

A24698 - Åpen

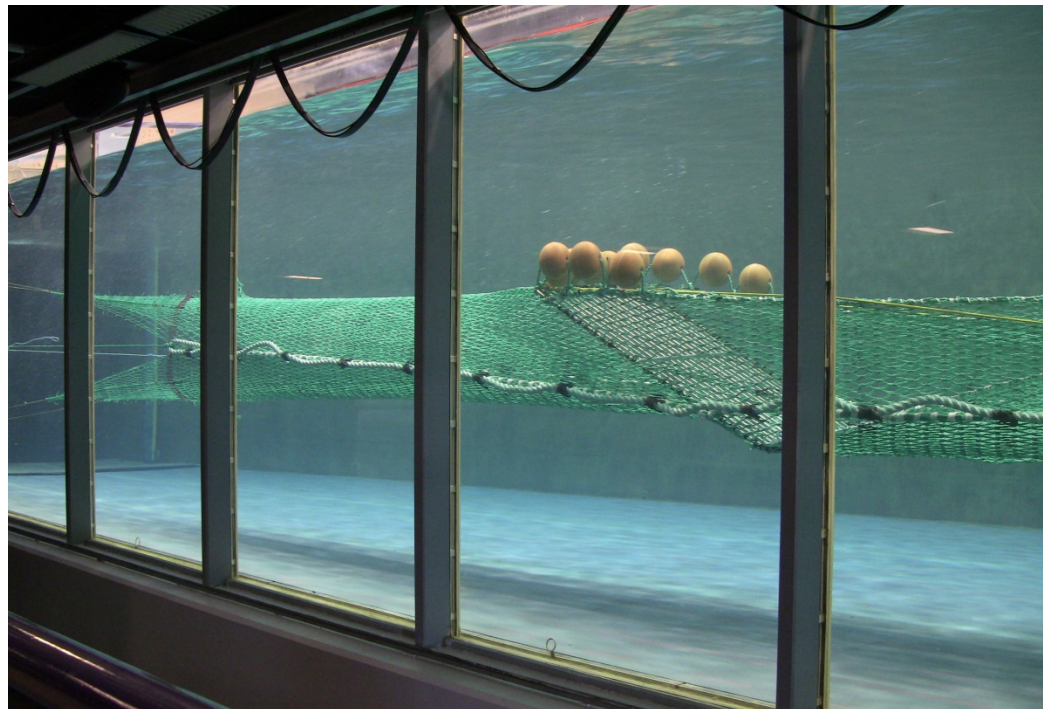
Rapport

Hastighetsmålinger i 2- og 4-panel enkeltrist-seksjoner

Forsøk med fullskala enkeltrist-seksjoner gjennomført i testtanken i Hirtshals 3-7 juni 2013

Forfatter(e)

Svein Helge Gjørund
Eduardo Grimaldo
Manu Sistiaga
Kurt Hansen



Rapport

Hastighetsmålinger i 2- og 4-panel enkeltrist-seksjoner

Forsøk med fullskala enkeltrist-seksjoner gjennomført i testtanken i Hirtshals 3-7 juni 2013

EMNEORD:

Trål
Bunntrål
Sorteringsrist
Ristseksjon
Enkeltrist

VERSJON

1.0

DATO

2013-08-14

FORFATTER(E)

Svein Helge Gjøsund
Eduardo Grimaldo
Manu Sistiaga
Kurt Hansen

OPPDRAKSGIVER(E)

Norges forskningsråd

OPPDRAKSGIVERS REF.

Marius Omland

PROSJEKTNR

6020193

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

27

SAMMENDRAG

Tilgangen på torsk har de siste årene vært så god at løsninger for å begrense og tilpasse fangstemengden til fartøyenes produksjonskapasitet har kommet i fokus. Sorteringsristsystemer er sentrale her, ved at de utgjør en blokkering som kan forårsake redusert gjennomstrømning. Dette antas både å føre til at fisk samler seg opp ved rista, slik at fangstmengdesensorer ikke gir et riktig bilde av fangsten under tråling, og til redusert effektivitet for enkelte typer løsninger for fangstbegrensning.

Denne rapporten tar for seg hastighetsmålinger i det mest brukte sorteringsristsystemet i den norske torsketrålerflåten; enkeltrista, for å avdekke hovedutfordringer og etablere et grunnlag for å forbedre gjennomstrømningen i sorteringsristsystemer. Hovedfunnene er at løftepanelet er det elementet som i størst grad forårsaker redusert gjennomstrømning, og at dette derfor bør fjernes eller modifiseres vesentlig, og at 4-panel ristseksjoner har flere fortrinn over de eksisterende 2-panel seksjonene både strømningsmessig og ved at de er geometrisk mer stabile med større tverrsnittsareal.

UTARBEIDET AV


Svein Helge Gjøsund

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Eduardo Grimaldo

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Vegar Johansen

SIGNATUR**RAPPORTNR**

A24698

ISBN

978-82-14-05641-9

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2013-08-14	Prosjektrapport

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Materialer og metoder	6
2.1	Forsøktank og måleutstyr.....	6
2.2	Oppsett og gjennomføring.....	6
2.3	Ristseksjoner	6
2.3.1	2-panel enkeltristseksjon.....	7
2.3.2	4-panel enkeltristseksjon.....	9
3	Resultater	11
3.1	Teoretisk estimat	11
3.2	Hastighetsmålinger i 2-panel seksjon med løftepanel.....	13
3.3	Hastighetsmålinger i 2-panel seksjon uten løftepanel	14
3.4	Hastighetsmålinger i 4-panel seksjon med løftepanel.....	15
3.5	Hastighetsmålinger i 4-panel seksjon uten løftepanel	15
4	Oppsummering	16
5	Referanser	18
A	Tabeller og plott av geometri- og hastighetsmålinger i ristseksjonene	19

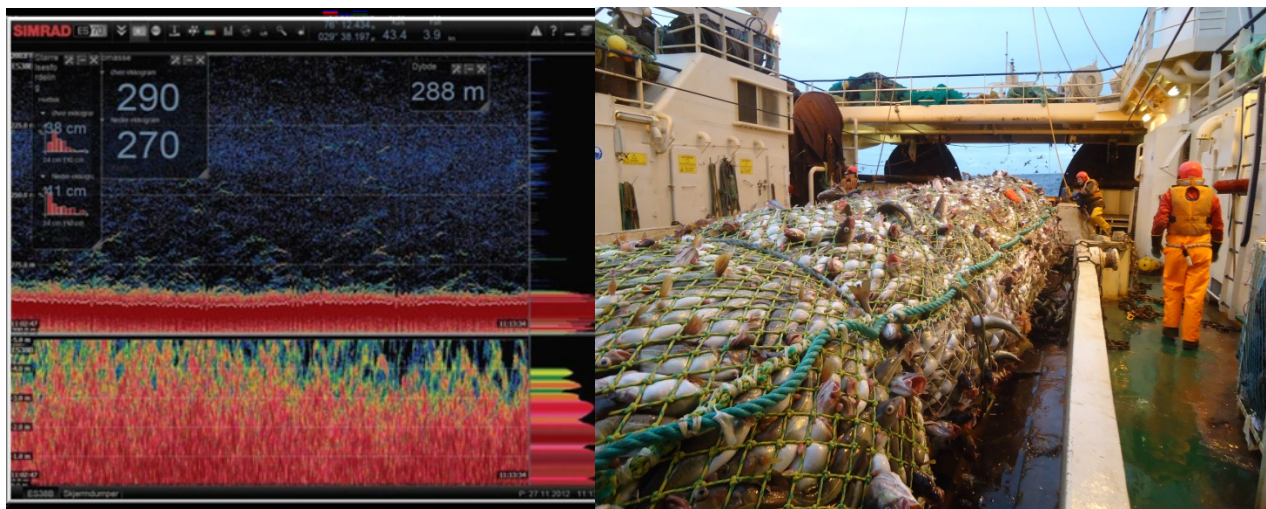
1 Innledning

Tilgangen på torsk har de siste årene vært så god at løsninger for å begrense og tilpasse fangstemengden til fartøyenes produksjonskapasitet har kommet i fokus. Undervannsopptak under trålfiske har vist at fisk samler seg i store mengder både foran og bak rista, og at den ikke umiddelbart faller bakover i sekken, slik at fangstmengdesensorer ikke gir et riktig bilde av fangstmengden under tråling. Forsøk med en foreslått innretning for fangstbegrensing har videre vist at denne ikke fungerer tilfredsstillende i kombinasjon med ristseksjon (http://www.imr.no/nyhetsarkiv/2012/oktober/begrenser_fangstmengde_under_traling/nb-no).

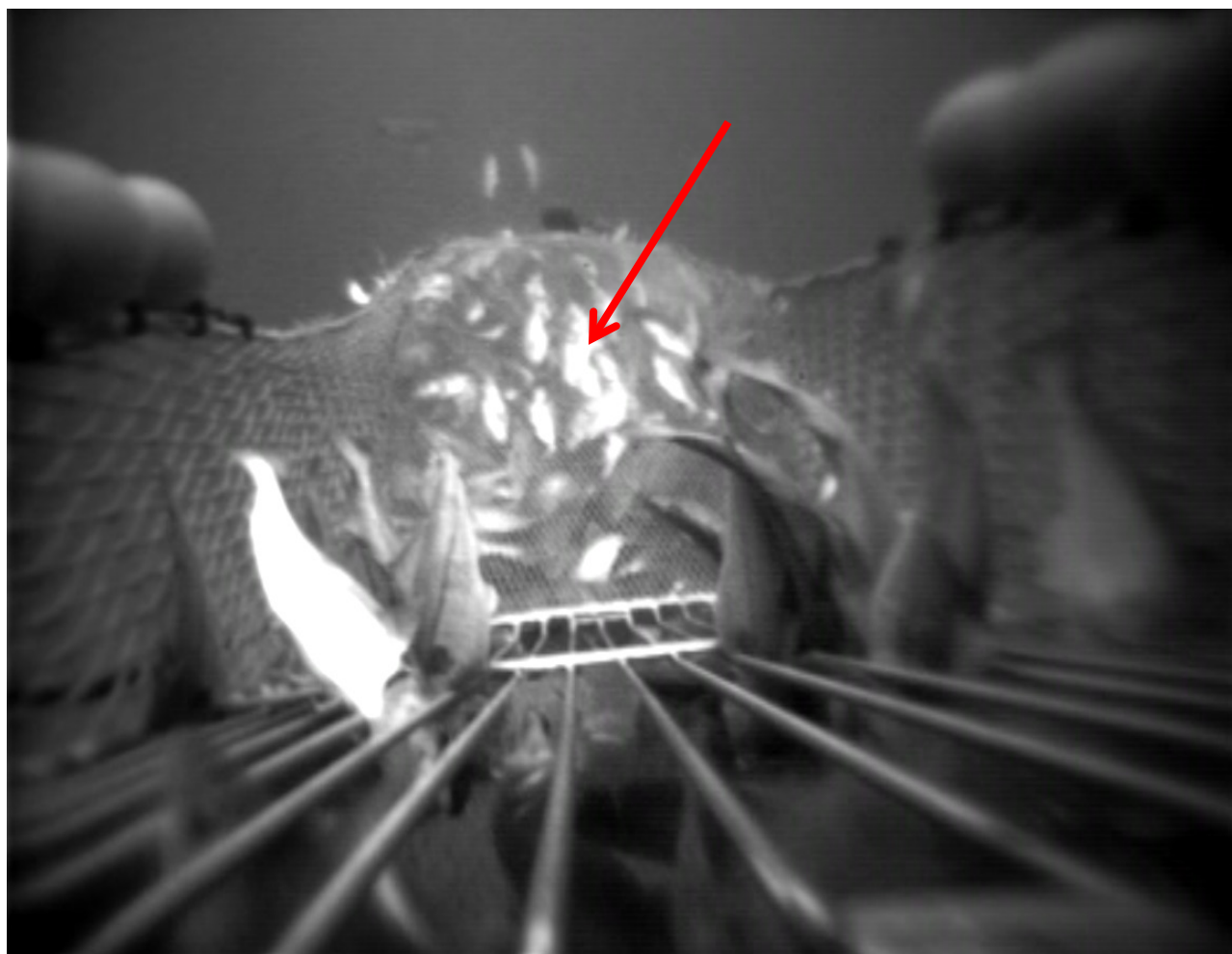
En sorteringsristseksjon med diverse kombinasjoner av rist og løfte- og ledepaneler vil medføre en blokkering og reduisering av strømningshastigheten. Det antas at denne hastighetsreduksjonen er grunnen til at fisk begynner å samle seg opp ved rista, noe som medfører en ytterligere blokkering av strømmingen og videre oppsamling av fiske fremover i trålseksjonen (se også Valdemarsen et al., 2011). En redusert hastighet vil også redusere effektiviteten til innretninger for fangstbegrensing basert på hydrodynamisk trykk.

