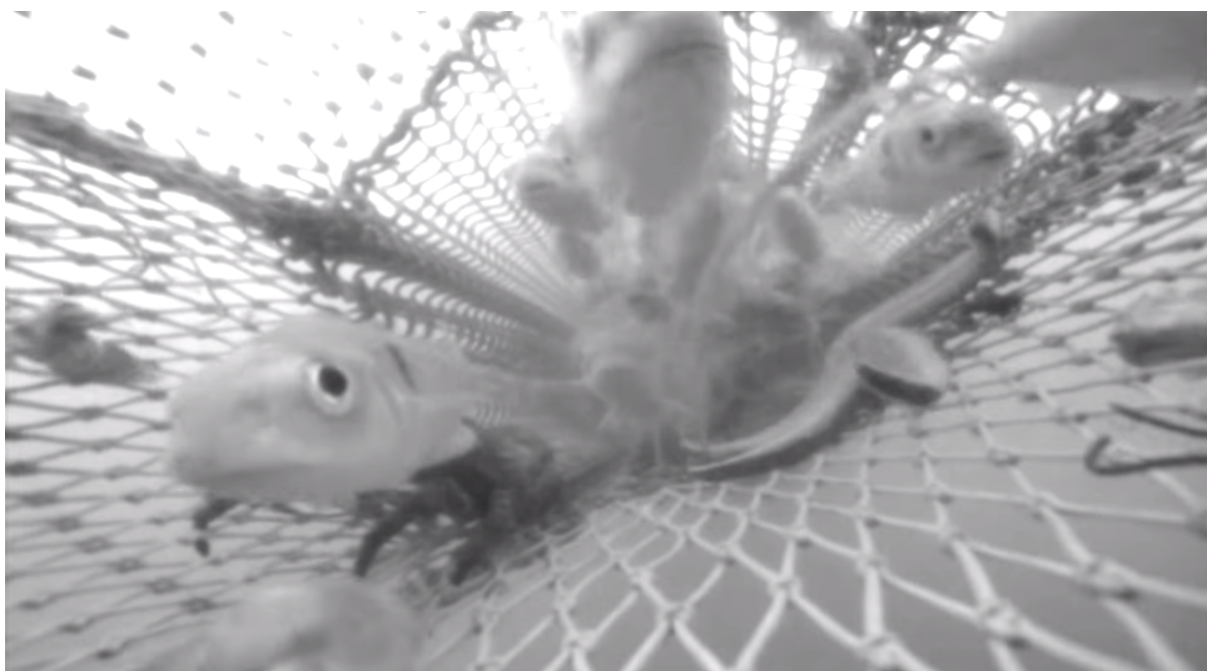
Når der ændres på redskabet vil der næsten altid være startvanskeligheder som kan gøre det svært at vurdere om redskabet fungerer eller ej. Ændringerne i redskabet er forbundet med en forventning om en given effekt men udfordringen er at alle processerne der foregår under vandet er vanskelige at observere. Hvis man alene bedømmer effekten af ændringen på fangsten der kommer på dækket, risikerer man derfor at kassere en god løsning på grund af startvanskeligheder i rigningen af redskabet. Den gode idé fortjener en fair chance, så derfor kommer vi her med et par enkle og prisbillige løsninger, der kan give en bedre forståelse af redskabet under fiskeri.

Check fangsten

Hvis man fisker med to trawl er det en god idé at starte med at ændre den ene trawl og fiske en tid hvor fangsten fra de to trawl oparbejdes separat. Det er lidt besværligt at holde styr på to forskellige fangster, men det giver svar på et vigtigt spørgsmål: skyldes en mindre fangst i den ene fangstpose at der er mindre discard eller at der er mistet værdifuld fangst!

Se under vand

Hvis der tabes værdifuld fangst kan det være fordi redskabet opfører sig anderledes under vand end forventet og her kan det give masser af nyttig information at sætte kameraer på redskabet. Det er i dag muligt at købe undervandskameraer der kan gå ned til 65 meter for omkring 3.000 kr og ned til 400 meter for 7000 kr. De er uden forbindelse til skibet og den største udfordring er ofte at få kameraet til at filme det rigtige. Kameraet skal sættes på trawlet efterhånden som denne sættes og det kræver nogle forsøg inden man får en føling med hvordan det skal vende for at det rigtige område af trawlet kommer i kassen.



