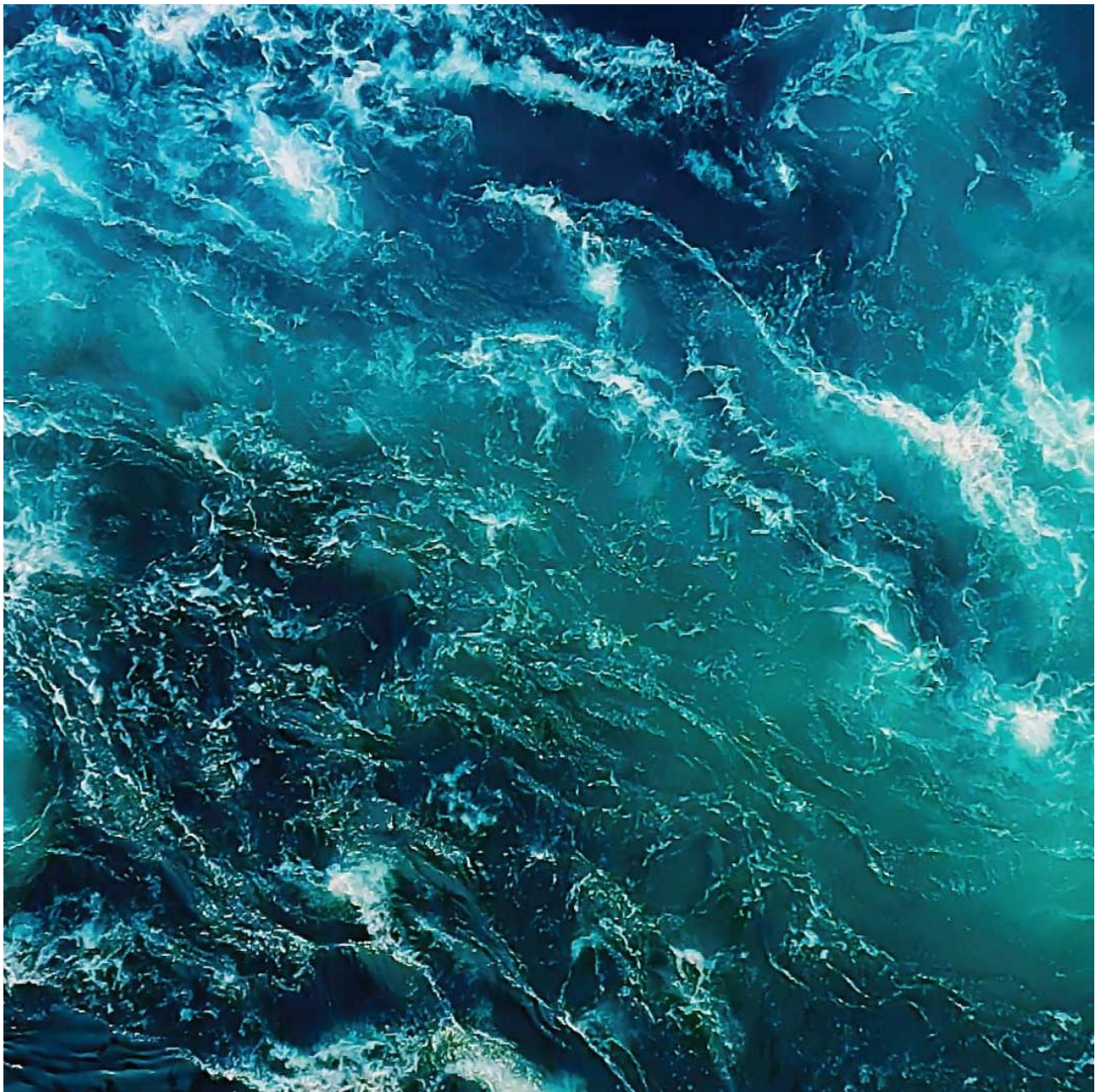


Strømmålinger ved Russelva, 16015, 2023

Eidsfjord Sjøfarm AS

Akvaplan-niva AS Rapport: 2023 64342.01



Strømmålinger ved Russelva (16015), 2023

Forfatter(e) Anne Tårånd Aasen

Dato 04.09.2023

Rapport nr. 2023 64342.01

Antall sider 39

Distribusjon Gjennom kunden

Kunde Eidsfjord Sjøfarm AS

Kontaktperson Ragnhild S. Berg

Sammendrag

Lokalitet Russelva, Lokalitetsnummer: 16015

Sted Nordreisa, Troms og Finnmark fylke

Koordinater: 69°53,376N, 20°46,051Ø

Feltarbeid Utført i perioden fra 26.09.2022 til 26.01.2023 av Akvaplan-niva AS

Hovedresultat

Dybde	Maks. hastighet (cm/s)	Gjennomsnittshastighet (cm/s)	Hovedretning vanntransport (grader)	Temperaturgjennomsnitt (°C)
5 m	29,7	4,6	15°	6,7
15 m	24,9	4,8	195°-210°	6,7
73 m	21,1	5,6	15°	8,3
89 m	25,5	4,5	15°	8,1

Godkjenninger


Kari Justad
Prosjektleder


Vegard Holen
Kvalitetskontroll rapport

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING.....	4
2	METODE.....	5
2.1	Utsett og opptak av målere	5
2.2	Plassering og dyp.	5
2.3	Beskrivelse av rigg.....	6
2.4	Strømmålinger.....	6
2.5	Tidevann	6
2.6	Vannstanddata.....	7
3	RESULTATER.....	8
3.1	Strømmålinger.....	8
3.2	Tidevannsstrøm	8
3.3	Vinddrevet overflatestrøm på lokalitet	11
3.4	Utbrudd av kyststrøm og oppstuvning.....	14
3.5	Vårflom og snø- og issmelting	14
3.6	Vannstand	15
3.7	Datakvalitet	15
4	INSTRUMENTBESKRIVELSE.....	17
5	LITTERATURLISTE	18
6	VEDLEGG	19
6.1	Strømmålinger.....	19
6.1.1	Resultater 5 m dyp (overflatestrøm)	19
6.1.2	Resultater 15 m dyp (utskiftingsstrøm)	24
6.1.3	Resultater 73 m dyp (spredningsstrøm)	29
6.1.4	Resultater 89 m dyp (bunnstrøm).....	34
6.2	Riggskisse.....	39

1 Innledning

Akvaplan-niva AS har på oppdrag fra Eidsfjord Sjøfarm AS foretatt strømmålinger på lokalitet Russelva (16015), Nordreisa kommune i Troms og Finnmark. Strømmålingene er utført for å tilfredsstille de krav som stilles i Fiskeridirektoratets søknadsskjema *Akvakultur i Flytende anlegg* (Fiskeridirektoratet, 20.01.2012), samt de krav som stilles i *NS 9415:2021 – Flytende akvakulturanlegg. Lokalitetsundersøkelse, prosjektering, utførelse og bruk* (Standard Norge, 2021). Det var ikke drift på anlegget i måleperioden og det vurderes til at det ikke har vært påvirkning på resultatene (hastighet eller retning til strømmålingene).

Metodikk er i henhold til *NS 9425 – Del 1 Strømmåling i faste punkter*.

Skjema for strømmålinger som skal brukes i akkreditert arbeid:

Henvisning	Forutsetninger	Status
NS 9415:2021 8.3.2.2	Posisjon for utsett er representativt for hele lokalitet	Ok
NS 9415:2021 8.3.2.2	Posisjon for antatt høyeste strømhastighet på lokalitet	Ok
NS 9415:2021 8.3.2.4	Logging av strøm min hvert 10. minutt	Ok
NS 9415:2021 8.3.2.1	Tid, fart og retning er registret i hele perioden	Ok*
NS 9415:2021 8.3.2.3	Den totale måleperioden er på minimum 90 dager (3 måneder)	Nei**
NYTEK	Eksterne forhold som har påvirket målingene	Nei
APN Prosedyrer	Prosedyre for strømmålere og strømmålinger er fulgt	Ok

* Kort hull på ca. en time for 5 og 15 m i forbindelse med skifte av rigg 15.11.22.

**På 5 m er den totale måleperioden på 86 døgn, men kan betraktes som 90 dagers tidsserie med hull. Se kapittel 3.7.

2 Metode

2.1 Utsett og opptak av målere

Målerne er satt ut og tatt opp av personell fra Akvaplan-niva AS.

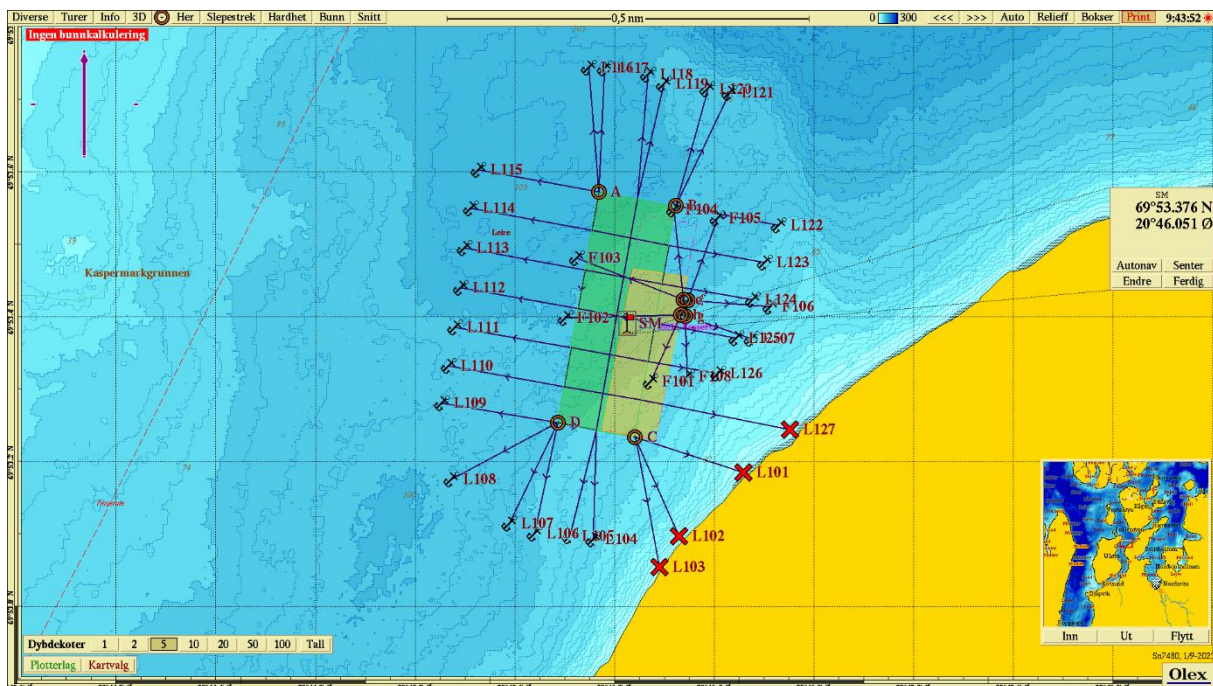
2.2 Plassering og dyp.

Under anlegget varierer dybden fra 67 til 106 meter. Ved posisjon for målinger av spredning- og bunnstrøm er det 90 meter dypt. Begrunnet i dybden ved posisjon for strømrigg og dybde på nøter ble spredningsstrøm og bunnstrøm målt på henholdsvis 73 og 89 meter. Posisjon, måledyp, totalt dyp og intervall for målingene er angitt i Tabell 1 og plasseringen i forhold til anlegget er illustrert i Figur 1.

Tabell 1. Måledyp, posisjon, totalt dyp, måleperiode og -intervall for strømmålingene foretatt på lokalitet Russelva.

Måledyp	5 meter	15 meter	73 meter	89 meter
Posisjon	N69°53,376 Ø20°46,051	N69°53,376 Ø20°46,051	N69°53,376 Ø20°46,051	N69°53,376 Ø20°46,051
Dyp posisjon	90 meter	90 meter	90 meter	90 meter
Dato måleserie	26.09.2022-22.12.2022	27.09.2022-27.01.2022	26.09.2022-15.11.2022	26.09.2022-15.11.2022
Reell måleperiode	86 døgn*	122 døgn	50 døgn	49 døgn
Dato start - stopp	26.09.2022-22.12.2022	27.09.2022-27.01.2023	26.09.2022-15.11.2022	26.09.2022-15.11.2022
Registreringsavbrudd	Nei	Nei	Nei	Nei
Målerintervall	10 min	10 min	10 min	10 min
Navigasjonssystem	Gps	gps	gps	gps
Bestemmelse av dyp	Olex	Olex	Olex	Olex

*Måleserien ved 5 meters dyp ble av tekniske årsaker avbrutt før planlagt. De manglende registreringene i datasettet representerer en varighet på 4% av den totale måleperioden (90 dager). Manglende registreringer er på mindre enn 10 % og det legges derfor til grunn at brutto varighet kan benyttes ved fastsetting av dimensjonerende strømhastighet.



Figur 1. Plassering av strømmålerigg (rødt flagg og merket med koordinater) i forhold til Lokalitet Russelva, den planlagte plasseringen i grønt og den eksisterende plasseringen i gult.

2.3 Beskrivelse av rigg

I første måleperiode (26.09.22 – 15.11.22) var strømmålerne var festet i samme fortøyningsrigg, på dypene 5 m, 15 m, 73 m og 89 m på posisjon N69°53,376 og Ø20°46,051 (vedlegg 6.2). I andre måleperiode (15.11.22 – 27.01.23) var strømmålerne var festet i samme fortøyningsrigg, på dypene 5 m og 15 m på samme posisjon.

2.4 Strømmålinger

Strømdataene brukt i denne rapporten ble foretatt med strømmålere fra Akvaplan-niva AS i perioden 26.09.22 - 27.01.23. Etter 50 dager (15.11.22) ble riggen med instrumenter på fire dyp tatt opp og en ny rigg med målere på 5 og 15 m ble satt ut igjen. Etter ytterligere 36 døgn (22.12.22) stoppet måleren på 5 m å måle. Strømmålerne målte strømhastigheter hvert 10. minutt.

Målerne var plassert omtrent midt i det planlagte anlegget og målingene vurderes som representative for hele anlegget. Det var et eksisterende anlegg i nærheten av strømmåler riggen, men det var ingen fisk eller nøter i anlegget i hele måleperioden (Figur 1). Det vurderes derfor at dette ikke har hatt noen signifikant effekt på strømmålingene.

Kvalitetssikring av data og framstilling av grafikk ble foretatt av Akvaplan-niva AS.

