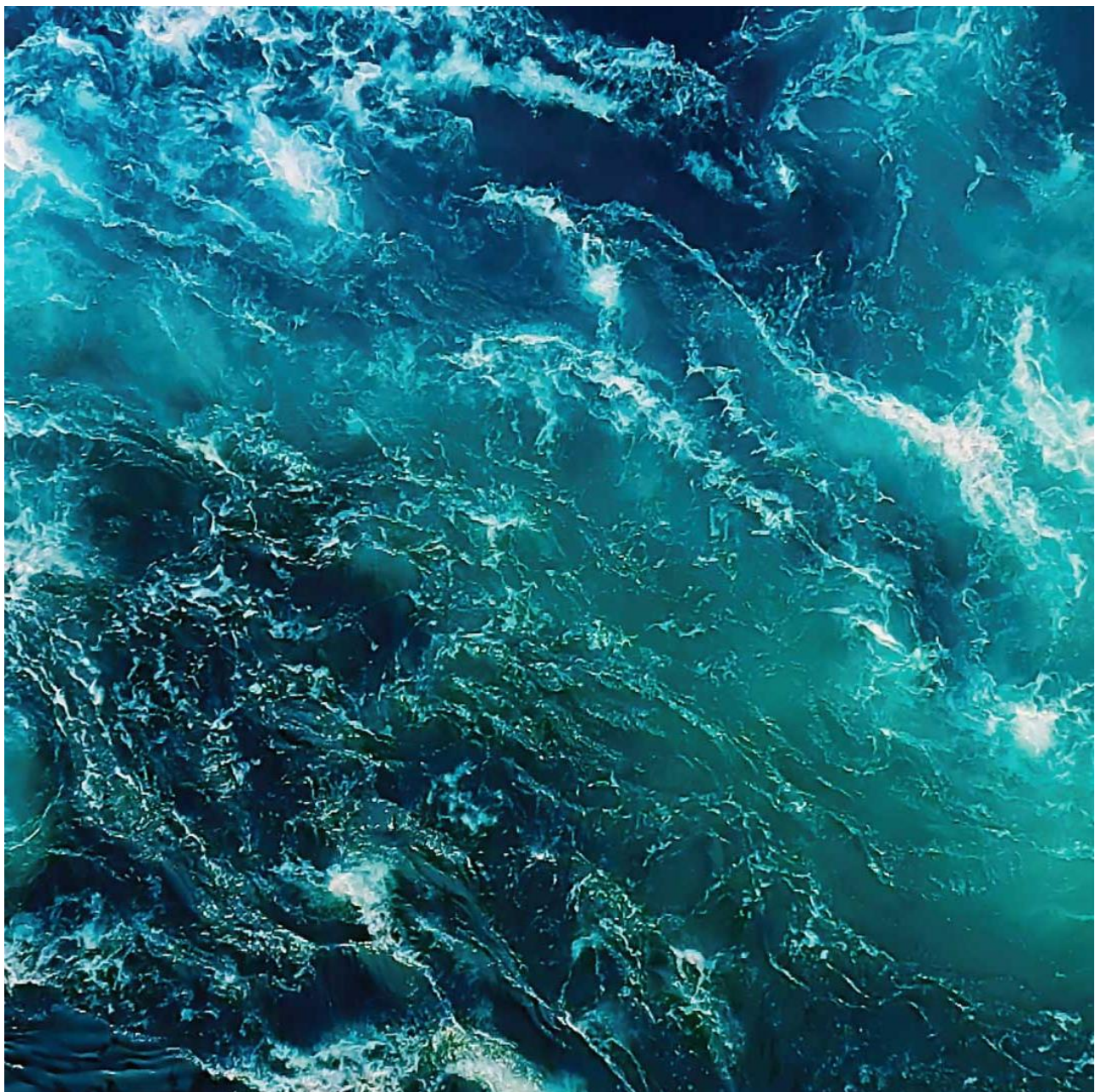


Strømmålinger ved Bogelva, 11399, 2024

Nordlaks Havbruk AS

Akvaplan-niva AS Rapport: 2024 65221.01



Strømmålinger ved Bogelva (11399), 2024

Forfatter(e) Anne Tårånd Aasen & Stine Hermansen

Dato 31.05.2024

Rapport nr. 2024 65221.01

Antall sider 39

Distribusjon Gjennom kunden

Kunde Nordlaks Havbruk AS

Kontaktperson Remi Mathisen

Sammendrag

Lokalitet Bogelva, Lokalitetsnummer: 11399

Sted Kvæfjord, Nordland fylke

Koordinater 68°39,436N, 15°54,656Ø

Feltarbeid Utført i periodene fra 29.09.2023 til 31.10.2023 og 13.02.2024 til 16.05.2024 av Akvaplan-niva AS

Hovedresultat

Dybde	Maks. hastighet (cm/s)	Gjennomsnittshastighet (cm/s)	Hovedretning vanntransport (grader)	Temperaturgjennomsnitt (°C)
5 m	36,8	5,4	30 og 210 °	4,9 (instrumentdyp 21 meter)
15 m	19,5	4,6	210 °	
79 m	22,8	5,3	210-225 °	6,4 (instrumentdyp 110 meter)
107 m	16,6	4,0	195 °	

Godkjenninger


Felipe Matos
Prosjektleder


Kristine Steffensen
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	7
2.6	Vannstanddata.....	7
3	RESULTATER.....	8
3.1	Strømmålinger.....	8
3.2	Tidevannsstrøm	8
3.3	Vinddrevet overflatestrøm på lokalitet	10
3.4	Utbrudd av kyststrøm og oppstuvning.....	13
3.5	Vårflom og snø- og issmelting	13
3.6	Vannstand	14
3.7	Datakvalitet	15
4	INSTRUMENTBESKRIVELSE.....	16
5	REFERANSER.....	17
6	VEDLEGG	18
6.1	Strømmålinger.....	18
6.1.1	Resultater 5 m dyp (overflatestrøm)	18
6.1.2	Resultater 15 m dyp (utskiftingsstrøm)	23
6.1.3	Resultater 79 m dyp (spredningsstrøm)	28
6.1.4	Resultater 107 m dyp (bunnstrøm)	33
6.2	Riggskisser	38

1 Innledning

Akvaplan-niva AS har på oppdrag fra Nordlaks Havbruk AS foretatt strømmålinger på lokalitet Bogelva (11399), Kvæfjord kommune i Nordland. Strømmålingene er utført for å tilfredsstille de krav som stilles i Fiskeridirektoratets søknadsskjema *Akvakultur i Flytende anlegg* (20.01.2012), samt de krav som stilles i NS 9415:2021 – *Flytende akvakulturanlegg. Lokalitetsundersøkelse, prosjektering, utførelse og bruk* (Standard Norge, 2021). Det var installasjon på lokaliteten i måleperioden og for å sikre minst mulig påvirkning på resultatene ble strømmålerriggene plassert ca. 95 meter øst for anlegget.

Metodikk er i henhold til NS 9425 – NS 9425 *Oseanografi – Del 2. Strømmålinger vha. ADCP*.

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)	OK
NS 9415:2021 8.3.2.1	Kvalitetsvurdering av målte strømdata	OK
APN Prosedyrer	Prosedyre for strømmålere og strømmålinger er fulgt	OK

2 Metode

2.1 Utsett og opptak av målere

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

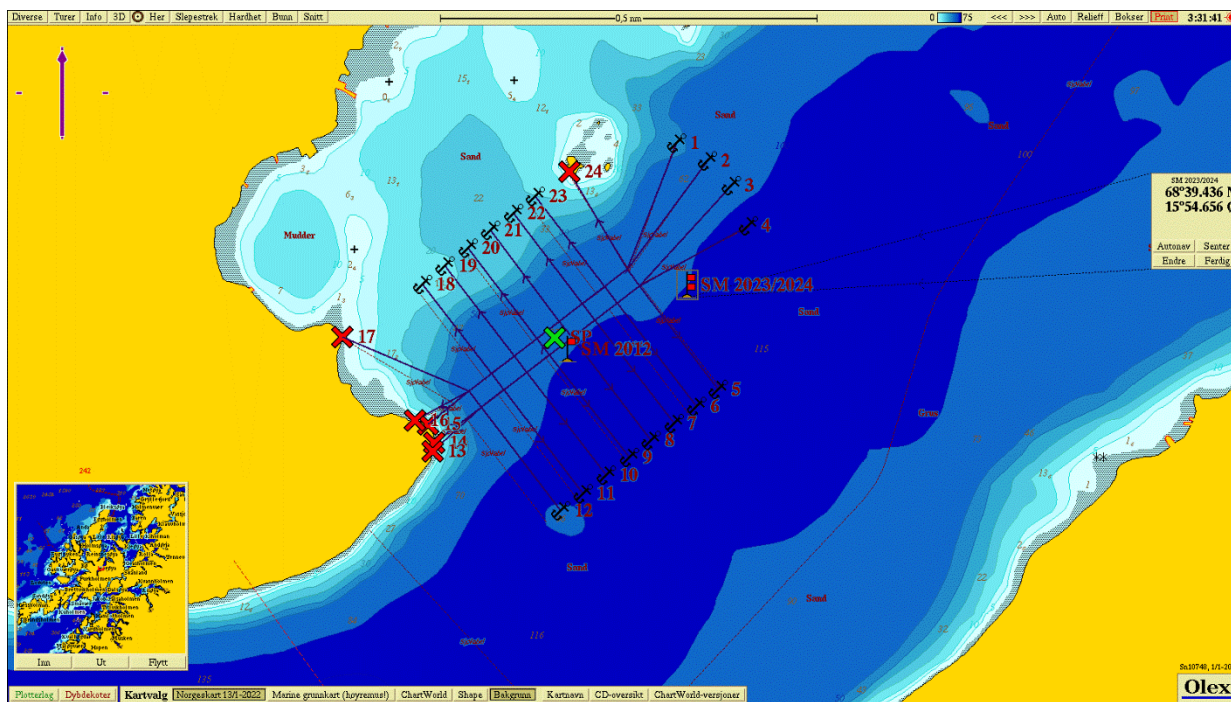
2.2 Plassering og dyp.

Lokaliteten ligger ved Bogen i Gullesfjorden. Fra land skråer det utover i østlig retning mot midtre deler av fjorden. Ved posisjonen for strømmålinger var det 111 meter dypt. Begrunnet i dybden ved posisjon for strømrigg og planlagt dybde på nøter ble spredningsstrøm og bunnstrøm målt på henholdsvis 79 og 107 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 Bogelva.

Måledyp	5 meter	15 meter	79 meter	107 meter
Posisjon	N68°39,436 Ø15°54,656	N68°39,436 Ø15°54,656	N68°39,436 Ø15°54,656	N68°39,436 Ø15°54,656
Dyp posisjon	111 meter	111 meter	111 meter	111 meter
Dato måleserie	13.02.2024-16.05.2024	13.02.2024-16.05.2024	29.09.2023-31.10.2023	29.09.2023-31.10.2023
Reell måleperiode	93 døgn	93 døgn	32 døgn	32 døgn
Dato start - stopp	13.02.2024-16.05.2024	13.02.2024-16.05.2024	29.09.2023-31.10.2023	29.09.2023-31.10.2023
Registreringsavbrudd	Ja*	Ja*	Ja/Nei	Ja/Nei
Målerintervall	10 min	10 min	10 min	10 min
Navigasjonssystem	gps	gps	gps	gps
Bestemmelse av dyp	Olex	Olex	Olex	Olex

*Det ble skiftet batteri på måleren for 5 og 15 meter den 02.04.24. Dette førte til et registreringsavbrudd på 32 minutter.



Figur 1. Plassering av strømmålerigg på lokalitet Bogelva. Posisjon for strømmålinger er vist med rødt dobbeltflagg og koordinat.

2.3 Beskrivelse av rigg

Strømmålerne var festet i to fortøyningsrigger i to ulike perioder, på dypene 21 meter (måling på 5 og 15 meter) og 110 meter (spredning- og bunnstrøm) på posisjon 68°39,436N og 15°54,656Ø, (vedlegg 6.2).

