

Mottakere: Statens vegvesen Region Vest
Utarbeidet av NIVA v/: Lars Golmen, Caroline Mengeot
Kopi: Anders Hobæk, Sigurd Øksnevad, NIVA
Journalnummer: 0338/19
Prosjektnummer NIVA: 180008_4

Sak: **Strømmåling ved Årebru i Årdalsfjorden, april- mai 2019**

Innhold

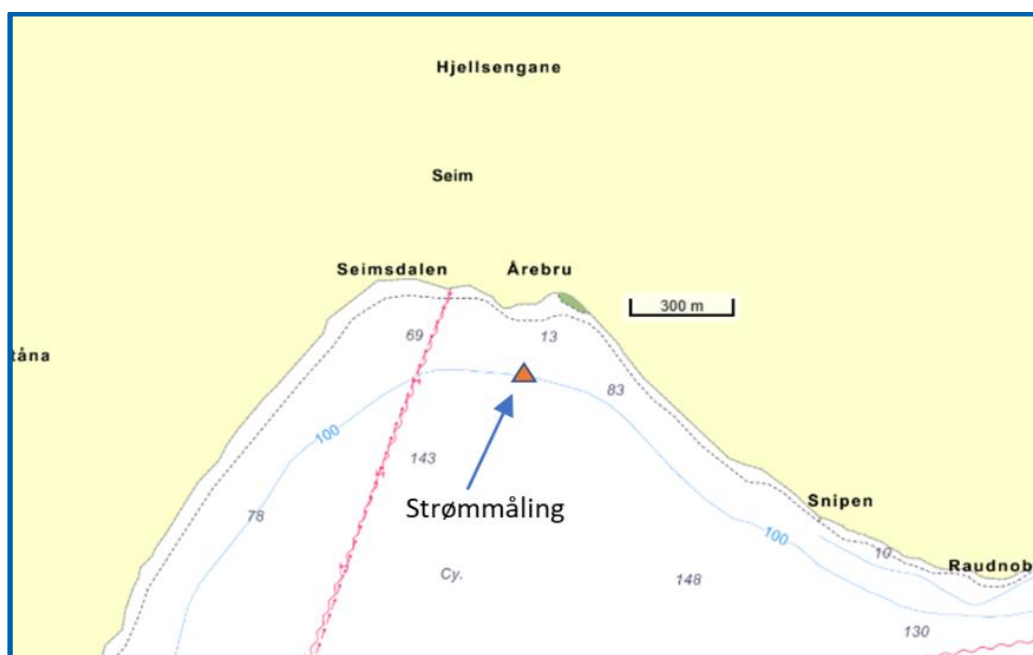
NOTAT	1
Sak: Strømmåling ved Årebru i Årdalsfjorden, april- mai 2019	1
1. Innleiing	2
1.1 Strømmåling	3
2 Rådata framstilling	4
3 Bearbeidde strømdata	7
3.1 Utvalde tidsseriar	7
3.2 Strømretning	9
4. Hydrografiske profilar	11
5. Risiko for spreiiing av sedimenta	12
5.1 Spreiingsrisiko	13
6. Avbøtande tiltak	15

1. Innleiing

Statens vegvesen Region Vest planlegg utviding av eksisterande tunell mellom Årdalstangen og Årebru (Figur 1). Utsprengt stein er vurdert å bli dumpa i fjorden ved Årebru. I den samanheng har NINA/NIVA fått i oppdrag å vurdere miljøtilhøva på staden, og i kva grad steindumpinga kan forstyrre eller forverre tilhøva. Prosjektet har inkludert strømmåling, som blir rapportert her, samt sedimentprøvetaking, strandsonebefaring og vurdering for ferskvassfisk.



Figur 1. Kart som syner traseen for Seimsdalstunnelen mellom Årdalstangen og Årebru/Seim.



Figur 2. Sjøkart over indre del av bukta ved Årebru. Trekanten syner posisjonen for strømmålingane.

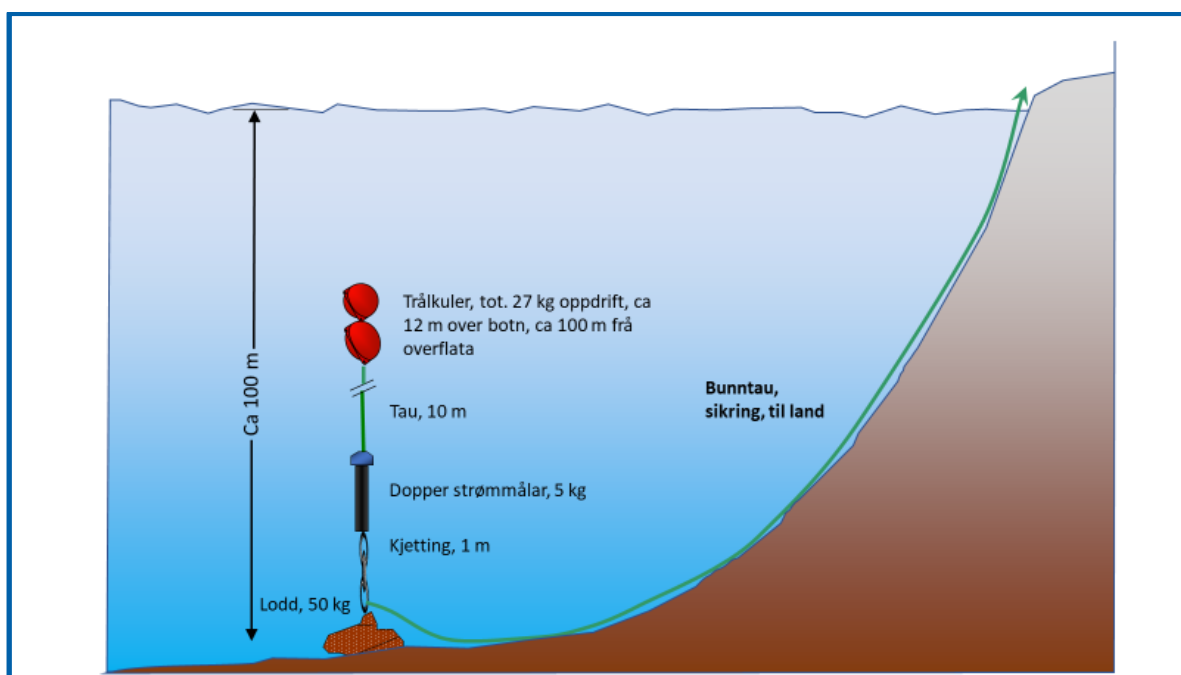
1.1 Strømmåling

Til målingane vart det nytta ein Nortek 400kHz Doppler målar, ADCP, innstilt med 20 måleceller/sjikt à 3 m. Sjå Tabell 1 for innstillingar. Figur 2 syner posisjonen for målar. Riggarrangementet er synt i Figur 3. Målaren stor 2 meter over botnen. Botndjupet var 100 m. Korte lydimpulsar sendt ut frå målaren vert reflektert av partiklar i vatnet, og ved å "lytte" med korte tidsintervall får ein refleksjonar frå mange sjikt tilnærma samtidig. Måleintervallet var satt til 10 minutt, d.v.s. det var målt strømpprofil kvart 10. minutt opp til om lag 65 m over botnen: 60 meter er rekkevidda for dette instrumentet – så langt signala rekk, opp og nedover i retur. Dette ga vel 4000 simultane strømpfiler i alt.

