

Sluttrapport til Fiskeri- og havbruknæringens forskningsfond
Prosjekt 900285

Trålfangst: Årsaken til redusert effektivitet for enkelte tråltyper når fangsten øker

Av John Willy Valdemarsen¹, Jan Tore Øvredal¹, Asbjørn Åasen¹, Svein Helge Gjørund² og Kurt Hansen²

¹Havforskningsinstituttet, ²SINTEF Fiskeri og Havbruk



Innholdsfortegnelse

Bakgrunn	3
Gjennomføring	3
Forsøksmetode	4
Resultater.....	5
Oppsummering	7
Oppfølging/videre arbeid	7
Vedlegg 1	8
”Bøtteeffekten” i trål – strømningsforhold.....	8
”Bøtteeffekten”.....	9
Strømning gjennom avsmalnende (konisk) seksjon.....	9
Strømning gjennom parallell (sylindrisk) seksjon	10
Noen tilleggsbemerkninger	11
Konklusjon	12
Vedlegg 2	13
Vannstrømmålinger i en småmasket (24 mm maskevidde) nettsylinder, 8 m lang og med 2 m diameter i åpningen	13
Innledning.....	13
Utstyr.....	13
Nettsylinder	13
Forsøk.....	13
Juniforsøket.....	13
Augustforsøket	13
Resultater.....	14
Diskusjon.....	15
Vedlegg 3	18
Innsnevring av trålbelg med økende fangstmengde.....	18
Innledning.....	18
Metode.....	18
Resultater.....	18
Hvordan kan geometriforandringene påvirke fangstevnen til en trål?	19
Konstruksjonsmessige tiltak for å unngå virkning av innsnevring av trålbelgen ved økt fangst	19

BAKGRUNN

Trålfiskere erfarer at enkelte tråler/tråltyper fanger opp til en viss fangstmengde, for så av uforklarlige årsaker slutter å fange mer fisk. Noen tråler fanger også lite fisk ved starten av et trålhal. Den vanligst brukte forklaringen på at dette skjer, er at det oppstår en "bøtteeffekt" inni en trål som resultat av fangst i posen, og at denne effekten øker med økende fangst. Det hevdes at "bøtteeffekten" fører til at fisken forsvinner ut gjennom større masker i framparten til trålen og unngår dermed å fanges.

En alternativ forklaring på denne type effektivitetsreduksjon er at trålgeometrien påvirkes av fangsten i posen, og at dette sammen med fluktatferd inni trålbelgen er forklaringen på at en trål slutter å fange fisk etter at en gitt fangstmengde har havnet i trålposen.

En god forståelse av hva denne prosessen dreier seg om, er viktig grunnlagsviten for trålkonstruktører og fiskere slik at de kan treffe tiltak for å unngå at effektiviteten påvirkes negativt av økende fangst. Problemstillingen som beskrevet foran kan sannsynligvis forklares med en kombinasjon av hydrodynamikk, fiskeatferd og trål-konstruksjon/-operasjon. Forskere fra SINTEF fiskeri og havbruk (SFH) og Havforskningsinstituttet (HI) har derfor samarbeidet om å finne noen gode og nyttige svar.

GJENNOMFØRING

Forskere fra de to instituttene avholdt et planleggingsmøte for gjennomføring av prosjektet i Hirtshals 7.5 2010. En felles styringsgruppe med andre FHF-prosjekter ved SFH og HI som omfatter seleksjon i pelagisk trål var da opprettet. Denne gruppen ble orientert om prosjektet i et møte i Ålesund 25.4 2010.

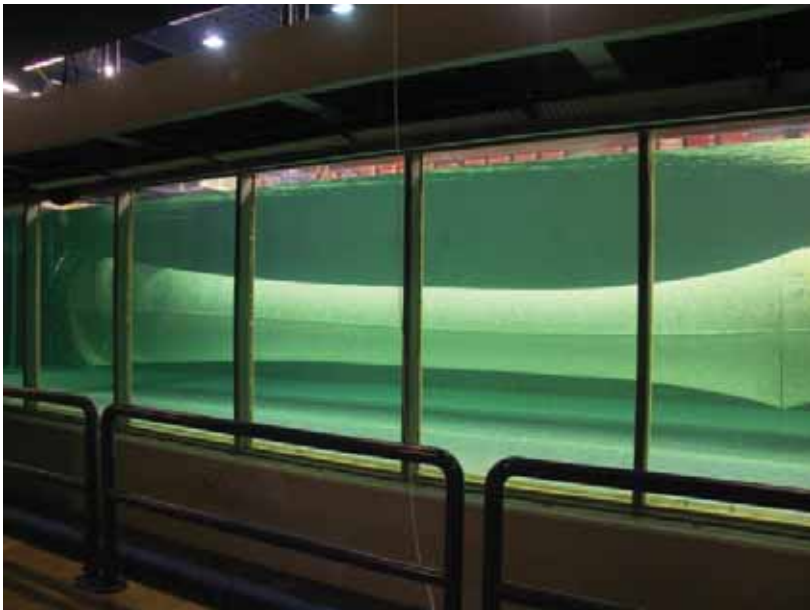
Følgende prosjektaktiviteter ble planlagt og gjennomført i 2010:

- En oppsummering forventet strømningsmønster bakover i en trål basert på kjente hydrodynamiske lover og eksperimentelle data.
- Forsøk med en sylindrisk nettkon med 2 m diameter i prøvetanken i Hirtshals for å måle vannstrøm i ulike posisjoner i forhold til nettet i innløpet og 4 og 8 m bak innløpet.
- Strømningsmålinger i samme type nettkon tauet med et 50' forsøksfartøy (M/S "Fangst"). Forsøk ble utført i juni i Bjørnefjorden i Hordaland og i august i Bøkfjorden i Finnmark
- Geometrimålinger på en flytetralmodell i prøvetanken i Hirtshals når denne ble utsatt for strekkbelastninger tilsvarende fangstmengder fra 0 til 60 tonn.

FORSØKSMETODE

Svein Helge Gjøsund, SFH sammen med kollegaer laget oppsummeringen basert på litteraturgjennomgang og egne eksperimenter.

Nettet til den sylindriske konen som brukt til forsøkene i Prøvetanken og til konen som ble brukt forsøkene om bord i M/S "Fangst" var laget av Åkrehamn Trålbøteri AS etter våre spesi-fikasjoner. Nettet var laget av nylon materiale med 24 mm maskevidde og med 1,16 mm dia. trådtykkelse. Nettsylindren til tankforsøket ble laget i 650 masker bredde og i 12 m lengde. Nettet var montert i en ring med 2 m diameter, slik at maskeåpningen ved ringfestet ble 40 % (Figur 1).



Figur 1. Måling av vannstrøm i ulike posisjoner inni og utenfor en 12 m lang nettsylinder i forsøkstanken i Hirtshals.

En tilsvarende nettsylinder i 18 m lengde ble laget for forsøkene i sjø. Denne nettsylindren ble montert i en MIK ring som normalt nyttes til å montere sampling-poser for plankton. Midtre deler av nettsylindren ble holdt utspent med 4 PVC rør med 1,5 m diameter (Figur 2).



Figur 2. En 15 m lang nettsylinder holdt utspent med 1,5 m dia. PVC ringer testet for "bøtteeffekt" om bord i M/S "Fangst".

I Prøvetanken ble det gjort målinger av vannstrøm fra senter av nettkonen utover mot nettet, og utenfor nettet i innløpet og henholdsvis 4 og 8 m bakover i konen. I forsøkene i sjø med M/S "Fangst" ble det brukt ulike typer fartsmålere (Scanmar og Nortek) plassert i forskjellige posisjoner inni nettkonen. En 1:20 skala modell av en pelagisk trål ble brukt til å dokumentere geometriendringer bakover trålbelen når trålposen ble utsatt for strekk-krefter tilsvarende 0 kg 982 kg 1500 kg 2145 kg, 2930 kg og 3700 kg i fullskala (Figur 3).