Denne rapporten tar for seg hastighetsmålinger i det mest brukte sorteringsristsystemet i den norske torsketrålerflåten; enkeltrista, for å avdekke hovedutfordringer og etablere et grunnlag for å forbedre gjennomstrømmingen i sorteringsristsystemer.

Arbeidet er utført som en del av prosjektet *Development of catch control devices for mid-water trawls*, finansiert av Norges forskningsråd gjennom programmet *Havet og kysten* (prosjektnummer 216515/E40).



Figur 1. Ekkoloddregistrering (5-m ekspansjonsvindu) som viser høy forekomst av torsk (til venstre), og størrelsen på fangsten tatt i løpet av få minutters tråling på samme felt (til høyre) (Kilde: Ivan Tatone, Universitetet i Tromsø).



Figur 2. Undervannsoptak som viser store mengder fisk som samler seg bak ledepanelet i en 55 mm enkeltristseksjon (Kilde: Roger B. Larsen, Univ. i Tromsø).

2 Materialer og metoder

2.1 Forsøkstank og måleutstyr

Testene ble gjennomført i SINTEF Fiskeri og havbruks strømningstank i Hirtshals. Tanken har dimensjoner 21.3 x 2.7 x 8 m (L x H x B) og høyeste strømningshastighet 1 m/s. Ristseksjonenes overordnede geometri og ristvinkelen ble målt vha. videoposisjonssystemet i tanken. Strømningshastigheten ble målt vha. en 2-komponent elektromagnetisk strømmåler (Valeport 802), over en periode på 90-100 s ved en frekvens på 10 Hz. Middelverdi og standardavvik ble beregnet for begge komponenter (dvs. i lengderetning og sideveis). De rapporterte hastighetene i denne rapporten er middelverdien av komponenten i tankens lengderetning. I tillegg ble strømningsretning og virvling observert visuelt ved hjelp av strømningsindikatorer.

2.2 Oppsett og gjennomføring

Ristseksjonene ble montert med sideveis senter 2 m fra observasjonsvinduet. Det vil si at ristseksjon ikke ble montert midt i tanken sideveis (tanken er 8 m bred), men nærmere vinduet for bedre observasjonsmuligheter. Det er imidlertid kjent fra tidligere forsøk og målinger at strømmingen er tilstrekkelig jevn og uniform også i denne delen av tanken. Av den grunn ble det heller ikke gjennomført referansemålinger av uforstyrret strømningshastighet, dvs. uten ristseksjon i tanken. De målte hastighetsprofilene ved innløpet til seksjonene i Appendix A indikerer at dette er akseptable antagelser.

Strømningshastigheten ble målt som vertikale hastighetsprofil over seksjonens tverrsnitt, målt sentralt i seksjonen sideveis, ved inntil 8 tverrsnitt bakover i ristseksjonen, se Tabell 2 - Tabell 6. Den vertikale avstanden mellom målepunktene varierte mellom 5 og 10 cm, bl.a. for å få noe høyere oppløsning i grensesjiktene. Det ble målt hastigheter ned til, men ikke under løftepanelene. Lenger bak ble det målt hastigheter under ledepanelene, noe som ble gjort ved å skjære små hull i ledepanelene slik at strømmåleren kunne stikkes gjennom disse. Disse hullene har neglisjerbar betydning for strømmingen i seksjonen.

Det ble valgt å gjennomføre forsøkene med fullskala ristseksjoner, se avsnitt 2.4, for å få mest mulig detaljerte målinger inne i seksjoner som er identiske med de som leveres til den kommersielle trålerflåten. Forsøkene ble gjennomført ved en nominell strømningshastighet i tanken på 0.95 m/s (~1.9 knop). Dette er altså lavere enn vanlig fullskala tauehastighet. For å oppnå riktig geometri ble ristseksjonen derfor oppspennet i lengderetningen ved å montere 4 vinger ved både inn- og utløp som så ble strammet opp hhv. fremover og bakover i hver sin line. Når riktig geometri er oppnådd har selve hastigheten neglisjerbar betydning for den relative endringen i strømningshastighet gjennom seksjonen, fordi den såkalt Reynoldstall-effekten er ubetydelig i dette tilfellet.

Det var likevel nødvendig å modifisere oppdriftselementene (fløytkulene) for å få korrekt oppdrift i løftepanel og riktig vinkel på rist, se Figur 3, øverst, og Figur 5. For løftepanelene i både 2- og 4-panel seksjonene ble 5 stk. 8" fløytkuler byttet ut med 3 stk. 6" fløytkuler. Det innebærer at oppdriften ble redusert til 25 % av den som brukes i kommersielt fiske, dvs. at oppdriften i løftepanelet i forsøkene er i skala 1:4 noe som tilsvarer en hastighetskala på 1:2. Dette betyr at oppdriften i løftepanelet i forsøkene tilsvarer det man vil ha ved 3.8 knop i fullskala. For risten har ikke oppdriften noen annen betydning enn å påvirke ristvinkelen og kompensere for at støttekjettingen mellom fremkant rist og leis ble byttet ut med line. Vi fant at en fornuftig ristvinkel ble oppnådd ved at 17 stk. (5+7+5) 8" fløytkuler i rist byttet ut med 11 stk. (3+5+3) 8" fløytkuler for 2-panel seksjonen og med 10 stk. (3+4+3) 8" fløytkuler for 4-panel seksjonen.

2.3 Ristseksjoner

En 2-panel ristseksjon ble laget i fullskala ihht. gjeldende forskrift (J-melding J-40-2013, Fiskeridirektoratet), se Figur 3. En tilsvarende 4-panel seksjon ble spesifisert og bygget basert på 2-panel seksjonen, se Figur 5. For enklere håndtering ble støttekjettingen mellom rist og leis bytte ut med line i begge seksjoner.

2.3.1 2-panel enkeltristseksjon

Fig. 1 Montering av sorteringsristssystem

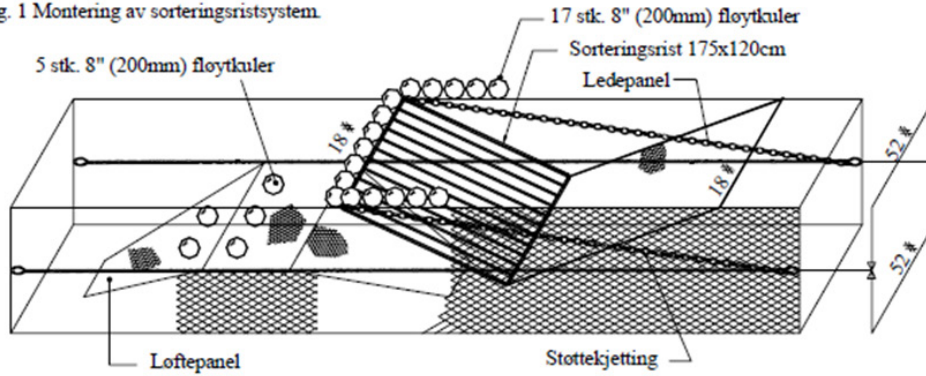


Fig. 2 Sorteringsristssystemet sett fra siden

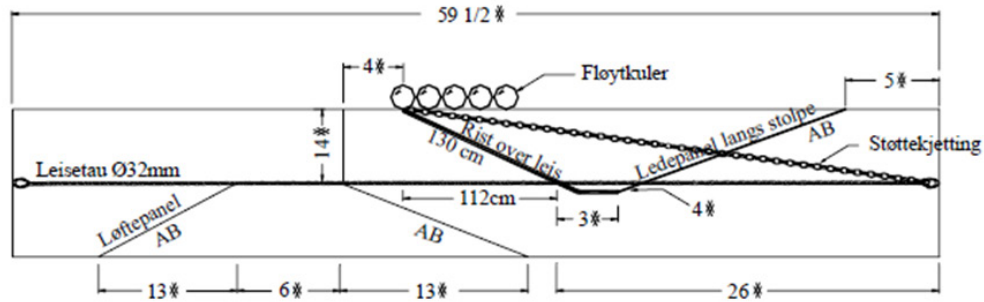


Fig. 3 Sorteringsristssystemet sett ovenfra

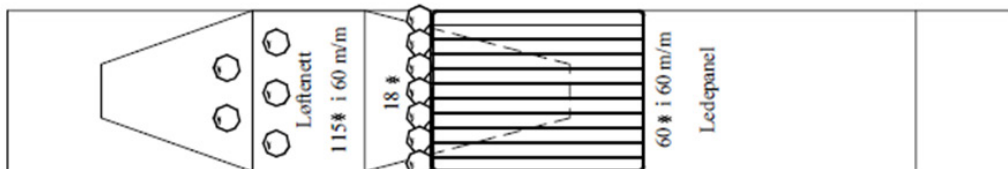


Fig. 4 Forlengelse mellom trålbelt og ristseksjon.

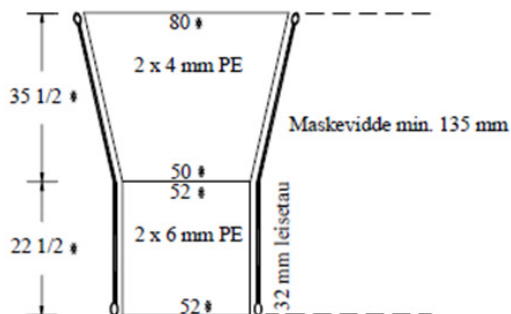
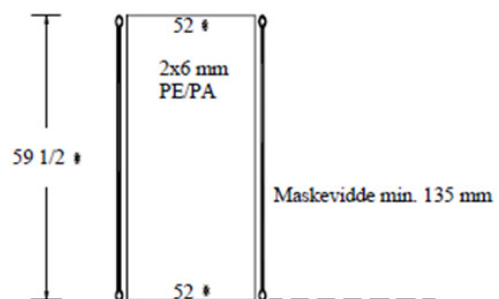


Fig. 5 Nettseksjon for montering av sorteringsrist, loftepanel og ledepanel.