Tabell 1. Konfigureringsdata for strømmålaren ved Årebru/Seim.

Deployment : Aardal - Aarebru
Start at : 12.04.2019 13.00.00
Comment: Aardal Seim april 2019, L. GOLMEN

Profile interval (s) : 600
Number of cells : 20
Cell size (m) : 3.00
Blanking distance (m) : 1.00
Measurement load (%) : 67
Average interval (s) : 60
Power level : HIGH
Wave data collection : DISABLED
Compass upd. rate (s) : 2
Coordinate System : ENU
Speed of sound (m/s) : MEASURED
Salinity (ppt) : 35
Analog input 1 : NONE
Analog input 2 : NONE
Analog input power out : DISABLED
File wrapping : OFF
TellTale : OFF
Acoustic modem : OFF
Serial output : OFF
Baud rate : 9600



Figur 3. Riggarrangementet for strømmåling ved Årebru.

2 Rådata framstilling

Eit måleinstrument genererer store mengder data, fordelt i tid og rom (vertikalt). Ved hjelp av dataprosesserpakken "Storm" har vi framstilt ein del grafer og plott basert på rådata. Dette gjev eit raskt og greit oversyn over den totale datamengda, og også utsnitt av data som måtte vere av spesiell interesse.

Figur 4 viser konturplott for strømstyrke og retning, alle måledjup. Plottet for strømstyrke syner at strøm i blå/lysblå skravering dominerer. Dette motsvarar styrke på opp til ca 0.1 m/s (10 cm/s). Styrken er generelt sett større i øvre sjikt enn djupare nede. Tidvis framtrer strøm med styrke over 0.3 m/s. I eit sjikt rundt 70 m djup vart det registrert sterkare strøm enn ellers. Det er ikkje vanleg å observere slike tynne sjikt i fjordane så djupt. Det kan skuldast sterke signal frå noko som står i sjøen over målararen på det aktuelle djupet, f.eks. etterlatt fiskereiskap. Men vi utelukkar ikkje at det er eit reelt fenomen (sjå to neste avsnitt).

Figuren syner også målt strømreretning for alle djup og alle måletidspunkt. Det framgår at retning rundt 230-300 grader dominerte ved botnen og oppover til 50-60 m djup. Dette representerer strøm med retning mot vest-eller sørvest. Lenger oppe var det hyppigare innslag av strøm med retning rundt 50-100 grader (blå farge), d.v.s. med retning mot nordaust/aust.

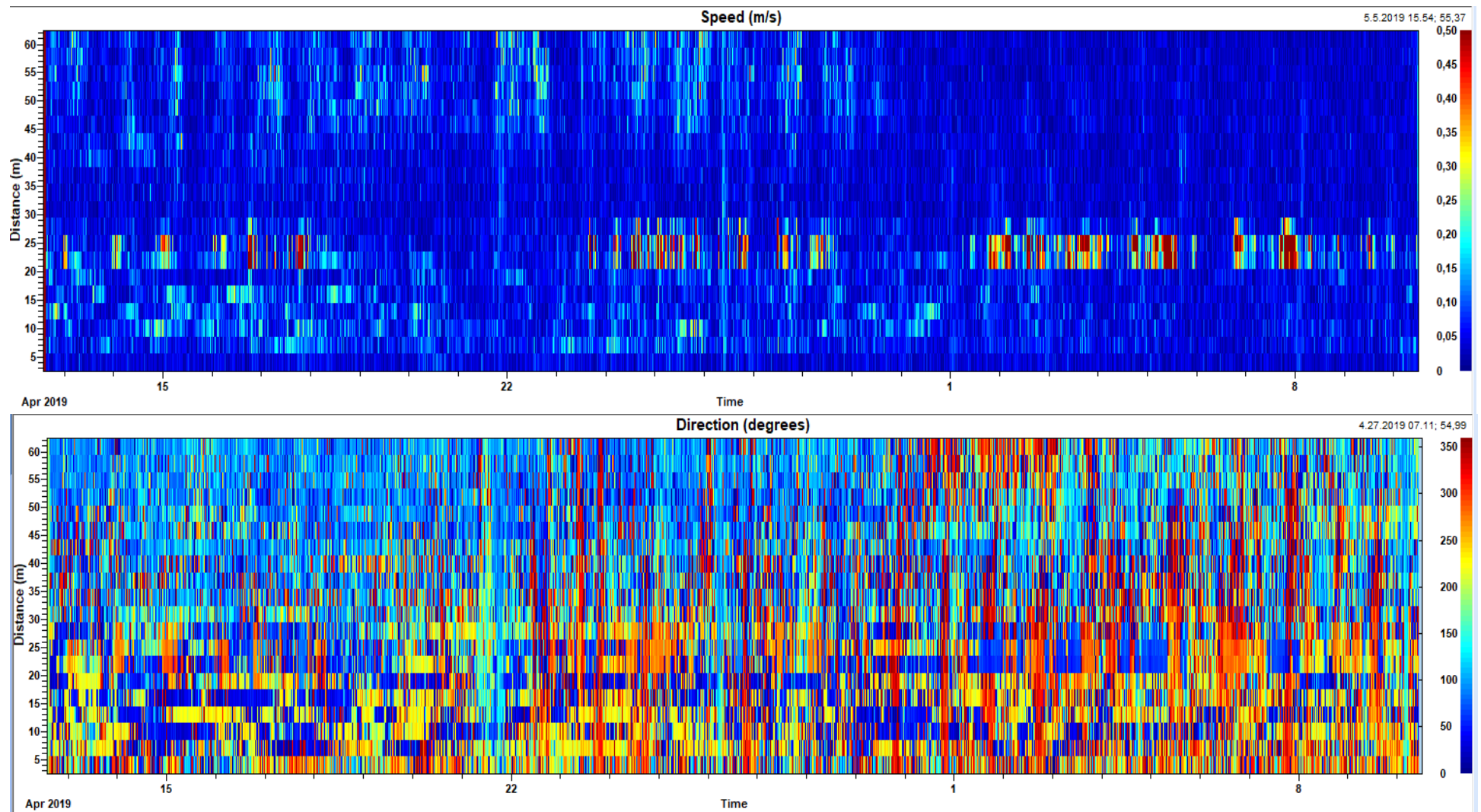
Det framtrer såleis ei todeling av strømmen, med retningsskifte i eit sjikt rundt 50 m djup. Over dette sjiktet går strømmen «inn fjorden», d.v.s. inn hovedfjorden, og under går den ut.