2.4 Strømmålinger

Strømdataene brukt i denne rapporten ble foretatt med strømmålere fra Nordlaks Havbruk AS i periodene 29.09.23-31.10.23 (79 og 107 meter) og 13.02.24-16.05.24 (5 og 15 meter), totalt 32 og 93 døgn, satt ut og tatt opp av personell fra Akvaplan-niva AS. Strømmålerne ble opprinnelig satt ut samtidig, men måleren for 5 og 15 meter hadde dårlig batterikapasitet, og disse målingene måtte dermed gjennomføres på nytt i en senere periode. Strømmålerne var plassert på 21 og 110 m dyp og målte strømhastigheter hvert 10. minutt.

Det var drift på anlegget i måleperiodene og målerne ble dermed plassert ca. 95 meter utenfor det nordøstlige hjørnet av anlegget. Posisjonen er valgt ut for å beskrive strømforholdene ved nåværende og planlagt plassering av anlegget. Da målerne er plassert på ytterkant av anlegget vurderes det til at målingene representerer strømmen i fjorden på en representativ måte. Det kan ikke utelukkes at det nåværende anlegget kan ha hatt påvirkning på strømmålingene, men posisjoneringen av riggen og hovedstrømretningen på 5 meters dyp (nordøst-sørvest) indikerer til at påvirkningen vil være minimal.

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 dataserien i begge måleperiodene (29.09.23-31.10.23 og 13.02.24-6.05.24) på hhv spredning- og bunnstrøm og 5 og 15 meter.

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

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 deles strømmåleseriene opp i tre komponenter: total strøm, modellert tidevannsstrøm og reststrøm (total strøm minus modellert tidevannsstrøm). For hver av komponentene beregnes en variansellipse og størrelsen på disse sammenlignes.

For å tallfeste det forventede bidraget fra tidevannsstrømmen til variabiliteten i strømmen på lokaliteten beregnes 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 (2024) sin database. Data er hentet ut for posisjon 68°39,438N og 15°54,654Ø, som bruker vannstands nivå fra Harstad målestasjon (Figur 4)).

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 i en nordøstlig (30 °) og sørvestlig (210°) akse. Gjennomsnittlig strømhastighet er 5,4 cm/s. 0,7 % av målingene er > 20 cm/s, 9,8 % av målingene er > 10 cm/s, 63,4 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 22,9 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 3,9 % 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 (210° grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 4,6 cm/s. 3,7 % av målingene er > 10 cm/s, 64,9 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 26,8 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 4,5 % av målingene er < 1 cm/s.

Resultatene fra strømmåling på 79 meters dyp (spredningsstrøm) viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er definert mot sørvest (210-225°) med en sterk returstrøm mot nordøst (45°). Gjennomsnittlig strømhastighet er 5,3 cm/s. 0,1 % av målingene er > 20 cm/s, 8,6 % av målingene er > 10 cm/s, 65,3 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 22,6 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 3,5 % av målingene er < 1 cm/s.

Resultatene fra strømmåling på 107 meters dyp (bunnstrøm) viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er definert mot sør-sørvest (195 °). Gjennomsnittlig strømhastighet er 4,0 cm/s. 2,8 % av målingene er > 10 cm/s, 55,2 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 34,5 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 7,4 % av målingene er < 1 cm/s.

Maksimal strømhastighet i den målte perioden på 5 og 15 m var henholdsvis 36,8 og 19,5 cm/s, mens den på 79 og 107 meter var henholdsvis 22,8 og 16,6 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 1,6 cm/ av den totale gjennomsnittlige strømhastigheten på 5,4 cm/s. På 15 meters dyp utgjør den gjennomsnittlige tidevannsstrømmen 1,3 cm/s av den totale gjennomsnittlige strømhastigheten på 4,6 cm/s. Styrken på den gjennomsnittlige tidevannsstrømmen på 79 meters dyp utgjør 2,2 cm/ av den totale gjennomsnittlige strømhastigheten på 5,3 cm/s. På 107 meters dyp utgjør den gjennomsnittlige tidevannsstrømmen 2,1 cm/s av den totale gjennomsnittlige strømhastigheten på 4,0 cm/s.

Tabell 2 viser resultater fra variansanalysen for 5, 15, 79 og 107 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.

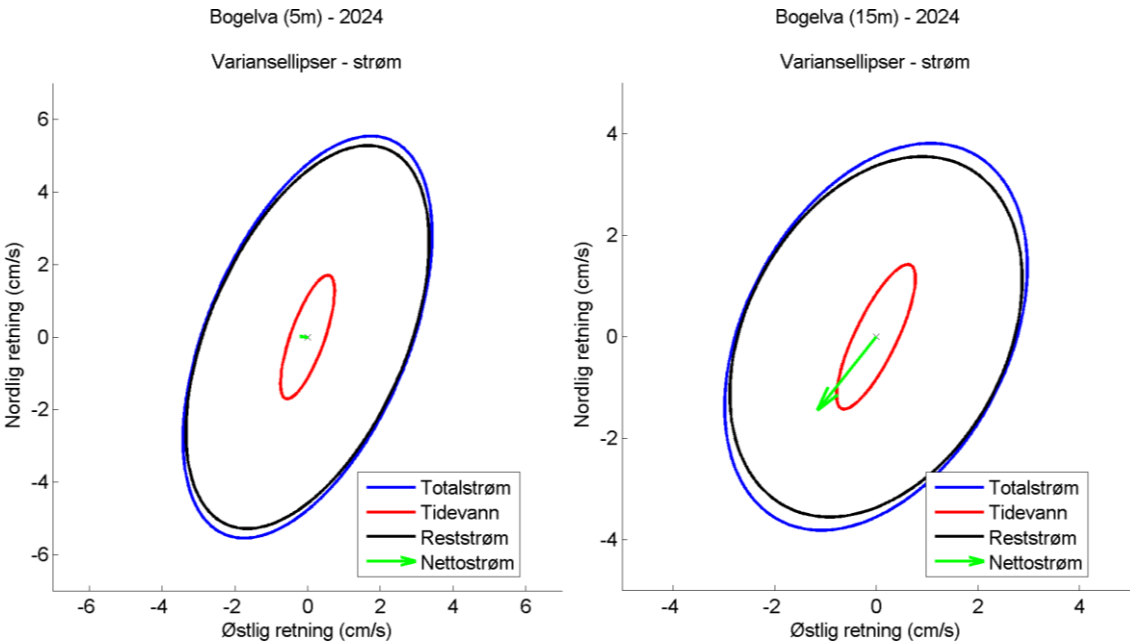
Tallene i Tabell 2 er forholdsvis små på alle dyp utenom på 107 meter hvor det er moderat. Det estimerte tidevannet for strøm på 5 og 15 meter kan forklare henholdsvis 5 % og 7 % i Ø-

V-retning, og 9 % og 13 % i N-S-retning av variabiliteten i strømmen på denne lokaliteten. For strøm på 79 og 107 meter kan det estimerte tidevannet forklare henholdsvis 14 % og 12 % i Ø-V-retning, og 21 % og 43 % i N-S-retning.

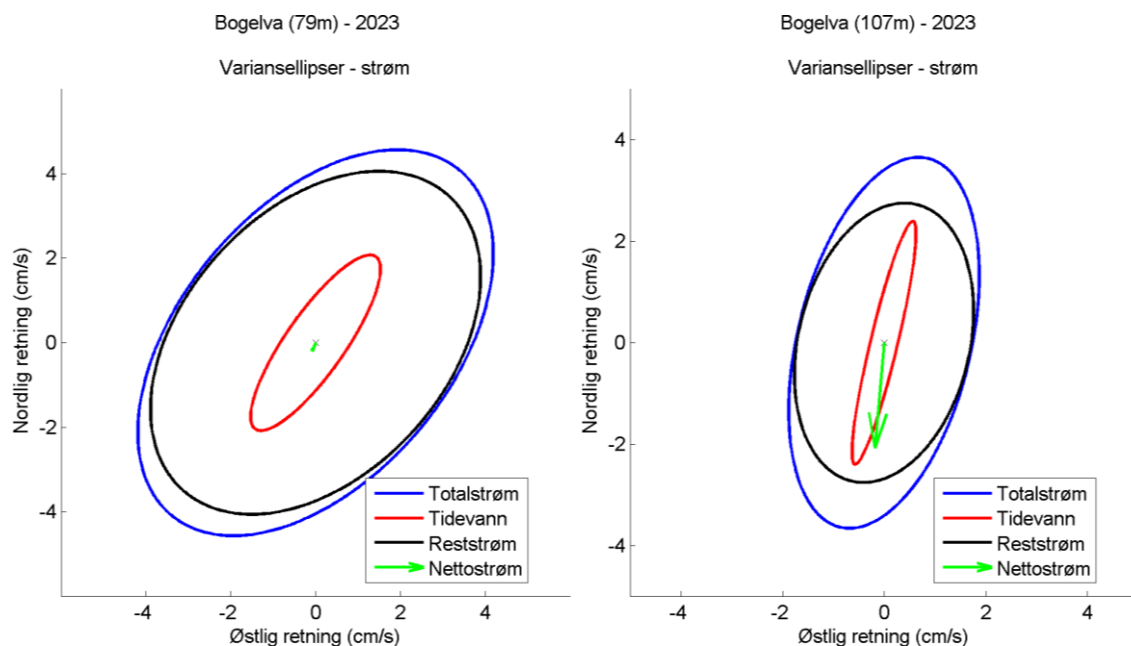
Tabell 2. Varians forklart for tidevannskomponenten av varians i totalstrømmen (tall i prosent) på lokalitet Bogelva.

Retning på strømkomponent	Dyp 5 m	Dyp 15 m	Dyp 79 m	Dyp 107 m
Øst-Vest	5 %	7 %	14 %	12 %
Nord-Sør	9%	13 %	21 %	43 %

Resultatene i Tabell 2 gjenspeiles i Figur 2 og Figur 3, hvor man ser at ellipsen til tidevannet er forholdsvis liten sammenlignet med variansellipsen til totalstrømmen på 5, 15 og 79 meters dyp, men den er moderat på 107 meter. Dette viser at tidevannet er en faktor i det totale strømbildet, spesielt for bunnstrømmen, men er ikke dominerende.



Figur 2. Variansellipse for totalstrøm, tidevannsstrøm og reststrøm på 5 og 15 m ved lokalitet Bogelva. 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 (13.02.24-16.05.24). Den grønne pilen viser nettostrøm.



Figur 3. Variansellipse for totalstrøm, tidevannsstrøm og reststrøm på 79 og 107 m ved lokalitet Bogelva. 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 (29.08.23-31.10.23). 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 (2024) for Harstad Stadion (Figur 4). Målestasjonen er plassert ca. 30 km nordøst for lokaliteten.

Lokaliteten ligger relativt skjermet i Gullesfjorden, men vil trolig være eksponert for vind i fjordens orientering (nordøst-sørvest). Målestasjonen er noe mer eksponert for vind fra nordlige retninger i Vågsfjorden, sammenlignet med lokaliteten. Både lokaliteten og målestasjonen er skjermet av landområder for vind som kommer fra vestlig retning. Målestasjonen for vind vil kunne beskrive forholdene i området på en tilfredsstillende måte, grunnet den relativt korte geografiske avstanden.



Figur 4: Lokalitetens plassering (blått punkt) i forhold målestasjon for vannstand (grønt punkt) og målestasjon for meteorologiske data (rødt punkt).

Vindrosen (Figur 5) viser at høyeste vindhastighet er registrert mot øst-sørøst (122°), mens det er flest registrerte målinger mot nordvestlig til nordlig sektor i måleperioden.