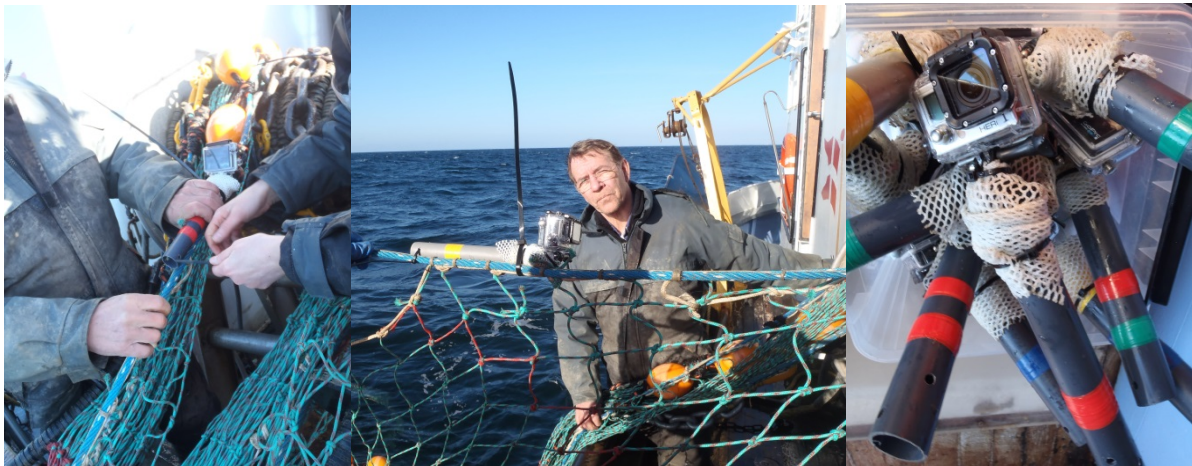
Undervandsoptagelse af en firepanels fangstpose med kvadratmasker. www.seafish.org.

Hvor og hvornår

Gode optagelser kræver lys så brug kameraet når solen skinner og på lavt vand. Selvom det ikke er på den normale fiskeplads vil undervandsoptagelser på lavt vand tydeligt vise hvis for eksempel et vindue trækker trawlet skævt. Sigbarheden i de danske farvande er ofte en udfordring og bliver dårlig ved meget vind eller når der er opblomstring af alger. Sigten kan ændre sig hurtigt, så hvis der er dårlig sigt den ene dag er det en god idé at prøve igen efter nogle dage. Vores erfaring er at der ofte er bedre sigt i Kattegat end i Skagerrak.

Montering af kamera

Kameraet skal monteres på en måde så det ikke selv ændrer på redskabet fx ved at trække i maskerne. Samtidig skal det være muligt på dækket at bestemme nogenlunde hvilken retning det filmer i. Vi bruger ofte pvc-rør med en diameter på ca. 5 cm og en længde på ca. 30 cm. I rørets ender bores et hul som en strips kan komme igennem. Kameraet monteres på røret og røret stripses fast til maskerne 1-2 meter fra det område der skal filmes. Risikoen for at kameraet fanger en maske under sætningen kan mindskes ved at pakke skruer og lignende ind i tobisgarn eller gaffa-tape. Og hvis det er muligt sættes kameraet på indersiden af redskabet så det driver ned i fangstposen hvis uheldet er ude. Marker de masker hvor kameraet stripses fast med farvet tvist eller tape – så er det meget nemmere at montere kameraet korrekt næste gang.