Strømsjiktet inn fjorden kan representere «kompensasjonsstrømmen» som ofte er observert i fjordane under eit overflatesjikt med utgåande strøm (ikkje målt så grunt denne gongen).

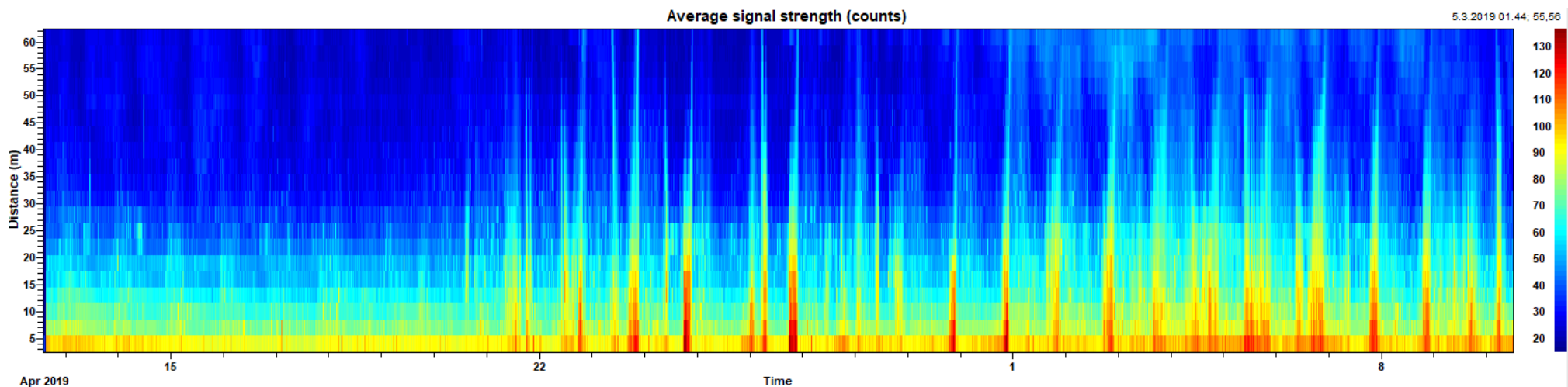
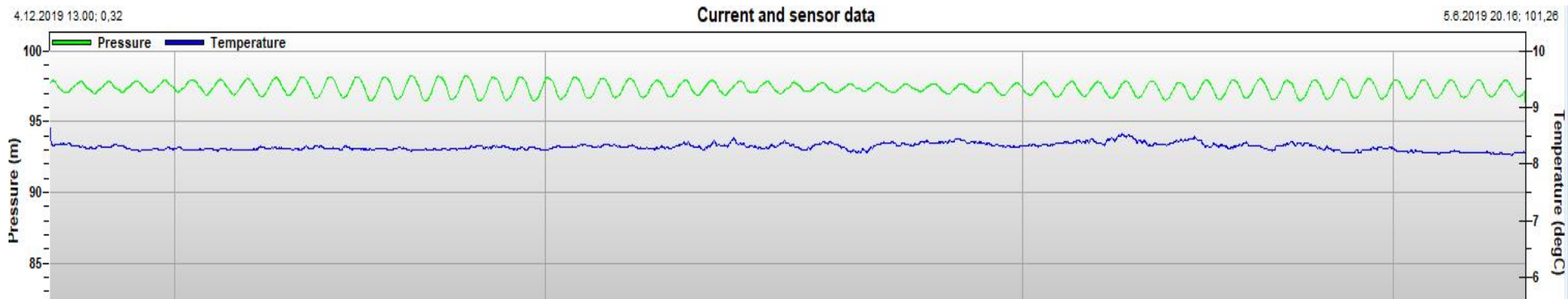
Strømareverseringa skjer like over sjiktet det vart målt relativt sterk strøm (sjå forrige avsnitt). I slike sjikt med strømareversering (strømskjær) er det også kraftigare vertikal blanding i sjøen enn over/under.

Trykket målararen stod i, motsvara rundt 98 meters djup (Figur 5). Moduleringa av kurva skuldast flo/fjære amplituden. Den blå kurva i same plottet viser sjøtemperaturen ved botnen, med verdi i overkant av 8 grader i måleperioden.

Nederste ramme i figuren viser signalstyrken på reflekterte/mottekne akustiske signal. Styrken avtok, som normalt, med aukande avstand frå målararen. Det var ingen anomali å spore i det omtalte sjiktet rundt 70 m djup.



Figur 4. Målt strømfart (m/s) og strømretning ved Årebru i perioden 12. april-10. mai 2019. «Distance» gjev avstand får målarer på 98 m djup og oppover i sjøen.