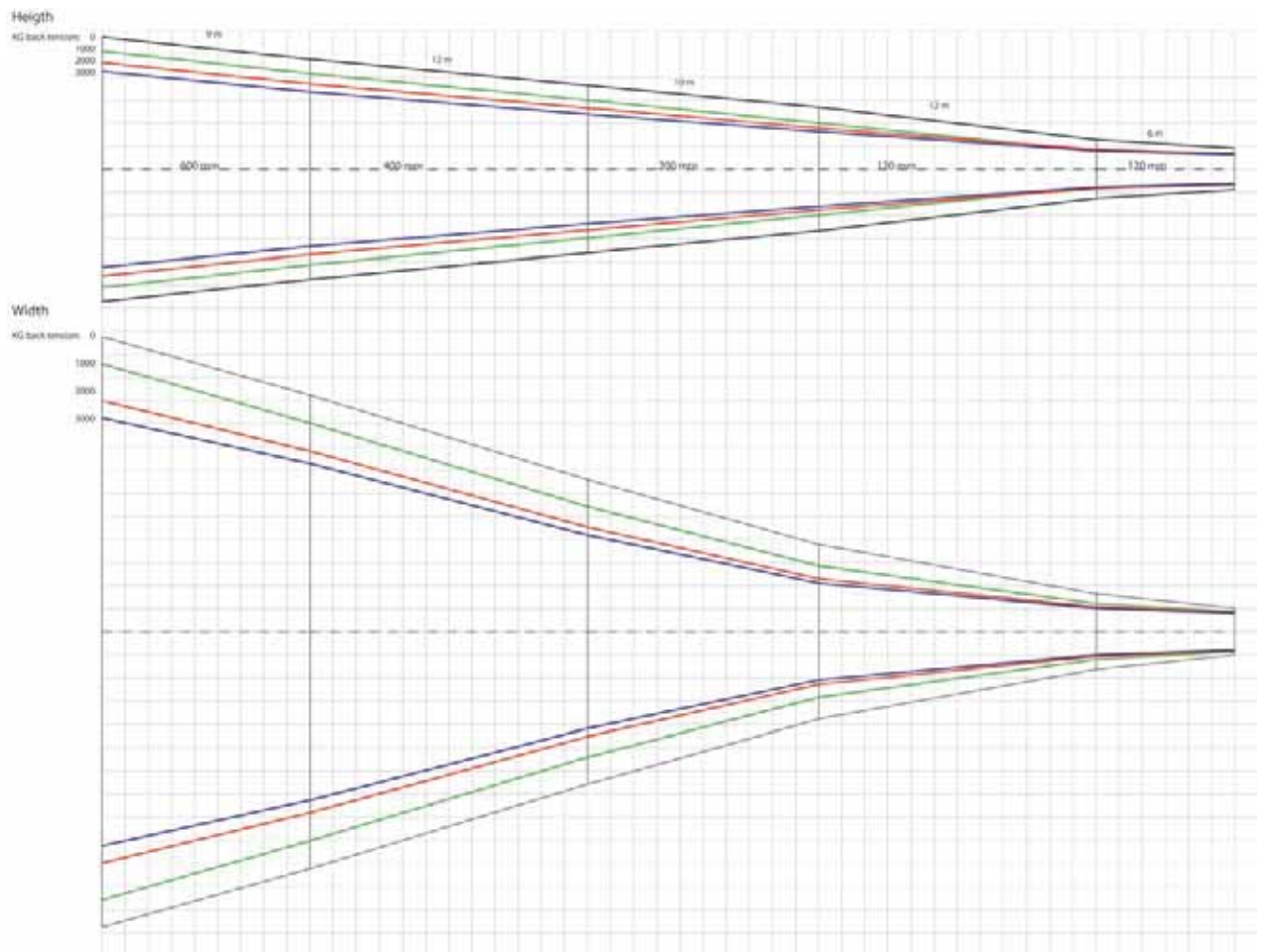
Figur 3. Måling av geometri i en flytetral i 1:20 skala når denne ble utsatt for en simulert fangstbelastning.

RESULTATER

Tankforsøkene med nettkonen viste at vannstrømmen inni et sylinderformet nett ikke blir redusert i åpningen, og at det kun ble påvist redusert vannstrøm like i nærheten av nettet. Bredden på området med redusert vannstrøm økte bakover i nettkonen, som forklares med friksjonskrefter langs nettet og et grensesjikt som bygges opp når nettet er parallelt med taueretningen (Se vedlegg 1).

Forsøkene med en tilsvarende nettkon tauet i sjø med M/S "Fangst" i opp til 5 kn tauefart viste et tilsvarende strømningsmønster inni denne. Det ble ikke målt redusert vannstrøm i innløpet, men en merkbar redusert vannstrøm i like i nærheten av nettet bakover i nettkonen (Se vedlegg 2). Den reduserte vannstrømmen målt tett ved nettet har stor betydning for hvor vannstrømmen måles v.h.a instrumenter. Bruk av Scanmars trålfartssensor inni en trålbelen der nettet er parallelt med bevegelsen, kan derfor måle for lav fart når sensoren er montert tett ved nettet enn den reelle vannstrømmen i avstander mer enn 50 cm unna nettet.

Målingene av geometri bakover trålbelen ved ulike "fangstbelastninger" viste klart at tverrsnittet reduseres med økende belastning fra fangst (Figur 4). Den viktigste konsekvensen av dette er at tverrsnittet reduseres for de ulike panelene bakover ("Strupeeffekt"). Dette betyr at fisk kommer tettere sammen når de skal passer gjennom en nettseksjon, f.eks med 200 mm maskevidde. Tettere med fisk betyr normalt at den panikkreagerer og svømmer mot nettveggen. (Se vedlegg 3 for mer detaljer om forsøket og betraktninger om effekter).



Figur 4. Nettprofil fra siden (øverst) og ovenfra (nederst), uten og med ulike fangstbelastninger

OPPSUMMERING

Forsøkene utført i prosjektet viser at vannstrømmen gjennom en nettkon, som kan sammenlignes med en trålbelg/trålpose, reduseres noe i nærhet av selve nettet (grensesjikt) og at bredden av dette beltet øker bakover inni en nettkon med sylinderform. Tverrsnittet for ulike panel langs en trålbelg avtar med økende fangstbelastning.

Forsøkene og vurderingene gjort i prosjektet støtter ikke opp om antagelsen at en "bøtteeffekt", i den forstand at fangst eller nett i en trål skyver vannet foran seg og til siden. Innsnevring (struping) av nettet og redusert vannstrøm langs et sylindersk nett foran og inni en trålpose, kan imidlertid bety at fisk ikke blir ført med vannstrømmen tilsvarende tauefart mot trålposen. Innsnevring av trålbelgen med økende fangst betyr at maskene blir større der fisk passerer et område med samme omkrets/diameter når fangstmengden øker. Forutsatt at fisk reagerer med fluktreaksjon når passasjen blir trangere, betyr dette økt unnsipping i trålbelgen og dermed færre fisk som havner i trålposen etter hvert som trålposen fylles opp. For store masker der den kritiske passasjen begynner i trålbelgen kan også være forklaring på at enkelte tråler har dårlig effektivitet enn andre.

Forsøkene som er utført og som er diskutert i denne rapporten har ikke omfattet et ristsystem. Rister vil i noen grad blokkere for vannstrømmen mot trålposen. Redusert vannstrøm bakenfor rister er vanlig, men denne effekten er ikke fangstavhengig. Nettseksjoner av vanlige diamantmasker foran et ristsystem vil også strupes, noe som i verste fall fører til blokkering for fiskepassasje mot og gjennom rista. Denne "strupeeffekten" vil også være fangstavhengig.