2.5 Tidevann

Tidevannsanalysen er gjennomført ved bruk av harmonisk analyse av strømdataene, ved hjelp av MATLAB-pakken Utide (Codiga, 2011). Resultatene fra den harmoniske analysen er videre brukt til å rekonstruere tidevannsstrømmen i måleserien ved hjelp av

tidevannsmodellen i Utide. Tidevannsanalysen er gjennomført på hele dataseriene, 26.09.22 – 22.12.22 for 5 m-målingene, 26.09.22 – 27.01.23 for 15 m-målingene, og 26.09.22-15.11.22 for 73 og 89 m.

For å fjerne eventuell høyfrekvent målestøy i dataserien er strømdataene filtrert med en halvtimes glidende midling før tidevannsanalysen gjennomføres. I tillegg er middelerdi og trend fjernet fra dataserien i forkant at tidevannsanalysen, slik at vi evaluerer i hvilken grad tidevannet styrer variabiliteten i strømmen.

Tidevannsbidraget til strømhastigheten er evaluert basert på i hvor stor grad variabiliteten i det totale strømbildet som kan knyttes til tidevannsstrømmen. For å evaluere tidevannsbidraget deler vi opp strømmåleseriene i tre komponenter: total strøm, modellert tidevannsstrøm og reststrøm (total strøm minus modellert tidevannsstrøm). For hver av komponentene beregner vi en variansellipse og sammenligner størrelsen på disse.

For å tallfeste det forventede bidraget fra tidevannsstrømmen til variabiliteten i strømmen på lokaliteten beregner vi den relative størrelsen til forklart varians. Forklart varians er beregnet ut ifra korrelasjonskoeffisienten til tidevannsstrømmen og totalstrømmen, og indikerer forholdet mellom variansen som er forklart av det modellerte tidevannet og den totale variansen i strømmen.

2.6 Vannstanddata

Lokale vannstands nivåer er hentet fra Kartverket (2023) sin database. Data er hentet ut for posisjon N69°53,4' og Ø20°46,0', som bruker vannstands nivå fra Hammerfest målestasjon (**Feil! Fant ikke referanse kilden.**).

3 Resultater

3.1 Strømmålinger

Figurer og tabeller for strømmålingene er vist i Vedlegg 6.

Resultatene fra strømmåling på 5 meters dyp (overflatestrøm) viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er definert mot nord-nordøst (15 grader) med en noe svakere komponent mot sør-sørvest (180 - 195 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 4,6 cm/s. 0,3 % av målingene er > 20 cm/s, 6,5 % av målingene er > 10 cm/s, 58,5 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 30,3 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 4,8 % av målingene er < 1 cm/s.

Resultatene fra strømmåling på 15 meters dyp (utskiftingsstrøm) viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er definert mot sørvest (195 - 210 grader) med en noe svakere komponent mot nordøst (30 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 4,8 cm/s. 0,2 % av målingene er > 20 cm/s, 6,9 % av målingene er > 10 cm/s, 60,4 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 28,1 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 4,6 % av målingene er < 1 cm/s.

Resultatene fra strømmåling på 73 meters dyp (spredningsstrøm) viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er definert mot nord-nordøst (15 grader) med en returstrøm mot sørvest (210 - 225 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 5,6 cm/s. 10,5 % av målingene er > 10 cm/s, 63,9 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 21,6 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 3,9 % av målingene er < 1 cm/s.

Resultatene fra strømmåling på 89 meters dyp (bunnstrøm) viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er definert mot nord-nordøst (15 grader) med en svak returstrøm mot sør (180 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 4,5 cm/s. 0,4 % av målingene er > 20 cm/s, 6,0 % av målingene er > 10 cm/s, 56,5 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 31,3 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 6,2 % av målingene er < 1 cm/s.

Maksimal strømhastighet i den målte perioden på 5 og 15 m var henholdsvis 29,7 og 24,9 cm/s, mens den på 73 og 89 meter var henholdsvis 21,1 og 25,5 cm/s.

3.2 Tidevannsstrøm

I hovedsak er det meste av strøm i nordnorske fjorder styrt av tidevannsstrømmen. Men det varierer sterkt hvor store de sykliske endringene er innenfor gitt tidsperiode (en tidevannsperiode eller en månefase).

Styrken på den gjennomsnittlige tidevannsstrømmen på 5 meters dyp utgjør 2,0 cm/s av den totale gjennomsnittlige strømhastigheten på 4,6 cm/s. På 15 meters dyp utgjør den gjennomsnittlige tidevannsstrømmen 1,8 cm/s av den totale strømhastigheten på 4,8 cm/s. På 73 m dyp utgjør den gjennomsnittlige tidevannsstrømmen 3,3 cm/s av den totale strømhastigheten på 5,6 cm/s, mens på 89 m dyp utgjør den gjennomsnittlige tidevannsstrømmen 2,8 cm/s av den totale strømhastigheten på 4,5 cm/s.

Tabell 2 viser resultater fra variansanalysen for 5, 15, 73 og 89 m dyp. R^2 er et statistisk tall på størrelsen på variansen i strømmen som skyldes tidevann (forklart varians) i forhold til

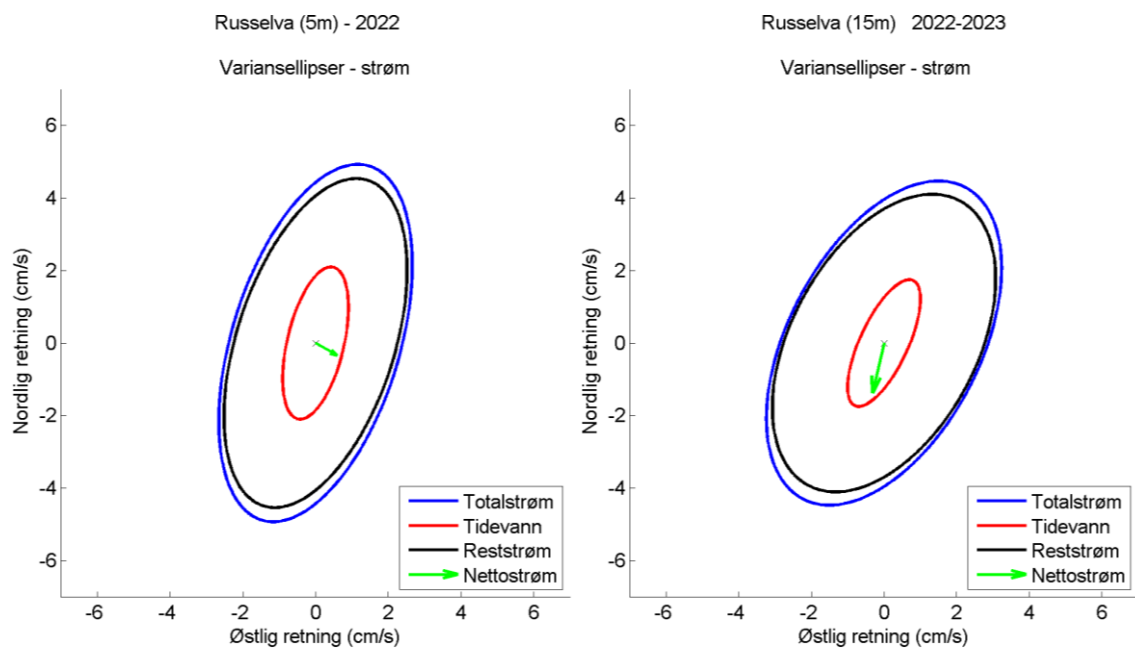
den totale variansen i strømmen (Emery & Thomson, 2001). Forklart varians er beregnet for de to horisontale strømhastighetskomponentene hver for seg.

Tallene i Tabell 2 er forholdsvis små til moderate, og øker nedover i vannsøylen. Det estimerte tidevannet for strøm på 5 og 15 meter kan forklare henholdsvis 11 % og 10 % i Ø-V-retning, og 15 % og 16 % i N-S-retning av variabiliteten i strømmen på denne lokaliteten. For strøm på 73 og 89 meter kan det estimerte tidevannet forklare henholdsvis 18 % og 13 % i Ø-V-retning, og 33 % og 45 % i N-S-retning.

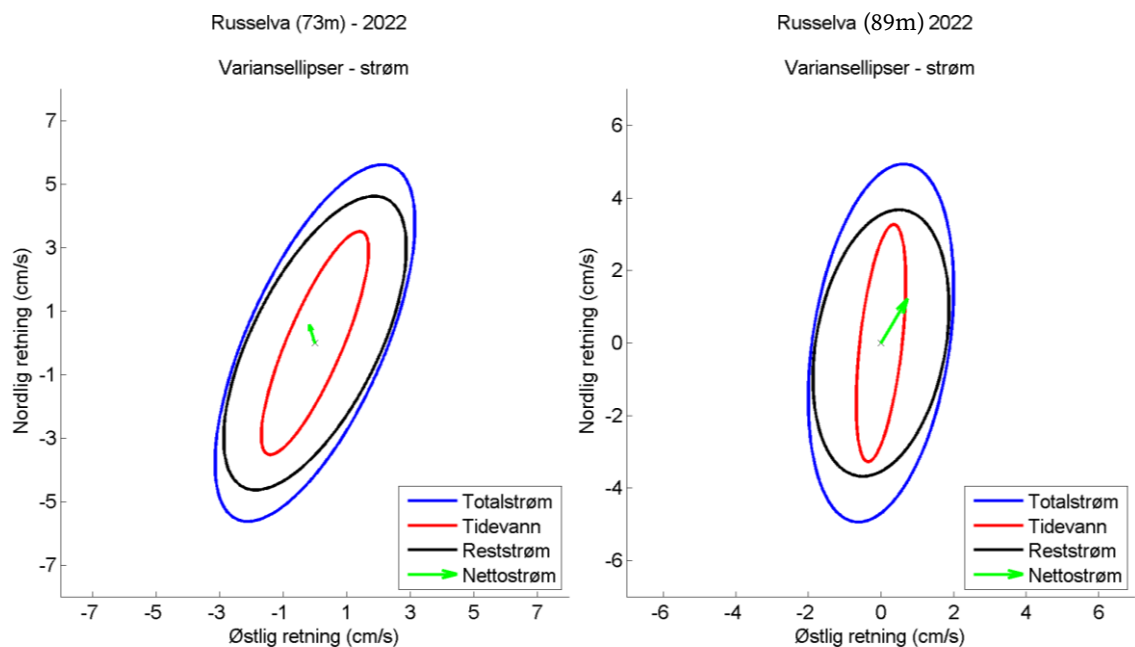
Tabell 2. Varians forklart for tidevannskomponenten av varians i totalstrømmen (tall i prosent) (Lokalitet Russelva).

Retning på strømkomponent	Dyp 5 m	Dyp 15 m	Dyp 73 m	Dyp 89 m
Øst-Vest	11 %	10 %	18 %	13 %
Nord-Sør	15 %	16 %	33 %	45 %

Resultatene i Tabell 2 gjenspeiles i Figur 2 og Figur 3, hvor man ser at ellipsen til tidevannet er forholdsvis liten til moderat sammenlignet med variansellipsen til totalstrømmen. Dette viser at tidevannet er en viktig faktor i strømbildet, spesielt lenger nedover i vannsøylen.



Figur 2. Variansellipse for totalstrøm, tidevannsstrøm og reststrøm på 5 og 15 m (Lokalitet Russelva). Variansellipsen viser størrelsen av ett standardavvik av variansen, både i retning og størrelse. Den blå kurven viser variansellipsen til totalstrømmen og den røde kurven viser variansellipsen til tidevannskomponenten av strømmen. Den sorte variansellipsen viser reststrømmen, dvs. den strømmen som ikke kan forklares av tidevannet. Resultatene er estimert fra strømdata for hele måleperiodene iht. Tabell 1. Den grønne pilen viser nettostrøm.



Figur 3. Variansellipse for totalstrøm, tidevannsstrøm og reststrøm på 73 og 89 m (Lokalitet Russelva). Variansellipsen viser størrelsen av ett standardavvik av variansen, både i retning og størrelse. Den blå kurven viser variansellipsen til totalstrømmen og den røde kurven viser variansellipsen til tidevannskomponenten av strømmen. Den sorte variansellipsen viser reststrømmen, dvs. den strømmen som ikke kan forklares av tidevannet. Resultatene er estimert fra strømdata for hele måleperioden iht. Tabell 1. Den grønne pilen viser nettostrøm.

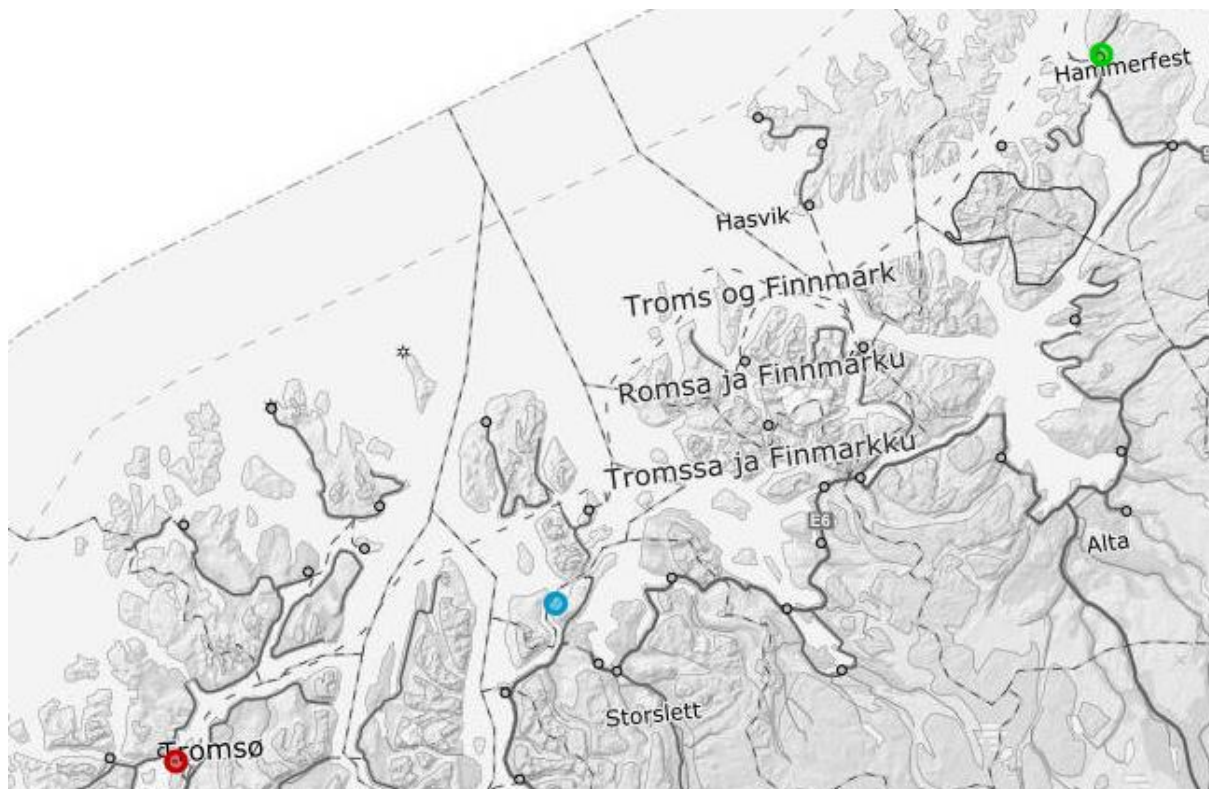
3.3 Vinddrevet overflatestrøm på lokalitet

Vindgenerert strøm vil i hovedsak gjøre seg gjeldende for resultater fra målinger på 5 meter da vindpåvirkning i vannsøylen avtar med dyp. For at strøm på 15 meter skal påvirkes nevneverdig er det nødvendig med sterk vind fra samme retning over lengre perioder. Dette ser man sjeldent inne i fjorder og kystnære strøk hvor anlegg er lokalisert.