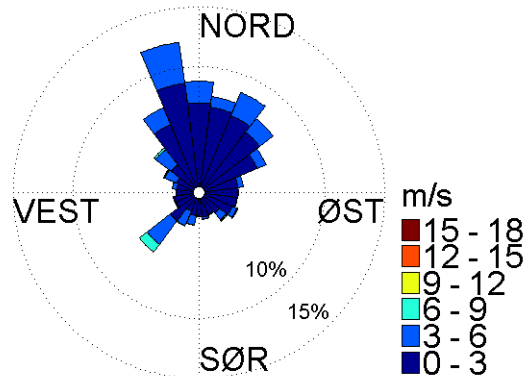
I perioden februar til mai var det rolige vindforhold i området, med gjennomsnittshastighet på $2,1 \text{ m/s}$ (Figur 5).

Figur 6 viser at høy strømhastighet på 5 meters dyp ofte sammenfaller med økning i vindhastighet i samme periode. I disse periodene er både strøm- og vindretningene nokså stabile, og rettet i fjordens 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.

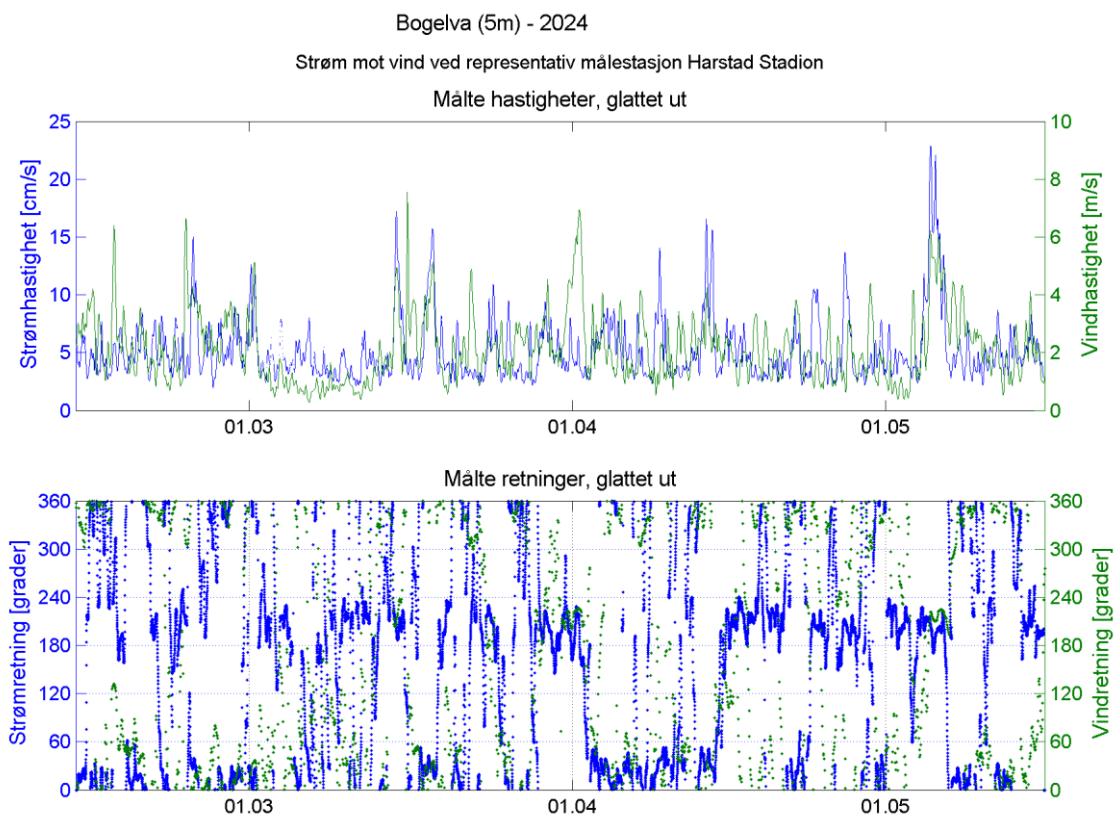
Harstad Stadion målestasjon - 2024

Vindrose fra representativ målestasjon

Maksimal vindhast. 16.6 m/s - 122 grader
Gjennomsnittlig vindhast. 2.1 m/s



Figur 5. Vindrose for observasjoner gjort ved målestasjon Harstad Stadion 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.



Figur 6. Øverst: Hastigheter for reststrøm (strømmen som ikke er påvirket av tidevannet) ved lokaliteten og vind ved Harstad Stadion 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 som 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.

Strømmålingene for 5 og 15 meter er gjort med en profilerende måler som har stått på 21 meter, slik at det ikke foreligger temperaturmålinger for de dypene. På 21 meters dyp var temperaturkurven relativt stabil med en svak økning mot slutten. Like etter den 5. mai var det en økning i temperatur på rundt 1 °C. Dette inntreffer i en periode med økning i vind- og strømhastighet. Strømmen på 5 meter er forut for denne perioden rettet inn fjorden, og det samme er den også på 15 meter, før den snur. Med hensyn til den lengre periode med vind inn fjorden, og at det er en smal og lukket fjord kan det være at oppstuvning har medført økning i strømhastighet og temperaturendringen. Minimumstemperaturen på 21 meters dyp var 4,0 °C og maksimumstemperaturen var 5,9 °C. Målingene for bunn- og spredningsstrøm ble gjennomført med et instrument som stod på 110 meters dyp, i en annen tidsperiode enn de andre målingene og de er dermed ikke direkte sammenlignbare. Temperaturen på dette dypet var stabil med en svakt økende tendens og varierte mellom 6,1 og 6,9 °C.

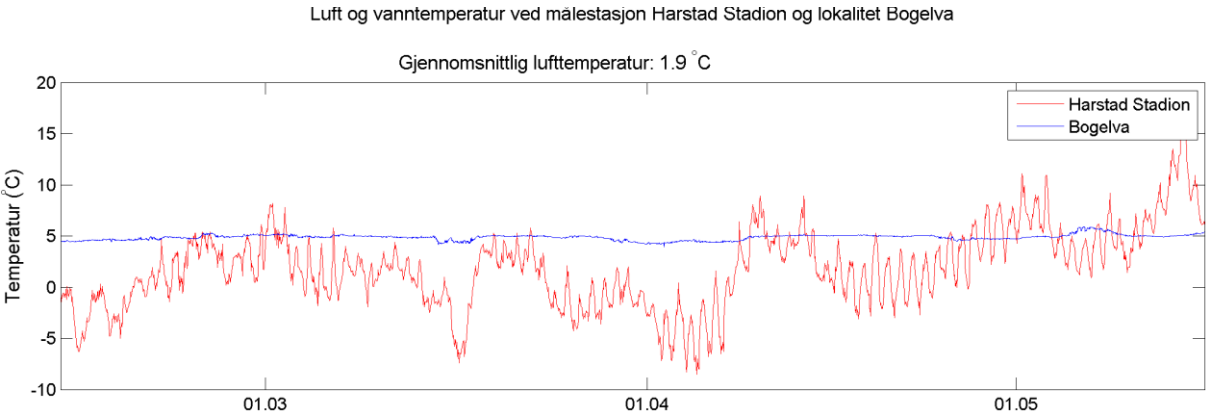
Det er ingen tegn til påvirkning fra et eventuelt utbrudd av kyststrøm på noen av dypene, og et slikt utbrudd ville vært betydelig svekket før det når inn i området lokaliteten ligger i Nord-Norge. Det kan være antydninger til at det kan ha vært oppstuvning i måleperioden, som vil kunne være naturlig i en slik fjord som Gullfjorden.

3.5 Vårflom og snø- og issmelting

Vårflom og snø- og issmelting vil hovedsakelig påvirke i de øvre vannlagene da ferskvannet legger seg øverst i vannsøylen. Målingene gjennomført på høsten 2023 er gjort på 79 og 107 meter, og vil trolig ikke være påvirket av ferskvannsavrenning. Målingene i 2024 er gjennomført i en periode som kan være påvirket av vårflom, snø- og issmelting.

Like vest for lokaliteten er det et område (elv) som er markert som aktsomhetsområde for flom (Noregs vassdrags- og energidirektorat, 2024). Fra NVE sine nettsider er det registrert tre kraftverk i Gullfjorden, hvorav alle tre er oppført med at de ikke er i drift. Dersom disse skulle være i drift vil det i store vannføringsperioder kunne bli påvirkning av

strømmønsteret i fjorden. Det renner flere elver ut i Gullesfjorden og strømmønsteret vil trolig kunne bli påvirket i smelteperioder. Figur 7 viser en tidsserie av lufttemperaturen på Harstad målestasjon og vanntemperaturen på 21 meters dyp ved lokaliteten. Det var relativt lave lufttemperaturen fram til mai, som trolig ikke ville ført til store smelteperioder. Fra mai øker temperaturen og det er trolig at smelting vil inntreffe. Uten salinitetsmålinger og det faktum at temperaturmålingen i sjøen er gjort på 21 meters dyp gjør det vanskelig å konkludere med om det har vært påvirkning fra smeltevann i måleperioden.



Figur 7. Tidsserie av lufttemperatur målt på Harstad Stadion er plottet i sammen med vanntemperatur på 5 m dyp på lokaliteten.

3.6 Vannstand

Tidevannsnivåer ved lokaliteten i posisjon 68°39,438N og 15°54,654Ø er vist i Tabell 3.

Tabell 3. Tidevannsnivå fra Kartverket (2024).

Tidevannsnivå	Høyde (cm)
Høyeste astronomiske tidevann (HAT)	264
Laveste astronomiske tidevann (LAT)	0
Middelvann	138
Høyvann med 50 års gjentakintervall	318
Lavvann med 50 års gjentakintervall	-100

Lavvann med 50 års gjentakintervall er ikke oppgitt og et estimat på ekstremt lavvann på LAT minus 1 m er benyttet. Vannstandsnivåene er referert til sjøkartnull. Nivåene er hentet fra Harstad, justert med -5 minutter og høydefaktor 0,98.

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. AdFontes er Akvaplan-nivas egenutviklede programvare for å rense og kvalitetssikre tidsserier for strøm i henhold til anbefalinger fra instrumentleverandør og egen ekspertise. 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 kvalitetssjekkes visuelt via AdFontes. Logg over renset data blir lagret hos Akvaplan-niva AS.

Målingene ved 5- og 15 meter er gjennomført med en profilerende strømmåler. Ved rensing av data er det benyttet dynamisk celledyp, dette medfører at valg av celledyp baseres på instrumentets trykk. Grensene er satt til ± 2 meter ved 5 meter og ± 3 meter ved 15 meter.

Datapunkter har blitt renset bort etter følgende kriterier:

- Økende signalstyrke med grense 140 counts
- Signalstyrke 6 counts større enn støygulvet
- Data fjernet pga. sidelobingeffekt
- Høy tilt ($>30^\circ$)

Det ble skiftet batteri på strømmåleren den 02.04.24. Dette førte til et registreringsavbrudd på 32 minutter.

I første del av strømmåleperioden var det til tider lav signalstyrke i datasettet som fører til noe usikkerhet i resultatene. Partikler i vannmassene reflekterer signalene fra strømmålerinstrumentet og om vinteren kan det ofte være lite partikler som kan medfører lav signalstyrke.

Ved 5 meter er det totalt renset bort 209 punkter av totalt 13 382 punkter, som tilsvarer 1,6 %. Dette skyldes hovedsakelig lav signalstyrke. Enkelte uteligger-punkter er fjernet ved visuell inspeksjon av datasettet.

Ved 15 m er det totalt renset bort 5 punkter av totalt 13 382 punkter, som tilsvarer 0,04 %. Disse er fjernet ved visuell inspeksjon.

4 Instrumentbeskrivelse

Strømmålingene er utført ved hjelp av profilerende strømmåler fra Nortek, listet opp i Tabell 4. Metodikk er i henhold til Standard Norge (2003).

Tabell 4. Instrumentbeskrivelser.