En viktig konklusjon fra arbeidene utført i dette prosjektet er derfor at "**Strupeeffekt**" er en bedre beskrivelse av hva som skjer i en trål under fiske enn "Bøtteeffekt".

OPPFØLGING/VIDERE ARBEID

Studier av atferd til fisk inni en trålbelg som endrer geometri under påvirkning av fangstbelastning vil avklare om det er fiskeatferd mer enn endringer av vannstrøm inni trålen som påvirker fangsteffektiviteten. Slike studier må baseres på observasjoner med kamera i ulike posisjoner bakover i trålbelgen kombinert med måling av geometriforandringer og bruk av trålsonarer som viser posisjon til fisk i forhold til nettet. Disse kunnskapene vil være nyttige premissgivere for hvordan en trålbelg bør utformes for å fange ønsket fisk effektivt. I dag gjøres endringer mest i "blinde" basert på at noen endringer fungerer og andre ikke. En vanlig oppfatning/erfaring er at forlenging av nettseksjonene foran posen gir lettere inngang av fisk til posen. Det kan imidlertid være andre og mer effektive metoder for å oppnå det samme, som f.eks å lage bakre trålbelg i kvadratmasker. Slike masker vil ikke innsnevres under fangstbelastning. Fordi mye av fangstsuksessen avgjøres i dette området av en flytetral, er kunnskaper om fiskeatferd i dette fangstområdet og geometripåvirkninger under tråling sannsynligvis det viktigste satsningsområde for å optimalisere effektiviteten av dette redskapet.

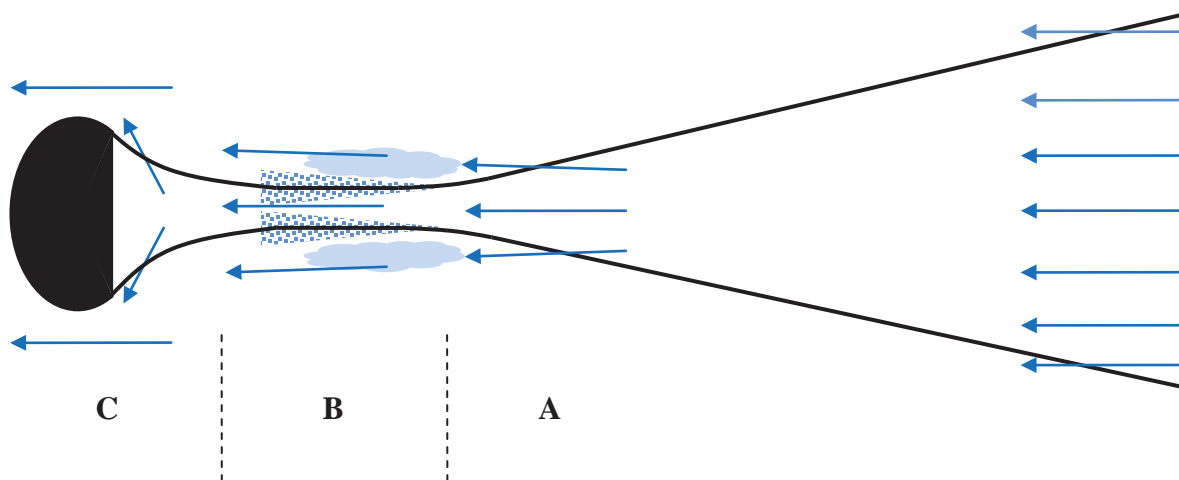
VEDLEGG 1

”Bøtteeffekten” i Trål – Strømningsforhold

av Svein Helge Gjøsund, Kurt Hansen og John Willy Valdemarsen

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) har gitt Havforskningsinstituttet og SINTEF Fiskeri og havbruk i oppdrag å undersøke bakgrunnen for at enkelte tråltypen fisker dårligere etter hvert som trålposen fylles (FHF prosjektnummer 900285). Dette faktaarket omhandler strømningsforholdene i bakparten av en tradisjonell trål.

Forlengelse og sekk i en trål er vanligvis utformet som en sylinder uten skråskjæring. Etter hvert som fangst akkumuleres vil den hydrodynamiske kraften på sekken øke og medføre økte strekkrefter i notlinet fremover. Tradisjonelle diamantmasker vil i større eller mindre grad ”lukkes” når de utsettes for økt strekk, med tilsvarende reduksjon av tverrsnittet til seksjonen. Bakparten til trålen vil dermed få en avsmalnende konisk form fra forparten og et stykke bakover i forlengelsen (A), en seksjon med tilnærmet sylindrisk form (B), og en utvidende konisk form bakover mot den akkumulerte fangsten i sekken (C), se Figur 1. Vi ser her bort fra betydningen av sorteringsrister, seleksjonspanel o.l.



Figur 1. Skisse av innsnevring som følge av fangstakkumulering i trålposen og tilhørende overordnet strømningsbilde; blå piler indikerer overordnet strømningsretning, felt med blå prikker indikerer oppbygging av grensesjikt langs notveggene i område B, blå ”skyer” indikerer wake (kjølvann) fra område A som blander seg med grensesjiktet på utsiden av vegg i område B. I område C vil grensesjikt og wake blandes ytterligere og gi et generelt ”rotete” strømningsbilde foran fangsten og bak sekken. Strømningen langs utsiden av notveggen i område B kan gå inn gjennom notveggen i område C igjen før den endelig avbøyes rundt fangsten.

”Bøtteeffekten”

Det hevdes ofte at det oppstår en ”bøtteeffekt” i området A foran innsnevringen B i Figur 1, fordi det til tider erfares at fangsteffektiviteten avtar etter hvert som fangstmengden øker. Det finnes imidlertid ingen entydig bruk av begrepet bøtteeffekt eller entydig oppfatning av hvor den eventuelt kan oppstå. Noen ganger knyttes bøtteeffekten til en hastighetsøkning alene (dvs. at det hevdes at maskene ikke ”rekker” å slippe ut alt vannet dersom man øker trålfarten), og andre ganger til innsnevringen beskrevet over (dvs. at det antas at gjennomstrømningen reduseres fordi maskeåpningene og totalt åpent maskeareal i en seksjon blir mindre). Noen ganger hevdes det også at det kan oppstå en bøtteeffekt i selve trållåpningen. Det er derfor nyttig med noen grunnleggende avklaringer:

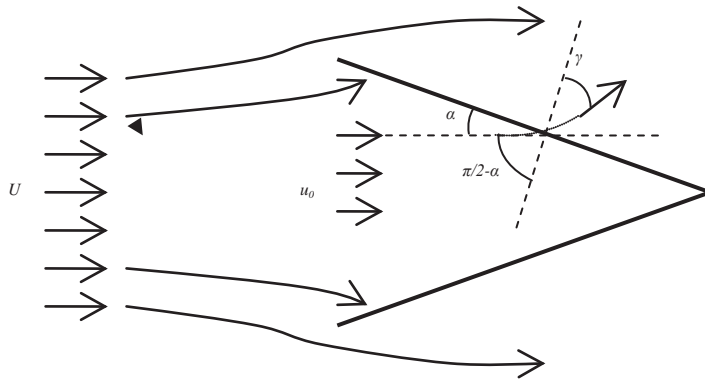
- Der vil alltid være *litt* blokkering av strømmingen gjennom en trål. I de fleste tilfeller vil denne imidlertid være liten og vanskelig å måle. Det faktiske strømningsbildet vil dessuten være nokså forskjellig fra strømmingen rundt en bøtte, se Figur 2.
- En hastighetsøkning alene vil ikke medføre redusert gjennomstrømning. For en seksjon som opprettholder samme geometri og maskeåpning uansett hastighet, f.eks. ved bruk av firkantmasker eller leiser, forholder det seg faktisk stikk motsatt; gjennomstrømningen vil i liten grad variere med hastigheten, bortsett fra for veldig lave hastigheter der blokkeringen vil øke ved *synkende* hastighet. Dette er tidligere vist teoretisk og bekreftet ved modellforsøk for planktonhåver med lav porøsitet.-

For en tradisjonell diamantmasket trål vil både en hastighetsøkning og en fangstøkning medføre økt hydrodynamisk kraft på den akkumulerte fangsten, noe som medfører økt strekk og delvis lukking av masker som beskrevet innledningsvis, og dermed redusert åpent maskeareal for seksjonen. Dette kan i prinsippet medføre merkbart redusert gjennomstrømning dersom forholdet mellom totalt åpent maskeareal og innløpsareal til en seksjon blir lavt nok. Den hydrodynamiske kraften på fangsten øker kvadratisk med trålfarten og proporsjonalt med tverrsnittet på den akkumulerte fangsten.