Det er hentet ut vinddata fra Norsk klimaservicesenter (2023) for Tromsø - Langnes (Figur 4). Målestasjonen er plassert ca. 75 km fra lokaliteten. Lokaliteten og målestasjonene har sammenliknbar eksponeringsgrad, og begge ligger i omtrentlig nord-sørgående sund. Det vurderes at målestasjonen for vind vil kunne beskrive forholdene i området ved lokaliteten på en tilfredsstillende måte.

Vindrosen (Figur 5) viser at høyeste vindhastighet er registrert 23.10.22 mot sørøst, mens det er flest registrerte målinger mot nord og nordøst i måleperioden.

I måleperioden (september-desember) var det enkelte perioder med vind med høy hastighet, over 10 m/s (Figur 6). Figur 6 viser at høy strømshastighet på 5 meters dyp ofte sammenfaller med høy vindhastighet i samme periode. Denne sammenhengen er tydeligst når vinden blåser mot nordøstlige retninger, og strømmen går i omtrentlig samme retning. Samlet bilde av resultatene og vurdering av stasjonens plassering i forhold til lokalitet tilser at vind har hatt betydning for strøm i området i måleperioden.



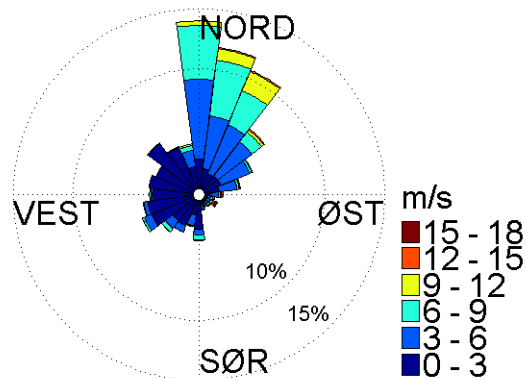
Figur 4: Lokalitetens plassering (blått punkt) sammen med Tromsø - Langnes, målestasjonen for vind og temperatur (rødt punkt) og Hammerfest målestasjon for vannstandsmålinger (grønt punkt).

Tromsø - Langnes målestasjon - 2022

Vindrose fra representativ målestasjon

Maksimal vindhast. 17.3 m/s - 119 grader

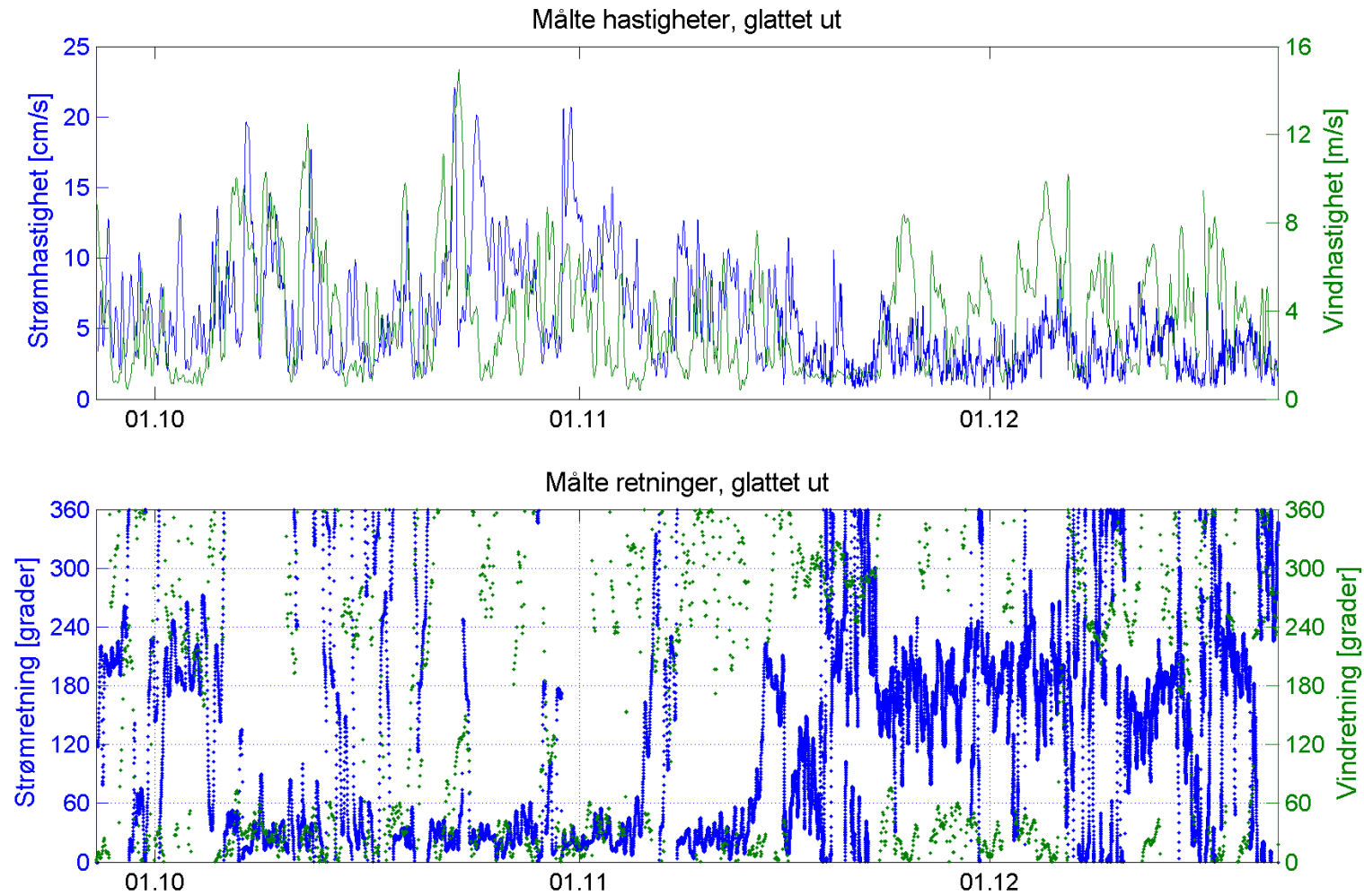
Gjennomsnittlig vindhast. 3.8 m/s



Figur 5. Vindrose for observasjoner gjort ved målestasjon Tromsø - Langnes i hele måleperioden. Figuren viser hvilken retning vinden går mot. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende vindstyrke innenfor hver enkelt sektor.

Russelva (5m) - 2022

Strøm mot vind ved representativ målestasjon Tromsø - Langnes



Figur 6. Øverst: Hastigheter for reststrøm (strømmen som ikke er påvirket av tidevannet) ved lokaliteten og vind ved Tromsø - Langnes i måleperioden. Nederst: Retning for strøm og vind. Kurvene er glattet ut for å øke lesbarheten. Vind og strømretninger er satt opp slik at de leses i samme retning. Vind og strøm går mot gitt retning.

3.4 Utbrudd av kyststrøm og oppstuvning

Brå endringer i strømhastighet som sammenfaller med en signifikant endring i vanntemperaturen på samme dyp kan indikere innslag av en annen vannmasse.

Dette kan for eksempel være grunnet utbrudd i kyststrøm. Det kan oppstå etter en lenger periode med relativt kraftig vind fra sørvest over Skagerrak, som har "blokkert" kyststrømmen og ført til en oppstuvning av vann i Skagerak/Kattegat (Jensen & Lien, 2005). Når vinden løyer eller endrer retning, slippes det oppstuede vannet løs med kyststrømmen som vil ha en kjapp øking i volum, og både hastigheten og bredden på strømmen øker. Man vil da typisk få det man kaller utbrudd av kyststrøm, som går inn i fjordene, og kan sees som en kraftig og plutselig økning i strømhastigheten (kan komme over 1 m/s). Dette er mest gjeldene i fjordene på Vestlandet sør for Stadt (Jensen & Lien, 2005), da signalet dempes jo lenger nord man kommer.

Tilsvarende kan skje på mindre skala dersom relativt kraftig vind blåser inn over en fjord eller en bukt over en lengre periode. Da vil en eventuell utstrømming langs overflaten bli blokkert, og man kan få en oppstuvning av store vannmasser inne i fjorden (Kartverket Sjødivisjonen, 2018). Når vinden slipper opp i styrke eller skifter retning, vil man kunne få en kraftig utstrømming.

Innblanding av kyststrøm kan sees som en plutselig endring i temperatur, retning og/eller styrke. Temperaturmålingene på 5 og 15 meter (vist i vedlegg 6.1.1 og 6.1.2) viser en jevn nedgang fra 9,6 °C til hhv. 5,2 og 4,0 °C. Temperaturkurven for måling på 73 og 89 meter (vist i vedlegg 6.1.3 og 6.1.4) viser en økning i temperatur fram til andre del av oktober før temperaturen synker igjen. Maksimumstemperaturen var på hhv 9,5 og 9,1 °C, og minimumstemperaturen på hhv 6,8 og 6,3 °C.

Det er ingen indikasjoner på at det har vært påvirkning fra mulige utbrudd av kyststrømmen. Lokalitetens posisjon ute ved kysten og ikke i en lukket fjord gjør at oppstuvning ikke vil være av betydning. Det er heller ikke fjorder umiddelbar nærhet hvor oppstuvningstilfeller vil påvirke lokaliteten nevneverdig.

3.5 Vårflom og snø- og ismelting

Nærmeste elveutløp er Russelva, ca. 1,3 km nordøst for strømmålerriksen, ellers er det flere andre elveutløp på andre siden av Rotsundet. Nærmeste kraftverk, Sikkajokk, ligger ca. 9 km lenger sør i Rotsundet (Noregs vassdrags- og energidirektorat, 2023). Disse elvene vil muligens kunne gi økt ferskvannstilførsel i smelteperioder. Fjellpartiene rundt lokaliteten hvor det potensielt kan samles snø vil også kunne øke ferskvannstilførselen i smelteperioder.

Strømmålinger ble gjennomført i perioden september – desember (på 5 m dyp), en periode hvor det normalt ikke forekommer større snø- og ismeltinger. Det er heller ingenting som tyder på at strømmålingene er påvirket av flom.

3.6 Vannstand

Tidevannsnivåer ved lokaliteten i posisjon N69°53,4' og Ø20°46,0' er vist i Tabell 3.

Tabell 3. Tidevannsnivå fra Kartverket (2023).

Tidevannsnivå	Høyde (cm)
Høyeste astronomiske tidevann (HAT)	331
Laveste astronomiske tidevann (LAT)	0
Middelvann	173
Høyvann med 50 års gjentakintervall	383
Lavvann med 50 års gjentakintervall	-100

Lavvann med 50 års gjentakintervall var ikke oppgitt og et estimat på ekstremt lavvann på LAT minus 1 m er benyttet. Vannstands nivåene er referert til sjøkartnull. Nivåene er hentet fra Hammerfest justert med høydefaktorfaktor 1,02.

Figurer som viser instrumentdyp og variasjon i vannstand gjennom måleperioden kan ses i vedlegg 6.1.

3.7 Datakvalitet

Resultatene fra strømmålingene analyseres i AdFontes. Gjennom AdFontes gjøres det først en grovrens hvor alle punkter som ligger utenfor faste kriterier anbefalt av produsent, samt at alle datapunkter der trykksensoren har registrert målinger over 2 m fra overflaten (instrument ikke vært i vann) fjernes fra dataserien. Data kvalitets sjekkes visuelt via AdFontes. Kun veldig få datapunkter har blitt fjernet midt i dataseriene (Tabell 4). Ved skiftet av rigg 15.11.22 er det et kort hull i måleserien ved 5 og 15 m på ca. 1 time.

Måleserien ved 5 m dyp er på totalt 86 døgn, siden instrumentet plutselig stoppet å måle under målekampanjen. Dette kan betraktes som et 4 dagers hull i enden av en 90 dagers måleserie. Kravene til strømmålinger i NS9415:2021 (Standard Norge, 2021) sier at netto varighet av målingene skal legges til grunn dersom manglende registreringer i et datasett representerer en varighet på mer enn 10 %.. I dette tilfellet mangler 4 % av måleserien på 90 dager. Strømmålingene ved 15 m viser heller ingen store økninger i hastighet i de neste dagene etter at instrumentet på 5 m stoppet å måle, noe som kan indikere at maksimumsstrøm ikke har forekommet i denne perioden.

Måleseriene på 5 m og 15 m var målt i to runder, hvor måledypet i del 2 var omtrent 2 m dypere enn i del 1 (se trykkfigurer i vedlegg 6.1.1). Det er en mulighet for at forskjellen i måledyp i de to måleperiodene kan ha vært en medvirkende årsak til generelt lavere hastigheter i andre måleperiode. Dette sammenfaller også med endring i strømretningen.

Logg over rensset data blir lagret hos Akvaplan-niva AS.

Kalibrering av målere er gjennomført iht. leverandørs anbefaling. Historikk over kalibrering lagres internt hos Akvaplan-niva.

Tabell 4. Datakvalitet og resultat fra data prosessering gjennom AdFontes.