Strømmålinger	
Instrumentdyp	20 m
Instrumentleverandør	Nortek
Modell	Aquadopp Profiler
Målerprinsipp	Profilerende
Frekvens	600 kHz
Måleperiode(r)	
Serienr	14428
Nøyaktighet	$\pm 1,9$ cm/s
Oppløsning	1 mm/s
Responsområde	0 – 10 m/s
Varighet midlingsperiode*	73 s
Antall målinger per aggregert dataverdi	292
Modifikasjon	Ingen
Kalibrering	APN-logg
Instrumentlogg	APN-logg

*Hvert 10 minutt måles strøm i 73s som representerer 10 minutters målingen. Resultatet blir så midlet for å fjerne støy fra måleserien.

5 Referanser

- 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*.
- Havforskningsinstituttet. (sett inn dato). Hentet fra https://www.imr.no/forskning/forskningsdata/temperatur_flodevigen/draw.map?boy=1
- Jensen, Ø., & Lien, E. (2005). Miljøkriterier på lokalitet. *SINTEF report no. SFH80 A064058*.
- Kartverket. (2024). *API for tidevann og vannstandsdata*. Hentet fra <https://kartverket.no/tilsjos/se-havniva/>
- Kartverket Sjødivisjonen. (2018). *Den norske los: Bind 2A Svenskegrensen–Langesund*. Stavanger, Tredje utgave.
- Noregs vassdrags- og energidirektorat. (2024). Hentet fra <https://temakart.nve.no/tema/vannkraft>
- Norsk klimaservicesenter. (2024). Hentet fra <https://seklima.met.no/>
- Standard Norge. (1999). *Oseanografi - Del 1: Strømmålinger i faste punkter (NS 9425-1:1999)*. Hentet fra <https://standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=135422>
- Standard Norge. (2003). *Oseanografi - Del 2: Strømmålinger ved hjelp av ADCP (NS 9425-2:2003)*. Hentet fra <https://standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=135423>
- Standard Norge. (2021). *Flytende akvakulturanlegg — Lokalitetsundersøkelse, prosjektering, utførelse og bruk (NS 9415:2021)*. Hentet fra <https://online.standard.no/ns-9415-2021>

6 Vedlegg

6.1 Strømmålinger

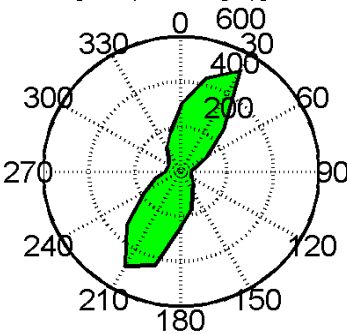
6.1.1 Resultater 5 m dyp (overflatestrøm)

Oppsummering resultater for Bogelva på 5 meter dyp.

Bogelva	Strøm (cm/s) (5 m)	Temperatur på instrumentdyp 21 meter (°C)
Maks	36.8	5.9
Min	0.0	4.0
Gj.snitt	5.4	4.9
% 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	0.7	
% av målinger > 10 cm/s	9.8	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	63.4	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	22.9	
% av målinger < 1 cm/s	3.9	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	12.4	
Residual strøm	0.2	
Residual retning	275	
Varians	13.5	0.1
Standardavvik	3.7	0.3
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.04	
Signifikant minimal hastighet	2.2	
Signifikant maksimal hastighet	9.4	

Bogelva (5m)

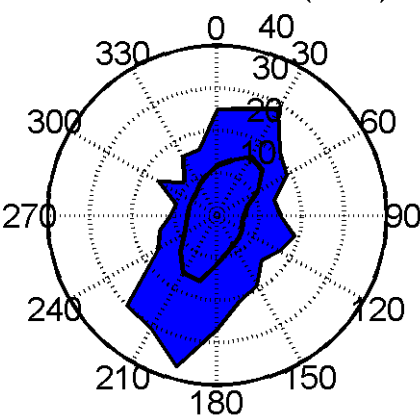
Gjennomsnittlig vanntransport per døgn
[m³/(m²*døgn)]



Total vanntransport

Bogelva (5m) - 2024

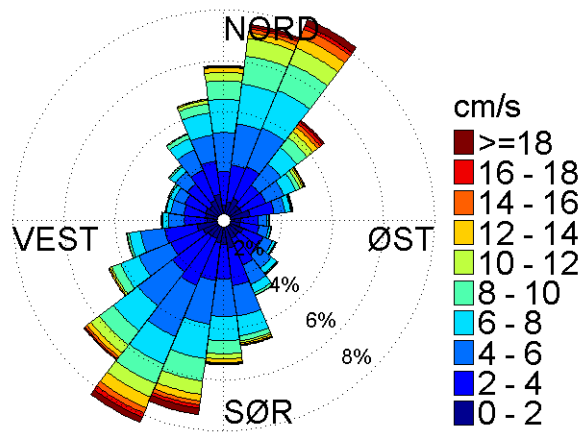
Maksimumsstrøm (cm/s)



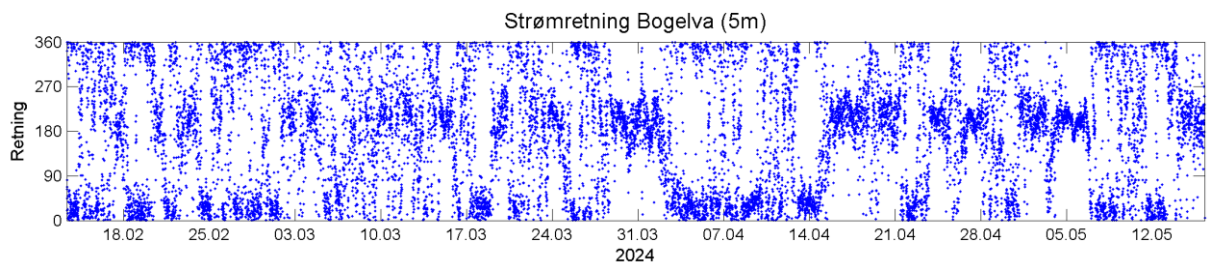
Maksimal hastighet

Bogelva (5m) - 2024

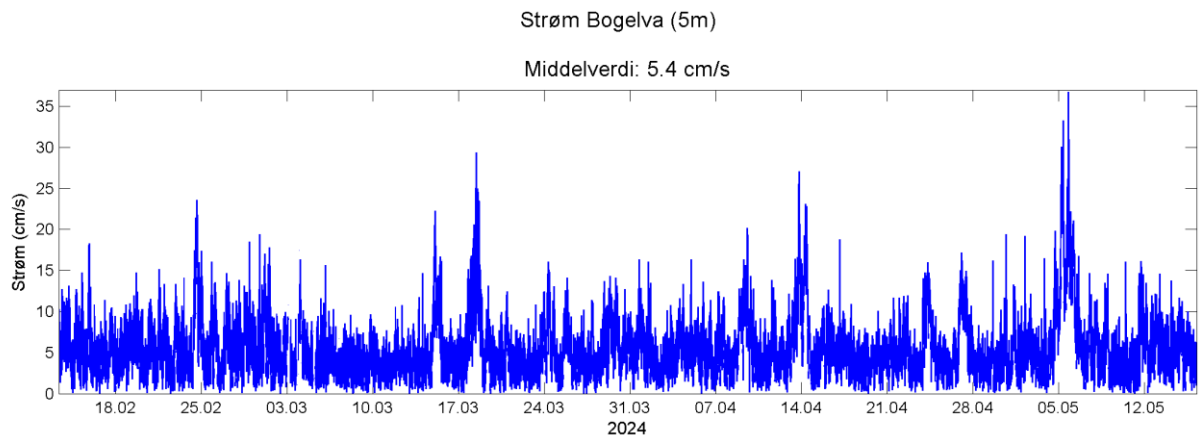
Strømrose



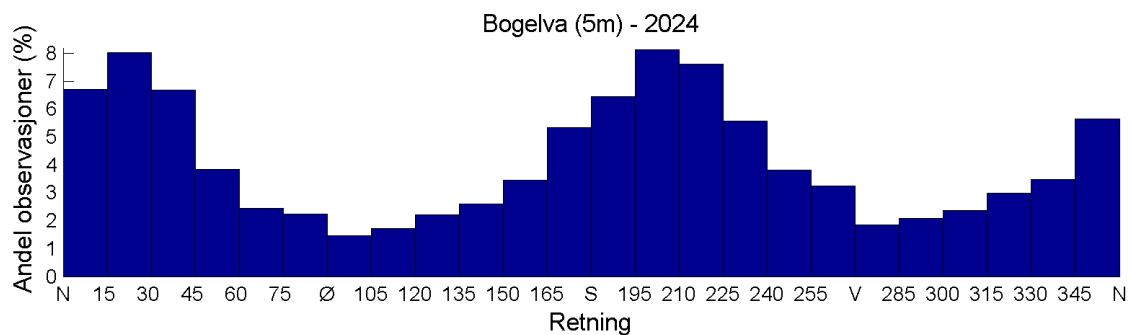
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



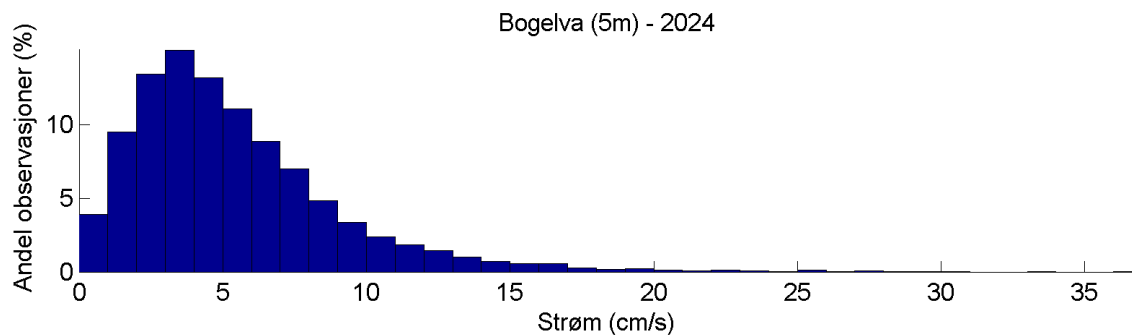
Strømretning vs. tid



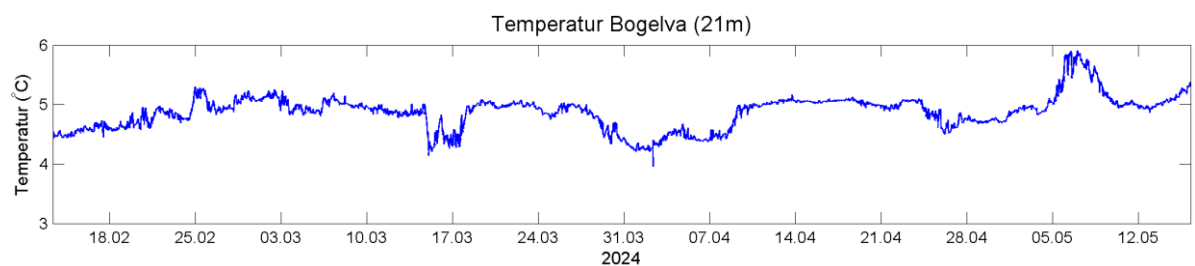
Strømhastighet (tidsserieplott)