Figur 3. Spesifikasjoner for 2-panel enkeltristseksjon (J-40-2013, Fiskeridirektoratet).

Fig. 6a Sorteringsrist for torskestrål, helsveist i syrefast stål.

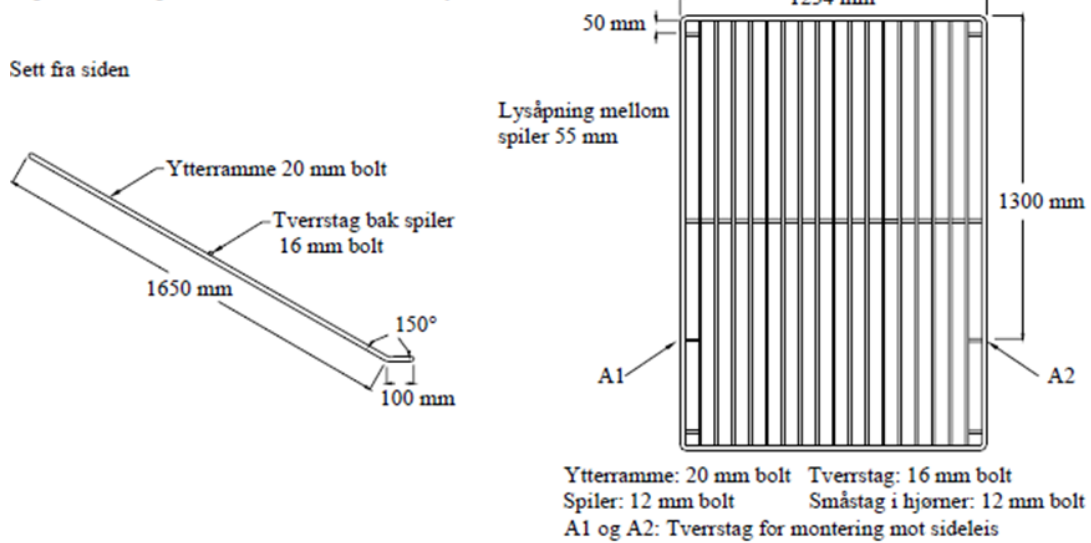


Fig. 6b Sorteringsristkassetten utforming og mål (i mm).

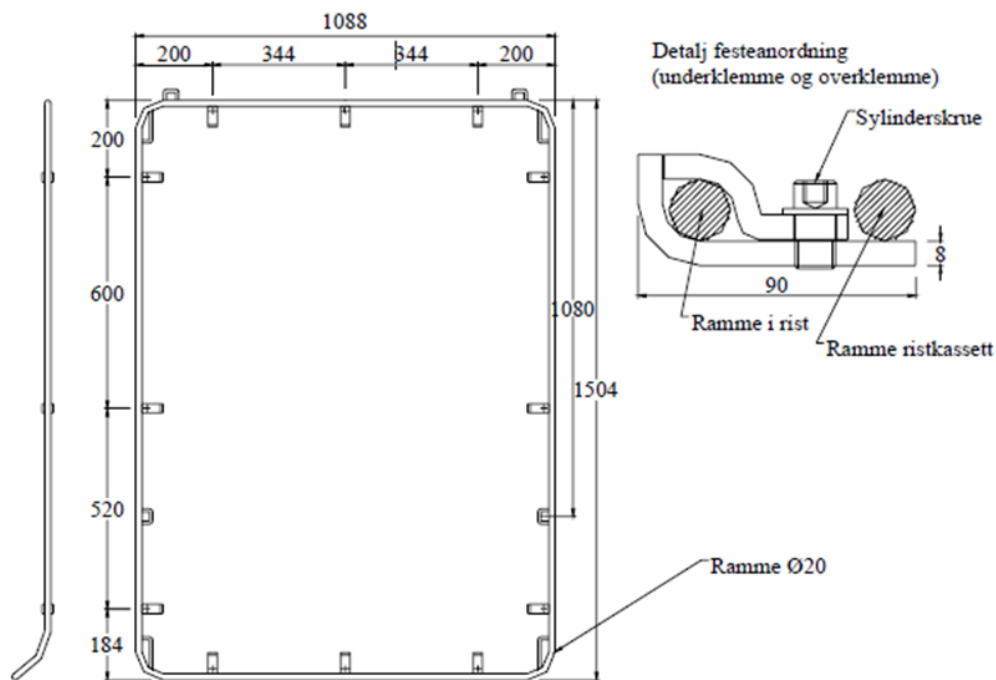
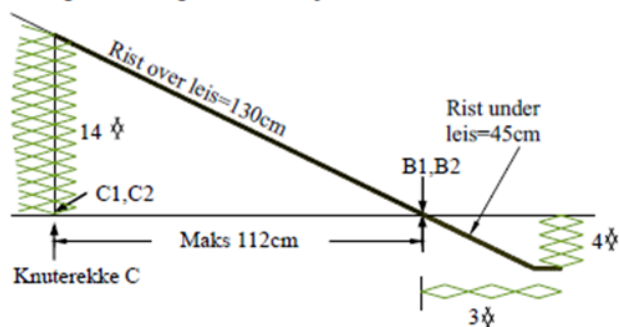


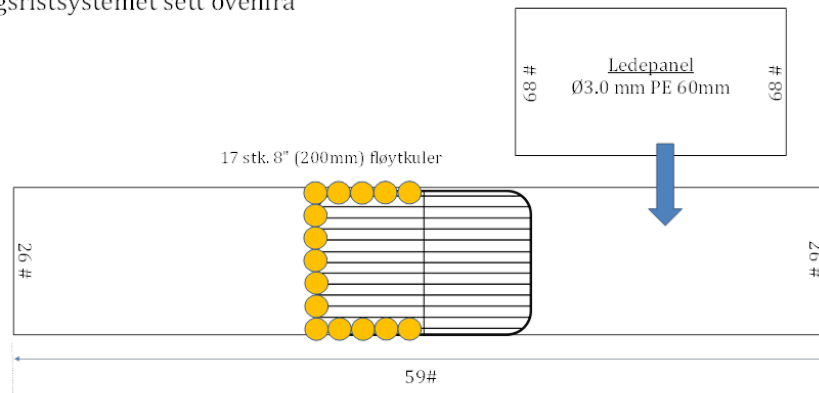
Fig. 6c Innmontering av sorteringsrist i nettseksjonen.



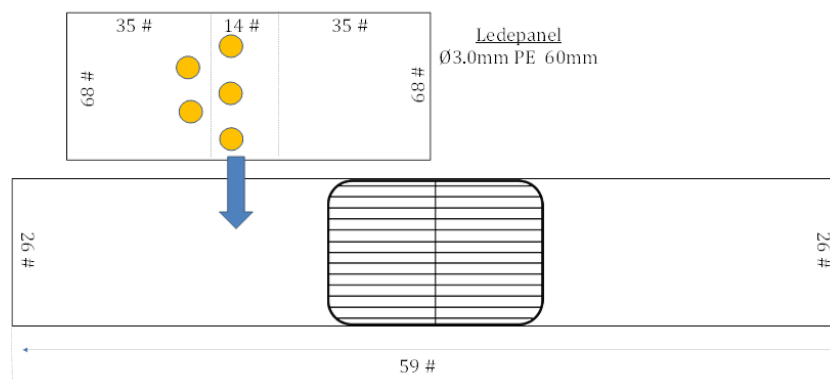
Figur 4. Spesifikasjoner for montering av enkeltrist inni 2-panel ristseksjon (J-40-2013, Fiskeridirektoratet).

2.3.2 4-panel enkeltristseksjon

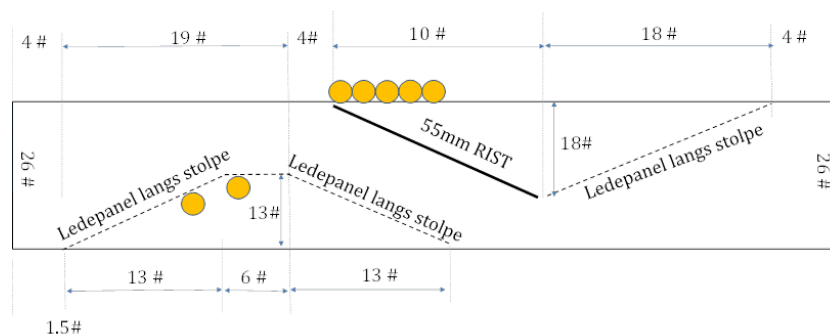
Sorteringsristssystemet sett ovenfra



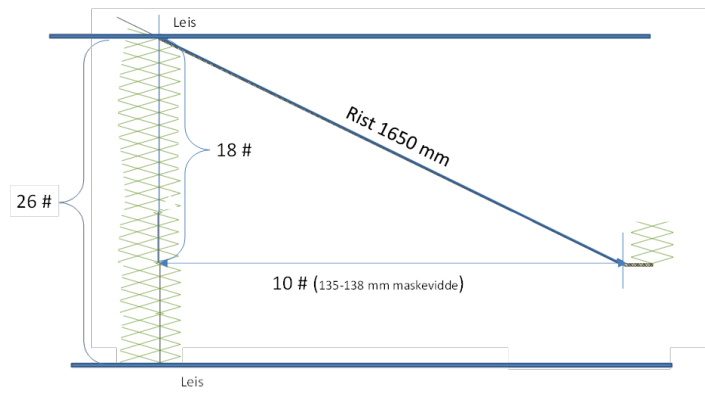
Sorteringsristssystemet sett nedenfra



Sorteringsristssystemet sett fra siden



Figur 5. Spesifikasjoner til 4-panel enkeltristseksjonen, som er en variant av 2-panel enkeltristseksjonen. Den er like lang som 2-panel seksjonen, men har 100 masker i omkrets. Løftepanelet er 68 masker i bredden og er sydd fast til underpanelet.



Figur 6. Spesifikasjoner for montering av rist inne i en 4-panel ristseksjon.

3 Resultater

Resultatene fra målingene er vist i tabeller og figurer i Vedlegg A. I avsnitt 3.1 er det først inkludert noen teoretiske estimat av hva vi kan forvente av hastighetsreduksjoner i slike ristseksjoner. Siden geometrien til seksjonene og panelene, og plasseringen av målepunkter, ikke er presist definerte er det ikke hensiktsmessig å fremstille eller sammenligne enkeltmålinger direkte. Måleresultatene er derfor kort oppsummert i avsnitt 3.2 – 3.5, og det vises til Vedlegg A for detaljer.

3.1 Teoretisk estimat

I forkant av forsøkene ble blokkeringseffekten av de forskjellige elementene i en ristseksjon estimert basert på Gjørund og Enerhaug (2010). Denne modellen beskriver i utgangspunktet gjennomstrømning og blokkering gjennom finmaskede nett (f.eks. plankton nett), men kan også gi en rimelig indikasjon på strømmingen gjennom mer grovmaskede nett og rister som i en tradisjonell trål. Modellen beregner den relative gjennomstrømningen (filtreringsevnen) basert på maskeåpning, trådtykkelse, panelets angrepsvinkel og strømningshastigheten. Porøsiteten (relativ lysåpning) er gitt av maskeåpning og trådtykkelse, og er sammen med angrepsvinkelen den viktigste parameteren. Parameterne som ble brukt i estimatene er gitt i Tabell 1. Fellingsgraden E1 inngår ikke som parameter i estimatene, men må velges for å kunne bestemme maskeåpningsvinkel og dermed porøsitet på slik måte at seksjonen får en riktig overordnet geometri.