6. Referencer

1. Karlsten JD, Krag LA, Lund HS, Lewy P, Albertsen CM, Kajgaard L, Clausen B, Thomsen F, Jensen L-P, Kajgaard J, Kusk M, Pedersen C, Madsen N, Frandsen R (2014) Værdioptimering af fiskefangsten i dansk blandet fiskeri (VærdiFisk) – forbedret kvalitet og selektion som følge af redskabsudvikling. Slutrapport til NaturErhverv. 60 s.
2. Margeirsson S, Nielsen AA, Jonsson GR, 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.
3. Auclair G (1984) Comparative study of trawl and gillnet effects on the quality of fish. *Can Inst Food Sci Technol J* 17:xxv
4. 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.) *Fish Res* 23:209-221
5. Rotabakk BT, 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. *Fish Res* 112:44-51
6. Digre H, Hansen UJ, 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*. *Fish Sci* 76:549–559.
7. Margeirsson S., Jonsson GR, Arason S, Thorkelsson G (2007) Influencing factors on yield, gaping, bruises and nematodes in cod (*Gadus morhua*) fillets. *J Food Eng*, 80:503–508.
8. Esaiassen 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
9. Olsen SH, Tobiassen T, Akse L, Evensen TH, Midling KØ (2013) Capture induced stress and live storage of Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught by trawl: consequences for the flesh quality. *Fish Res* 147:446-453
10. Kristensen P, Lund HS (2008) Fangst, opbevaring og transport af levende danske jomfruhummere (*Nephrops norvegicus*). DTU Aqua-rapport nr. 195-08. ISBN nr 987-87-7481-084-1. 90 s.
11. Herrmann B, Krag LA, Frandsen RP, Madsen N, Lundgren B, Stæhr K-J (2009) Prediction of selectivity from morphological conditions: methodology and a case study on cod (*Gadus morhua*). *Fish Res* 97:59-71
12. Main J, Sangster GI (1982) A study of the fish capture process in a bottom trawl by direct observation from a towed underwater vehicle. *Scott Fish Res Rep No.* 23. 24 s.
13. Krag LA, Holst R, Madsen N (2009) The vertical separation of fish in the aft end of a demersal trawl. *ICES J Mar Sci* 66:772-777
14. Herrmann B, Wienbeck H, Karlsten JD, Stepputtis D, Dahm E, Moderhak W (2015) Understanding the release efficiency of Atlantic cod (*Gadus morhua*) from trawls with a square mesh panel: effects of panel area, panel position, and stimulation of escape response. *ICES J Mar Sci* 72:686-696
15. Engås A, Godø OR (1989) The effect of different sweep lengths on the length composition of bottom-sampling trawl catches. *J Cons int Explor Mer* 45:263-268

16. Krag LA, Herrmann B, Madsen N, Frandsen RP (2011) Size selection of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) in square mesh codends: A study based on assessment of decisive morphology for mesh penetration. *Fish Res* 110:225-235
17. Sardá, F., Molí, B., Palomera, I. 2004. Preservation of juvenile hake (*Merluccius merluccius*, L) in the western Mediterranean demersal trawl fishery by using sorting grids. *Scientia Marina*, vol. 68: 435-444
18. Krag, L. A., Madsen, N., & Karlsen, J. D. (2009). 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(1), 62-66.
19. Krag, L. A., Herrmann, B., & Karlsen, J. D. (2014). Inferring fish escape behaviour in trawls based on catch comparison data: Model development and evaluation based on data from Skagerrak, Denmark.
20. Herrmann, B., Wienbeck, H., Moderhak, W., Stepputtis, D., & Krag, L. A. (2013). The influence of twine thickness, twine number and netting orientation on codend selectivity. *Fisheries Research*, 145, 22-36.
21. Herrmann, B., Wienbeck, H., Stepputtis, D., Krag, L. A., Feekings, J., & Moderhak, W. (2015). Size selection in codends made of thin-twined Dyneema netting compared to standard codends: A case study with cod, plaice and flounder. *Fisheries Research*, 167, 82-91.
22. Herrman B, Wienbeck H, Karlsen JD, Stepputtis D, Dahm E, Moderhak V (2015) Understanding the release efficiency of Atlantic cod (*Gadus morhua*) from trawls with a square mesh panel: effects of panel area, panel position, and stimulation of escape response. *ICES J Mar Sci* 72:686-696
23. Frandsen, R. P., Herrmann, B., Madsen, N., & Krag, L. A. (2011). Development of a codend concept to improve size selectivity of *Nephrops* (*Nephrops norvegicus*) in a multi-species fishery. *Fisheries Research*, 111(1), 116-126.
24. Catchpole, T.L., Revill, A.S., Dunlin, G. (2006). An assessment of the Swedish grid and square-mesh codend in the English (Farn Deep) *Nephrops* fishery. *Fish. Res.*, 81: 118-125
25. Madsen, N. og Valentinsson, D. (2010). Use of selective devices in trawls to support recovery of the Kattegat cod stock: a review of experiments and experience. *ICES J. Mar. Sci.*, 67: 2042-2050
26. Frandsen, R.P., Holst, R., Madsen, N. (2009). Evaluation of three levels of selective devices relevant to management of the Danish Kattegat-Skagerrak *Nephrops* fishery. *Fish. Res.* 97: 243-252
27. Madsen, N., Lewy, P., Feekings, J., Krag, L.A., Frandsen, R., Hansen, K. (2015) Improving performance of a grid used in Norway lobster fisheries. *J. Appl. Ichthyol.* 1-4
28. Valentinsson, D. og Ulmestrand, M. (2008). Species-selective *Nephrops* trawling: Swedish grid experiments. *Fish. Res.* 90: 109-117
29. Drewery, J., Watt, M., Kynoch, R.J., Mair, J. og O'Neill, F.G. 2012. Catch comparison trials of the flip flap netting grid trawl. *Marine Scotland Science Report* 08/12
30. Kynoch, R.J., Edridge, A. og O'Neill. 2012. Catch comparison trials with the Faithlie Cod Avoidance Panel (FCAP). *Marine Scotland Science Report* vol 3 nr. 8
31. Ferro RST, Jones EG, Kynoch RJ, Fryer RJ, Buckett B-E (2007) Separating species using a horizontal panel in the Scottish North Sea whitefish fishery. *ICES J Mar Sci* 64:1543-1550
32. Engås A, Jørgensen T, West CW (1998) A species-selective trawl for demersal gadoid fisheries. *ICES J Mar Sci* 55:835-845
33. Main J, Sangster GI (1982) A study of separating fish from *Nephrops norvegicus* L. in a bottom trawl. *DAFS Scottish Fish Res Rep.* No 24. 8 s.