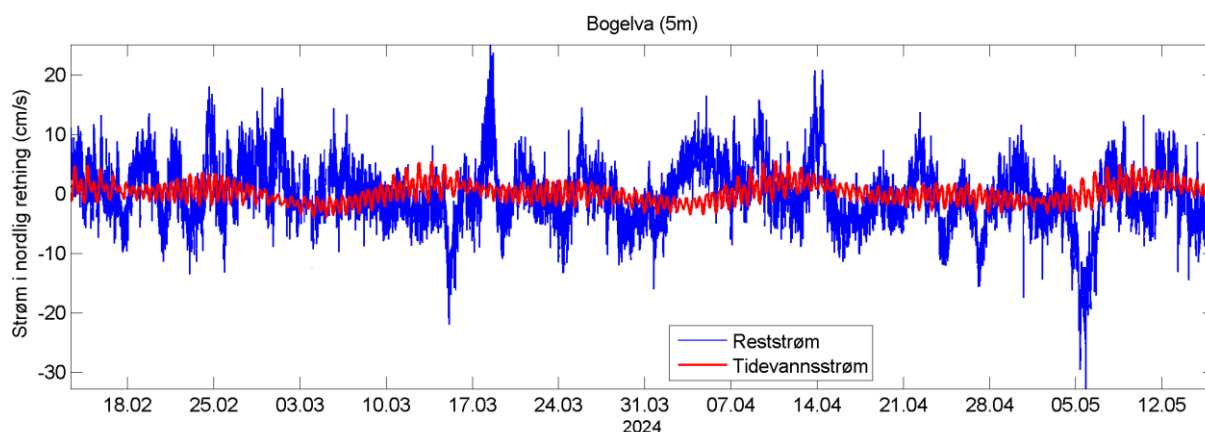
Retningshistogram



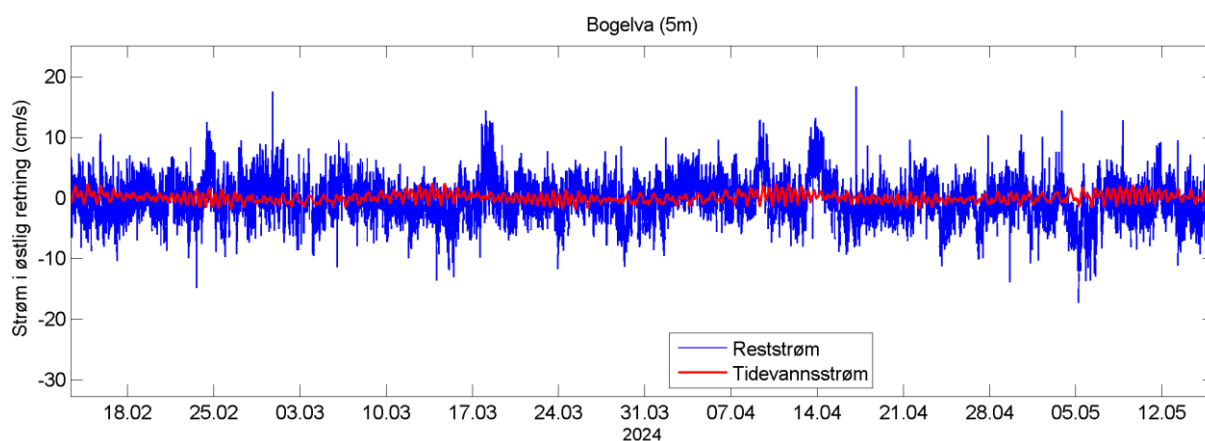
Strømstyrkehistogram



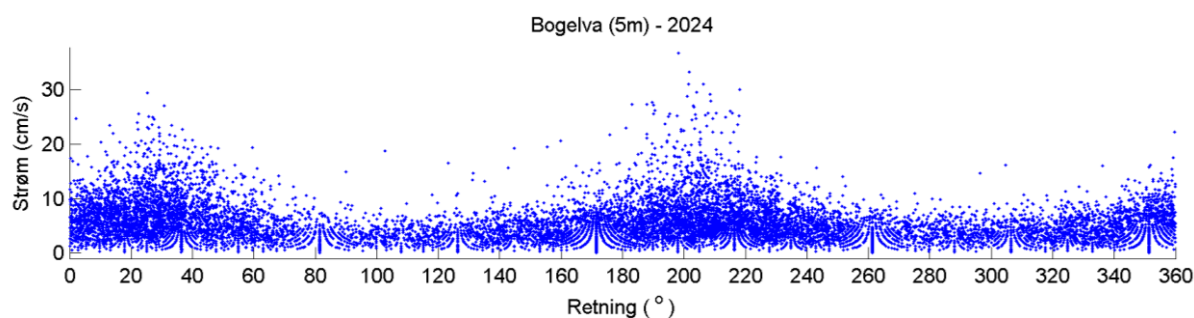
Temperatur på instrumentdyp (21 meter)



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.

Bogelva (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	766	24.7	27760.8	298.8
7.5 - 22.4	991	25.6	40000.6	430.5
22.5 - 37.4	1086	29.4	48084.7	517.5
37.5 - 52.4	624	20.8	24334.9	261.9
52.5 - 67.4	420	19.4	12161.3	130.9
67.5 - 82.4	324	14.2	6289.3	67.7
82.5 - 97.4	203	15	4083.2	43.9
97.5 - 112.4	214	18.8	4245.9	45.7
112.5 - 127.4	259	16.5	5094.2	54.8
127.5 - 142.4	316	14.6	7136.5	76.8
142.5 - 157.4	387	19.4	9470.9	101.9
157.5 - 172.4	618	20.6	16506	177.6
172.5 - 187.4	714	27.3	23119.6	248.8
187.5 - 202.4	975	36.8	40177.3	432.4
202.5 - 217.4	1098	31	45248.6	487
217.5 - 232.4	878	30.1	30854.3	332.1
232.5 - 247.4	609	15.7	17171.6	184.8
247.5 - 262.4	474	14.1	10748.4	115.7
262.5 - 277.4	289	11	6543	70.4
277.5 - 292.4	272	10	5821	62.6
292.5 - 307.4	278	16.2	5922.6	63.7
307.5 - 322.4	325	10.7	7118.6	76.6
322.5 - 337.4	455	16.1	11438.2	123.1
337.5 - 352.4	598	16.2	16872	181.6

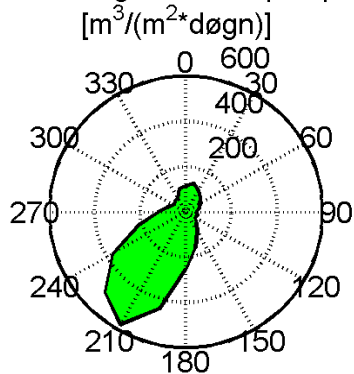
6.1.2 Resultater 15 m dyp (utskiftingsstrøm)

Oppsummering resultater Bogelva 15 meter.

Bogelva	Strøm (cm/s) (15 m)	Temperatur på instrumentdyp 21 meter (°C)
Maks	19.5	5.9
Min	0.0	4.0
Gj.snitt	4.6	4.9
% 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	3.7	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	64.9	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	26.8	
% av målinger < 1 cm/s	4.5	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	9.4	
Residual strøm	2.1	
Residual retning	218	
Varians	6.9	0.1
Standardavvik	2.6	0.3
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.46	
Signifikant minimal hastighet	2.0	
Signifikant maksimal hastighet	7.5	

Bogelva (15m)

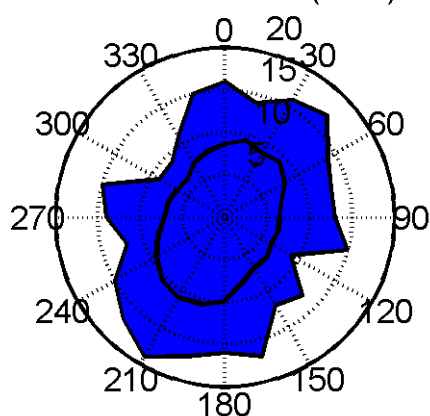
Gjennomsnittlig vanntransport per døgn



Total vanntransport

Bogelva (15m) - 2024

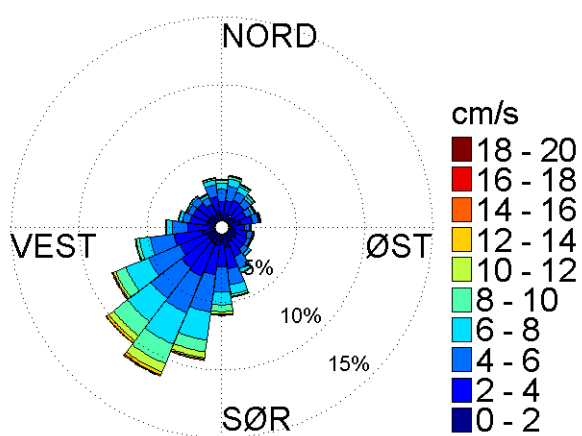
Maksimumsstrøm (cm/s)