Tabell 1. Parametere brukt i teoretisk estimat av gjennomstrømning; m – strekt maskelengde, d – tråd-/spiletykkelse, β – porøsitet, E1 – fellingsgrad ("primary hanging ratio").

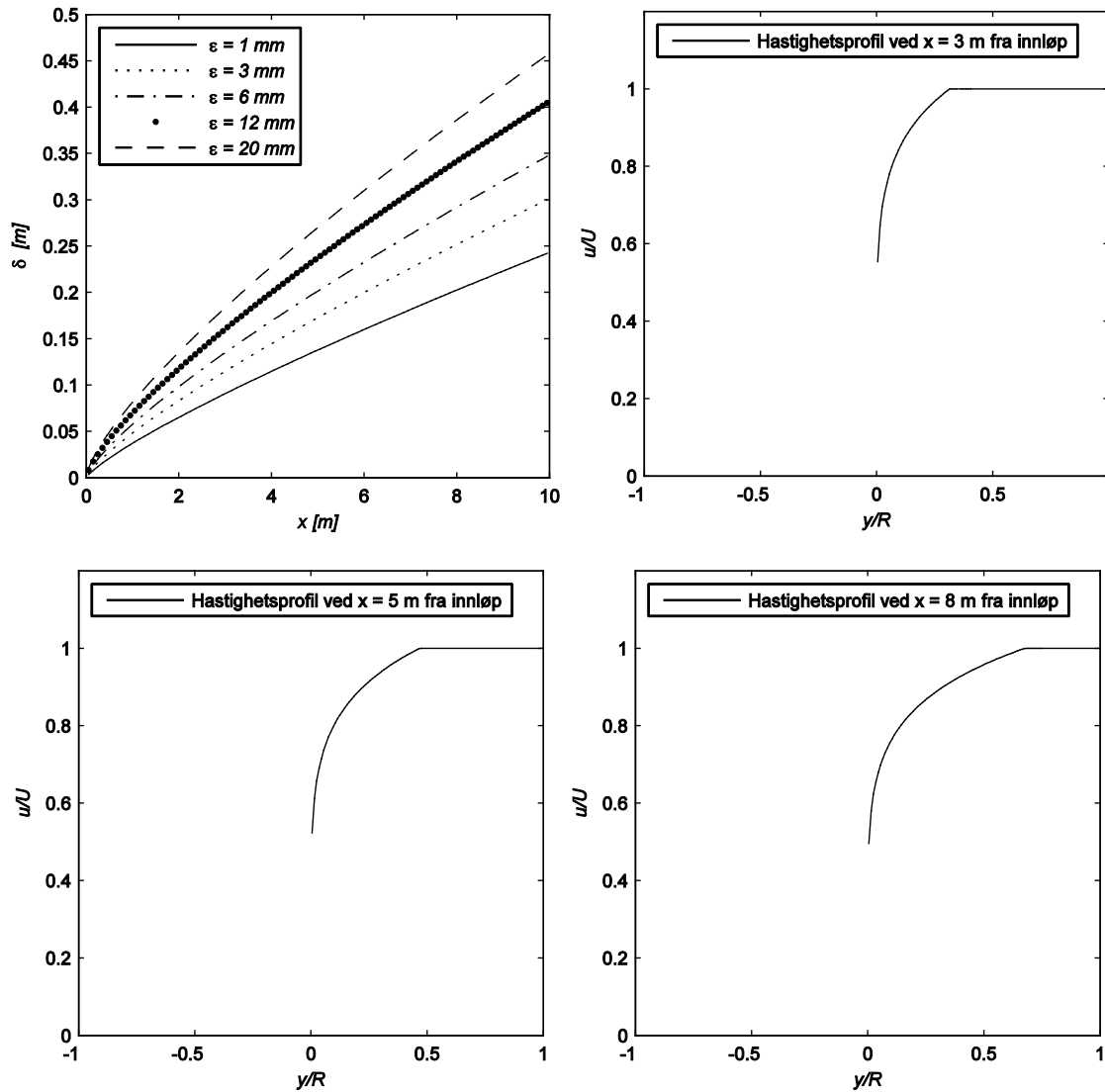
	m [mm]	d [mm]	β	E1	α [°]
Nettseksjon	155	12	0,51	0,28	0
Løftepanel	60	3	0,51	0,18	40-0-40
Rist	55	12	0,78		30
Ledepanel	60	3	0,71	0,34	16

Estimatene fra disse estimatene er vist i Tabell 2 og Figur 12 i Vedlegg A. Disse viser at der er lite påvirkning på strømmingen i det øvre sjiktet, med bare noen få prosent hastighetsreduksjon bakover i seksjonen, dvs. at risten og ledepanelet i liten grad blokkerer strømmingen ved de valgte porøsitetene og vinklene. I det nedre sjiktet påvirkes strømmingen i større grad pga. av løftepanelet, og her er den estimerte reduksjonen på over 20 %.

Disse estimatene tar imidlertid ikke hensyn til to viktige faktorer, nemlig 1) grensesjiktet som bygges opp langs hovednettseksjonen (altså ytternettet i 155 mm masker) og 2) fløytkulene på ledepanel og rist. Grensesjiktet er et område med turbulens og redusert hastighet som utvikles ved strømming langs en vegg, noe som er tilfelle for ytternettet. Grensesjiktet og hastighetsfordelingen i dette kan estimeres fra Gjørund (2012). Denne modellen er også utviklet primært for lave porøsiteter, men er vist å gi rimelig overenstemmelse med målinger for grovere nett. Trådtykkelsen utgjør en ruhet som styrer utviklingen av grensesjiktet, og Figur 7 viser at for en trådtykkelse på 12 mm vil grensesjiktet ha vokst til en tykkelse på 0.3-0.4 m ved utløpet av en 9 m lang seksjon. Siden grensesjiktet går rundt hele tverrsnittet i seksjonen vil det derfor påvirke en stor del av tverrsnittet i en ristseksjon med diameter typisk < 1 m. Figur 7 viser videre hvordan hastigheten i grensesjiktet varierer med avstand fra nettveggen ved 3 forskjellige tverrsnitt bakover i ristseksjonen. Hastigheten ved nettveggen er om lag 50% av hastigheten utenfor grensesjiktet, mens hastigheten midt i grensesjiktet er om lag 80-90 % av hastigheten utenfor grensesjiktet.

Når det gjelder fløytkulene er det vanskelig å anslå i hvilken grad de innebærer en merkbar blokkering av gjennomstrømningen gjennom seksjonen som sådan. I utgangspunktet antas det at den viktigste effekten av

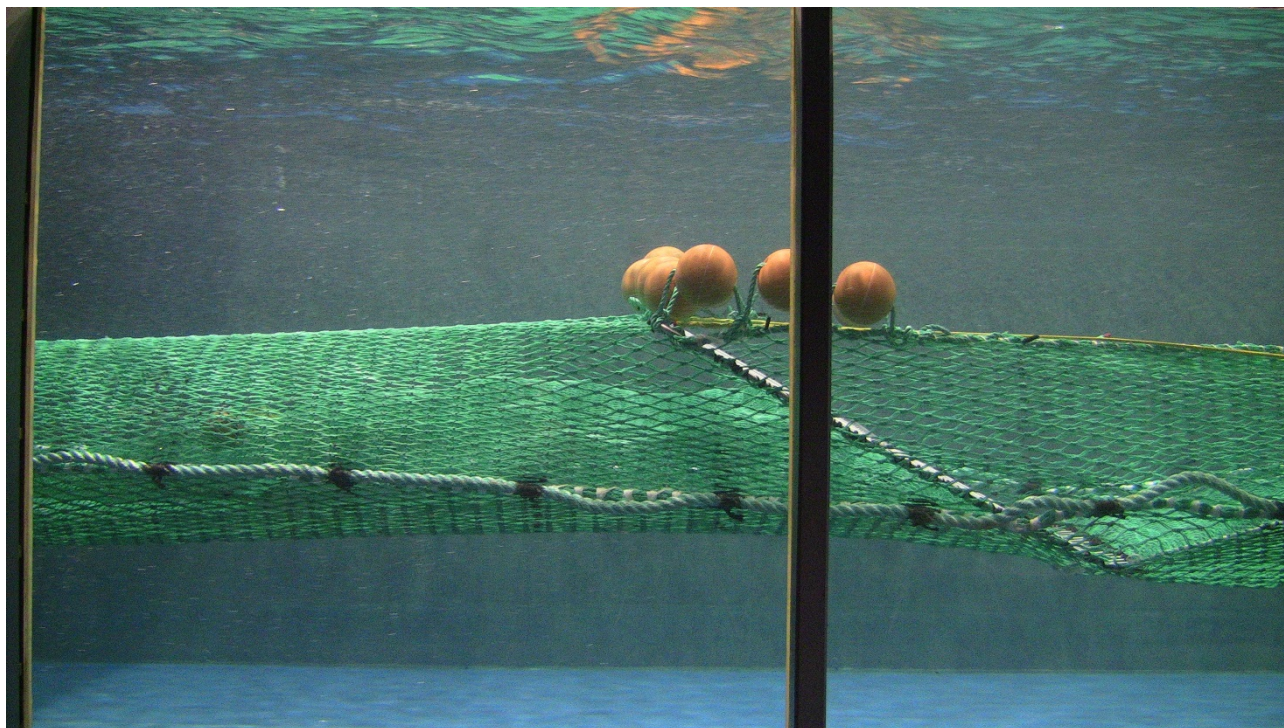
disse er at de medfører en kraftig wake bak seg, dvs. et område med virvling og generelt rotete strømming, noe som bl.a. er viktig å ta hensyn til ved plassering av hastighetsmålere.



Figur 7. Oppbygging av grensesjikt langs nettveggen (øverst til høyre), og hastighetsprofil over grensesjiktet hhv. 3, 5 og 8 m bak innløpet for $\epsilon = 12$ mm; ϵ – ruhet (tråddykkelse), δ – tykkelse på grensesjikt, x – avstand fra innløp, y/R – relativ avstand fra nettvegg (relativt til radius, $R = 0.6$ m), u/U – relativ hastighet (relativ til uforstyrret hastighet, $U = 0.95$ m/s).

Som et grovt anslag kan vi derfor si at de estimerte hastighetene i Tabell 2 kan antas å reduseres med ytterligere 10-20 % som følge av eksistensen av et grensesjikt. Det vil si at vi i utgangspunktet kan forvente at hastigheten reduseres med 10-20 prosent i områdene bak rist og ledepanel, og med 30-50 % i områdene bak løftepanel. Som vi ser av Figur 8 i neste avsnitt vil en seksjon imidlertid ikke oppnå en idealisert form som i Figur 3 eller Figur 5, men få en mer innsnevret form der en stor del av tverrsnittet er påvirket av både løftepanel, rist og ledepanel, og der både grensesjikt og fløytkuler kan ha betydelig påvirkning. Man kan da forvente områder med enda lavere hastighet, spesielt dersom maskeåpning og andre nettparametere i virkeligheten er vesentlig forskjellig fra det som er antatt i Tabell 1. Figur 8 viser at spesielt geometrien og maskeåpningsvinkel til løftepanelet er vanskelig å beskrive.