Kvalitetskriterium	Antall fjernet (5 m)	Antall fjernet (15 m)	Antall fjernet (73 m)	Antall fjernet (89 m)
Maks sigle ping standardavvik (\leq 20 cm /s)	0	3	0	0
Totalt	0	0	0	0

4 Instrumentbeskrivelse

Strømmålingene er utført ved hjelp av Seaguard punkt-dopplermålere fra Aanderaa, listet opp i Tabell 5. Metodikk er i henhold til Standard Norge (1999) (punktmåler).

Tabell 5. Instrumentbeskrivelser.

Strømmålinger						
Instrumentdyp	5 m	15 m	5 m	15 m	73 m	89 m
Instrumentleverandør	Aanderaa	Aanderaa	Aanderaa	Aanderaa	Aanderaa	Aanderaa
Modell	Seaguard 4430	Seaguard 4430	Seaguard 4430	Seaguard 4430	Seaguard 4430	Seaguard 4430
Målerprinsipp	Doppler	Doppler	Doppler	Doppler	Doppler	Doppler
Frekvens	2 MHz	2 MHz	2 MHz	2 MHz	2 MHz	2 MHz
Måleperiode(r)	26.09.2022-15.11.2022	27.09.2022-15.11.2022	15.11.2022 – 22.12.2022	15.11.2022 – 27.01.2023	26.09.2022-15.11.2022	26.09.2022-15.11.2022
Serienr	702	892	1984	1985	898	889
Nøyaktighet	± 1 %	± 1 %	± 1 %	± 1 %	± 1 %	± 1 %
Oppløsning	0,1 mm/s	0,1 mm/s	0,1 mm/s	0,1 mm/s	0,1 mm/s	0,1 mm/s
Responsområde	0 – 3 m/s	0 – 3 m/s	0 – 3 m/s	0 – 3 m/s	0 – 3 m/s	0 – 3 m/s
Varighet midlingsperiode	1 min*	1 min*	10 min	1 min*	10 min	10 min
Antall målinger per aggregert dataverdi	150	150	150	150	150	150
Modifikasjon	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
Kalibrering	APN-logg	APN-logg	APN-logg	APN-logg	APN-logg	APN-logg
Instrumentlogg	APN-logg	APN-logg	APN-logg	APN-logg	APN-logg	APN-logg

*Hvert 10 minutt måles strøm i 1 minutt som representerer 10 minutters målingen. Resultatet blir så midlet for å fjerne støy fra måleserien.

5 Litteraturliste

- Codiga, D. L. (2011). Unified Tidal Analysis and Prediction Using the UTide Matlab Functions.
- Emery, W., & Thomson, R. E. (2001). *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*. Elsevier, second and revised edn.
- Fiskeridirektoratet. (20.01.2012). *Veileder sønadsutfylling. Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg*.
- Jensen, Ø., & Lien, E. (2005). Miljøkriterier på lokalitet. *SINTEF report no. SFH80 A064058*.
- Kartverket. (2023). *API for tidevann og vannstandsdata*. Retrieved from <https://kartverket.no/til-sjos/se-havniva/>
- Kartverket Sjødivisjonen. (2018). *Den norske los: Bind 2A Svenskegrensen–Langesund*. Stavanger, Tredje utgave.
- Noregs vassdrags- og energidirektorat. (2023). Retrieved from <https://temakart.nve.no/tema/vannkraft>
- Norsk klimaservicesenter. (2023). Retrieved from <https://seklima.met.no/>
- Standard Norge. (1999). *Oseanografi - Del 1: Strømmålinger i faste punkter (NS 9425-1:1999)*. Retrieved from <https://standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=135422>
- Standard Norge. (2021). *Flytende akvakulturanlegg – Lokalitetsundersøkelse, prosjektering, utførelse og bruk (NS 9415:2021)*. Retrieved from <https://standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1367329>

6 Vedlegg

6.1 Strømmålinger

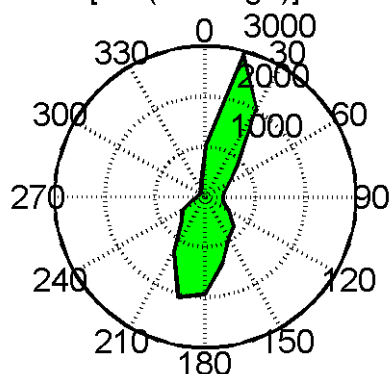
6.1.1 Resultater 5 m dyp (overflatestrøm)

Oppsummering resultater for Russelva på 5 meter dyp.

Russelva	Strøm (cm/s) (5 m)	Temperatur (°C)
Maks	29.7	9.6
Min	0.1	6.5
Gj.snitt	7.4	8.0
% av målinger > 60 cm/s	0.0	
% av målinger > 50 cm/s	0.0	
% av målinger > 40 cm/s	0.0	
% av målinger > 30 cm/s	0.0	
% av målinger > 20 cm/s	1.4	
% av målinger > 10 cm/s	26.2	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	56.9	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	15.2	
% av målinger < 1 cm/s	1.8	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	16.2	
Residual strøm	4.4	
Residual retning	28	
Varians	21.2	0.5
Standardavvik	4.6	0.7
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.59	
Signifikant minimal hastighet	2.9	
Signifikant maksimal hastighet	12.8	

Russelva (5m)

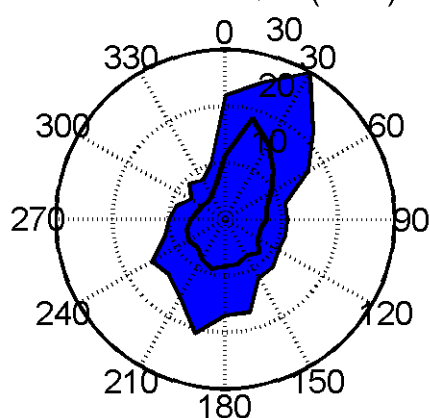
Gjennomsnittlig vanntransport per døgn
[m³/(m²*døgn)]



Total vanntransport

Russelva (5m) - 2022

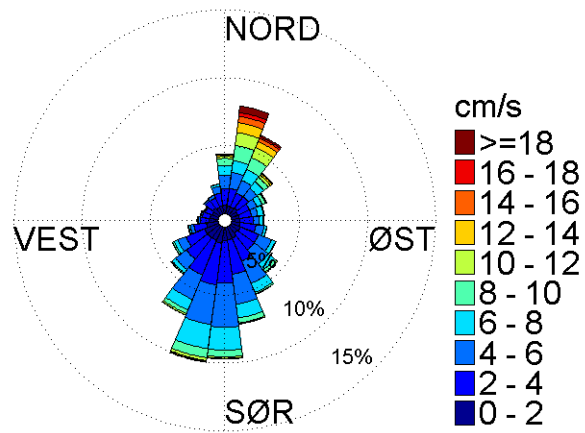
Maksimumsstrøm (cm/s)



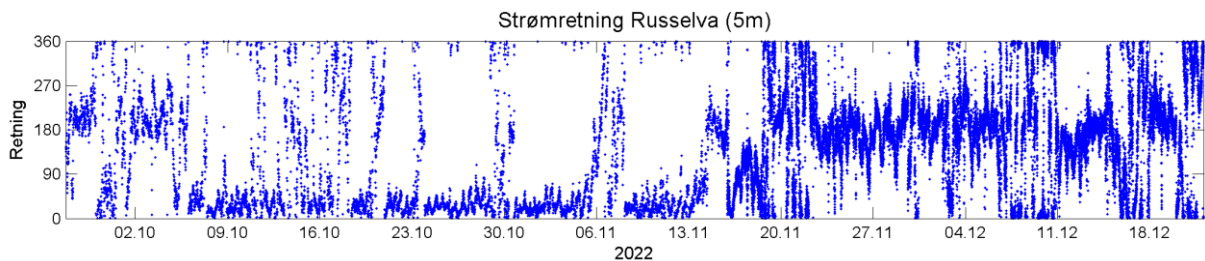
Maksimal hastighet

Russelva (5m) - 2022

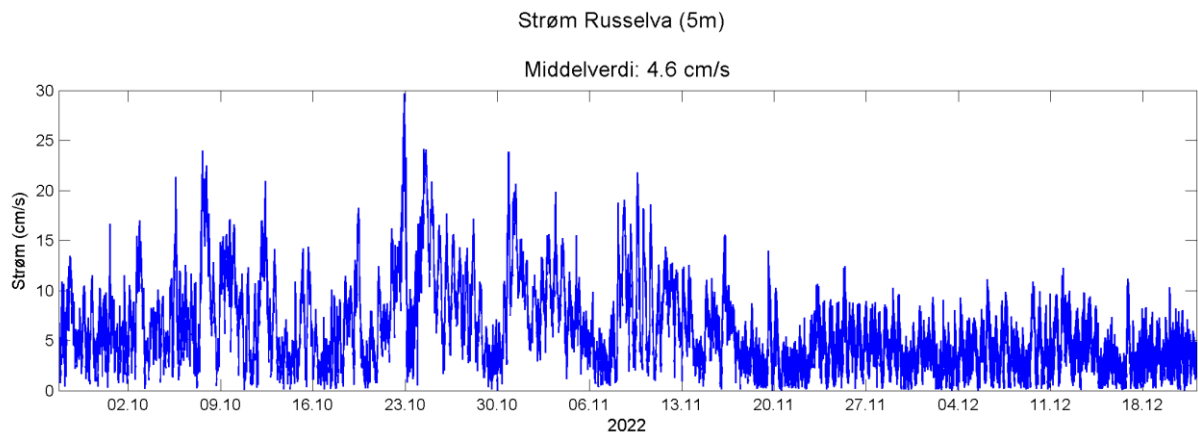
Strømrose



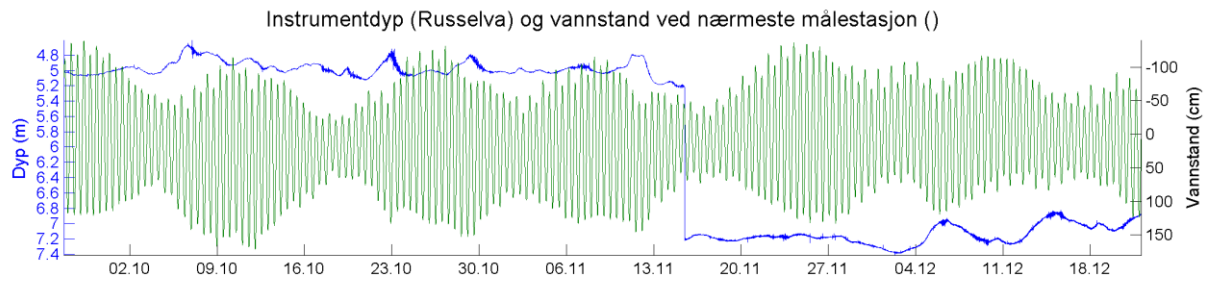
Strømstyrke og retningsfordeling. Total lengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



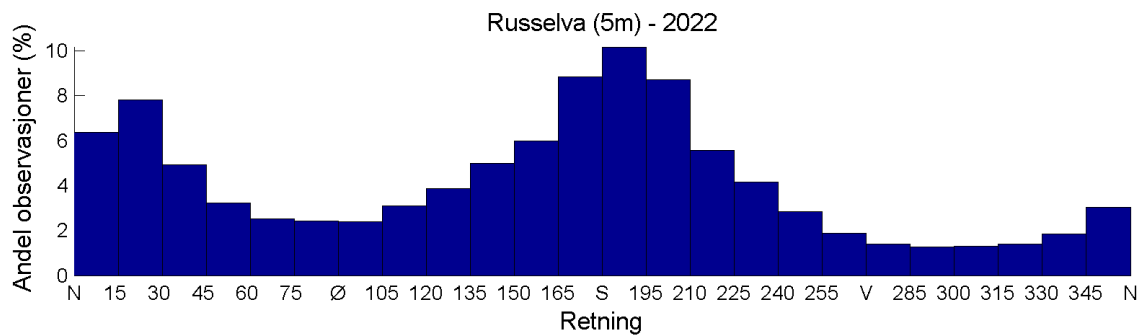
Strømretning vs. tid



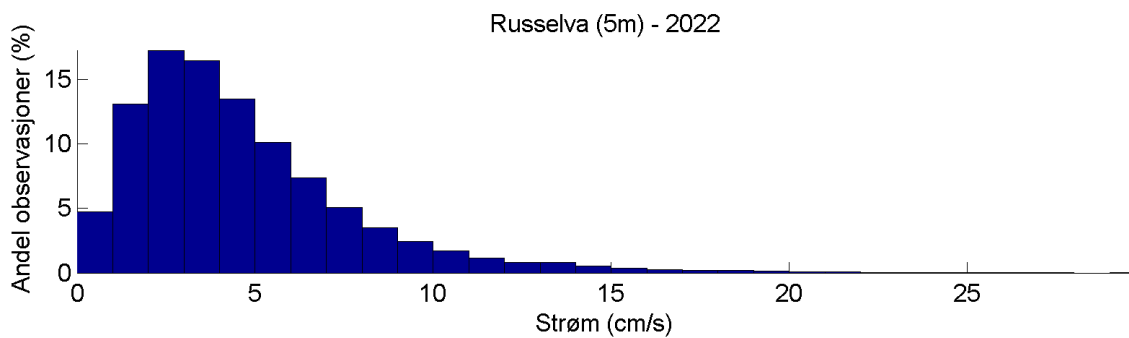
Strømhastighet (tidsserieplott)



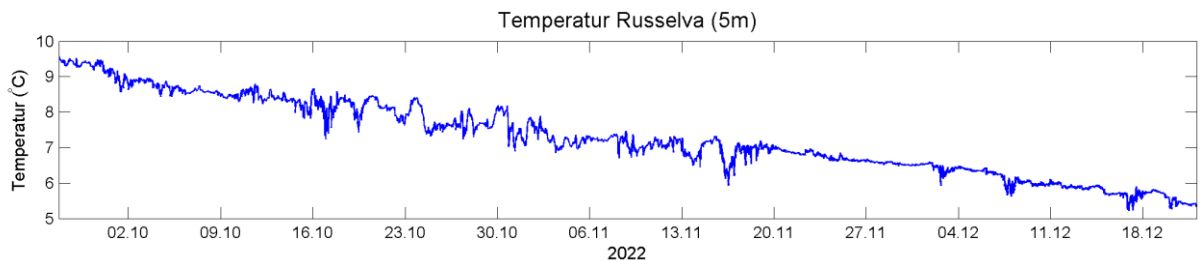
Instrumentdyp sammen med vannstand ved Hammerfest målestasjon (justert med -40 minutter og høydefaktor 1,02).