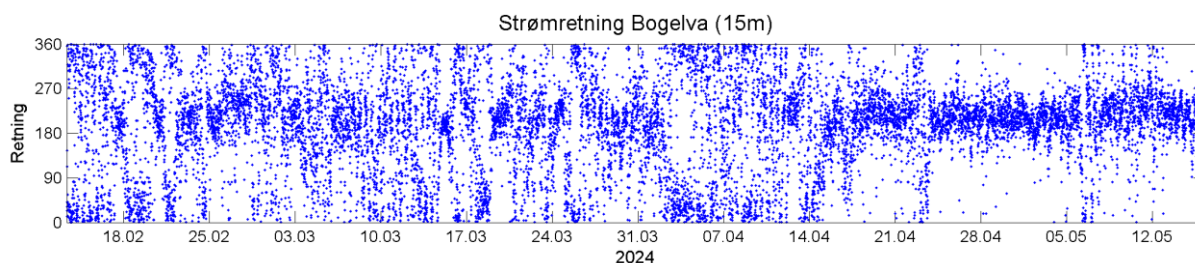
Maksimal hastighet

Bogelva (15m) - 2024

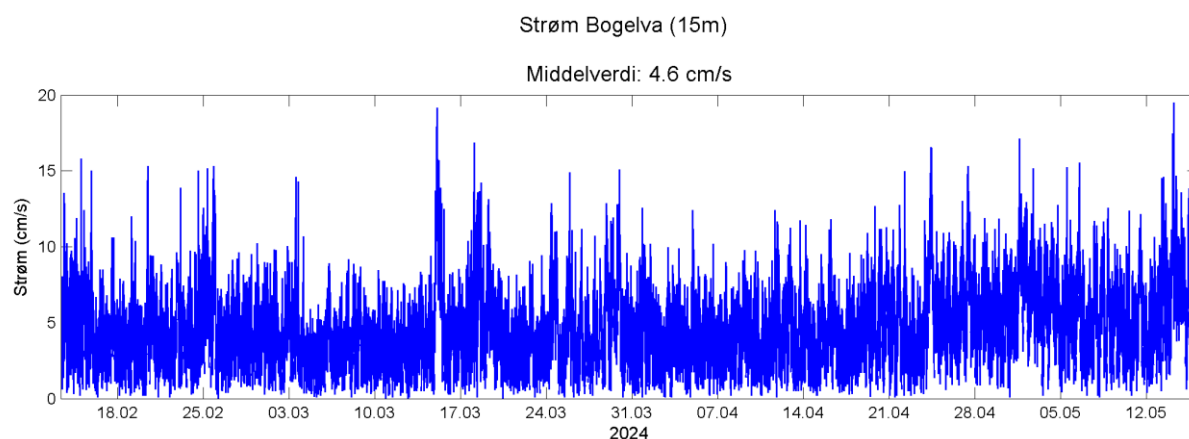
Strømrose

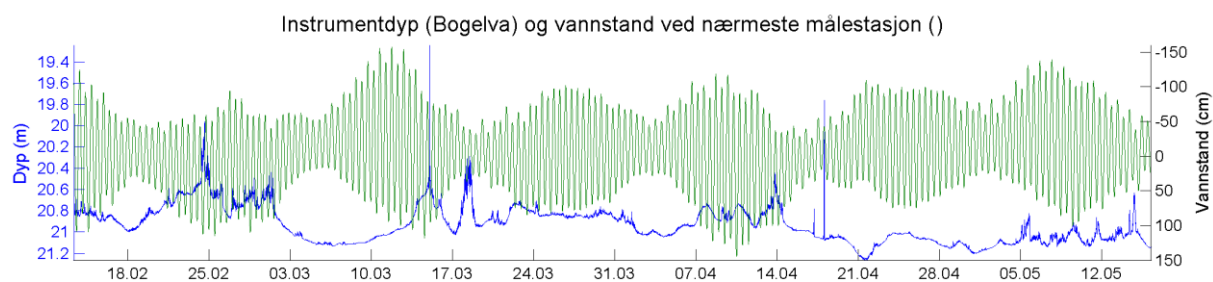


Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



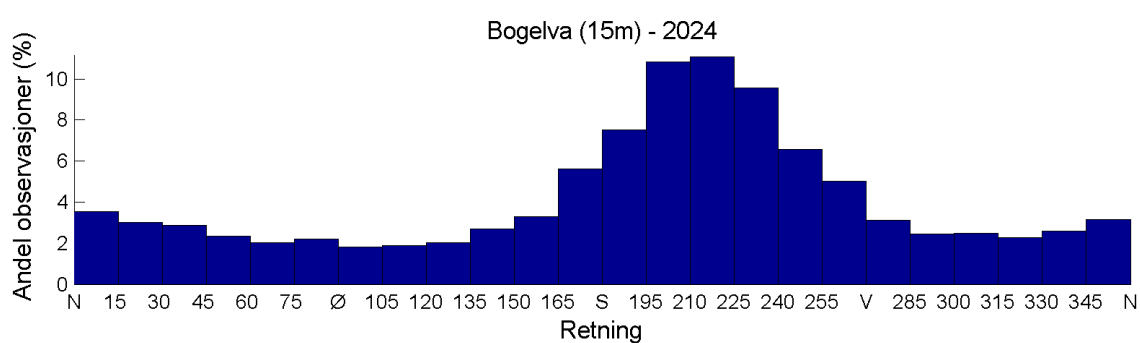
Retning vs. tid



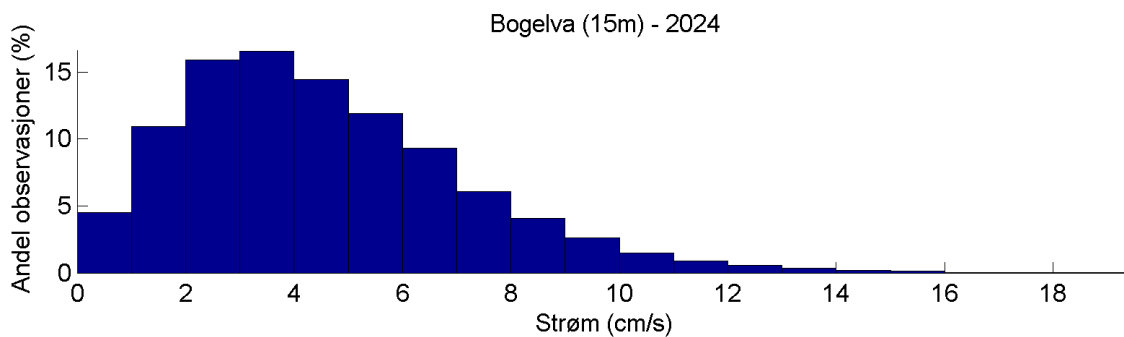


Instrumentdyp sammen med vannstand ved Harstad målestasjon (justert med -5 minutter og høydefaktor 0,98).

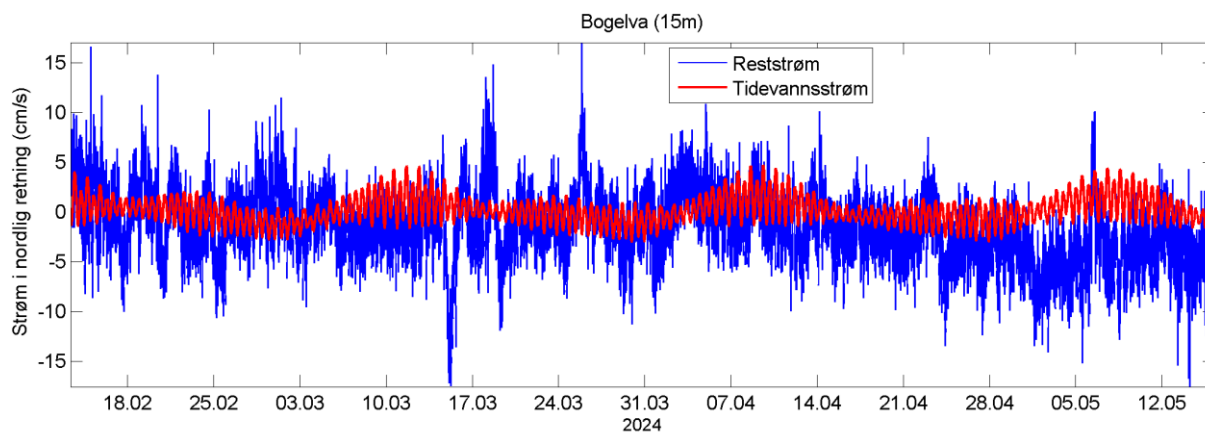
Strømhastighet (tidsserieplott)



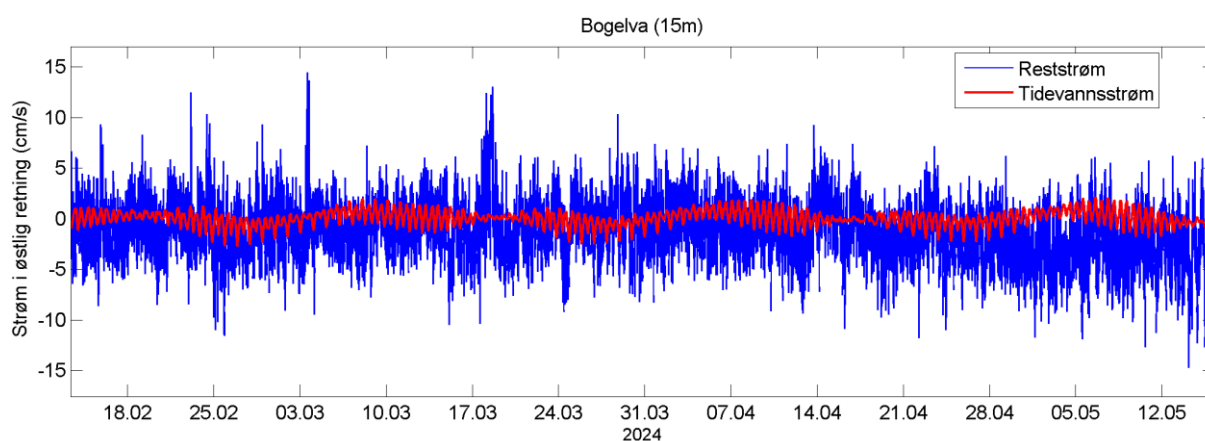
Retningshistogram



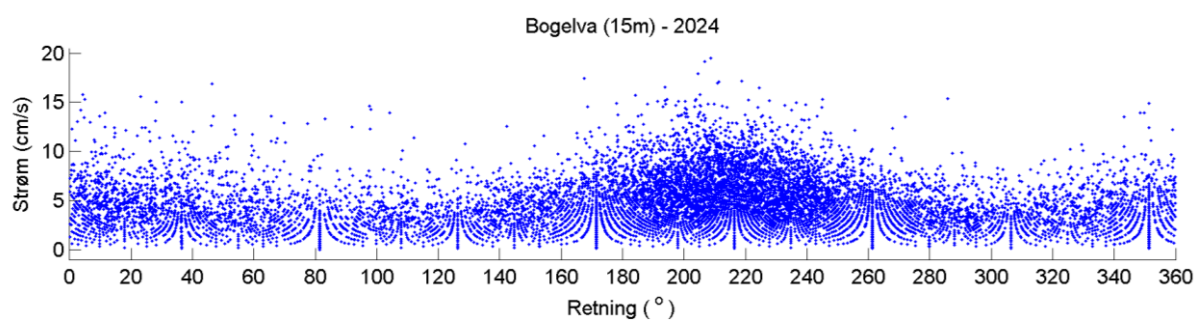
Strømstyrkehistogram



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.

Bogelva (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	404	15.8	10808.6	116.3
7.5 - 22.4	454	14	12237.8	131.7
22.5 - 37.4	400	15.5	10279.8	110.6
37.5 - 52.4	344	16.9	8385	90.2
52.5 - 67.4	299	13.6	6674.9	71.8
67.5 - 82.4	321	12.9	5758.4	62
82.5 - 97.4	221	13.3	4361.7	46.9
97.5 - 112.4	255	14.6	5035.5	54.2
112.5 - 127.4	254	9.1	4489.8	48.3
127.5 - 142.4	295	12.6	6097.7	65.6
142.5 - 157.4	422	11.6	9315.7	100.3
157.5 - 172.4	628	17.4	15179.8	163.4
172.5 - 187.4	796	15.7	23700.4	255.1
187.5 - 202.4	1257	16.5	41275.3	444.2
202.5 - 217.4	1518	19.5	53496.4	575.7
217.5 - 232.4	1377	17.1	46637.9	501.9
232.5 - 247.4	1106	15.3	34410.3	370.3
247.5 - 262.4	796	12.2	19782.6	212.9
262.5 - 277.4	489	13.5	11452.8	123.3
277.5 - 292.4	370	15.4	7708.8	83
292.5 - 307.4	315	8.9	5870.3	63.2
307.5 - 322.4	330	9.2	6505.9	70
322.5 - 337.4	297	10.7	6582	70.8
337.5 - 352.4	429	14.9	10044.1	108.1

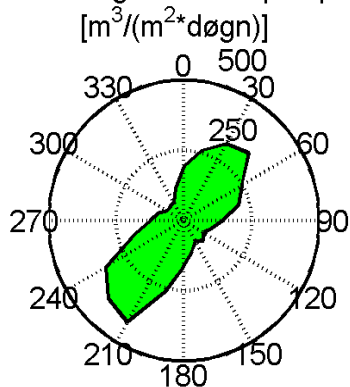
6.1.3 Resultater 79 m dyp (spredningsstrøm)

Oppsummering resultater Bogelva 79 meter.

Bogelva	Strøm (cm/s) (79 m)	Temperatur på instrumentdyp 110 meter (°C)
Maks	22.8	6.9
Min	0.0	6.1
Gj.snitt	5.3	6.4
% 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	0.1	
% av målinger > 10 cm/s	8.6	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	65.3	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	22.6	
% av målinger < 1 cm/s	3.5	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	11.5	
Residual strøm	0.2	
Residual retning	204	
Varians	10.5	0.0
Standardavvik	3.2	0.2
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.04	
Signifikant minimal hastighet	2.2	
Signifikant maksimal hastighet	9.0	

Bogelva (79m)

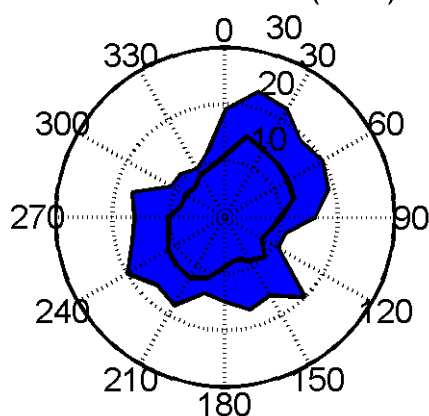
Gjennomsnittlig vanntransport per døgn



Total vanntransport

Bogelva (79m) - 2023

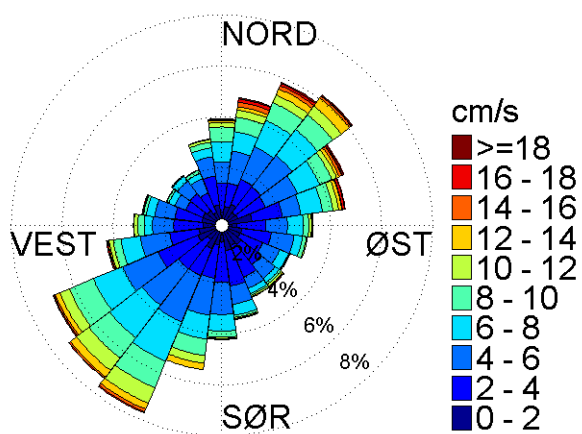
Maksimumsstrøm (cm/s)