Strømning gjennom avsmalnende (konisk) seksjon

For en avsmalnende seksjon (område A i Figur 1) er det trykkfallet gjennom notveggen som bestemmer i hvilken grad gjennomstrømningen blokkeres. For vanlige tråler vil trykkfallet hovedsakelig være en funksjon av forholdet mellom totalt åpent maskeareal til seksjonen og innløpsarealet til seksjonen, heretter kalt R_A (for mer finmaskede nett må man også ta hensyn til tråddykkelse og strømningshastighet). For en enkel konus som i Figur 2 er $R_A = \beta/\sin\alpha$, der α er avsmalningsvinkelen og β er porøsiteten til notveggen (dvs. forholdet mellom åpent maskeareal og totalt notareal). Blokkeringen kan antas å være neglisjerbar (omlag 2-3 prosent eller mindre) når R_A er større enn 3. Som eksempel vil dette for vinkler på hhv. 15, 10, 5 og 1 grader innebære at porøsiteten må være mindre enn hhv. 0.78, 0.52, 0.26 og 0.05 for at blokkeringen skal være ”merkbar”, og enda betydelig mindre for at blokkeringen skal bli betydelig (10 % eller mer). Porøsiteten avhenger av maskestørrelse, maskeåpningsvinkel og tråd- og knutetykkelser. For de fleste tråltypene vil porøsiteten i utgangspunktet ligge mellom 0.7 og 0.9. Porøsiteten vil som sagt avta når maskeåpningsvinkelen avtar f.eks. som følge av

økt strekk, men som vi ser av Figur 1 vil de mest strekte maskene med størst reduksjon i maskeåpning forekomme i seksjonene med lavest vinkel, og på grunn av knutene vil det være en fysisk grense for hvor liten maskeåpningen og porøsiteten kan bli uansett strekk (også for knuteløst lin).



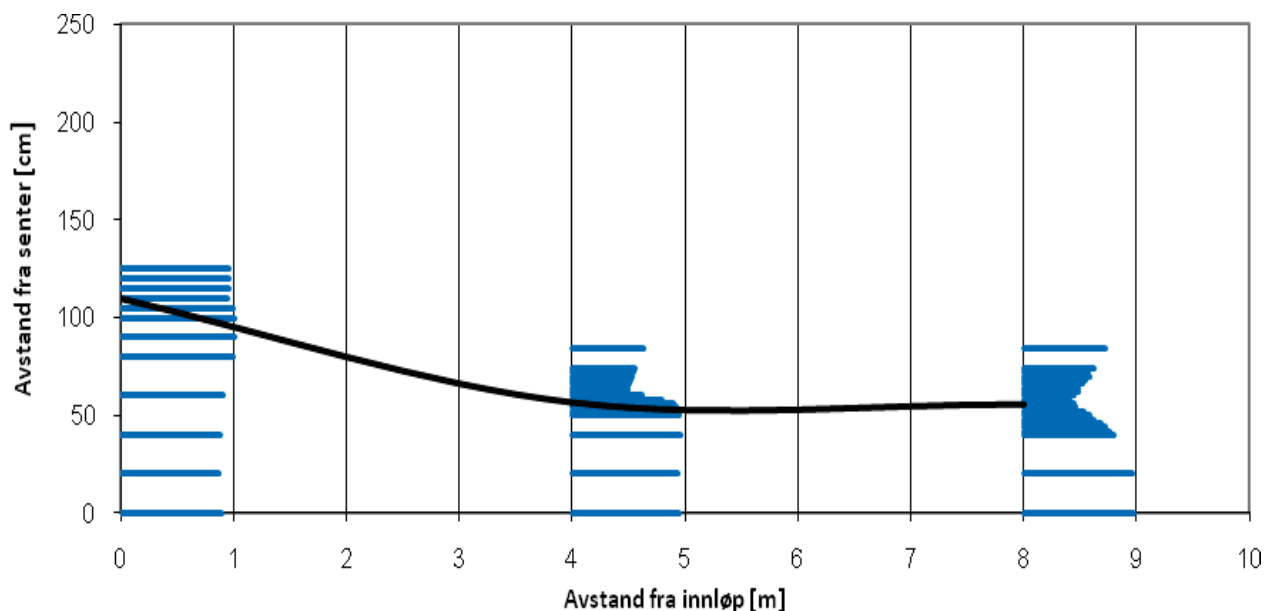
Figur 2. Skisse av strømning rundt og gjennom en not konus med lav porøsitet. Forholdet u_0/U angir gjennomstrømningen, der u_0 er gjennom-snittshastigheten over innløpet til konusen og U er uforstyrret strømningshastighet (trålfart gjennom vannet). Trykkfallet innebærer at strømmingen avbøyes gjennom notveggen; lavere porøsitet gir større trykkfall og dermed større blokkering (lavere u_0/U forhold) og større avbøyning (lavere γ).

Strømning gjennom parallell (sylindrisk) seksjon

For en seksjon med parallelle notvegger (f.eks. en sylindrisk forlengelse, område B i Figur 1) kan man i utgangspunktet anta at hastigheten i senter av seksjonen er lik trålfart. Langs notveggen oppstår det pga. friksjon et grensesjikt, både på utsiden og innsiden. Grensesjiktet vil først oppstå der notveggen blir mer eller mindre parallell med strømningsretningen (ved overgangen A-B i Figur 1), og vokser i tykkelse bakover langs seksjonen. Et grensesjikt er et område med redusert hastighet og noe turbulens. Innerst ved notveggen kan hastigheten være redusert til omlag 50 % av strømningshastigheten utenfor grensesjiktet (trålfart), og hastigheten øker så gradvis med økende avstand til notveggen. Som en tommelfingerregel kan man anta at grensesjiktet på et gitt sted i seksjon B i Figur 1 har en tykkelse lik 5 % av avstanden frem til overgangen A-B. Det betyr f.eks. at grensesjiktet kan antas å ha vokst til å fylle hele tverrsnittet ved en avstand $10 D$ bak overgangen A-B, der D er diameteren til seksjonen. Hastighetsreduksjonen i grensesjiktet må kompenseres ved en hastighetsøkning et annet sted. Hydrodynamiske grensebetingelser tilsier at denne hastighetsøkningen må finne sted på utsiden av seksjonen, noe som må skje ved en svak strømning (filtrering) ut av notveggen. Denne filtreringshastigheten er imidlertid svært lav (om lag 1 % av trålfart), og selv når grensesjiktet fyller hele tverrsnittet vil den totale gjennom-strømningen gjennom dette tverrsnittet bare være redusert med omlag 20 %. Men det er altså ingen blokkering eller redusert gjennomstrømning ved innløpet til en seksjon (dvs. ved overgangen A-B) som følge av at det bygges opp et grensesjikt bakover i seksjonen. Figur 3 og 4 viser målinger av hastighetsprofil ved innløpet og ytterligere to tverrsnitt lenger bak i bakparten på en småmasket trål. Det kan tydelig ses at det ikke er noen blokkering ("bøtteeffekt") ved innløpet til seksjonen, og at et grensesjikt utvikles både på innsiden og utsiden av netveggen. I senter av seksjonen opprettholdes uforstyrret hastighet. På utsiden av seksjonen er strømmingen tydelig påvirket av wake (kjølvann) fra forparten av seksjonen, med en større hastighetsreduksjon enn et grensesjikt alene skulle tilsi, se Figur 1 også.