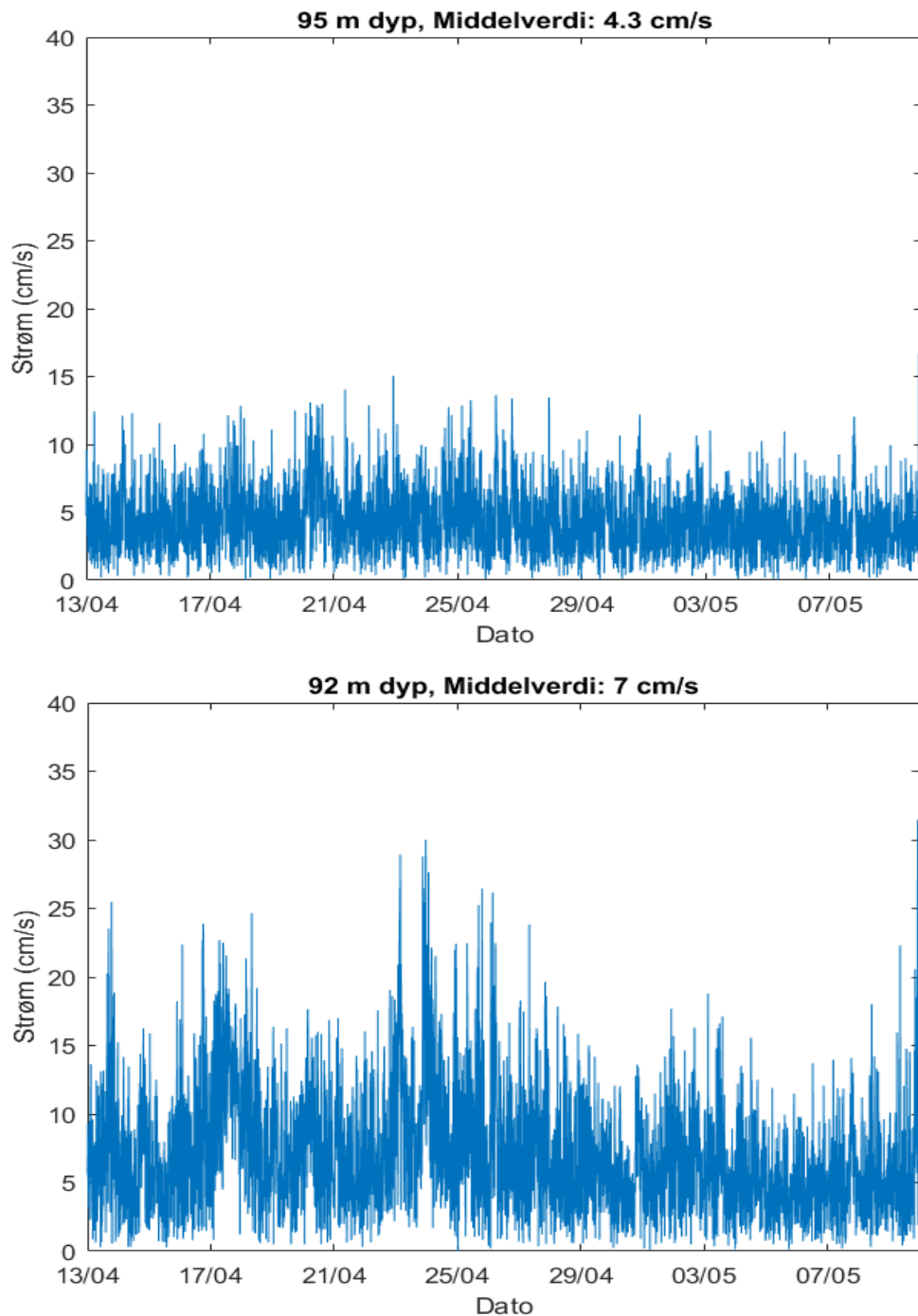
Apr 2019 15 22 1 8

Figur 5. Øverst: Målt trykk (djup) og sjøtemperatur ved strømmåleren, som stod på rundt 98 m djup. Nederst: Målt signalstyrke på signala reflektert fra forskjellige djup.

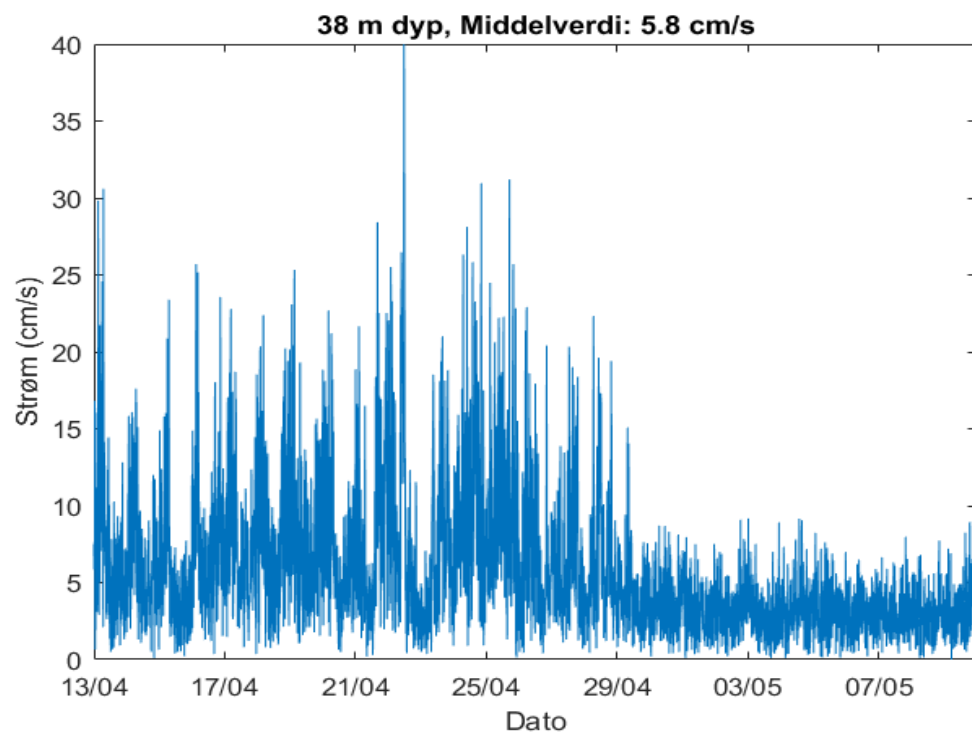
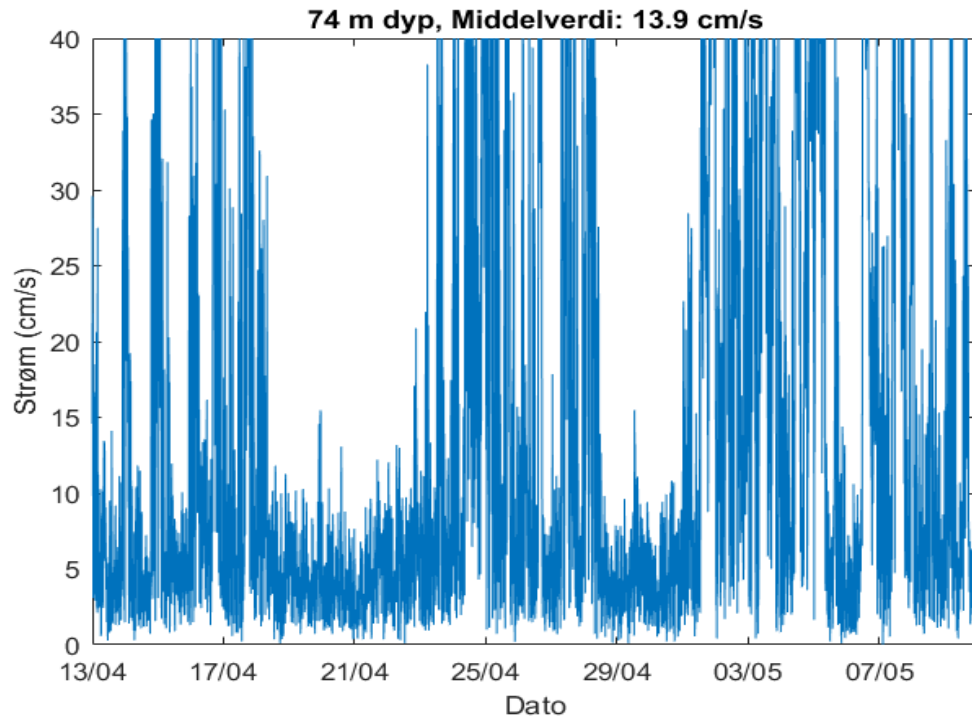
3 Bearbeidde strømdata