3.2 Hastighetsmålinger i 2-panel seksjon med løftepanel

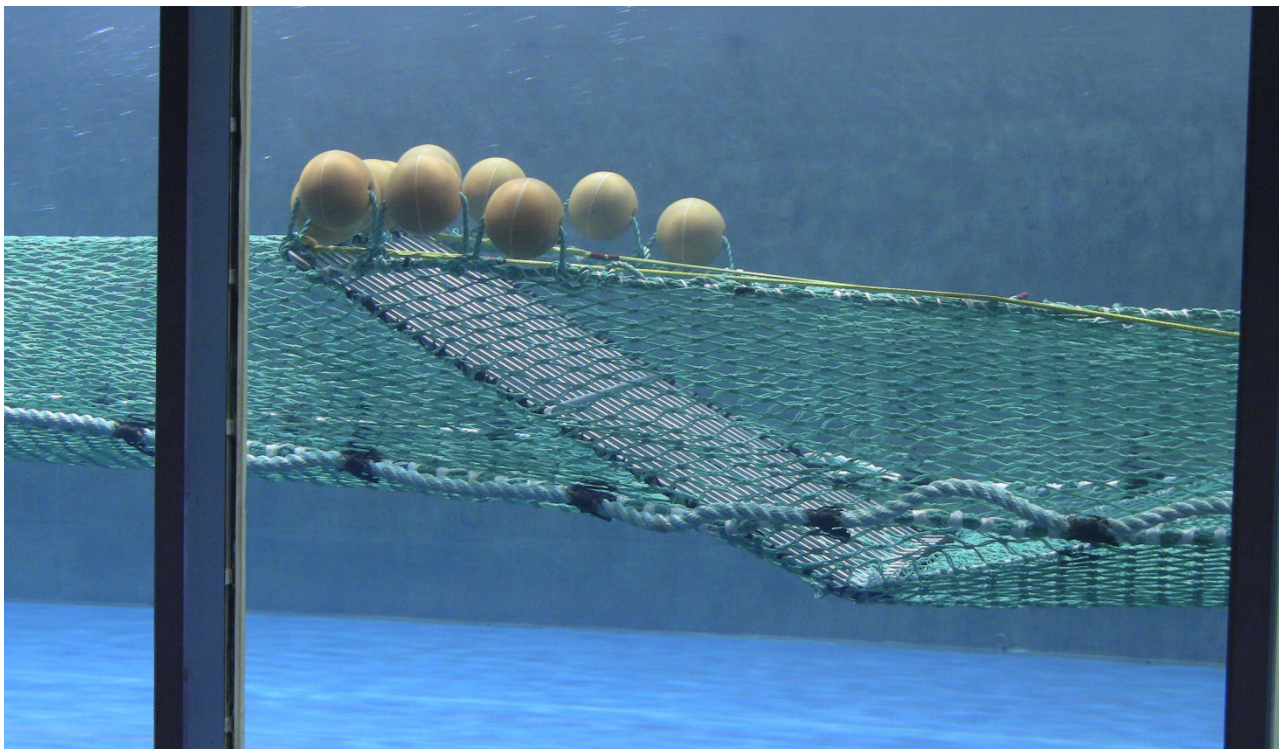


Figur 8. 2-panel ristseksjon med løftepanel.

Figur 8 viser et bilde av 2-panel ristseksjon med løftepanel. Vi ser at geometrien er nokså forskjellig fra den idealiserte formen i Figur 3 og Figur 5, og at geometrien foran risten er fullstendig forskjellig fra den idealiserte. Løftepanelet er lite utstruktet, og ligger løst og blokkerer store deler av risten.

Tabell 3 og Figur 13 i Vedlegg A viser at hastigheten er redusert med om lag 5 % ved innløpet, med 20-30% over løftepanelet foran rista, og med om lag 50-60% bak rista. Under fremre del av ledepanelet, der det ofte observeres stående fisk, er hastigheten redusert med om lag 75%. Hastigheten ved utløpet er redusert med om lag 40-60% i forhold til den uforstyrrede strømningshastigheten, der den største reduksjonen er sentralt i tverrsnittet. Dette indikerer at hastighetsreduksjonen vedvarer bakover til utløpet, men med en liten økning av hastigheten etterhvert som utjevning av strømningsfeltet finner sted.

3.3 Hastighetsmålinger i 2-panel seksjon uten løftepanel



Figur 9. 2-panel ristseksjon uten løftepanel.

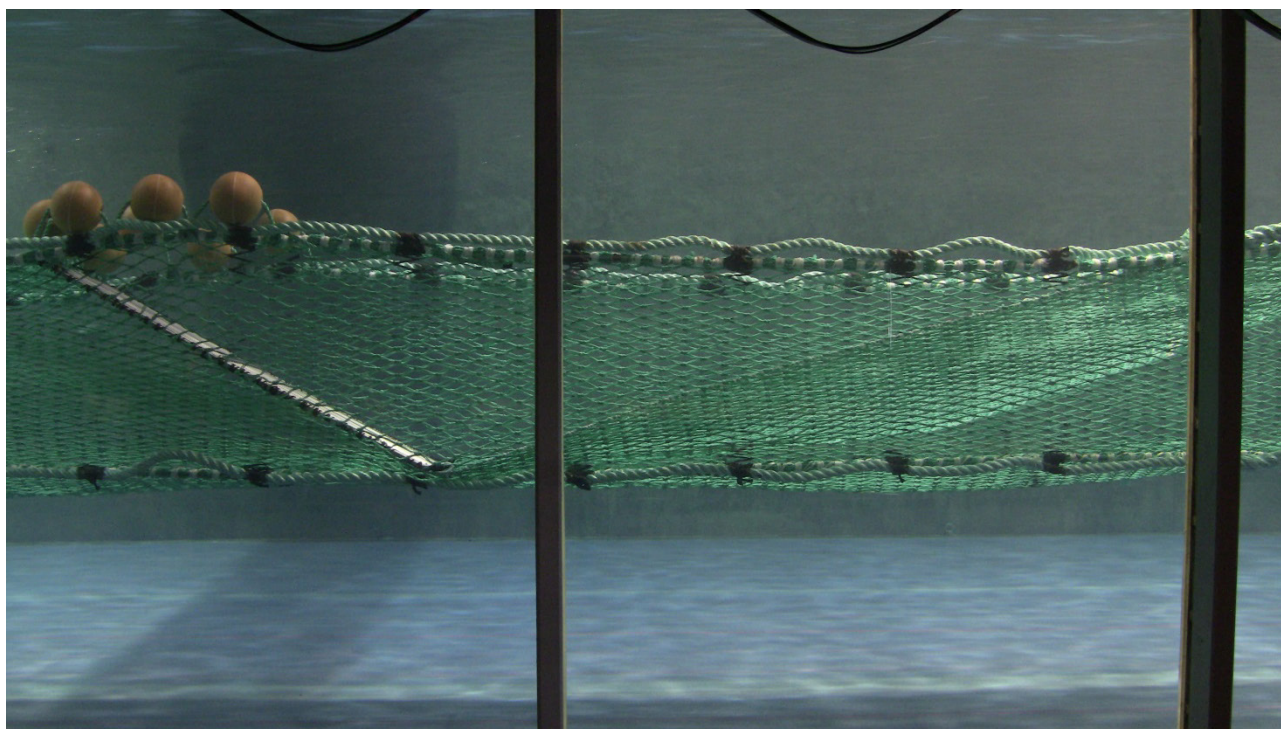
Den overordnede geometrien til en 2-panel ristseksjon uten løftepanel er i all hovedsak lik den med løftepanel. Tabell 4 og Figur 14 og Figur 15 i Vedlegg A viser imidlertid at gjennomstrømningen er tydelig forbedret. Hastigheten ved innløpet er praktisk talt upåvirket. Hastighetsprofilen foran og bak rista viser tydelig et grensesjikt med en reduksjon på 20-40% nær nettveggen og 10-15% sentralt. Under fremre del av ledepanelet er hastigheten redusert med om lag 60%. Hastigheten ved utløpet er redusert med om lag 30-35% i forhold til den uforstyrrede strømningshastigheten.

3.4 Hastighetsmålinger i 4-panel seksjon med løftepanel

Vi mangler bilde av 4-panel seksjon med løftepanel, men Figur 16 i Vedlegg A viser at seksjonen er vesentlig mer åpen enn 2-panel seksjonene. Også her er løftepanelet noe løst og ikke helt i tråd med den idealiserte form i Figur 5, men det blokkerer ikke risten like mye som for 2-panel seksjonen i Figur 8.

Tabell 5 og Figur 16 og Figur 17 i Vedlegg A viser at hastigheten ved innløpet er lik den uforstyrrede hastigheten. Over løftepanel foran rista er hastigheten redusert med om lag 5%, bortsett fra nærmest veggen der reduksjonen er 15-20%. Bak rista er hastigheten redusert med om lag 25 % i det øvre sjiktet, som hovedsakelig er påvirket av rist og grensesjikt fra topp-panelet, og med om lag 35-45% i nedre sjikt som er påvirket av både løftepanel, rist og grensesjikt. Hastigheten under ledepanelet er redusert med om lag 50%. Som for de andre tilfellene gjenspeiler hastighetsprofilen ved utløpet det som har hendt lenger frem, med en liten økning som følge av utjevning av hastighetsfeltet.

3.5 Hastighetsmålinger i 4-panel seksjon uten løftepanel



Figur 10. 4-panel ristseksjon uten løftepanel.

Som for 2-panel seksjonene er den overordnede geometrien til en 4-panel ristseksjon uten løftepanel i all hovedsak lik 4-panel seksjon med løftepanel.

Tabell 6 og Figur 18 og Figur 19 i Vedlegg A viser at hastigheten opprettholdes relativt godt gjennom hele seksjonen, og at der er en reduksjon på om lag 20% under ledepanel og ved utløp. Også her kan det imidlertid ses et grensesjikt ved nettveggen, og en lokal reduksjon bak fløytkulene på rista.

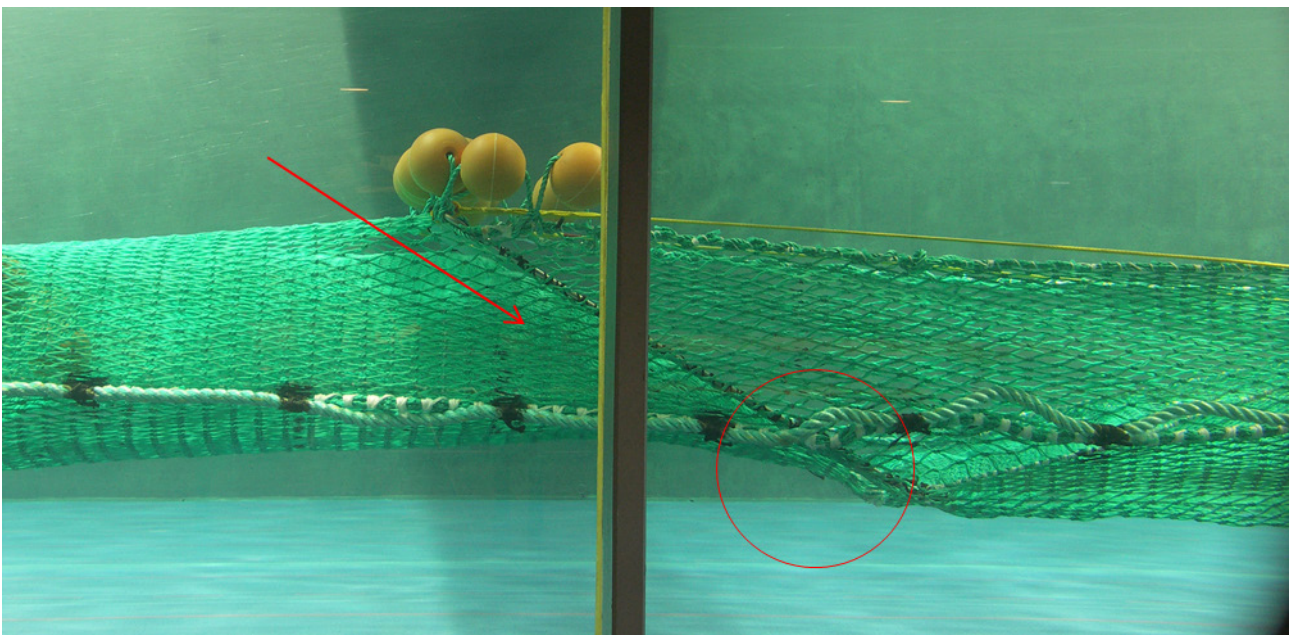
4 Oppsummering

De innledende teoretiske estimatene og vurderingene av hastighetsreduksjon gjennom hhv. løftepanel, rist og ledepanel, indikerte at det er løftepanelet som i størst grad påvirker gjennomstrømningen, og at oppbygging av et grensesjikt langs veggen i hovedseksjonen også kan medføre en betydelig hastighetsreduksjon uavhengig av løftepanel, rist og ledepanel.