Figur 3. Seksjon testet i prøvetanken i Hirtshals; lengde 12 m, diameter 2 m, maskestørrelse 24 mm, trådtykkelse 1.16 mm, 40 % maskeåpning (alle tall i ustrukket tilstand).



Figur 4. Målt hastighetsprofil ved innløpet til seksjonen i Figur 3, og ved 4 og 8 m bak innløpet, for en uforstyrret strømningshastighet på 0.95 m/s (1.85 knop). Sort linje indikerer notveggen. Området 0-4 m kan sies å tilsvare område A i Figur 1, mens området 4-8 m kan sies å tilsvare område B. De bakerste 4 m av seksjonen (dvs. lengst til høyre i Figur 3, tilsvarende område C i Figur1) er ikke tatt med.

Noen tilleggsbemerkninger

- Det er den hydrodynamiske kraften på fangsten og de strukturelle egenskapene til notlinet som i all hovedsak bestemmer formen på sekk og forlengelse i tilfellet i Figur 1. Lokale hydrodynamiske krefter pga. strømming langs eller gjennom notveggen i denne delen av trålen har neglisjerbar betydning for motstand og geometri, bortsett fra ved tom sekk. Ved tom sekk er der altså bare små hydrodynamiske krefter tilgjengelig til å holde sekk og bakre del av forlengelse åpen, og det kan være vanskelig og til dels meningsløst å foreta hastighetsmålinger siden deler av seksjonene kan være klappet sammen.

- Den akkumulerte fangsten i sekken innebærer en ren blokkering, og vil påvirke strømmingen merkbart i en avstand omlag $1-2 D$ fremover. Her er D diameteren av den akkumulerte fangsten.
- Fisk som "står stille" og svømmer med trålen kan også innebære en blokkering. Selv om fisken tilfører vannet energi ved å til en viss grad skyve det rundt seg, vil en større mengde fisk i en trang seksjon i seg selv kunne utgjøre en blokkering av strømmingen.
- Oppbygging av et grensesjikt forutsetter at notveggen er mer eller mindre parallell med strømningsretningen. Det vil altså ikke oppstå eller bygges opp et grensesjikt langs notveggen i område A. I praksis vil imidlertid naturlig variabilitet i strømmingen, små bevegelser av notveggen og en viss avbøyning av strømmingen som indikert i Figur 2 gjøre at man må forvente noe innvirkning på hastighetsfeltet nær notveggen også i område A. Videre vil det i praksis være vanskelig å avgjøre hvor overgangen A-B i Figur 1 og 4 er, og hvor man kan anta at et grensesjikt begynner å bygges opp.
- Forholdene i bakparten av en trål er komplekse og variable, både når det gjelder strømming og trålgeometri. Det er derfor ikke enkelt hverken å gjennomføre eller tolke hastighetsmålinger i dette området, noe som er viktig å ta hensyn til ved plassering av hastighetssensorer og tolkning og bruk av hastighetsmålinger.

Konklusjon

Et notpanel eller en trålseksjon vil alltid medføre en viss blokkering av strømmingen. Blokkeringen vil imidlertid først bli merkbar/betydelig dersom panelet/seksjonen både har tilstrekkelig lav porøsitet (liten maskeåpning, høy soliditet) og tilstrekkelig bratt avsmalningsvinkel. En ordinær trålseksjon vil derfor normalt ikke skape en "bøtteeffekt" i betydning av en betydelig blokkering eller avbøyning av strømmingen, men nær notveggene må man forvente reduserte hastigheter og lokale variasjoner pga. grensesjikt og andre lokale effekter. Spørsmålet synes derfor heller å være hvorvidt fisk reagerer på mindre endringer, variasjon og turbulens i strømningsfeltet, eller om det er den rent geometriske og visuelle "trangheten" i en strukket forlengelse som får fisk til å søke mot og ut av notveggen.

Kontakter

Svein Helge Gjørund, SINTEF Fiskeri og havbruk

Svein.H.Gjosund@sintef.no

+47 98 24 50 43

John Willy Valdemarsen, Havforskningsinstituttet

john.willy.valdemarsen@imr.no

+47 55 23 69 47 / + 47 46 94 00 89

Kurt Hansen, SINTEF Fiskeri og havbruk

Kurt.Hansen@sintef.no

+45 98 94 43 00

VEDLEGG 2

Vannstrømmålinger i en småmasket (24 mm maskevidde) nettsylinder, 18 m lang og med 2 m diameter i åpningen

av John Willy Valdemarsen, Jan Tore Øvredal og Asbjørn Aasen, Havforskningsinstituttet

Innledning

Hvordan påvirkes vannstrømmen inni en trål er problemstillingen som søkes belyst i dette prosjektet. Denne delrapporten omhandler vannstrømmålinger inni en nettsylinder laget av PA nett med 24 mm maskevidde utført om bord i forskningsfartøyet M/S "Fangst" i juni og august 2010, henholdsvis i Bjørnefjorden i Hordaland og i Bøkfjorden ved Kirkenes.

Utstyr

Nettsylinder

Nettsylinderen var laget av nylon nett med 24 mm maskevidde og tråd nr 14. Omkretsen var 650 msk. som tilsvarer en strekt lengde på 15,6 m. Lengden på nettsylinderen var 750 msk som tilsvarer en strekt lengde på 18 m. Nettet var foran montert i en ring med 2 m diameter (MIK ring) som vist på figur 1. Maskeåpningen i forkant av nettsylinderen var 40%.

Vannstrømmålere

Tre typer vannstrømmålere ble brukt for å måle vannstrøm i ulike posisjoner inni nettkonen

1. Scanmars trålfartsenor
2. Nortek vannstrømmåler (2 Mhz)
3. Propellogg

Forsøk

Juniforsøket

De ulike trålfartsensorene ble kalibrert i forhold til hverandre ved at de ble montert ved siden av hverandre på MIK ringen som vist på figur 2. Kalibrering ble utført i ulike hastigheter og i motsatte retninger inni en fjord. Data fra hver av sensorene ble logget med egne program som var tidssynkronisert. Båtfart som GPS fart, ble logget samtidig. I forsøkene ble 4 ulike sensorer kalibrert i forhold til hverandre.

For å dokumentere vannstrømmen inni nettkonen ble det først utført noen forsøk i juni der to Scanmarsensorer ble plassert henholdsvis 6 og 12 bak ringen som nettet var festet til, samt Nortekmåler i åpningen. Propellloggen var også plassert midt i ringen, men denne fungerte ikke. Dette arrangementet ble observert med kamera fra tauefarkosten Fokus.

Augustforsøket

Basert på erfaringen i juni ble nettkonen i augustforsøket holdt utspent med 4 stk 1,5 m diameter ringer av PVC slange som vist på figur 3. I det første forsøket var ringene festet

henholdsvis 6, 8, 10 og 12 m bak MIK ringen. Hastigheten i ringåpningen ble målt med Nortek måleren og Scanmarmålere montert 7 og 11 m bak ringen. Da kameraobservasjoner av dette oppsettet viste at nettet foran fremste fartsmåler (7 m bak ringen) snevret seg inn som et timeglass, ble det fjernet 3 m nett foran den fremste ringen. Forsøksoppsettet var da som vist på figur 4. Det ble gjennomført et forsøk med Nortek måler i innløpet og Scanmar fartsmåler festet 15 cm under nettet 4 og 8 m bak ringen. I det andre forsøket ble bakre (8 m) fartsmåler festet på en ramme slik at den målte vannstrømmen 60 cm under nettet (figur 5). Begge forsøksoppsettene ble observert med kamera fra Fokus farkosten.