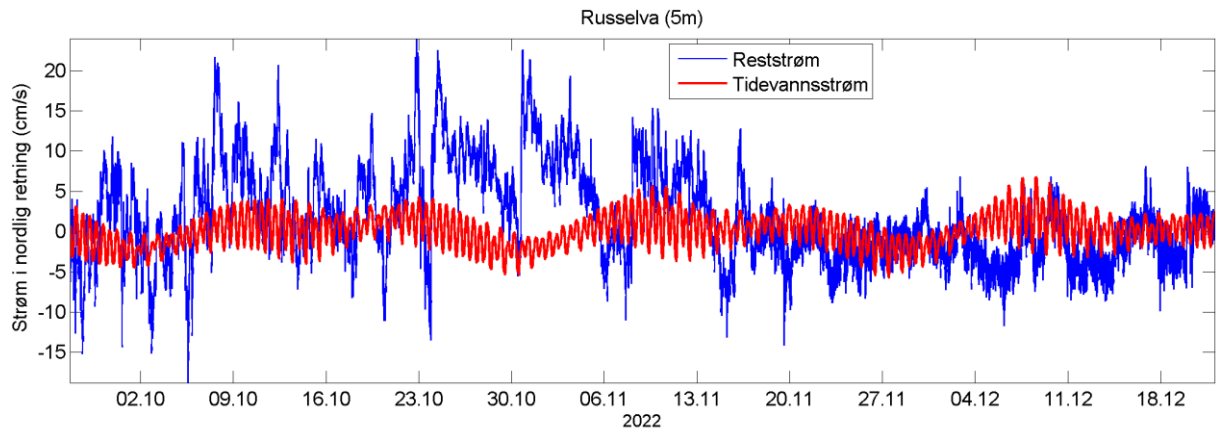
Retningshistogram



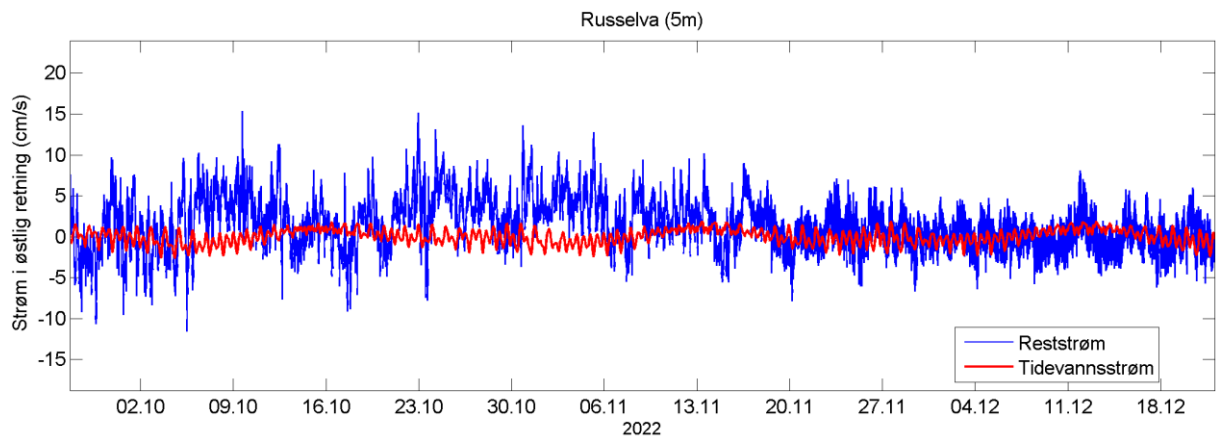
Strømstyrkehistogram



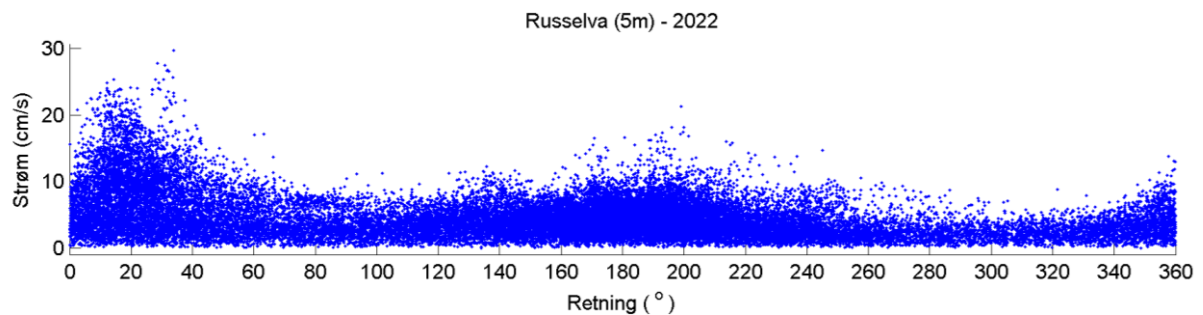
Temperatur



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 5 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 5 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Spredningsplott for registreringer hastighet vs. retning

Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

Russelva (5 m)

Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m ³ /(m ²))	Vanntransport per døgn (m ³ /(m ² *døgn))
352.5 - 7.4	1478	22.5	47330.1	1016.9
7.5 - 22.4	2678	25.4	137347.8	2951.1
22.5 - 37.4	2111	29.7	94999.1	2041.2
37.5 - 52.4	1313	22.2	42176.3	906.2
52.5 - 67.4	955	17.1	25738.9	553
67.5 - 82.4	816	10.7	18440.2	396.2
82.5 - 97.4	792	11.2	16556.4	355.7
97.5 - 112.4	882	11.2	17497.1	375.9
112.5 - 127.4	1193	11.3	25760.7	553.5
127.5 - 142.4	1476	12.3	37804.8	812.3
142.5 - 157.4	1807	11.6	43996.3	945.3
157.5 - 172.4	2411	16.6	62982.8	1353.3
172.5 - 187.4	3254	16.6	89975.1	1933.2
187.5 - 202.4	3365	21.3	96614.6	2075.9
202.5 - 217.4	2368	16	58656.8	1260.3
217.5 - 232.4	1507	14.3	30842.8	662.7
232.5 - 247.4	1240	14.6	24669.1	530
247.5 - 262.4	757	10.5	13096.7	281.4
262.5 - 277.4	519	9.9	7875.1	169.2
277.5 - 292.4	448	8.7	6345.4	136.3
292.5 - 307.4	393	7.5	5539.3	119
307.5 - 322.4	489	8.8	6874.2	147.7
322.5 - 337.4	512	7.9	7978.8	171.4
337.5 - 352.4	746	10.2	14650.8	314.8

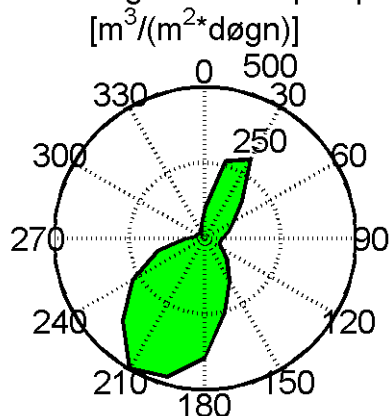
6.1.2 Resultater 15 m dyp (utskiftingsstrøm)

Oppsummering resultater Russelva 15 meter.

Russelva	Strøm (cm/s) (15 m)	Temperatur (°C)
Maks	24.9	9.6
Min	0.1	4.0
Gj.snitt	4.8	6.7
% av målinger > 60 cm/s	0.0	
% av målinger > 50 cm/s	0.0	
% av målinger > 40 cm/s	0.0	
% av målinger > 30 cm/s	0.0	
% av målinger > 20 cm/s	0.2	
% av målinger > 10 cm/s	6.9	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	60.4	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	28.1	
% av målinger < 1 cm/s	4.6	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	11.0	
Residual strøm	1.6	
Residual retning	193	
Varians	10.0	2.3
Standardavvik	3.2	1.5
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.33	
Signifikant minimal hastighet	1.9	
Signifikant maksimal hastighet	8.3	

Russelva (15m)

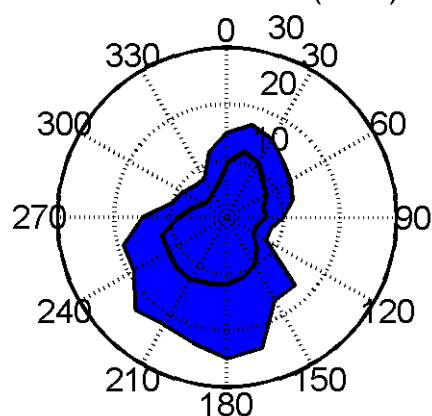
Gjennomsnittlig vanntransport per døgn



Total vanntransport

Russelva (15m) - 2022

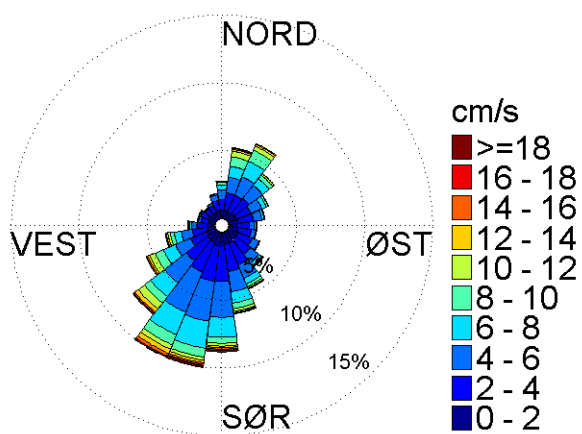
Maksimumsstrøm (cm/s)



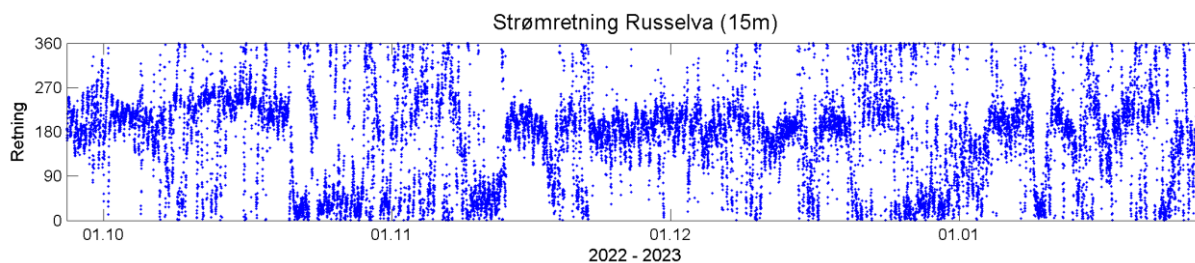
Maksimal hastighet

Russelva (15m) 2022-2023

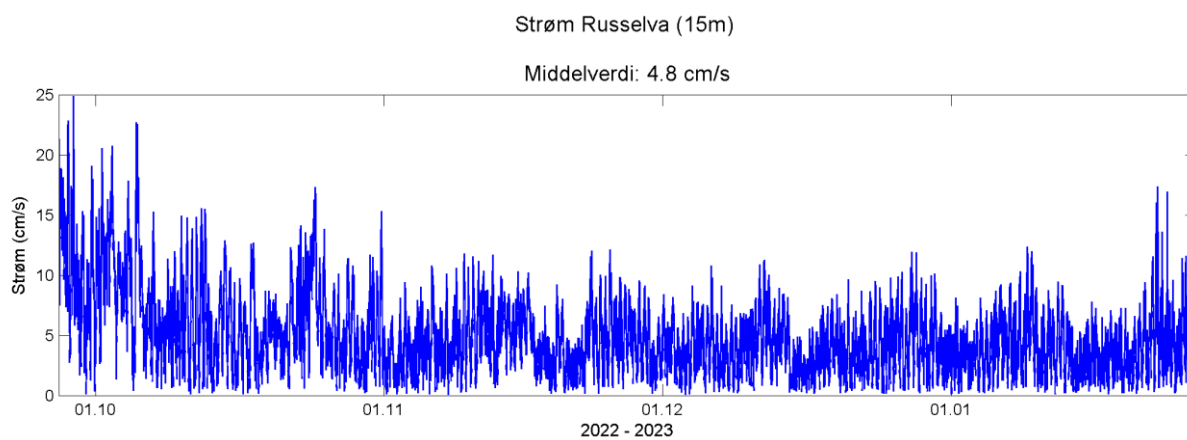
Strømrose



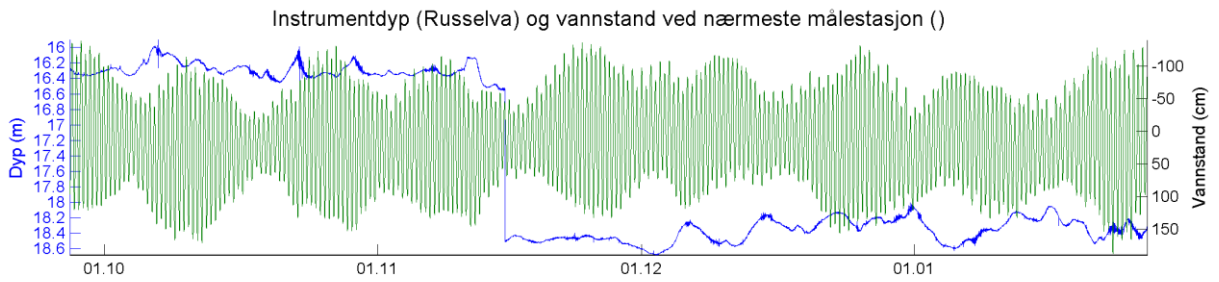
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