Hastighetsmålingene ved forskjellige tverrsnitt bakover i 2- og 4-panel seksjoner med og uten løftepanel bekrefter disse hovedtrekkene. Gjennomstrømningen gjennom 2-panel seksjonen ble betydelig forbedret ved å fjerne løftepanelet. 2-panel seksjonen uten løftepanel hadde imidlertid samme overordnede geometri og avsmalnende form som den med løftepanel, dvs. med liten diameter og tverrsnitt, slik at grensesjiktet som utviklet seg påvirket en betydelig del av tverrsnittet allerede ved risten (Figur 14, profil ved 3.7 m fra innløp).

For 4-panel seksjonen med løftepanel var gjennomstrømningen vesentlig bedre enn for 2-panel-seksjonen med løftepanel, og ikke dramatisk dårligere enn for 2-panel-seksjonen uten løftepanel. For 4-panel seksjonen uten løftepanel ble hastigheten opprettholdt relativt godt bakover gjennom hele seksjonen, men med et merkbart grensesjikt under ledepanelet (Figur 18, profil ved 7.7 m fra innløp).

Et annet tydelig og viktig funn var at løftepanelet var slakt og ustrukket og la seg direkte inn til og blokkerte store deler av risten. Dette var spesielt tilfelle for 2-panel seksjonen, se Figur 11, men også i noen grad for 4-panel seksjonen. For 2-panel seksjonen ble også hovedseksjonens underpanel presset opp foran rista, slik at der bare var en svært trang passasje under og forbi rista.



Figur 11. Bilde av 2-panel ristseksjon som viser hvordan løftepanelet legger seg inntil rista og blokkerer den, og hvordan hovedseksjonens underpanel også presse opp foran og inntil rista.

Figur 15, Figur 17 og Figur 19 viser hastighetsprofilene ved den typiske plasseringen av ristsensorer, dvs. der hastigheten vanligvis måles i fullskala forsøk. Figurene viser at den målte hastigheten kan variere mye med plasseringen av ristsensoren, både som følge av virveldannelse bak fløytkulene på rista og avhengig av om ristsensoren ligger over eller i skyggen av løftepanelet, og at denne hastigheten ikke nødvendigvis er representativ for forholdene andre steder i seksjonen.

Disse forsøkene ble gjort med ristseksjon alene. I en hel trål vil strømmingen også være påvirket av seksjonene foran og til en viss grad bak ristseksjonen. Målingene i denne rapporten vil derfor ikke være direkte sammenlignbare med målinger i en hel trål. De gir imidlertid informasjon om hvilken relativ betydning ristseksjonen og rist-/panelementene har på gjennomstrømmingen, noe som er vanskelig å identifisere basert på målinger i en hel trål.

Generelt kan det sies at for å opprettholde gjennomstrømmingen best mulig bør der være:

- ✓ så få etterfølgende rist- og panelementer som mulig
- ✓ høyest mulig porøsitet (høy maskeåpning, tynn trådtykkelse)
- ✓ lav vinkel (stort filtreringsareal) på de rist- og panelementer som må være der
- ✓ de panel-elementene som må være der bør være så utspent og dermed geometrisk definerte som mulig
- ✓ kortest mulig ristseksjon for å redusere utvikling av grensesjikt langs hovedpanelene
- ✓ tynneste mulig trådtykkelse ("ruhet") for å redusere tykkelsen på grensesjiktet
- ✓ tilstrekkelig stort tverrsnittsareal for å redusere den relative betydningen av grensesjikt
- ✓ færrest mulig oppdriftselementer/fløytuler; nødvendige oppdriftselementer bør utformes og plasseres på en hydrodynamisk hensiktsmessig måte

Det tas her ikke stilling til hvorvidt og hvordan slike tiltak kan påvirke seleksjonsegenskapene til ristseksjonen. Det er imidlertid åpenbart at et løftepanel som ligger inntil risten som i Figur 11 innebærer at fisk i stor grad kommer i kontakt med risten, og at fjerning av løftepanel trolig må kompenseres med andre løsninger for å sikre tilfredsstillende kontakt mellom fisk og rist. Et modifisert løftepanel kan f.eks. innebære at man beholder bare den første stigende og evt. andre horisontale seksjonen av ledepanelet (dvs. de første 13 + 6 maskene med referanse til hovedseksjonen, se Figur 3 og Figur 5), og sørger for at disse er best mulig utspent ved innfesting til hovedseksjonens over- og sidepanel fremfor ved bruk av fløytuler, at trådtykkelsen er liten, maskeåpningen stor og at panelets vinkel er lav.

Hovedfunnene fra forsøkene er dermed at:

- ✓ løftepanelet utgjør et hovedproblem mht. gjennomstrømmingen i en ristseksjon, og bør fjernes eller modifiseres vesentlig
- ✓ 4-panel seksjoner innebærer vesentlig større og mer stabilt tverrsnitt enn 2-panel seksjoner, og reduserer dermed betydningen av grensesjikt, og forenkler og sikrer bedre montering av rist- og panelementer
- ✓ hastighetsmålinger i trål- og ristseksjoner må tolkes med forsiktighet, siden hastigheten kan variere vesentlig både over et tverrsnitt og bakover i en seksjon

5 Referanser

Gjørund, S.H., 2012. Simplified approximate expressions for the boundary layer flow in cylindrical sections in plankton nets and trawls. *Open Journal of Marine Science*, 2(2), 66-69. [doi:10.4236/ojms.2012.22009](https://doi.org/10.4236/ojms.2012.22009)

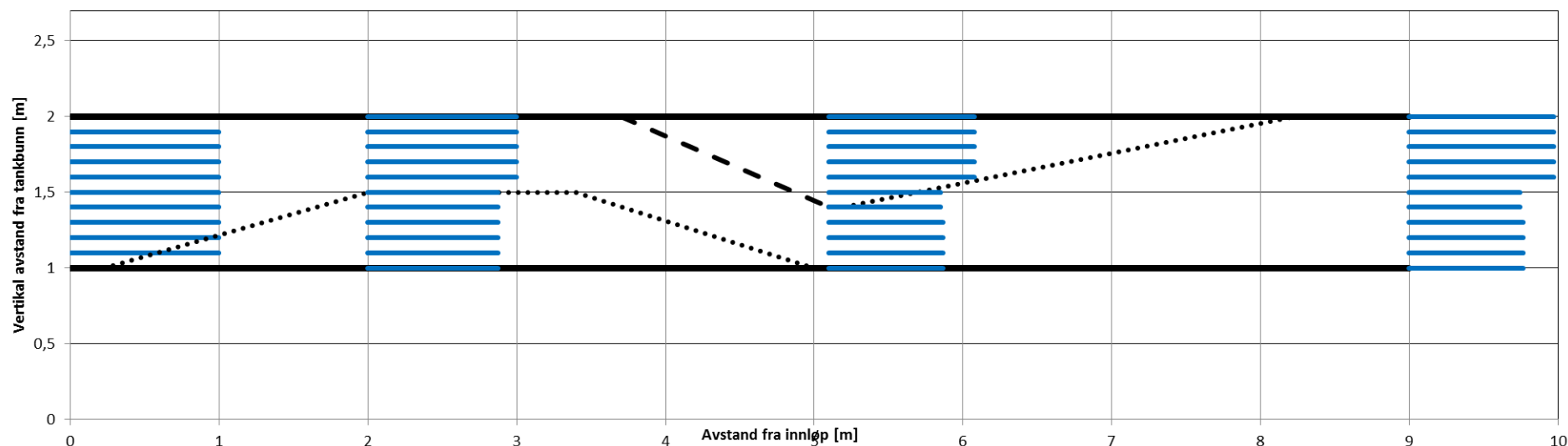
Gjørund, S.H., Enerhaug, B., 2010. Flow through nets and trawls of low porosity. *Ocean Engineering*, 37(4), 345-354. [doi:10.1016/j.oceaneng.2010.01.003](https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2010.01.003)

Valdemarsen, J.W., Øvredal, J.T., Åsen, A., Gjørund, S.H., Hansen, K., 2011. Trålfangst: Årsaken til redusert effektivitet for enkelte tråltyper når fangsten øker. Rapport fra havforskningen nr. 2-2011, Institute of Marine Research.

A Tabeller og plott av geometri- og hastighetsmålinger i ristseksjonene

Tabell 2. Estimerte verdier for relativhastighet ved noen seksjoner i en idealisert ristseksjon med løftepanel, rist og ledepanel; $u_{rel} = u/U_0$ der $U_0 = 0.95$ m/s er uforstyrret vannhastighet og z er vertikal avstand fra bunn.