For å relatere vannstrømmålingene til GPS fart ble denne logget samtidig når nettkonen ble tauet med og mot strøm.

Resultater

Kalibreringen viste at to av Scanmarmålere målte tilnærmet samme vannhastighet. To av målerne hadde så store avvik at de ikke kunne nyttes til målinger av vannstrøm. Nortekmåleren som var programmert til å måle vannstrømmen i 10 cm dypdeintervall i 10 sek sekvenser viste noe variasjon mellom cellene. I beregning av hastighet ble det tatt gjennomsnittet av 8 vertikale celler (10 cm) der vannstrømmen var noenlunde lik og over en tidsperiode der båthastigheten var konstant.

De direkte observasjonene som ble utført med farkosten Fokus viste noen sammenhenger mellom målingene av vannstrøm og oppførsel til målesensorene samt geometriforandringer av nettsylinderen under tauing som kan forklare målerresultater.

En oppdagelse var at fartssensoren og festestativ måtte nøytraliseres for å unngå at sensoren målte unøyaktig vannstrøm inni nettsylinderen. Når det ble brukt for mye oppdrift ble sensoren løftet opp slik at den målte vannstrømmen bak nett som vist på figur 6. For lite oppdrift resulterte i at sensoren kom i kontakt med nettet nedenfor som illustrert på figur 7. Disse situasjonene resulterer i lavere målt vannstrøm forbi sensoren enn det som sannsynligvis vil være tilfelle i sentrum av nettsylinderen.

Effekten av at diamantmasker lukker seg i tverretningen ved belastning er illustrert i figur 8. Denne situasjonen oppsto i det første forsøket i august der det først ble brukt en 6 m seksjon mellom MIK ringen i åpningen og den første PVC ringen som skulle holde nettsylinderen sylindrerformet der vannstrømmen skulle måles.

Måleserien baseres på oppsettet som vist på figur 4. Målingene av vannstrøm i åpningen (posisjon 1) og i hver av posisjonene 2-4 er gjengitt i tabell 1 nedenfor. Målingene viste at det ikke var redusert vannstrøm bakover i senter av nettsylinderen i forhold til tauefart. Vannstrømmen i nærhet av nettet er noe redusert. Denne reduksjonen blir større dessto lenger bakover i nettsylinderen. Vannstrømmen 15 cm fra nettet var ca 40% lavere enn tauefart målt 8 m inni nettsylinderen.

Tabell 1. Målte verdier for vannstrøm inni nettsylinderen med tauefart mellom 2 og 5 knop

Båtfart (GPS)	2 kn	3 kn	4 kn	5 kn
I åpningen (Nortek)	2,0	2,95	3,86	4,80
4 m bak ring, 15 cm under nett (P2)	1,73	2,6	3,44	4,3
8 m bak ring 15 cm under nett (P3)	1,36	1,85	2,30	2,80
8 m bak ring, 65 cm under nett (P4)	1,73	2,73	3,73	4,7

Diskusjon

Metodisk er det vanskelig å dokumentere vannstrømmen i ulike posisjoner inni en trål ved varierende tauefart. I tidligere forsøk utført av Havforskningsinstituttet har det vært brukt Scanmar trålfartsenorer festet til nettet og i rammer som gir nødvendig avstand mellom nett og målepunkt for sensoren tilsvarende som benyttet i dette forsøket. Det har også vært benyttet Nortek vannstrømmålere i slike forsøk. Det generelle bildet fra de ulike forsøkene er at måling av vannstrøm tett ved nettet (nærmere enn 50 cm) kan være misvisende i forhold til målinger med større avstand enn 50 cm fra nettet. Forklaringen er at det i nærhet av et nett som er orientert tilnærmet parallelt med tauetningen oppstår et grensesjikt langs nettveggen som øker i bredde langs nettveggen (se egen artikkel).

Dette forsøket bekreftet i stor grad målingene utført med den samme nettsylinderen i strømmingstanken i Hirtshals. Forskjellen er at det her ble gjort målinger med høyere tauefart (maks 5 kn), enn i tankforsøket (maks 1,8 kn). Vannstrømmen inni en sylindrisk nettkon reduseres noe i nærhet av nettet og bredden på dette sjiktet øker bakover i sylinderen. Hvis sylinderen er smal nok (f.eks 50 cm diameter) betyr dette at vannstrømmen bakover i forhold til nettet blir svært lav. Dette er et fenomen som kan forekomme framme i en trålpose der det ofte observeres at fisk transporters sakte bakover mot selve posen. Fisk kan også lett svømme i tauetningen inni slike poser.



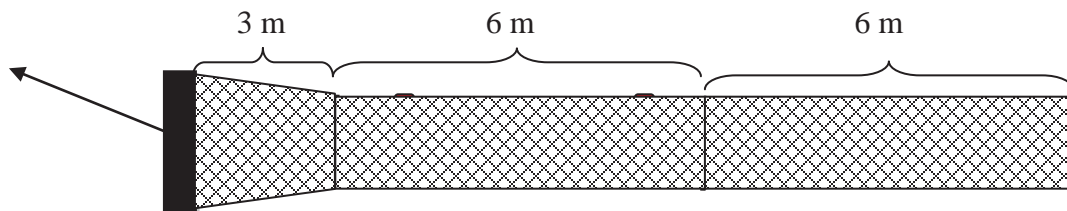
Figur 1. MIK ringen med nettkonen montert.



Figur 2. Scanmar trålfartsmålere og Nortek ADCP måler plassert i åpningen på MIK ringen for kalibrering.



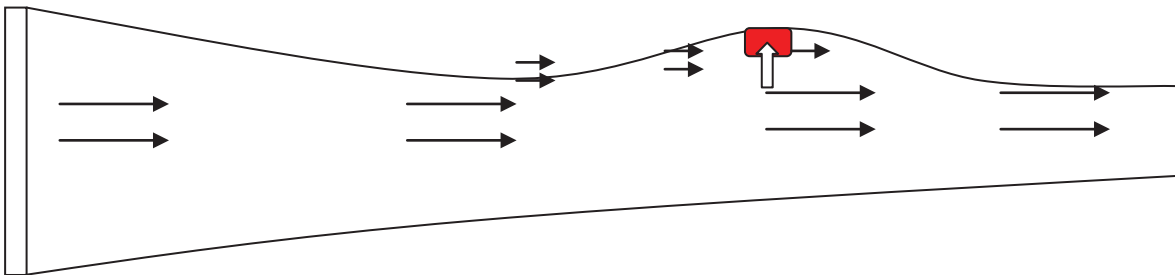
Figur 3. Nettkonen holdt utspent med 1,5 m dia. PVC slanger.