3.1 Utvalde tidsseriar

Målingane er frå 20 måleceller, der kvar celle utgjer ein tidsserie. Vi har valt ut nokre celler for å representere strømmen nær botnen, strømmen i det ekstra strømssterke sjiktet ved ca 70 m djup, og strømmen rundt 40 m djup, som var det grunnaste sjiktet som blei målt.



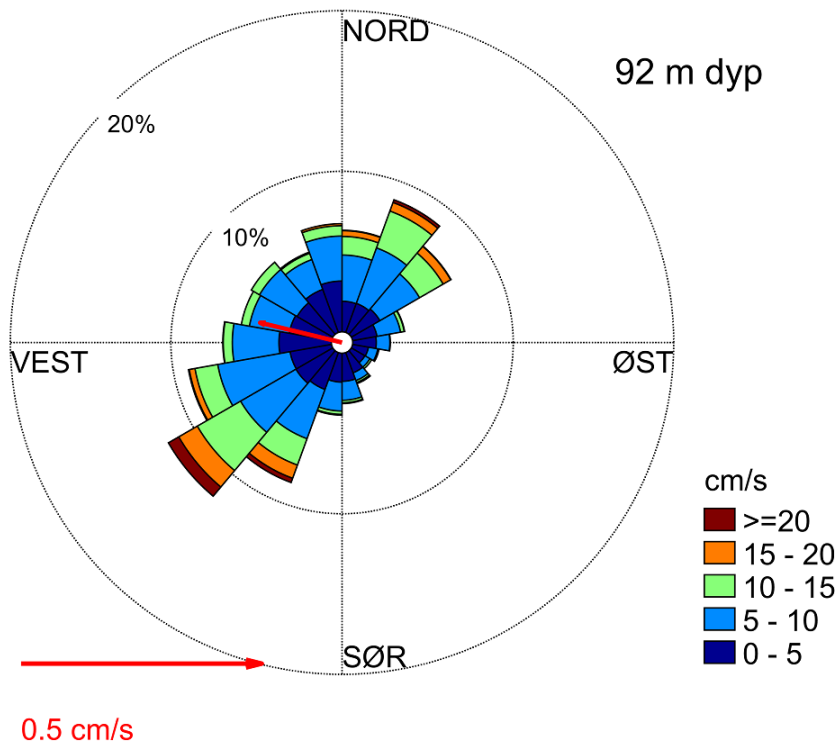
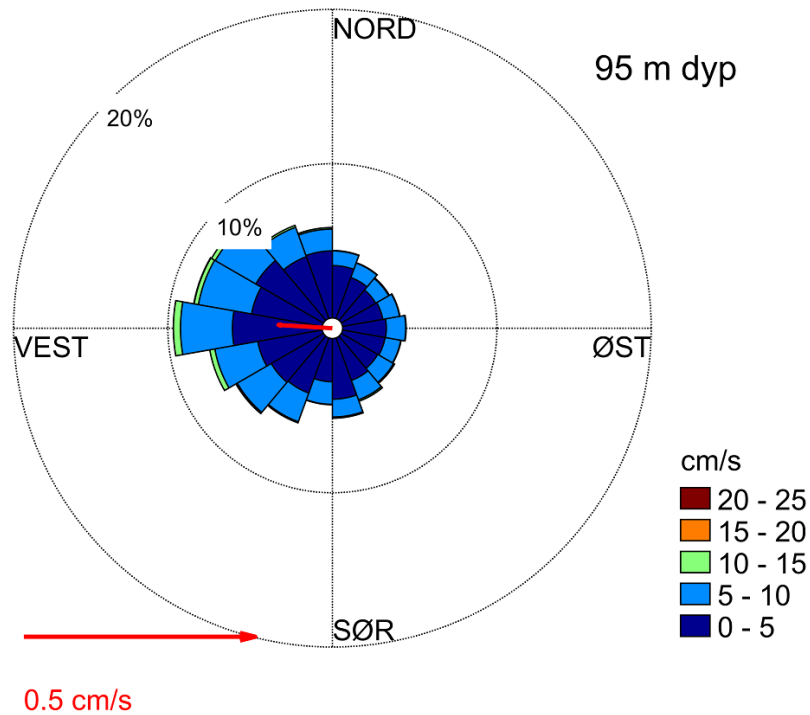
Figur 6. Målt strømsstyre i dei to cellene nærast botnen.