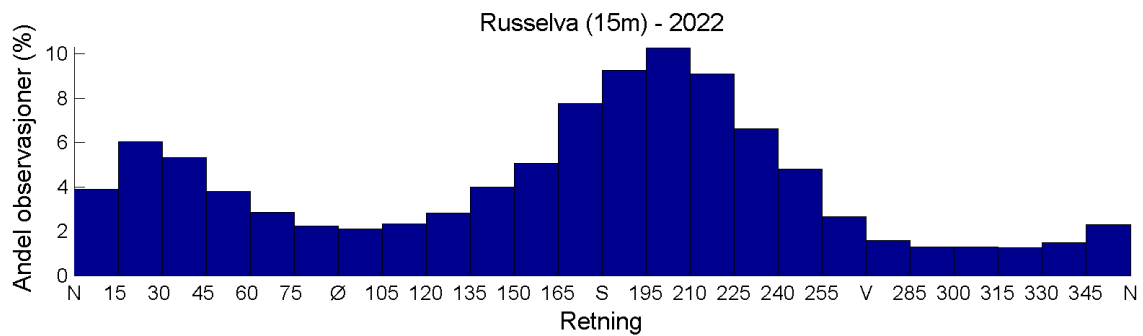
Retning vs. tid



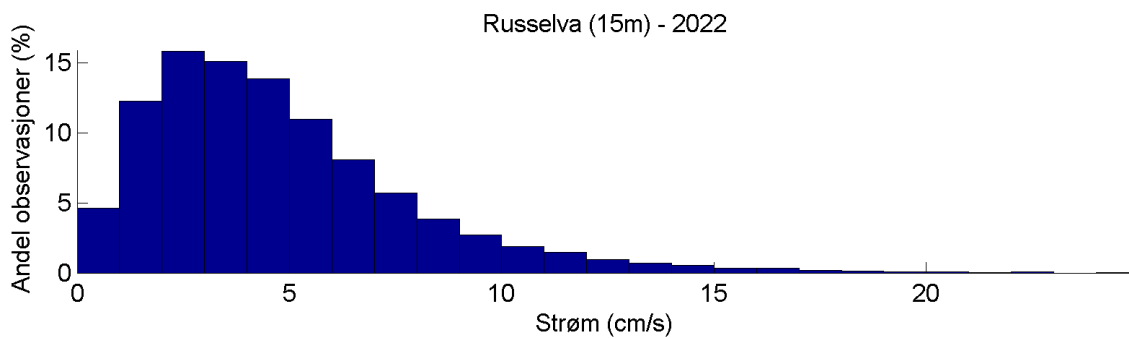
Strømhastighet (tidsserieplott)



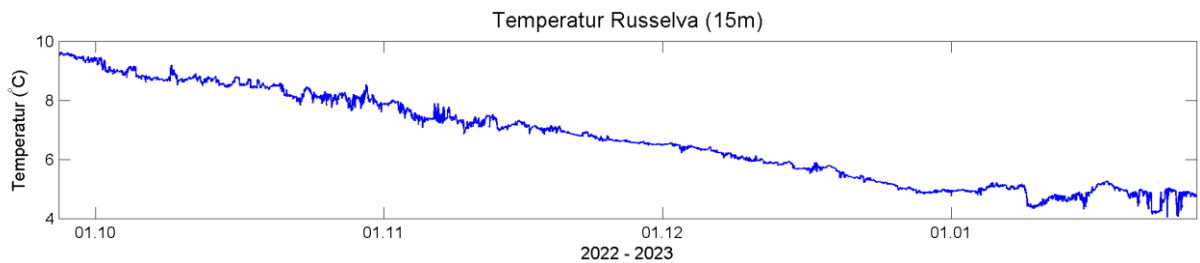
Instrumentdyp sammen med vannstand ved Hammerfest målestasjon (justert med -40 minutter og høydefaktor 1,02).



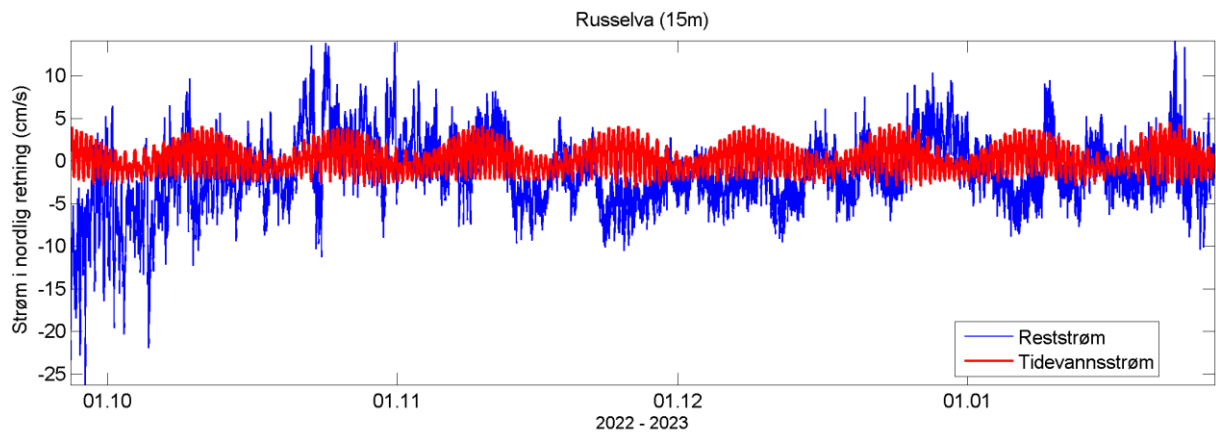
Retningshistogram



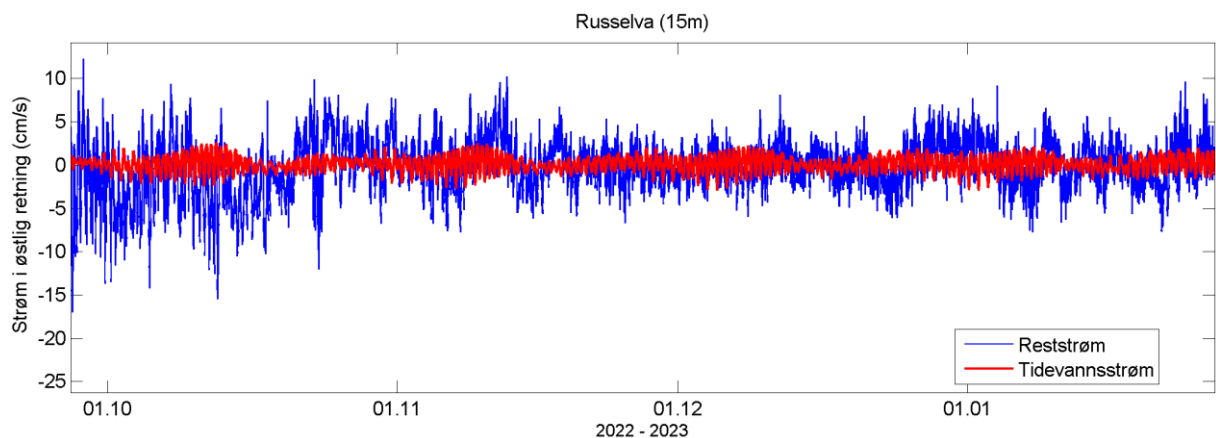
Strømstyrkehistogram



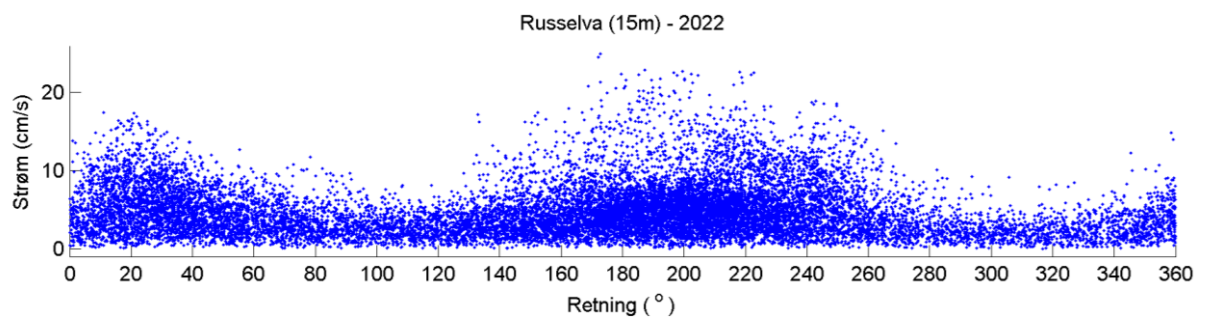
Temperatur



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 15 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 15 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Spredningsplott for registreringer hastighet vs. retning

Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

Russelva (15 m)

Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m ³ /(m ²))	Vanntransport per døgn (m ³ /(m ² *døgn))
352.5 - 7.4	487	14.8	12712.4	103.9
7.5 - 22.4	933	17.4	32541.7	266
22.5 - 37.4	1061	16.3	37008	302.5
37.5 - 52.4	769	13.6	21347.4	174.5
52.5 - 67.4	565	12.7	13224	108.1
67.5 - 82.4	475	11.7	9658.6	78.9
82.5 - 97.4	371	9.7	7057.7	57.7
97.5 - 112.4	366	8.1	6248.9	51.1
112.5 - 127.4	447	8.1	7699.5	62.9
127.5 - 142.4	588	17.2	12760.1	104.3
142.5 - 157.4	803	17.4	20146.6	164.7
157.5 - 172.4	1073	24.5	31074.6	254
172.5 - 187.4	1551	24.9	48368.1	395.3
187.5 - 202.4	1769	22.7	58095.9	474.8
202.5 - 217.4	1773	22.1	60658.3	495.8
217.5 - 232.4	1369	22.6	47024.9	384.3
232.5 - 247.4	972	18.9	33922.2	277.2
247.5 - 262.4	657	18.5	20027.8	163.7
262.5 - 277.4	354	15.1	7679.8	62.8
277.5 - 292.4	235	10.1	3987	32.6
292.5 - 307.4	240	9.2	3380.9	27.6
307.5 - 322.4	203	8.2	2816.6	23
322.5 - 337.4	230	8.5	3423.9	28
337.5 - 352.4	328	12.2	5807.6	47.5

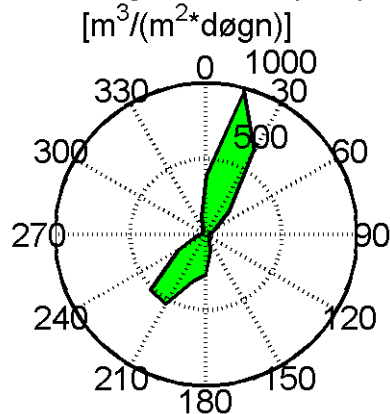
6.1.3 Resultater 73 m dyp (spredningsstrøm)

Oppsummering resultater Russelva 73 meter.

Russelva	Strøm (cm/s) (73 m)	Temperatur (°C)
Maks	21.1	9.5
Min	0.1	6.8
Gj.snitt	5.6	8.3
% av målinger > 60 cm/s	0.0	
% av målinger > 50 cm/s	0.0	
% av målinger > 40 cm/s	0.0	
% av målinger > 30 cm/s	0.0	
% av målinger > 20 cm/s	0.0	
% av målinger > 10 cm/s	10.5	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	63.9	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	21.6	
% av målinger < 1 cm/s	3.9	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	11.8	
Residual strøm	0.7	
Residual retning	343	
Varians	11.1	0.3
Standardavvik	3.3	0.6
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.13	
Signifikant minimal hastighet	2.2	
Signifikant maksimal hastighet	9.4	

Russelva (73m)

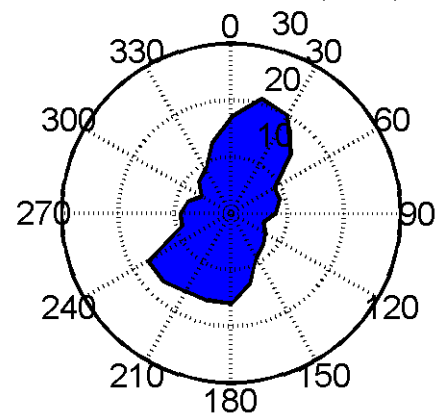
Gjennomsnittlig vanntransport per døgn



Total vanntransport

Russelva (73m) - 2022

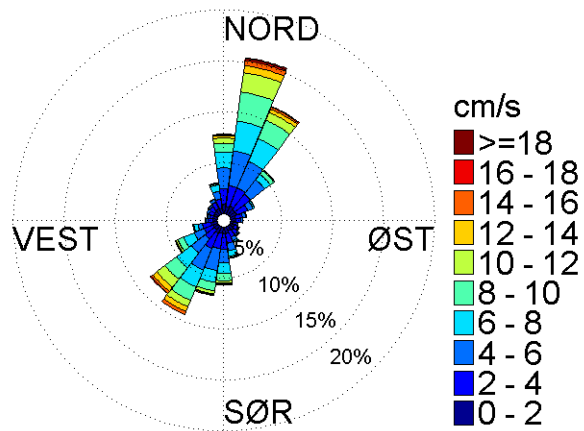
Maksimumsstrøm (cm/s)



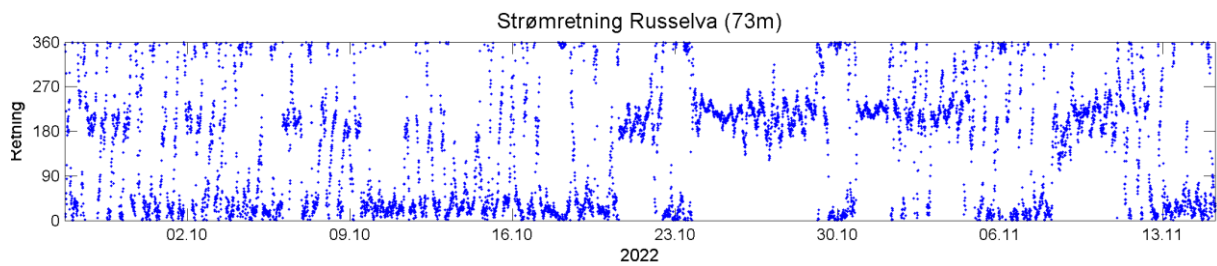
Maksimal hastighet

Russelva (73m) - 2022

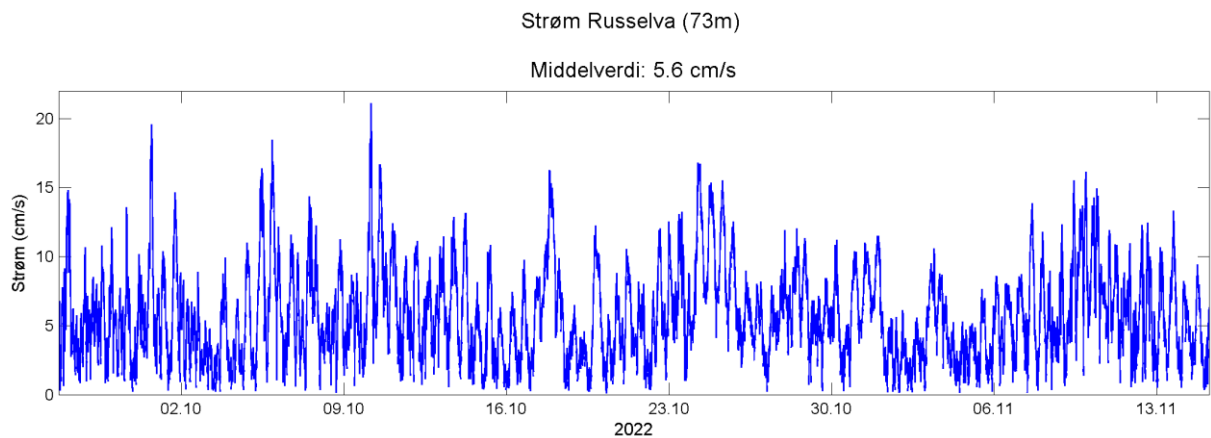
Strømrose



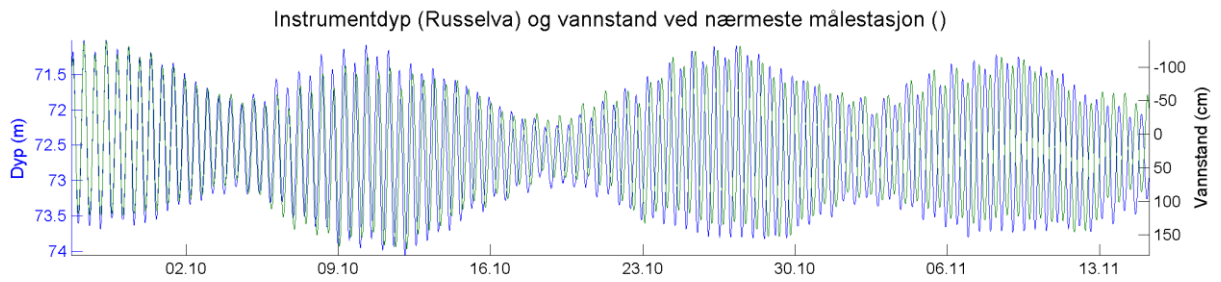
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