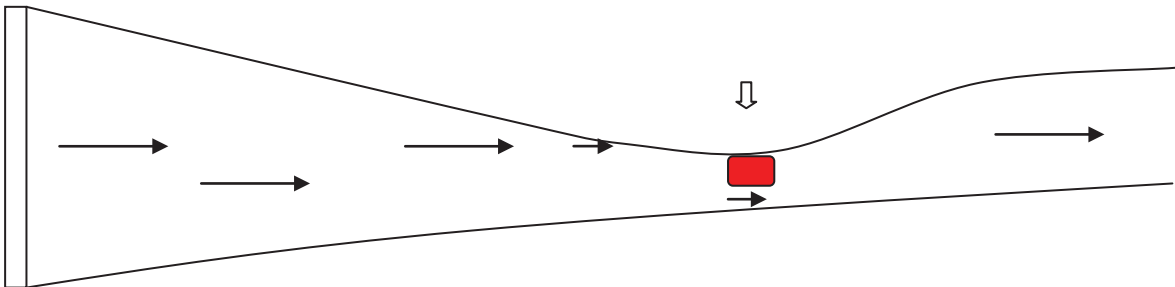
Figur 4. Arrangement av nettkonen montert i MIK ring og med 4 stk. 1,5m Ø PVC ringer og plasseringen Nortekmåleren i åpningen og av to Scanmarmålere 4 og 8 m bak ringen i åpningen. I bakre posisjon målte sensoren vannstrømmen 15 og 65 cm under nettet



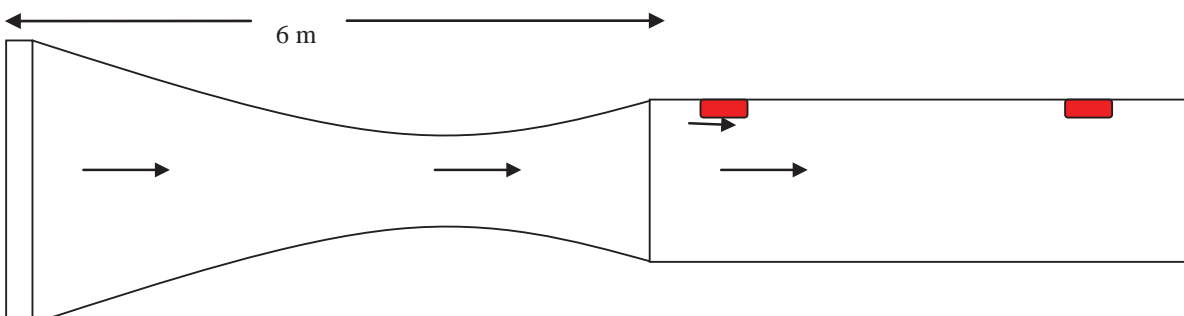
Figur 5. Scanmar fartsmåler plassert i stativ som ble festet til taket i nettsylindere



Figur 6. Effekt på vannstrømmålingen inni nettsylinderen når sensoren hadde for mye oppdrift (Pilene antyder vannstrømhastighet).



Figur 7. Effekt på vannstrømmålinger når sensoren hadde for lite oppdrift (Pilene antyder vannstrømhastighet).

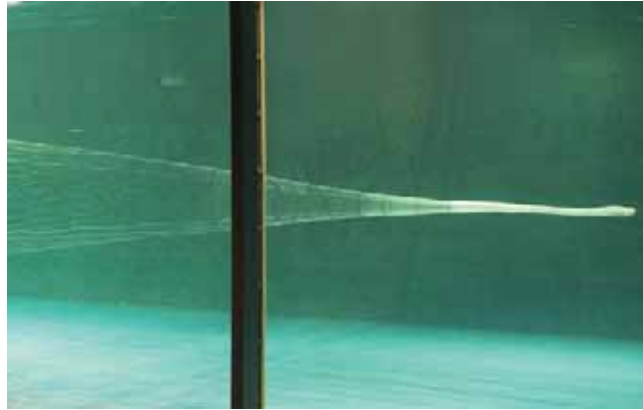


Figur 8. Timeglassfasong til nettsylinderen foran seksjonen som var utspent med PVC rør når nettseksjonen var 6 m lang. Plassering av Scanmar fartsensorer er angitt.

VEDLEGG 3

Innsnevring av trålbelg med økende fangstmengde

av Kurt Hansen, SINTEF Fiskeri og Havbruk, Avd Hirtshals, og John Willy Valdemarsen, Havforskningsinstituttet, Faggruppe Fangst



Innledning

Trålfiskerne erfarer ofte at en trål slutter å fange mer fisk etter at det har kommet en viss fangstmengde i posen. Det blir hevdet at dette skyldes at selve fangsten gir opphav til en bøtteeffekt i trålen som resulterer i at fisken unnslipper gjennom maskene lenger framme i trålbelgen. At bøtteeffekt er en lite sannsynlig forklaring på fenomenet er beskrevet i en egen delrapport. En alternativ forklaring på at noen tråler slutter å fange fisk når de har fanget en viss fangstmengde, er at geometriforandringene til en trålbelg på grunn av fangstbelastningen resulterer i at fisk unnslipper gjennom nettet før de har kommet langt nok bak til å bli omsluttet av små masker. Denne delrapporten omhandler et forsøk i modelltanken i Hirtshals der geometriforandringer i trålbelgen med varierende fangstbelastninger ble dokumentert. Resultatene fra denne testen er så grunnlag for en analyse om det kan være en sammenheng mellom fangstmengde i trålposen, trålgeometri og fiskeatferd i trålbelgen med unnslipping som resultat. Konstruksjonsmessige tiltak for å redusere fangsttap i trålbelgen blir foreslått.

Metode

En flytetrålmmodell i 1:20 skala ble testet i tanken med tauefart tilsvarende 4 knop og med belastninger påtrykt sekken tilsvarende, 0, 982, 1500, 2145, 2933 og 3700 kg. I hver panelovergang ble det tatt fotografiske målinger av høyde og bredde.

Resultater

Måleresultatene (høyde og bredde) for hver panelovergang, samt belastning i hver trålwire er gjengitt i tabell 1. På bakgrunn av disse data er inngangsarealet til hver av seksjonene i trålen beregnet. Resultatene fra beregningene er vist i tabell 2. Den øverste blokk viser arealet i m² og den nederste blokk viser det normerede areal i forhold til arealet, der måles når der ikke er påtrykt en last bak i sekken. Vertikal- og horisontal-profil av trålen med henholdsvis 0, 1000, 2000 og 3000 kg belastning (tilsvarende estimert fangst på 0, 10, 40 og 60 tonn) er illustrert i

Figur 1. Det framgår av denne testen at tverrsnittet til trålbjelgen reduseres når belastningen bakover øker. Tverrsnittet i forkant av 120 mm panelet uten fangstbelastning er tilsvarende som tverrsnittet i forkant av 200 mm panelet med 3000 kg belastning som tilsvarer 60 tonn fangst. Trålmotstanden øker ikke like mye som den økte fangstbelastningen skulle tilsi, dette skyldes uten tvil, at det skjer en endring av trålens form og dermed en endring i vannmengden som går inn i de småmaskede seksjonene.

Hvordan kan geometriforandringene påvirke fangstevnen til en trål?

Atferdsobservasjoner inni en trålbjelg har vist at fisk "går på nettet" når den føler seg trengt (panikkreaksjon). Sannsynligvis er det en sammenheng mellom volumtetthet av fisk og når denne reaksjonen inntreffer inni trålbjelgen. Den ideelle trål vil da være den som har små nok masker til å holde igjen fisk som forsøker å unnsnippe gjennom maskene. Dette er også grunnlagserfaringen for hvor i trålbjelgen småmaskene skal begynne. Hvis det er mye "nettafisk" i et trålpanel tyder dette på at fisk forsøker å unnsnippe i dette området. Dette panelet blir da som regel erstattet med mindre masker få å unngå fangsttap.

Forsøket viser at tverrsnittet ved inngangen til 120 mm maskene uten fangst er ca 32 m² eller har en høyde på 5,5 m og bredde på 7,5 m. Hvis dette er det tverrsnittet som må til for å unngå panikkflykt vil fisken være innenfor "trygge" masker når de forsøker å komme seg ut gjennom nettmaskene. Med 60 tonn fangst er imidlertid dette tverrsnittet flyttet fram til inngangen av 200 mm panelet. Hvis flyktreaksjonen starter ved dette tverrsnittet har fisk mulighet til å unnsnippe i hele nettpanelet med 200 mm maskevidde. Dette er derfor en mulig forklaring på at en trål slutter å fange mer når posen inneholder en gitt fangstmengde.

Verifisering av hva som geometrisk skjer med en trålbjelg når trålen fylles med fangst bør skje med egnet instrumentering - trålsonar plassert i panelovergangene og kameraovervåkning i samme området.