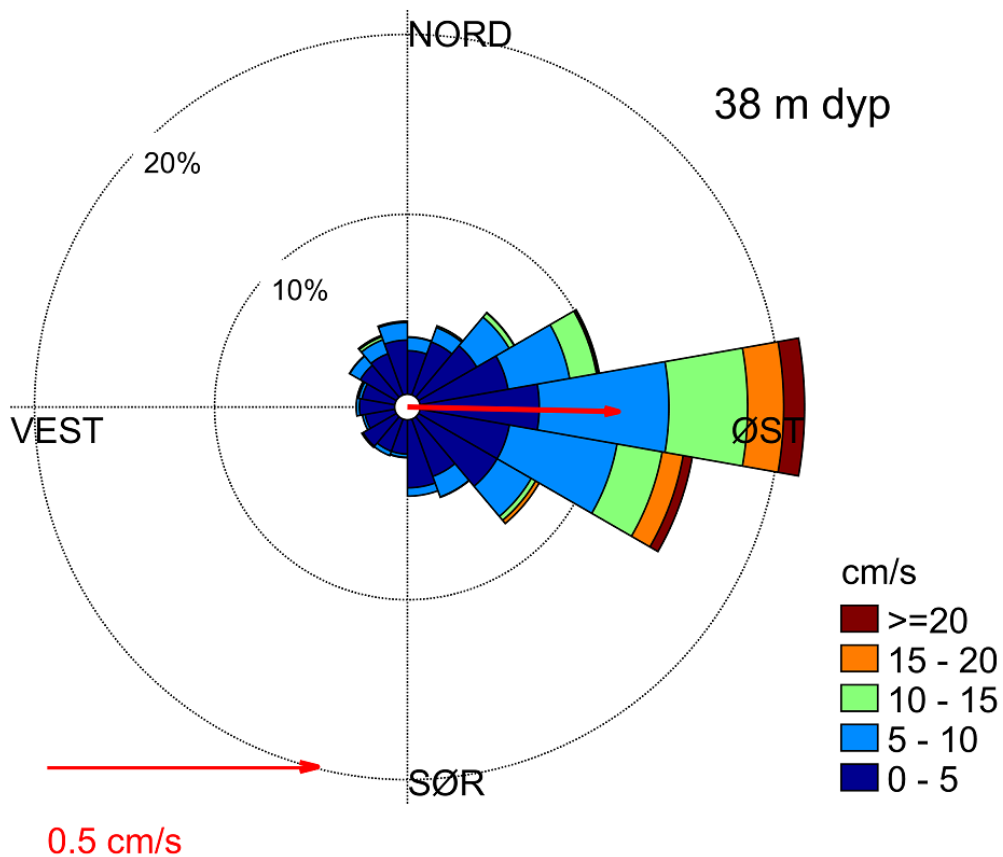
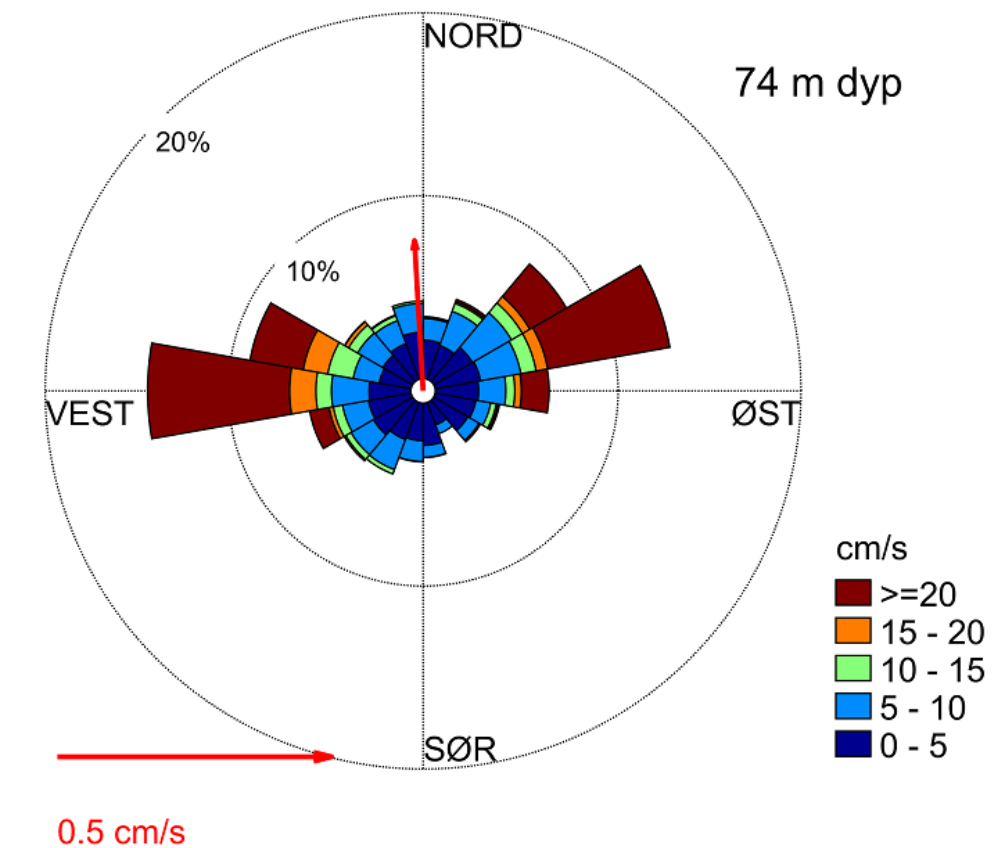
Figur 7. Målt strømstyrke i 74 m og 38 m djup.

3.2 Strømretning

Fordeling av strømretning i ulike sektorar («strømroser») for målingane i djupa i forrige figurar er synt i to følgjande figurar. Dei syner også strømstyrkefordelinga i kvar sektor. I sjikta nær botnen (Figur 8) var nettostrømretninga (raud pil i sentrum av plotta) mot vest. Det var tydeleg sterkare strøm 6 m over botnen enn 3 m over, der strømmen veksla mellom sørvest og nordaust, med overvekt av retning mot sørvest (jamfør med kapittel 2). Lenger oppe i vassøyla var strømmen for det meste retta austover (Figur 9).