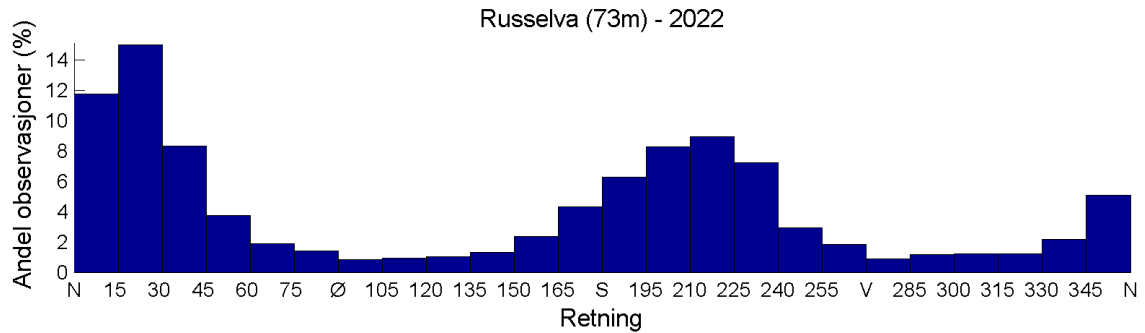
Retning vs. tid



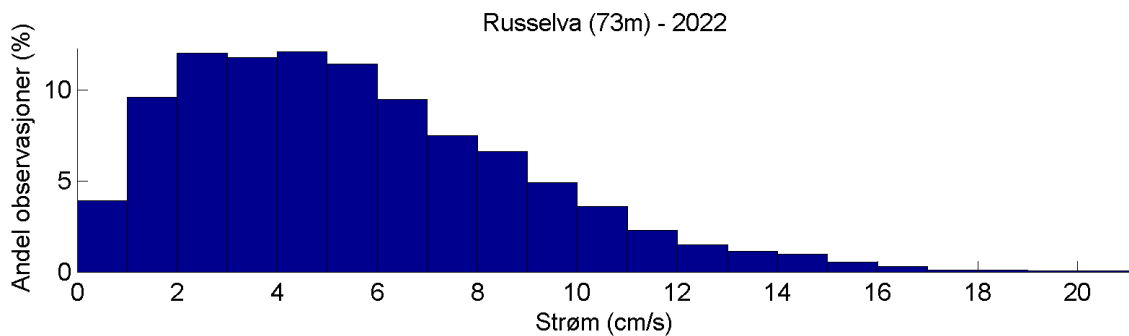
Strømhastighet (tidsserieplott)



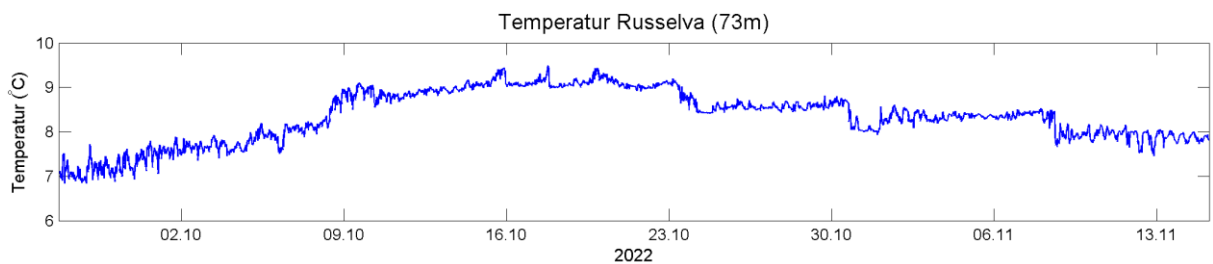
Instrumentdyp sammen med vannstand ved Hammerfest målestasjon (justert med -40 minutter og høydefaktor 1,02).



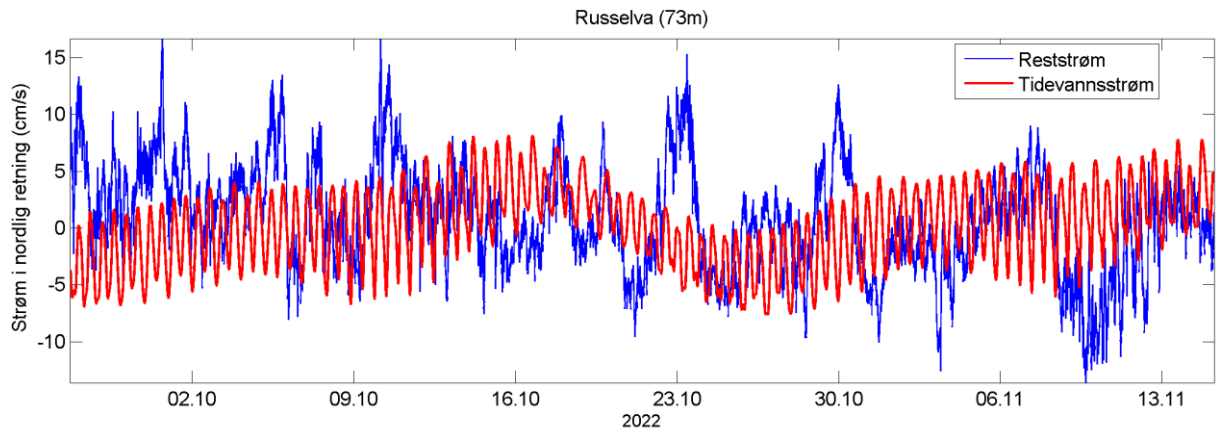
Retningshistogram



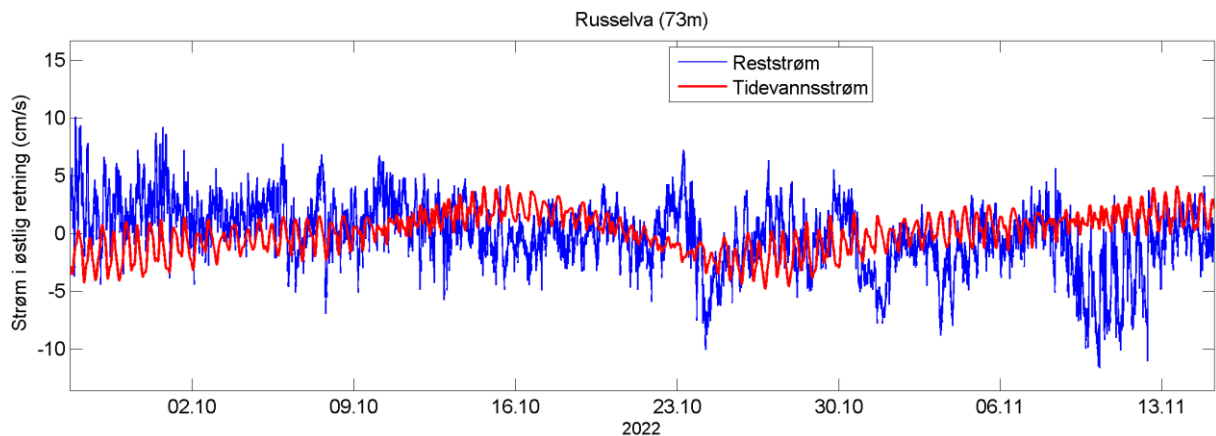
Strømstyrkehistogram



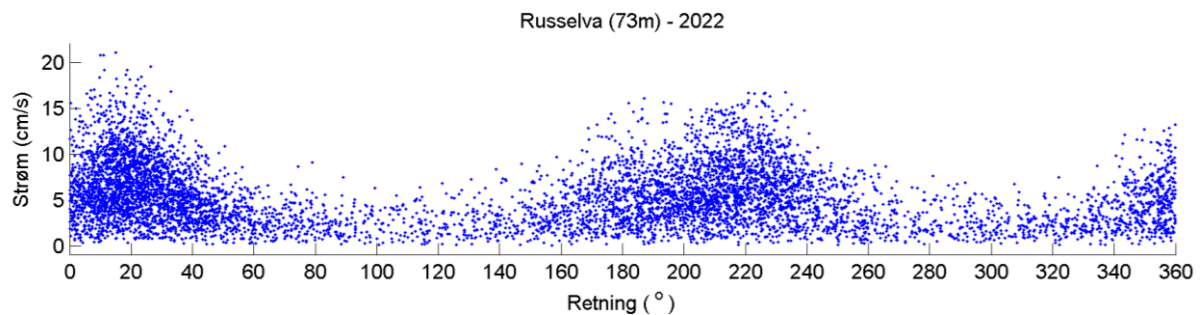
Temperatur



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 73 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 73 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Spredningsplott for registreringer hastighet vs. retning

Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

Russelva (73 m)

Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m ³ /m ²)	Vanntransport per døgn (m ³ /(m ² *døgn))
352.5 - 7.4	554	17	19303.4	389.5
7.5 - 22.4	1105	21.1	48604.7	980.8
22.5 - 37.4	818	19.6	31511.5	635.9
37.5 - 52.4	403	14.8	10960.8	221.2
52.5 - 67.4	184	8.6	3511.6	70.9
67.5 - 82.4	113	9.1	2006.5	40.5
82.5 - 97.4	83	7.5	1255	25.3
97.5 - 112.4	54	6.3	851.8	17.2
112.5 - 127.4	70	6.9	1080.4	21.8
127.5 - 142.4	92	8.4	1565.5	31.6
142.5 - 157.4	119	9	2420.8	48.8
157.5 - 172.4	222	13.2	5752.1	116.1
172.5 - 187.4	404	16.1	13157.5	265.5
187.5 - 202.4	479	15.7	15941.2	321.7
202.5 - 217.4	671	15.5	26415.6	533.1
217.5 - 232.4	600	16.7	25717.7	519
232.5 - 247.4	323	16.8	10844	218.8
247.5 - 262.4	173	9	3935.9	79.4
262.5 - 277.4	82	8.7	1441	29.1
277.5 - 292.4	74	7.6	1307.6	26.4
292.5 - 307.4	83	5.7	1304	26.3
307.5 - 322.4	91	7.6	1385.8	28
322.5 - 337.4	117	8.8	1990.7	40.2
337.5 - 352.4	222	12.8	5976.9	120.6

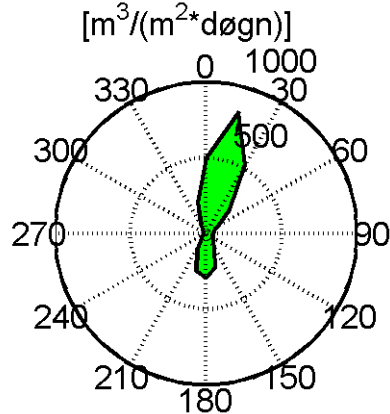
6.1.4 Resultater 89 m dyp (bunnstrøm)

Oppsummering resultater Russelva 89 meter.