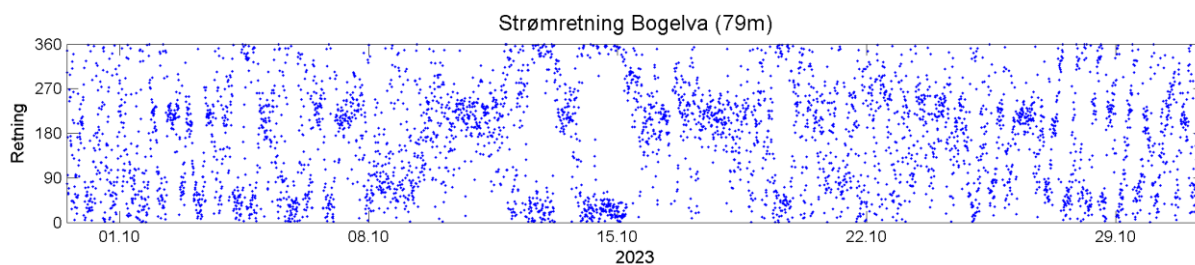
Maksimal hastighet

Bogelva (79m) - 2023

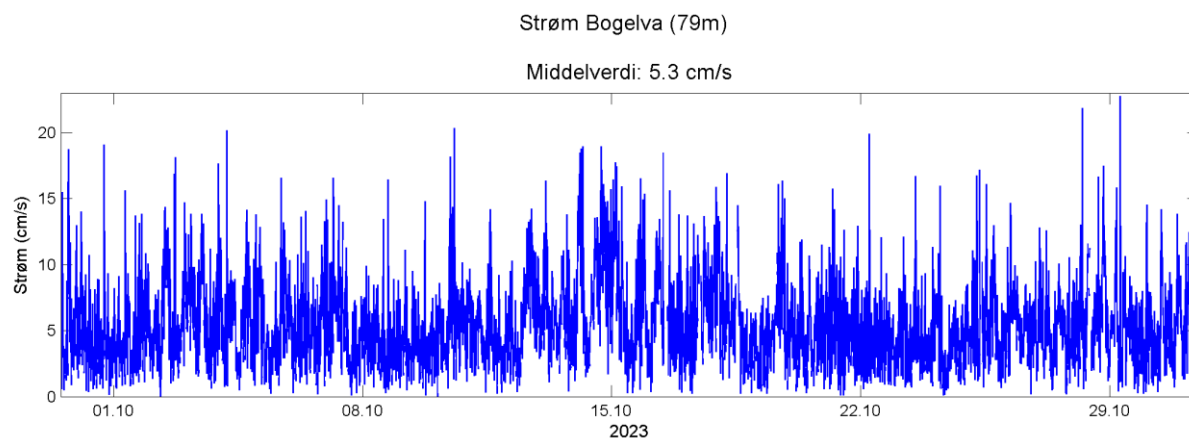
Strømrose



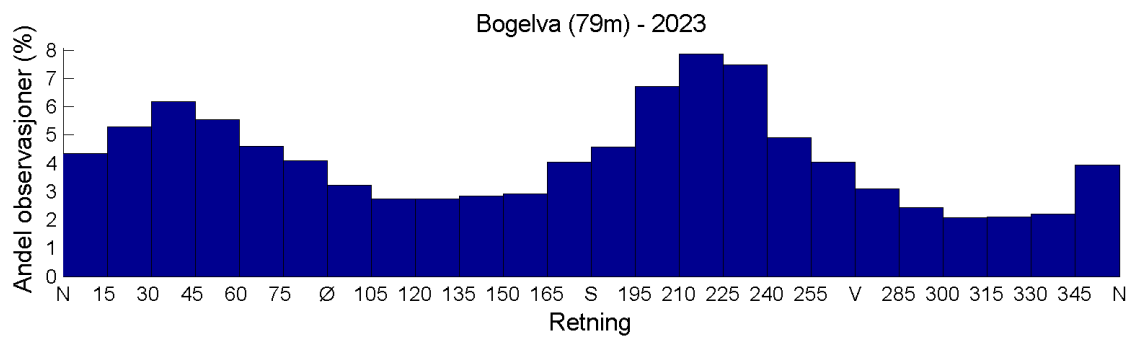
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



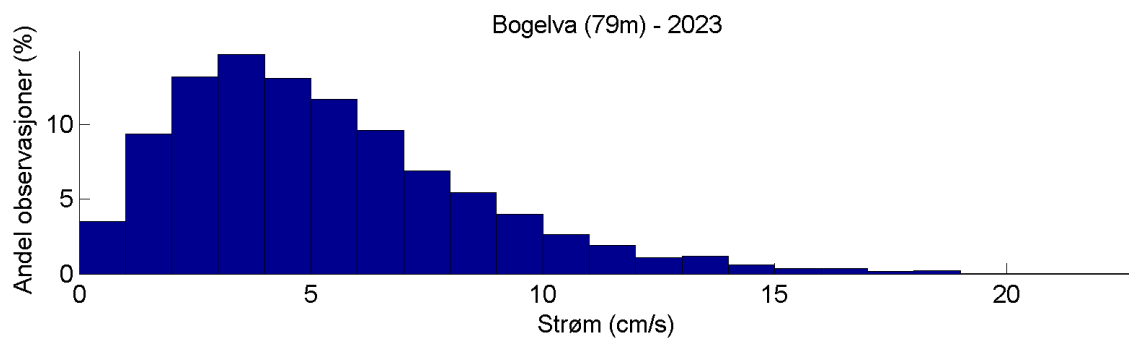
Retning vs. tid



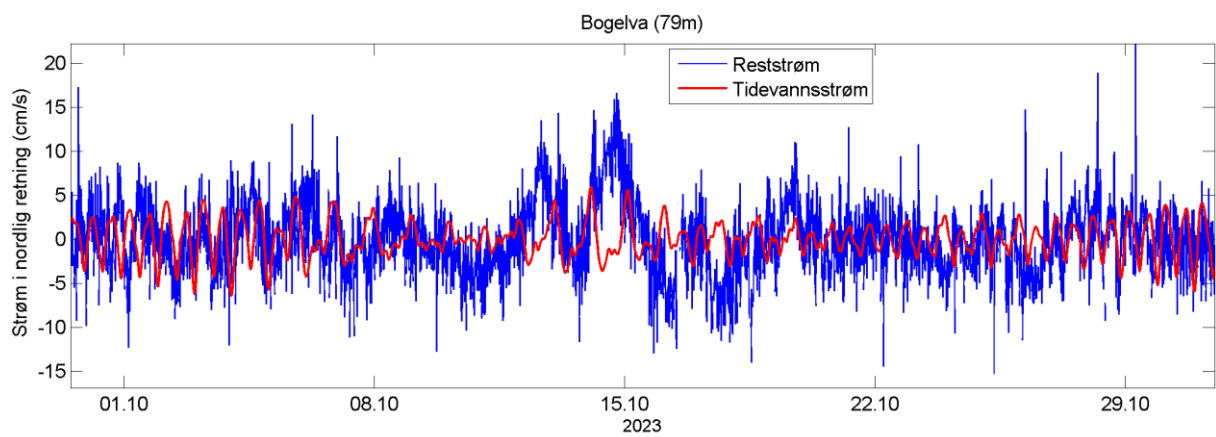
Strømhastighet (tidsserieplott)



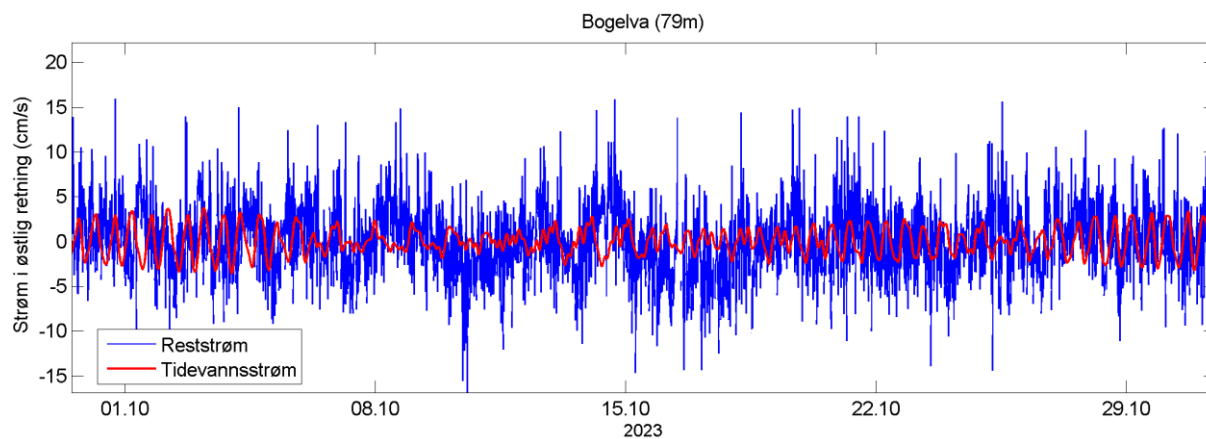
Retningshistogram



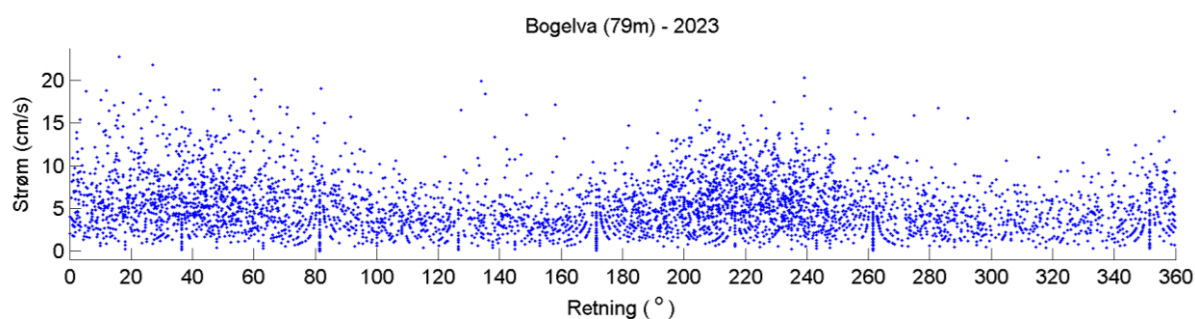
Strømstyrkehistogram



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 79 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 79 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.

Bogelva (79 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	179	18.7	6174.5	193
7.5 - 22.4	214	22.8	8310.1	259.7
22.5 - 37.4	268	21.9	10164.9	317.7
37.5 - 52.4	283	18.9	10897.4	340.5
52.5 - 67.4	221	20.2	7897.8	246.8
67.5 - 82.4	213	19.1	6633.6	207.3
82.5 - 97.4	151	15.7	4557.9	142.4
97.5 - 112.4	141	10.6	3435.1	107.3
112.5 - 127.4	119	11.1	2716.7	84.9
127.5 - 142.4	130	19.9	3284	102.6
142.5 - 157.4	121	16	2746.4	85.8
157.5 - 172.4	164	17.2	3711.6	116
172.5 - 187.4	192	14.7	5222.8	163.2
187.5 - 202.4	245	13.8	8369.2	261.5
202.5 - 217.4	354	17.7	13389.9	418.4
217.5 - 232.4	333	17.5	12632.1	394.8
232.5 - 247.4	307	20.3	10635	332.3
247.5 - 262.4	204	16.7	6033.6	188.6
262.5 - 277.4	146	15.9	3971.9	124.1
277.5 - 292.4	128	16.8	3187.1	99.6
292.5 - 307.4	100	10.6	2262.8	70.7
307.5 - 322.4	101	11	2289.8	71.6
322.5 - 337.4	94	10.3	2348.7	73.4
337.5 - 352.4	146	12.4	3748	117.1

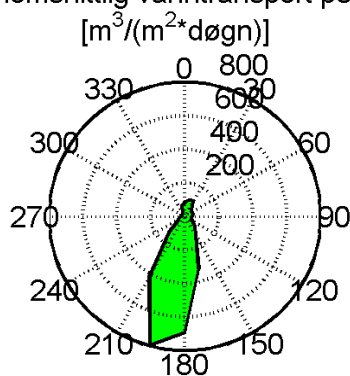
6.1.4 Resultater 107 m dyp (bunnstrøm)

Oppsummering resultater Bogelva 107 meter.