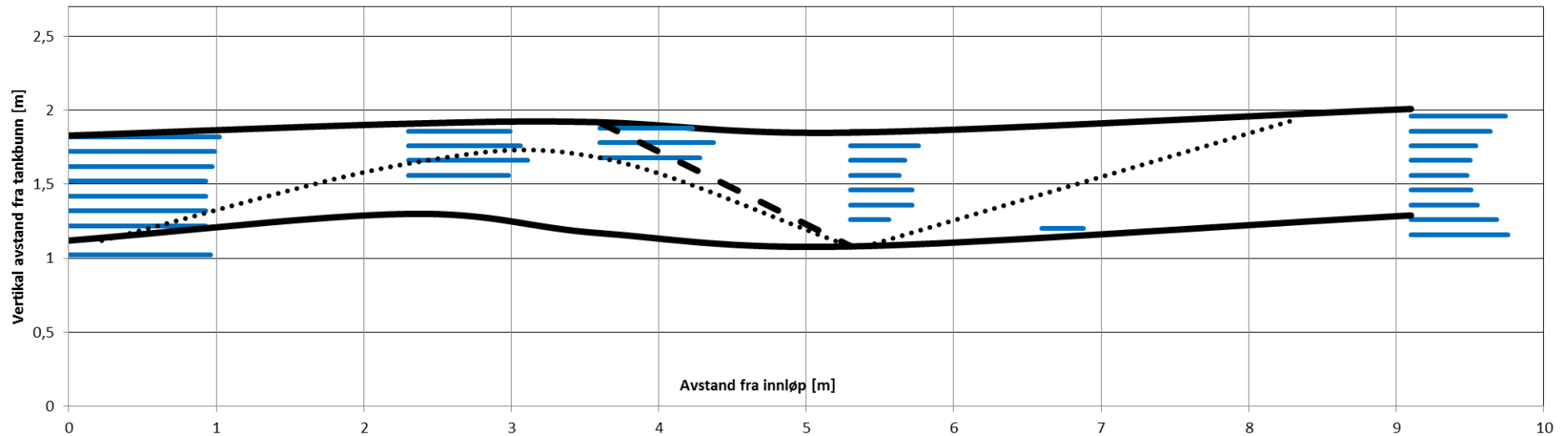
Seksjon	Innløp		Fløutkuler løftepanel		Forkant rist		Ristsensor		Bakkant rist		Ledepanel (fremme)		Ledepanel (midt)		Utløp	
Avstand fra innløp [m]	0		2		3,7				5,1						9	
Høyde seksjon [m]	1		1		1				1						1	
Relativ hastigheter:	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}
	2	1	2	1					2	0,98					2	0,97
	1,9	1	1,9	1					1,9	0,98					1,9	0,97
	1,8	1	1,8	1					1,8	0,98					1,8	0,97
	1,7	1	1,7	1					1,7	0,98					1,7	0,97
	1,6	1	1,6	1					1,6	0,98					1,6	0,97
	1,5	1	1,5	0,875					1,5	0,75					1,5	0,74
	1,4	1	1,4	0,875					1,4	0,75					1,4	0,74
	1,3	1	1,3	0,875					1,3	0,77					1,3	0,77
	1,2	1	1,2	0,875					1,2	0,77					1,2	0,77
	1,1	1	1,1	0,875					1,1	0,77					1,1	0,77
	1	1	1						1	0,77					1	0,77



Figur 12. Plott av geometri og hastighetsprofil for u_{rel} basert på Tabell 2; 1 rute langs horisontalaksen tilsvarer $u_{rel} = 1$.

Tabell 3. Målte relativhastigheter ved noen seksjoner i 2-panel ristseksjon med løftepanel; $u_{rel} = u/U_0$ der $U_0 = 0.95$ m/s er uforstyrret vannhastighet og z er vertikal avstand fra bunn.

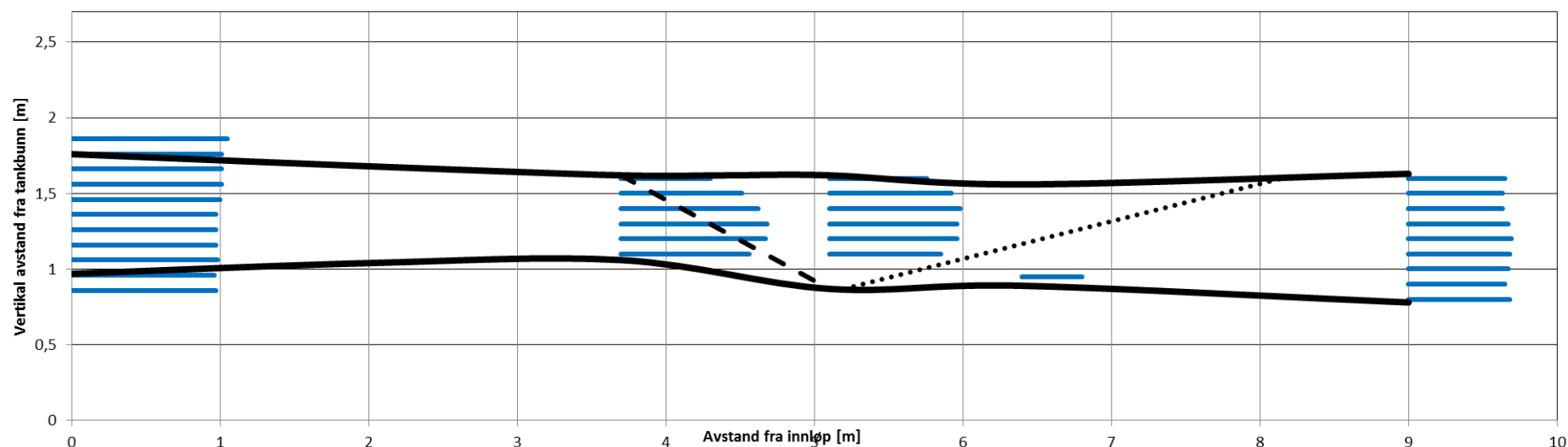
Seksjon	Innløp		Fløytkuler løftepanel		Forkant rist		Ristsensor		Bakkant rist		Ledepanel (fremme)		Ledepanel (midt)		Utløp	
Avstand fra innløp [m]	0		2,3		3,6				5,3		6,6				9,1	
Høyde seksjon [m]	0,71		0,61		0,75				0,77						0,72	
Relativ hastigheter:	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}
	1,82	1,02	1,86	0,69	1,88	0,63			1,86	0,58	1,2	0,28			1,96	0,64
	1,72	0,99	1,76	0,76	1,78	0,77			1,76	0,46					1,86	0,54
	1,62	0,97	1,66	0,81	1,68	0,68			1,66	0,37					1,76	0,44
	1,52	0,93	1,56	0,68					1,56	0,33					1,66	0,4
	1,42	0,93							1,46	0,42					1,56	0,38
	1,32	0,93							1,36	0,42					1,46	0,41
	1,22	0,93							1,26	0,26					1,36	0,45
	1,02	0,96													1,26	0,58
															1,16	0,66



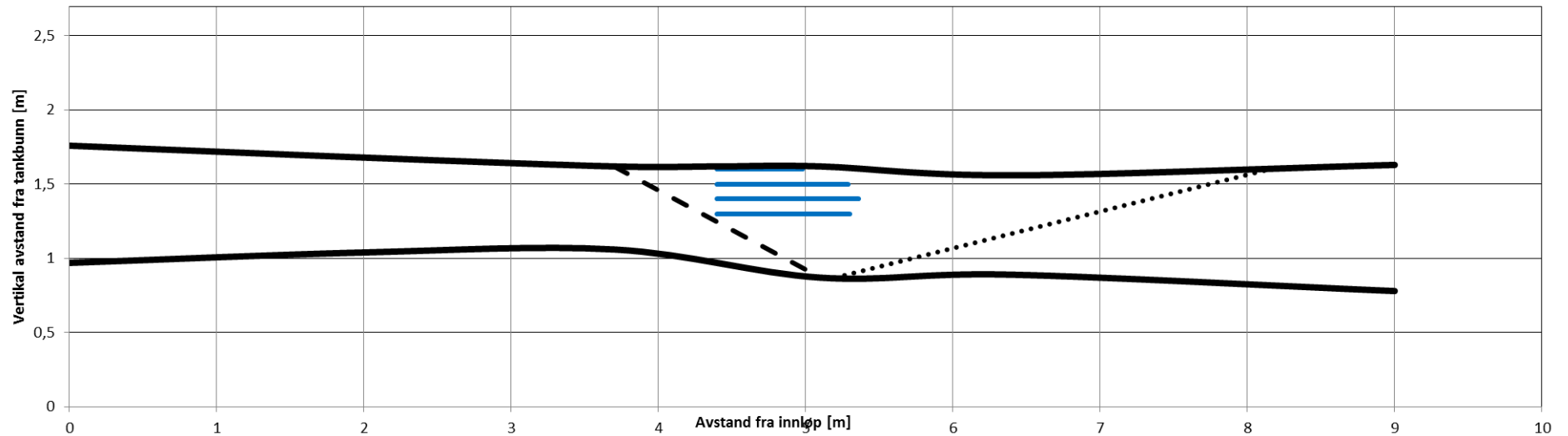
Figur 13. Plott av geometri og hastighetsprofil for u_{rel} basert på Tabell 3; 1 rute langs horisontalaksen tilsvarer $u_{rel} = 1$.

Tabell 4. Målte relativhastigheter ved noen seksjoner i 2-panel ristseksjon uten løftepanel; $u_{rel} = u/U_0$ der $U_0 = 0.95$ m/s er uforstyrret vannhastighet og z er vertikal avstand fra bunn.

Seksjon	Innløp		Fløytkuler løftepanel		Forkant rist		Ristsensor		Bakkant rist		Ledepanel (fremme)		Ledepanel (midt)		Utløp	
Avstand fra innløp [m]	0		2		3,7		4,4		5,1		6,4				9	
Høyde seksjon [m]	0,79				0,56				0,57						0,85	
Relativ hastigheter:	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}
	1,86	1,05			1,6	0,6	1,6	0,58	1,6	0,66	0,95	0,4			1,6	0,65
	1,76	1,01			1,5	0,81	1,5	0,89	1,5	0,82					1,5	0,63
	1,66	1,01			1,4	0,92	1,4	0,96	1,4	0,88					1,4	0,63
	1,56	1,01			1,3	0,98	1,3	0,9	1,3	0,86					1,3	0,67
	1,46	1			1,2	0,97			1,2	0,86					1,2	0,69
	1,36	0,97			1,1	0,86			1,1	0,75					1,1	0,68
	1,26	0,97													1	0,67
	1,16	0,97													0,9	0,65
	1,06	0,98													0,8	0,68
	0,96	0,96														
	0,86	0,97														



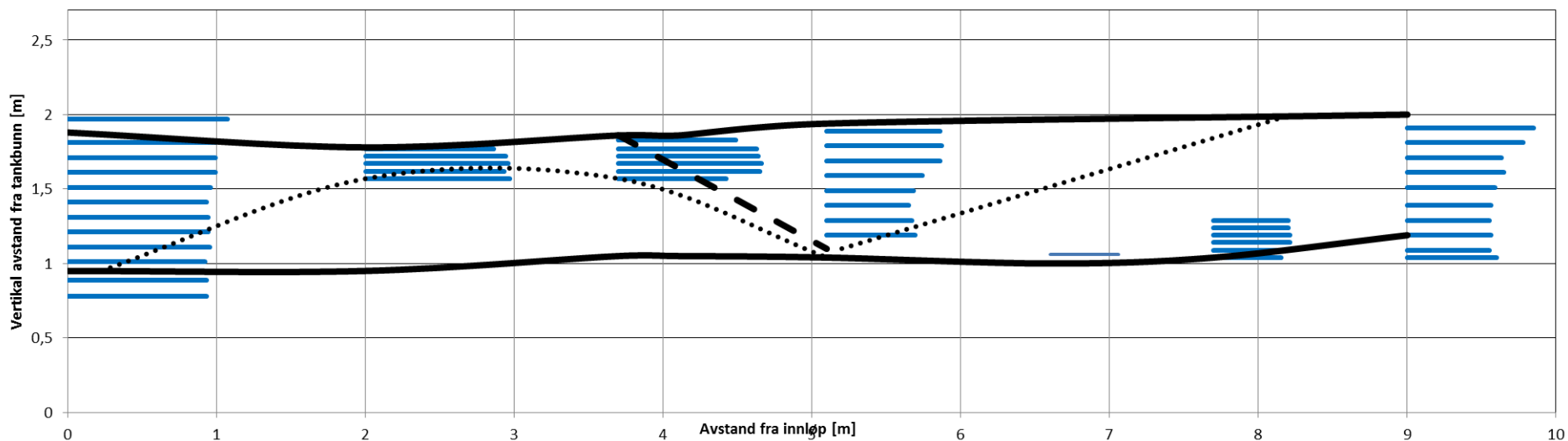
Figur 14. Plott av geometri og hastighetsprofil for u_{rel} basert på Tabell 4 (profil ved ristsensor i Figur 15); 1 rute langs horisontalaksen tilsvarer $u_{rel} = 1$.