Russelva	Strøm (cm/s) (89m)	Temperatur (°C)
Maks	25.5	9.1
Min	0.0	6.3
Gj.snitt	4.5	8.1
% av målinger > 60 cm/s	0.0	
% av målinger > 50 cm/s	0.0	
% av målinger > 40 cm/s	0.0	
% av målinger > 30 cm/s	0.0	
% av målinger > 20 cm/s	0.4	
% av målinger > 10 cm/s	6.0	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	56.5	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	31.3	
% av målinger < 1 cm/s	6.2	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	10.5	
Residual strøm	1.6	
Residual retning	31	
Varians	10.4	0.5
Standardavvik	3.2	0.7
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.35	
Signifikant minimal hastighet	1.7	
Signifikant maksimal hastighet	8.1	

Russelva (89m)

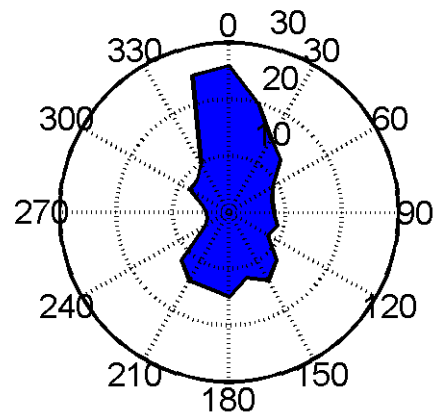
Gjennomsnittlig vanntransport per døgn



Total vanntransport

Russelva(89m) - 2022

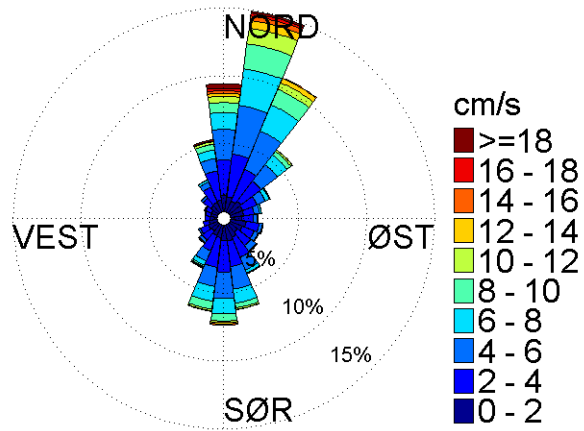
Maksimumsstrøm (cm/s)



Maksimal hastighet

Russelva (89m) - 2022

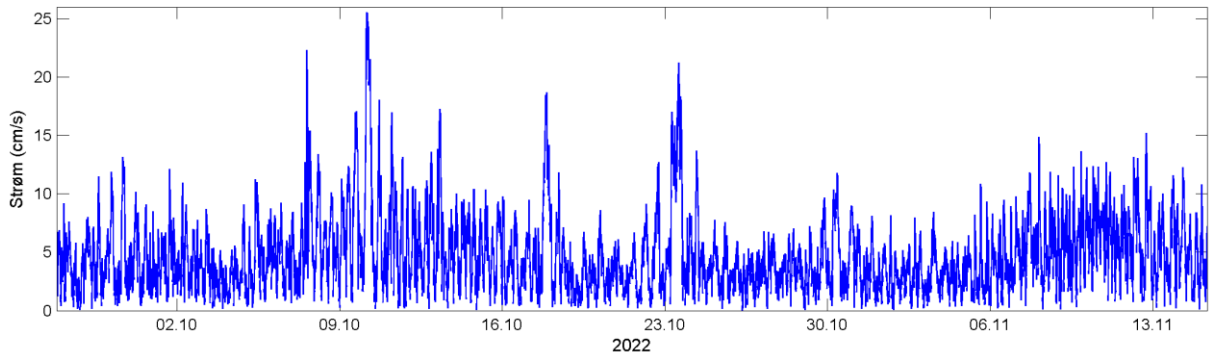
Strømrose



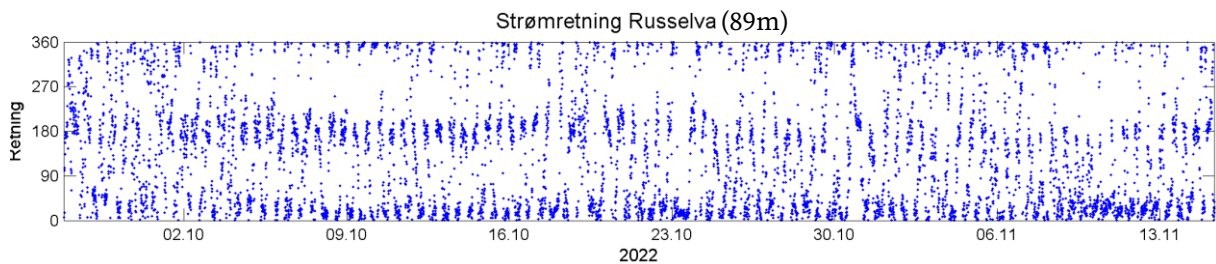
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.

Strøm Russelva (89m)

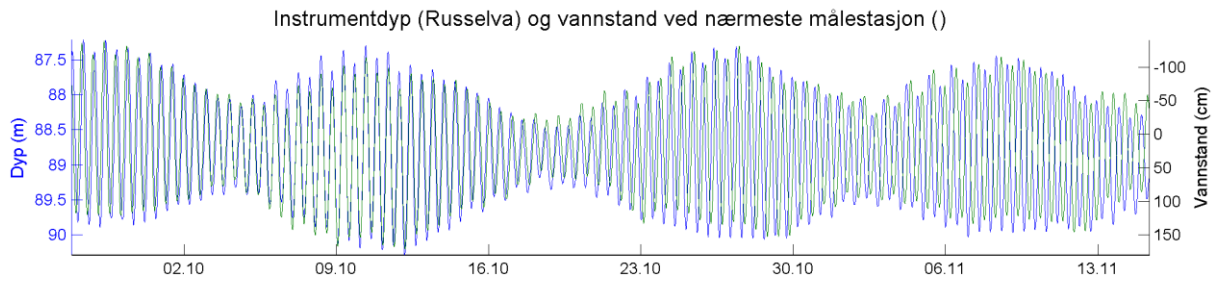
Middelverdi: 4.5 cm/s



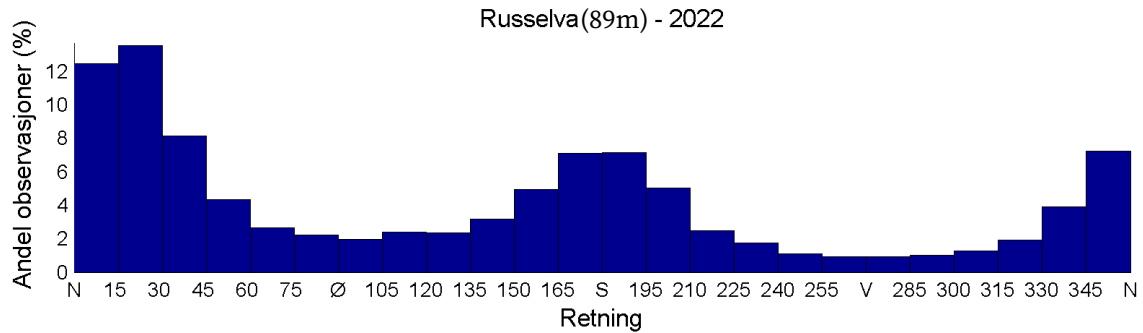
Retning vs. tid



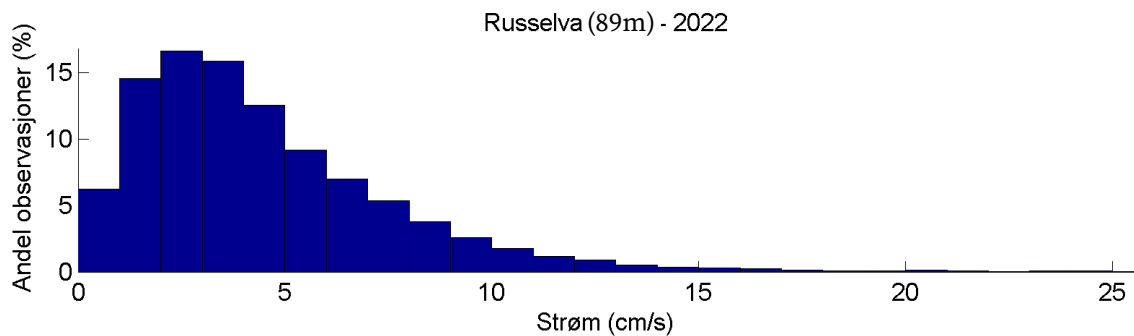
Strømhastighet (tidsserieplott)



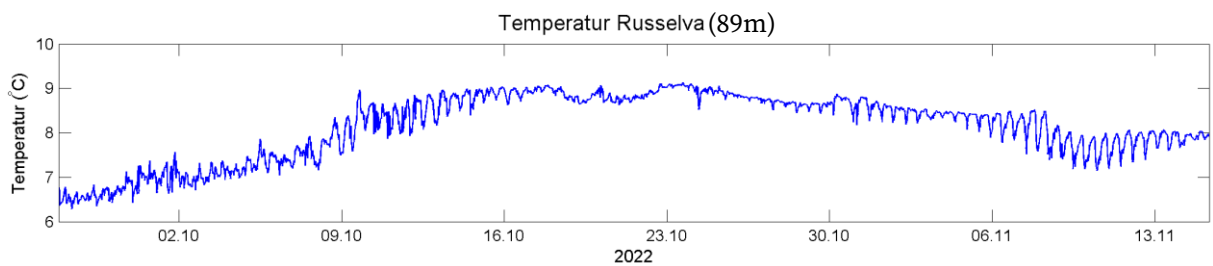
Instrumentdyp sammen med vannstand ved Hammerfest målestasjon (justert med -40 minutter og høydefaktor 1,02).



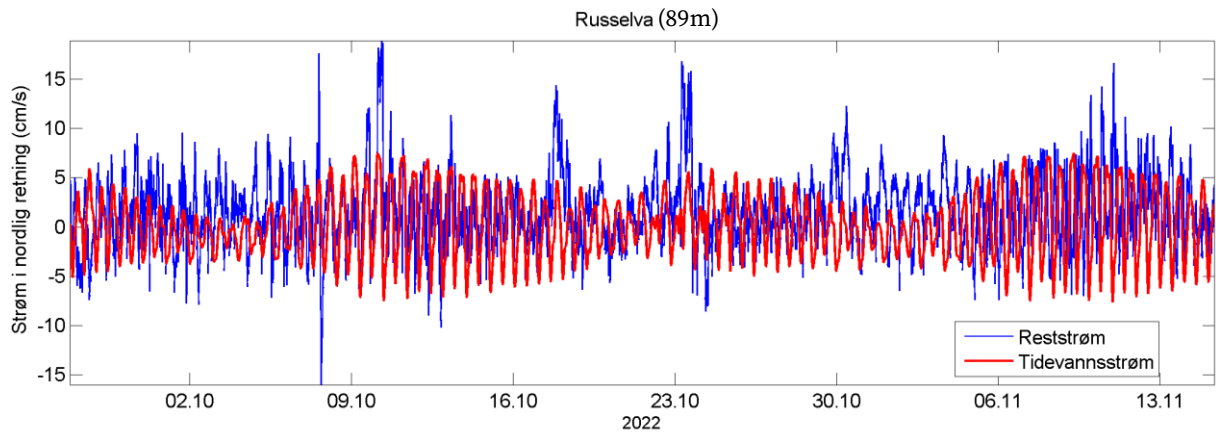
Retningshistogram



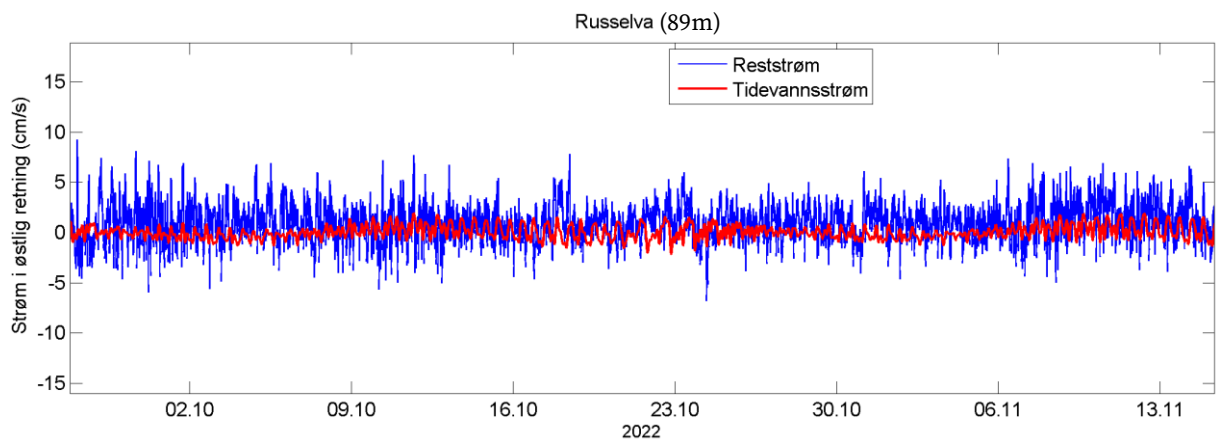
Strømstyrkehistogram



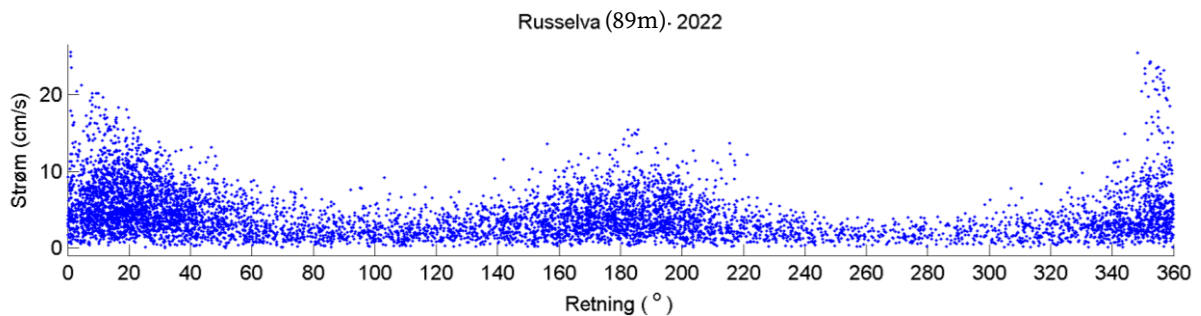
Temperatur



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 89 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 89 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Spredningsplott for registreringer hastighet vs. retning

Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

Russelva (89m)				
Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m³/m²)	Vanntransport per døgn (m³/(m²*døgn))
352.5 - 7.4	676	25.5	24672.7	498.2
7.5 - 22.4	1062	20.2	41330.3	834.5
22.5 - 37.4	764	15.2	25769.1	520.3
37.5 - 52.4	421	13.2	11013.5	222.4
52.5 - 67.4	228	8.8	4628.5	93.5
67.5 - 82.4	164	7.7	2705.3	54.6
82.5 - 97.4	143	7.8	2271.3	45.9
97.5 - 112.4	174	9.2	2407	48.6
112.5 - 127.4	163	7.9	2595.6	52.4
127.5 - 142.4	186	11.6	3393	68.5
142.5 - 157.4	277	13.6	5655.4	114.2
157.5 - 172.4	450	12.2	11595.6	234.1
172.5 - 187.4	521	15.4	14707.8	297
187.5 - 202.4	460	13.6	12748	257.4
202.5 - 217.4	248	13.7	5697	115
217.5 - 232.4	131	12.2	2192.6	44.3
232.5 - 247.4	109	5	1479.3	29.9
247.5 - 262.4	74	4	827.3	16.7
262.5 - 277.4	63	4	692.6	14
277.5 - 292.4	66	4.5	836.3	16.9
292.5 - 307.4	75	7.8	1069.3	21.6
307.5 - 322.4	114	8.4	1687.4	34.1
322.5 - 337.4	187	9.8	3420.9	69.1
337.5 - 352.4	376	25.5	10447	210.9

6.2 Riggskisse