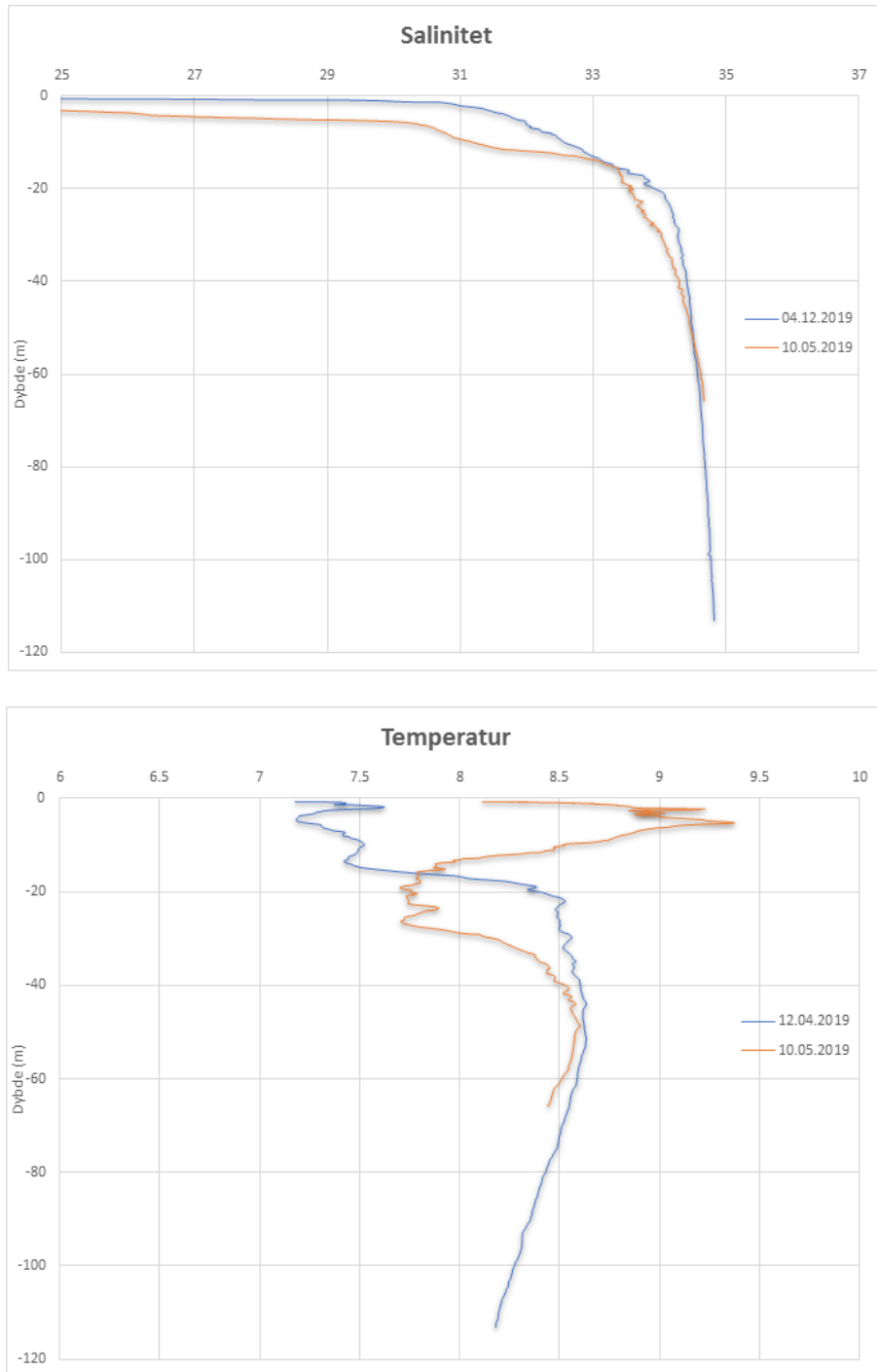
Figur 8. Fordeling av strømretning i 95 og 92 m djup. Fargekodene motsvarar fordeling av strømstyrke i kvar sektor. Raud pil i sentrum indikerer nettostrømmens retning og styrke.



Figur 9. Fordeling av strømretning i 74 og 38 m dyp. Fargekodene motsvarer fordeling av strømstyrke i kvar sektor. Raud pil i sentrum indikerer nettostrømmens retning og styrke.

4. Hydrografiske profiler

Figur 10 syner vertikalfilar av salinitet og temperatur målt ved Årebru 12. april og 10. mai 2019. Målingane vart gjort med ein nedsenkbar CTD-sonde av type RBR-Concerto. Målingane 10. mai synte kraftigare sjikting i øvste 10-20 meter enn målingane 12. april. (Sjiktinga i densitet er primært bestemt av saliniteten). Det er normalt med aukande sjikting (lagdeling) utover våren og sommaren, som følgje av snøsmelting og større ferskvasstilrenning.



Figur 10. Målt salinitet og sjøtemperatur den 12. april (blå kurver) og 10. mai (raude kurver) 2019.

5. Risiko for spreining av sedimenta

Dumpinga av sprengstein er skissert å ville foregå frå land ved Årebru. Det kan skje ved at bilane dumpar frå ein lekter som ligg oppankra ved land. Figur 11 og

Figur 12 illustrerer korleis dette kan skje. På den måten vil steinen ikkje berøre strandsona nær land men falle ned på eit visst djup, og så sannsynlegvis rulle nedover langs botnskråninga.

Om steinen rullar heilt ned på flata i fjorden på over 100 m djup eller stansar opp i skråninga, er p.t. ikkje avklara. Det er mogleg mykje stein kan stanse opp i skråninga, og såleis ikkje berøre dei mest forureina sedimenta. Dette kan vere eit ønskjeleg resultat, i og med at ein då reduserer risikoen for spreing av botnsediment. Skal dette utnyttast til fulle, vil ein truleg måtte flytte lekteren noko langs land for å få fordelt steinen i eit høveleg lag i skråninga (og unngå opphoping under lekteren).

Figur 13 syner resultat av simulering av steindumping i skråning med anteken helning som langs botnen ved Årebru. I dette tilfellet stansar steinen ved om lag 65 m djup. Altså før den når botnflata i fjorden. Simuleringane som har vegskråning i luft som utgangspunkt, er neppe heilt realistiske, men kan gje ein indikasjon på kor langt steinen vil rulle.



Figur 11. Lekter for dumping av sprengstein. Her frå RV 57, Dalsfjorden i 2011. Då med siltgardin montert utanfor lekteren for å hindre spreining i overflata. Foto: NIVA.



Figur 12- Dumping av sprengstein i Dalsfjorden. Ei siltgardin innesluttar sjølve dumpeområdet ved lekteren.

5.1 Spreiingsrisiko

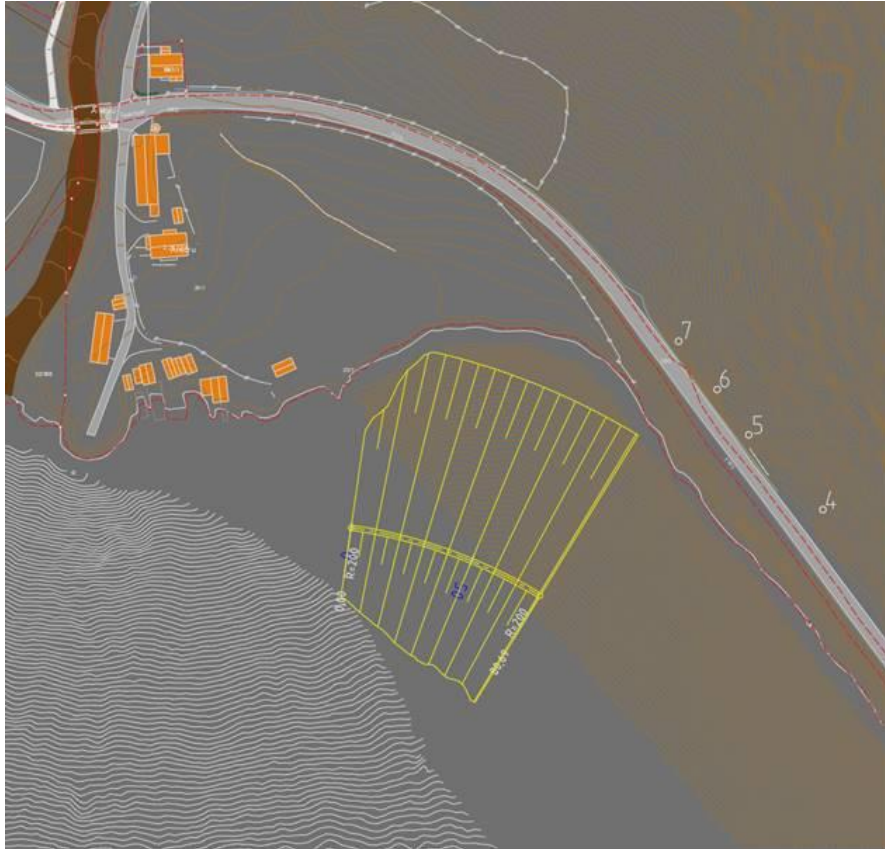
Ved dumping frå lekter vil sannsynlegvis det meste eller all steinen kunne legge seg i botnskråninga før den når botnflata.