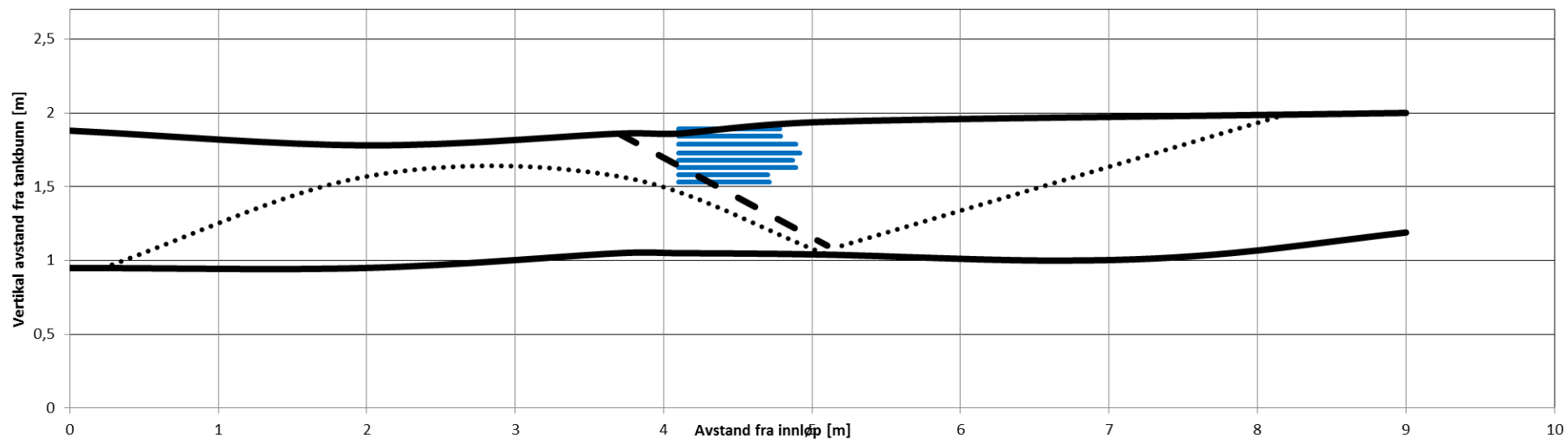
Figur 15. Plott av geometri og hastighetsprofil ved ristsensor basert på Tabell 4; 1 rute langs horisontalaksen tilsvarer $u_{rel} = 1$.

Tabell 5. Målte relativhastigheter ved noen seksjoner i 4-panel ristseksjon med løftepanel; $u_{rel} = u/U_0$ der $U_0 = 0.95$ m/s er uforstyrret vannhastighet og z er vertikal avstand fra bunn.

Seksjon	Innløp		Fløytkuler løftepanel		Forkant rist		Ristsensor		Bakkant rist		Ledepanel (fremme)		Ledepanel (midt)		Utløp	
Avstand fra innløp [m]	0		2		3,7		4,1		5,1		6,6		7,7		9	
Høyde seksjon [m]	0,93		0,83		0,81				0,9						0,81	
Relativ hastigheter:	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}
	1,97	1,07	1,77	0,86	1,83	0,79	1,89	0,68	1,89	0,76	1,04	0,46	1,29	0,5	1,91	0,85
	1,81	0,99	1,72	0,94	1,77	0,93	1,84	0,69	1,79	0,77			1,24	0,5	1,81	0,78
	1,71	0,99	1,67	0,96	1,72	0,94	1,79	0,79	1,69	0,76			1,19	0,51	1,71	0,63
	1,61	0,99	1,62	0,93	1,67	0,96	1,73	0,82	1,59	0,64			1,14	0,51	1,61	0,65
	1,51	0,96	1,57	0,97	1,62	0,95	1,68	0,77	1,49	0,58			1,09	0,5	1,51	0,59
	1,41	0,93			1,57	0,72	1,63	0,79	1,39	0,55			1,04	0,45	1,39	0,56
	1,31	0,94					1,58	0,6	1,29	0,57					1,29	0,55
	1,21	0,94					1,53	0,61	1,19	0,59					1,19	0,56
	1,11	0,95													1,09	0,55
	1,01	0,92													1,04	0,6
	0,89	0,93														
	0,78	0,93														



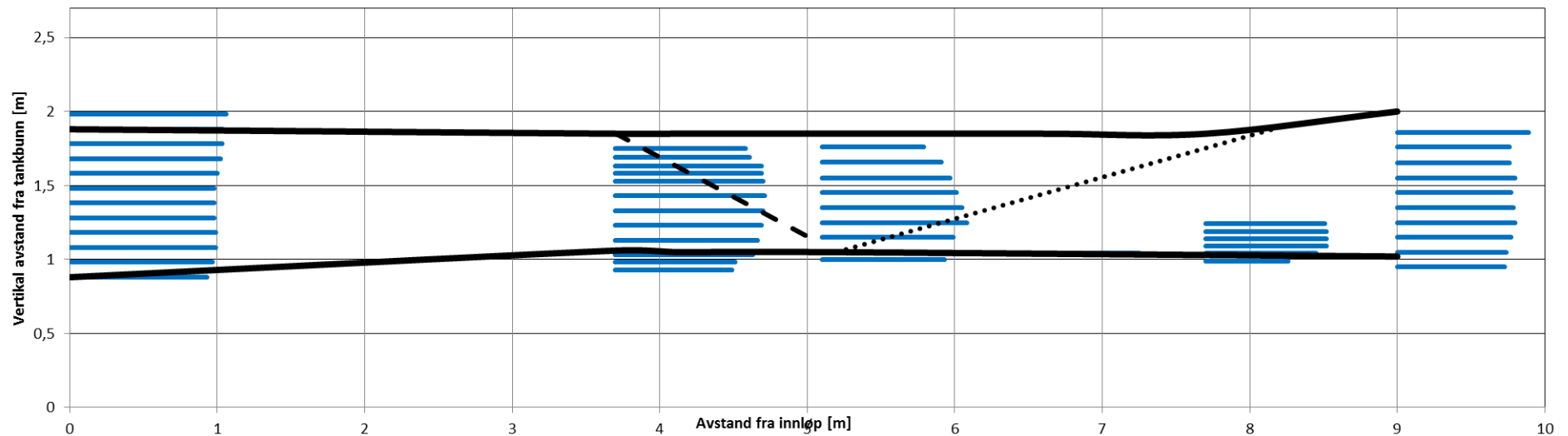
Figur 16. Plott av geometri og hastighetsprofil for u_{rel} basert på Tabell 5 (profil ved ristsensor i Figur 17); 1 rute langs horisontalaksen tilsvarer $u_{rel} = 1$.



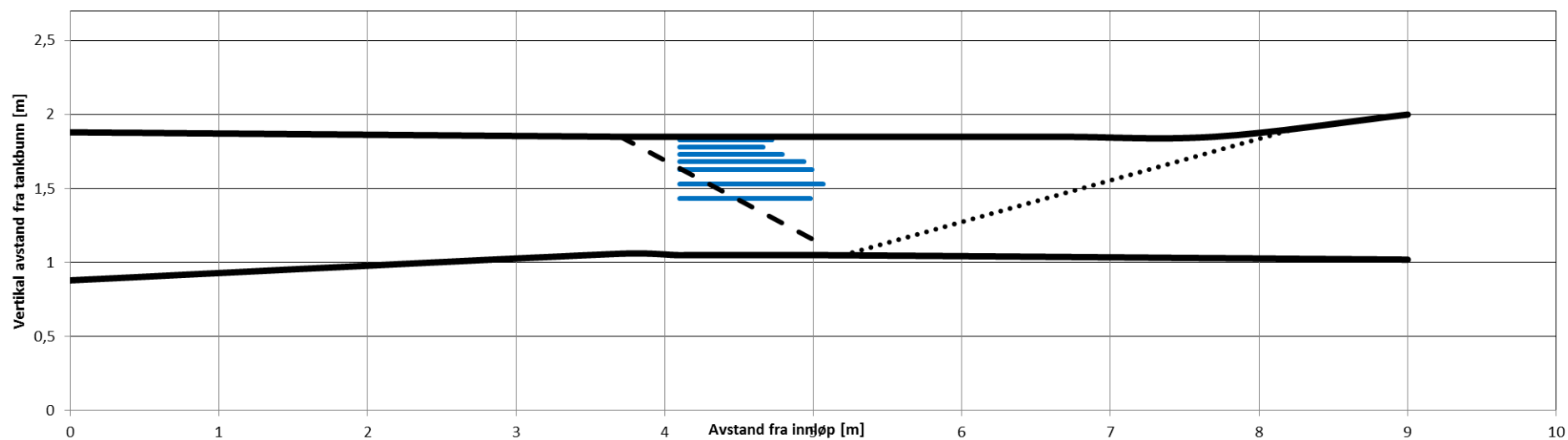
Figur 17. Plott av geometri og hastighetsprofil ved ristsensor basert på Tabell 5; 1 rute langs horisontalaksen tilsvarer $u_{rel} = 1$.

Tabell 6. Målte relativhastigheter ved noen seksjoner i 4-panel ristseksjon uten løftepanel; $u_{rel} = u/U_0$ der $U_0 = 0.95$ m/s er uforstyrret vannhastighet og z er vertikal avstand fra bunn.

Seksjon	Innløp		Fløytkuler løftepanel		Forkant rist		Ristsensor		Bakkant rist		Ledepanel (fremme)		Ledepanel (midt)		Utløp	
Avstand fra innløp [m]	0				3,7		4,4		5,1		6,6		7,7		9	
Høyde seksjon [m]	1				0,79				0,8						0,98	
Relativ hastigheter:	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}	z	u_{rel}
	1,98	1,06			1,75	0,88	1,83	0,62	1,76	0,69	1,04	0,65	1,24	0,81	1,86	0,89
	1,88	1,03			1,69	0,91	1,78	0,56	1,66	0,81			1,19	0,82	1,76	0,76
	1,78	1,03			1,63	0,99	1,73	0,69	1,55	0,87			1,14	0,82	1,65	0,76
	1,68	1,02			1,58	0,99	1,68	0,84	1,45	0,91			1,09	0,82	1,55	0,8
	1,58	1			1,53	1	1,63	0,89	1,35	0,95			1,04	0,75	1,45	0,77
	1,48	0,98			1,43	1,01	1,53	0,97	1,25	0,98			0,99	0,56	1,35	0,79
	1,38	0,98			1,33	1	1,43	0,88	1,15	0,89					1,25	0,8
	1,28	0,98			1,23	0,99			1,05	0,95					1,15	0,77
	1,18	0,99			1,13	0,96			1	0,83					1,05	0,74
	1,08	0,99			1,03	0,93									0,95	0,73
	0,98	0,97			0,98	0,81										
	0,88	0,93			0,93	0,79										



Figur 18. Plott av geometri og hastighetsprofil for u_{rel} basert på Tabell 6 (profil ved ristsensor i Figur 19); 1 rute langs horisontalaksen tilsvarer $u_{rel} = 1$.



Figur 19. Plott av geometri og hastighetsprofil ved ristsensor basert på Tabell 6; 1 rute langs horisontalaksen tilsvarer $u_{rel} = 1$.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no