Konstruksjonsmessige tiltak for å unngå virkning av innsnevring av trålbjelgen ved økt fangst

Den enkleste løsning på problemet som er beskrevet foran er å benytte flere seksjoner av småmasker framover trålbjelgen. Det vil imidlertid bety økt trålmotstand og dyrere trål. Dette er imidlertid hva som benyttes mest i dag. Trålbjelgene til pelagiske tråler er spesielt lange. Et alternativ er å redusere kreftene som snevrer nettet sammen når det påvirkes av fangstbelastning. Det kan i prinsipp gjøres på to måter:

1. Bruk av kortere leisetau
2. Bruk av T90 eller kvadratmasker

Den første metoden er i dag vanlig i 2-panels bunntråder og på 4-panels poser. Noen 4-panels tråler er også montert med kortere leisetau langs trålbjelgen. Dette er imidlertid ikke vanlig.

Nett montert som T90 kan sørge for noe mer åpning på tvers på grunn av knutestørrelsen. Denne virkningen blir imidlertid liten når det nyttes relativt tynn tråd og dermed små knuter.

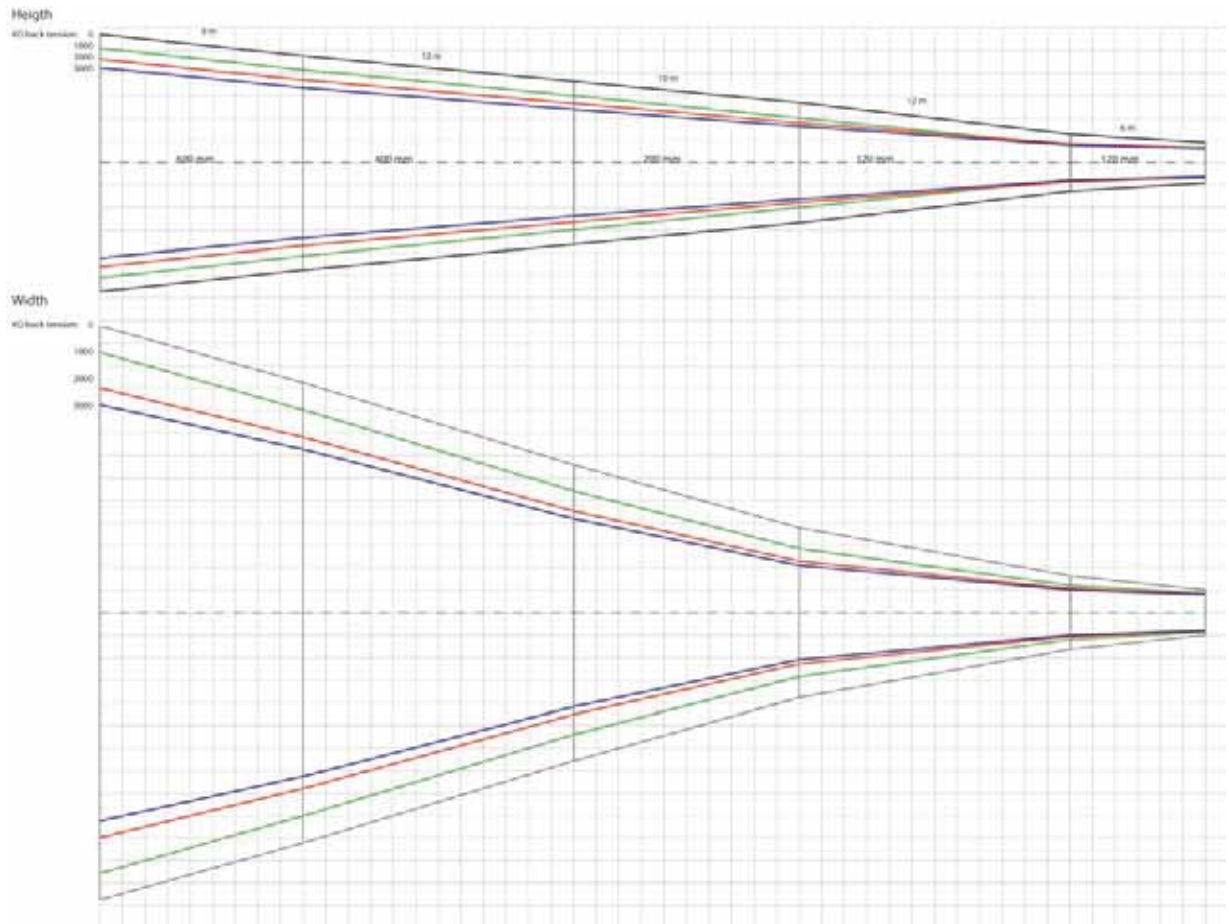
Kvadratiske masker har ingen sammentrekkende krefter. Her blir all belastning i lengderetningen. Bruk av kvadratiske masker i trålbelden kan derfor hindre at trålbelden snevres inn ved økende fangstbelastning.

Tabell 1. Geometri og wirebelastning omregnet til fullskala.

		Stasjon	Munning	1	2	3	4	5	6	
		Full maske størrelse mm	18000	600	400	200	120	120	sekk	
Fart [knop]	Last på sekk [kg]									Wire last per side [tons]
4,0	0	bredde	73,5	25,52	20,46	13,15	7,54	3,27	2,02	5,3
		høyde	30,2	11,42	9,51	7,24	5,35	2,54	1,80	
4,0	982	bredde	71,8	23,16	18,05	10,83	5,70	2,43	1,73	5,4
		høyde	29,3	10,23	8,28	6,00	3,97	1,54	1,38	
4,0	1500	bredde	71,0	21,41	16,70	9,82	5,08	2,27	1,69	5,6
		høyde	29,1	9,73	7,82	5,61	3,80	1,67	1,30	
4,0	2145	bredde	70,0	19,98	15,62	9,05	4,57	2,15	1,67	5,6
		høyde	28,7	9,21	7,37	5,28	3,54	1,68	1,30	
4,0	2933	bredde	68,3	18,50	14,54	8,36	4,20	2,02	1,60	5,9
		høyde	28,1	8,45	6,71	4,74	3,24	1,56	1,25	
4,0	3700	bredde	67,0	17,46	13,75	7,84	3,91	1,91	1,56	6,1
		høyde	27,1	7,88	6,24	4,42	3,03	1,54	1,23	

Tabell 2. Analyse av inngangsarealavhengig av last bak i sekken.

Stasjon	Munning	1	2	3	4	5	6
Full maskestørrelse mm	18000	600	400	200	120	120	sekk
Last bak	Areal ved inngang til seksjon						
0 kg	1743,3	228,9	152,8	74,8	31,7	6,5	2,9
982 kg	1652,3	186,1	117,4	51,1	17,8	2,9	1,9
1500 kg	1622,7	163,6	102,6	43,3	15,2	3,0	1,7
2145 kg	1577,9	144,5	90,4	37,5	12,7	2,8	1,7
2933 kg	1507,4	122,7	76,7	31,2	10,7	2,5	1,6
3700 kg	1426,0	108,1	67,4	27,2	9,3	2,3	1,5
	Areal ved inngang sammenlignet med forsøk uten last bak i sekk						
0 kg	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
982 kg	0,95	0,81	0,77	0,68	0,56	0,45	0,66
1500 kg	0,93	0,71	0,67	0,58	0,48	0,46	0,61
2145 kg	0,91	0,63	0,59	0,50	0,40	0,44	0,60
2933 kg	0,86	0,54	0,50	0,42	0,34	0,38	0,55
3700 kg	0,82	0,47	0,44	0,36	0,29	0,36	0,53



Figur 1. Nettprofil fra siden (øverst) og ovenfra (nederst), uten og med ulike fangstbelastninger.