Det vart ikkje teke prøver for analyse av miljøgifter oppover i skråninga. Ut frå videoopptaka består botnen i alle fall grunnare enn ca 50 m djup av meir grovkorna materiale og småstein. Dette materialet let seg vanskeleg mobilisere og vil neppe gå i suspensjon i sjøvatnet. Miljøgiftene er held knytt til finkorna sediment og blaut botn. Så det er sannsynlegvis liten/ingen risiko for at stein som landar nede i skråninga vil mobilisere miljøgifter.

Sedimenta i fjorden er finkorna, og vil kunne halde seg i suspensjon i fleire timar viss dei blir forstyrra av dumpa stein som når heilt ned på flata.

Ut frå resultatane av strømmålingane vil det bety typisk spredningsdistanse for sedimentpartiklar på 100-200 m pr time ved middel strømsstyrke.

Ved å legge dumpinga til perioder med svak strøm (1-2 cm/s), kan spredningsdistansen (horisontalt) reduserast til ca 50 m/time. Maksimal utstrekning på influert botn kan då dreie seg om ½ km, d.v.s. avgrensa til området innafor bukta ved Årebru.



Figur 13. Modellering av deponering ved Årebru. Førebels resultat. Kjelde: Statens vegvesen.

6. Avbøtande tiltak

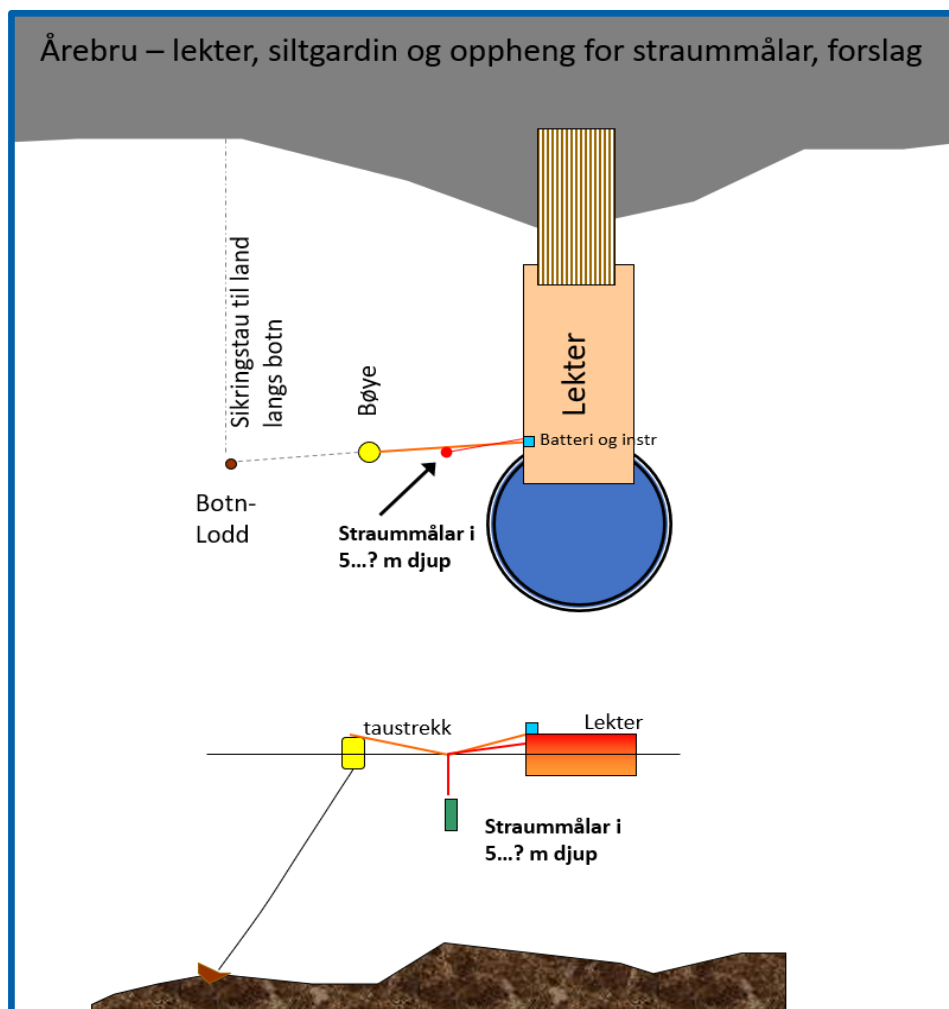
Det kan tenkast ulike avbøtande tiltak, for å hindre spreiring av forureining. Detaljar kan diskuteras med Statens vegvesen, Fylkesmannens miljøvernavingdeling og evt andre interesser.

I liknande prosjekt har det vore nytta siltgardin for å hindre spreiring av sprengsteinstøv i overflatelaget, og instrumentell monitorering av strøm og partikkelkonsentrasjon i sjøen på dumpestaden (Figur 14). Dette kan vere til fordel for anadrom fisk og for strandsone fauna/flora.

Å la steinen falle til ro i botnskråninga i staden for nede på «sletta» der det er forureina sediment, kan vere eit risikoreduserande tiltak. Sjå foregåande diskusjon.

Dersom stein vil falle heilt ned på botnsletta, kan noko botnsediment bli virvla opp og førd langs botnen med strømmen. Resultata frå strømmålingane synte relativt svak strøm nær botnen, med nær strømsstille eller svak austgåande strøm i perioder, avløyst av vestgåande strøm (Figur 8). For å hindre spreiring kan dumpinga styrast etter strømforholda (tidevassprognosene, evt. supplert med med måling ved botnen og signakabel opp) slik at dumping skjer kun ved svak evt. Innoverretta strøm ved botnen.

Det er også mogleg å etablere målingar i sann tid av turbiditet (partiklar i sjøen). Duminga kan avbrytast dersom partikkelkonsentrasjonen kjem over eit kritisk nivå.



Figur 14. Skisserte tiltak for å hindre / overvake spreiring av partiklar.