34. Graham N, Fryer RJ (2006) Separation of fish from *Nephrops norvegicus* into a two-tier codend using a selection grid. *Fish Res* 82:111-118
35. Krag LA, Holst R, Madsen N (2009) The vertical separation of fish in the aft end of a demersal trawl. *ICES J Mar Sci* 66:772-777
36. Main J, Sangster GI (1985) Trawling experiments with a two-level net to minimize the undersized gadoid by-catch in a *Nephrops*-fishery. *Fisheries Research* 3: 131-145
37. Ryer CH (2008) A review of flatfish behavior relative to trawls. *Fish Res* 90:138-146
38. Main J, Sangster GI (1981) A study of the sand clouds produced by trawl boards and their possible effect on fish capture. *Scott Fish Res Rep* 20:1-20
39. Engås A, Godø OR (1989) The effect of different sweep lengths on the length composition of bottom-sampling trawl catches. *J Cons int Explor Mer* 45:263-268
40. Somerton DA (2003) Bridle efficiency of a survey trawl for flatfish: measuring the length of the bridles in contact with the bottom. *Fish Res* 60: 273-279
41. Karlsen J, Degel H (2015) Effekt af flydeskovle og sejlhastighed på fangsten af rundfisk. Appendix A i Selektive og skånsomme redskaber for fiskeri efter levende jomfruummer: slutrapport til GUDP, 12 s.
42. BIM, 2014. Catch comparison of Quad and Twin-rig trawls in the Celtic Sea *Nephrops* fishery
43. Revill, Course, Pasco 2009. More prawns and fewer cod caught in trials with multi-rig prawn trawl. CEFAS.
44. Thomsen, B., 1993. Selective flatfish trawling. *ICES Marine Science Symposium*, 196: 161–164
45. Chosid, D. M., Pol, M., Szymanski, M., Ribas, L., and Moth-Poulsen, T., 2008. Diel variation within the species selective "Topless" trawl net. *Journal of Ocean Technology*. Vol. 3, No. 2.
46. Revill, R., Dunlin, G., and Holst, R., 2006. Selective properties of the cutaway trawl and several other commercial trawls used in the Farns Deep North Sea *Nephrops* fishery. *Fisheries Research*, 81: 269–275

7. Rapporter fra DTU Aquas forskning og udvikling indenfor fiskeriteknologi

Rapporterne kan findes på DTU Aquas hjemmeside:

<http://www.aqua.dtu.dk/Forskning/Fiskeriteknologi/Rapporter>

A. Effekt af flydeskovle og sejlhastighed på fangsten af rundfisk (2015)

Formål: Undersøgelse af om ændringerne kan reducere den relative fangst af rundfisk i jomfruhummerfiskeriet.

Redskaber: Kortere mellemliner

Arter: Torsk, jomfruhummer, mørksej, rødspætte

Link til rapporten: <http://l.dtu.dk/rh8k>

B. FISHSELECT – simulering af selektivitet i fiskeredskaber (2008)

Formål: Udvikling af model til simulering af maskeselektion ud fra artens morfologi

Redskaber: Diamantmasker, kvadratmasker, heksagonale masker

Arter: Rødspætte, torsk, kuller, pighvar, rødtunge, tunge, jomfruhummer

Link til rapporten: <http://l.dtu.dk/056v>

C. Forbedret selektion af torsk i trawl (2013)

Formål: Forbedret selektion af torsk i fiskerier i hhv. Østersøen, Nordsøen og Kattegat / Skagerrak

Redskaber: T90, diamantmasker, forskellige trådykkelser, selektionsvinduer: BACOMA, SELTRA, aktiv stimulering

Arter: Torsk, rødspætte, kuller, jomfruhummer, skærising, sej, rødtunge

Link til rapporten: <http://l.dtu.dk/eypp>

D. GUDP-Jomfruhummer - Nyt trawl koncept (2014)

Formål: Øget tilbageholdelse af jomfruhummer i trawl lavet af 120 mm diamantmasker

Redskaber: Trawl med ændret underplade.

Arter: Jomfruhummer, torsk, kulmule, sej, havtaske, skærising

Link til rapporten: <http://l.dtu.dk/ys0t>

E. SELTRA (2008)

Formål: Forbedret selektion i danske trawlfiskerier

Redskaber: Løftet fiskeline, T90, kvadratmasker, diamantmasker, vinduer i bunden af fangstposen, vertikalt delt fangstpose, SELTRA, modificeret svensk rist

Arter: Kuller, torsk, hvilling, sej, rødtunge, rødspætte, jomfruhummer, skærising

Link til rapporten: <http://l.dtu.dk/tfjq>

F. SELTRA – Designoptimering af SELTRA 180 (2012)

Formål: Optimeret selektion af torsk og reduceret tab af jomfruhummer i SELTRA

Redskaber: SELTRA

Arter: Forsøg gennemført i prøvetanken med fangstopbygning af "plastikfisk"

Link til rapporten: <http://l.dtu.dk/3f5b>

G. SELTRA - Dokumentation af selektiv effekt af SELTRA 180 (2012)

Formål: Dokumentation af selektionen i SELTRA 180 efter fiskeriets tilpasninger

Redskaber: Diamantmasker, selektionsvinduer: SELTRA180, SELTRA270, 120 kvadrat,

Arter: Torsk, jomfruhummer

Link til rapporten: <http://l.dtu.dk/jcun>

H. Test og demonstration af selektive jomfruhummertrawl (2006)

Formål: Forbedret selektion i det danske jomfruhummerfiskeri

Redskaber: Diamantmasker, selektionspanel af kvadratmasker

Arter: Torsk, kuller, hvilling, kulmule, rødspætte, rødtunge, skærising, jomfruhummer

Link til rapporten: <http://l.dtu.dk/sza2>

I. Topløs Trawl I (2010)

Formål: Trawl til jomfruhummer og fladfisk med kraftigt reduceret fangst af torsk

Redskaber: Topløs trawl

Arter: torsk, rødspætte, tunge, jomfruhummer, hvilling, kuller, sej

Link til rapporten: <http://l.dtu.dk/2kze>

J. Topløs Trawl II (2011)

Formål: Forbedret selektion af torsk i det blandede demersale fiskeri i Nordlig Nordsø

Redskaber: Topløs trawl og SELTRA 180

Arter: Torsk, sej, kuller, hvilling, kulmule, lange, jomfruhummer, havtaske, skærising

Link til rapporten: <http://l.dtu.dk/jq6e>

K. Værdioptimering af fiskefangsten i dansk blandet fiskeri (VærdiFisk) (2014)

Formål: Forbedret selektion af fisk og jomfruhummer samt øget kvalitet af fangsten

Redskaber: Vertikalt delt fangstpose

Arter: Rødspætter, torsk, jomfruhummer, mørksej, skærising, kuller, kulmule

Link til rapporten: <http://l.dtu.dk/a2iw>