Bogelva	Strøm (cm/s) (107 m)	Temperatur på instrumentdyp 110 meter (°C)
Maks	16.6	6.9
Min	0.0	6.1
Gj.snitt	4.0	6.4
% 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	2.8	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	55.2	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	34.5	
% av målinger < 1 cm/s	7.4	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	9.0	
Residual strøm	2.3	
Residual retning	185	
Varians	6.4	0.0
Standardavvik	2.5	0.2
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.58	
Signifikant minimal hastighet	1.6	
Signifikant maksimal hastighet	6.9	

Bogelva (107m)

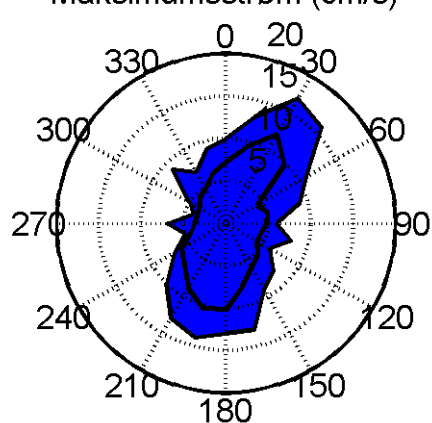
Gjennomsnittlig vanntransport per døgn



Total vanntransport

Bogelva (107m) - 2023

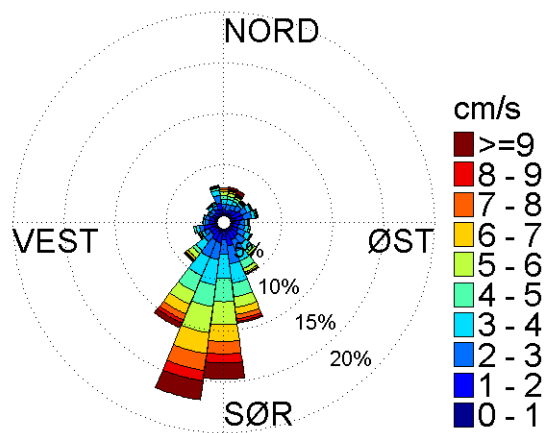
Maksimumsstrøm (cm/s)



Maksimal hastighet

Bogelva (107m) - 2023

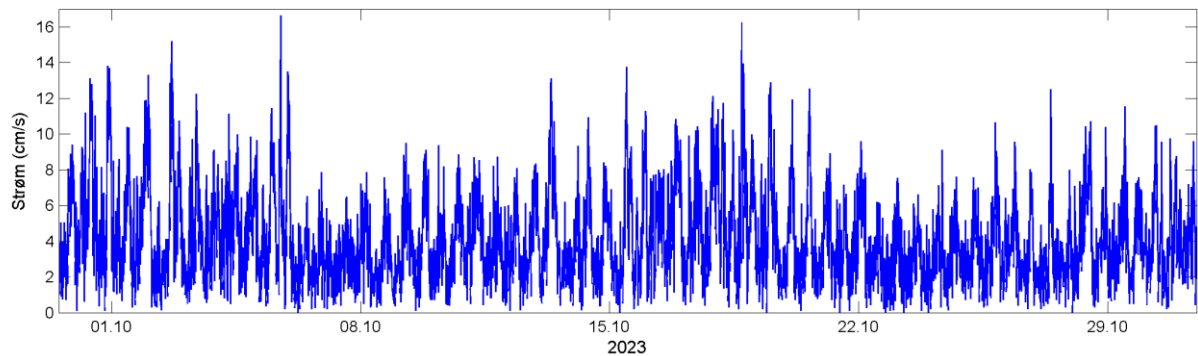
Strømrose



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.

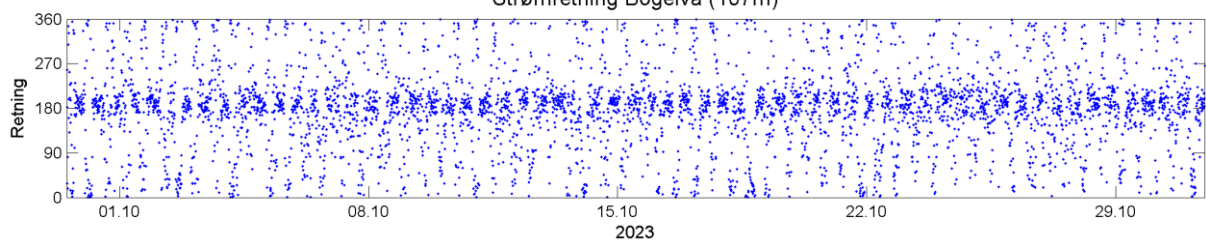
Strøm Bogelva (107m)

Middelverdi: 4 cm/s

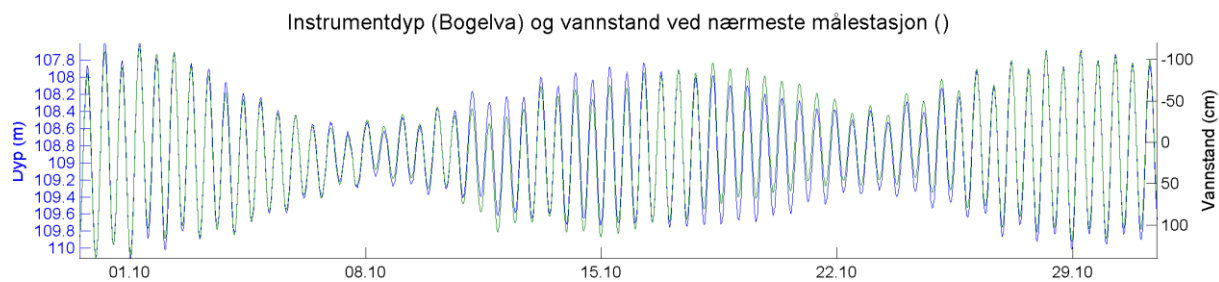


Retning vs. tid

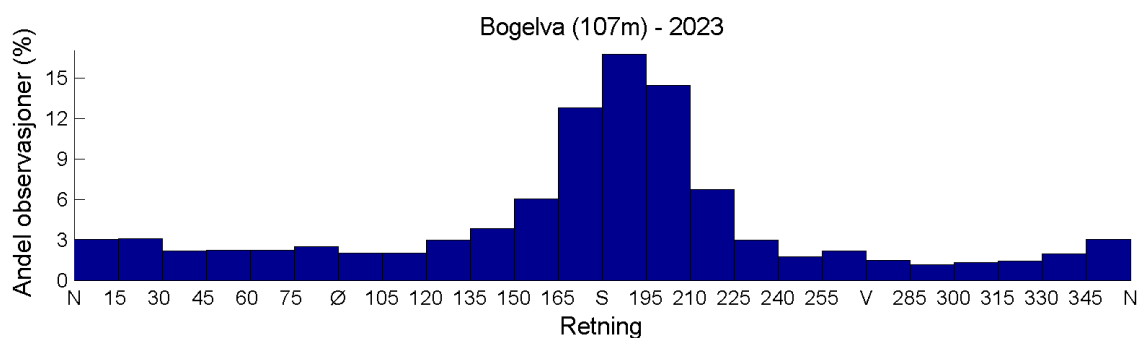
Strømretning Bogelva (107m)



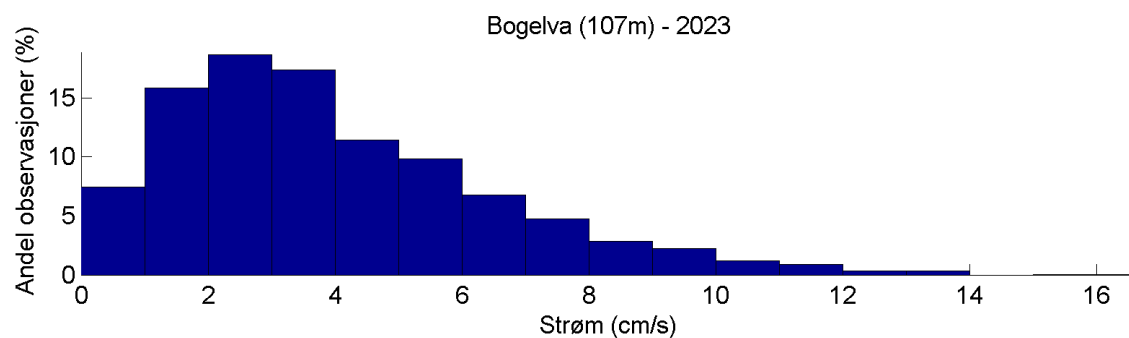
Strømhastighet (tidsserieplott)



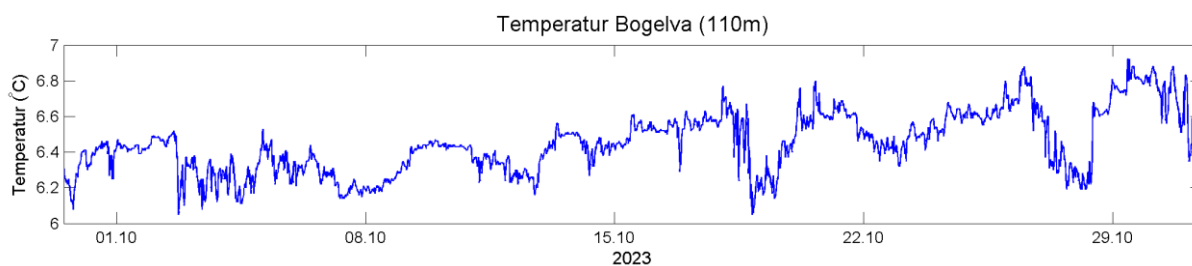
Instrumentdyp sammen med vannstand ved Harstad målestasjon (justert med -5 minutter og høydefaktor 0,98).



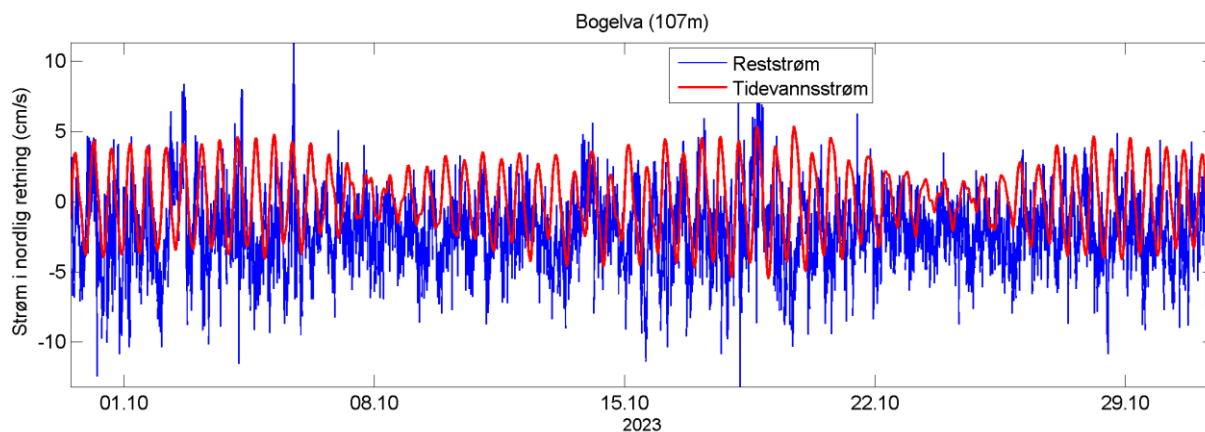
Retningshistogram



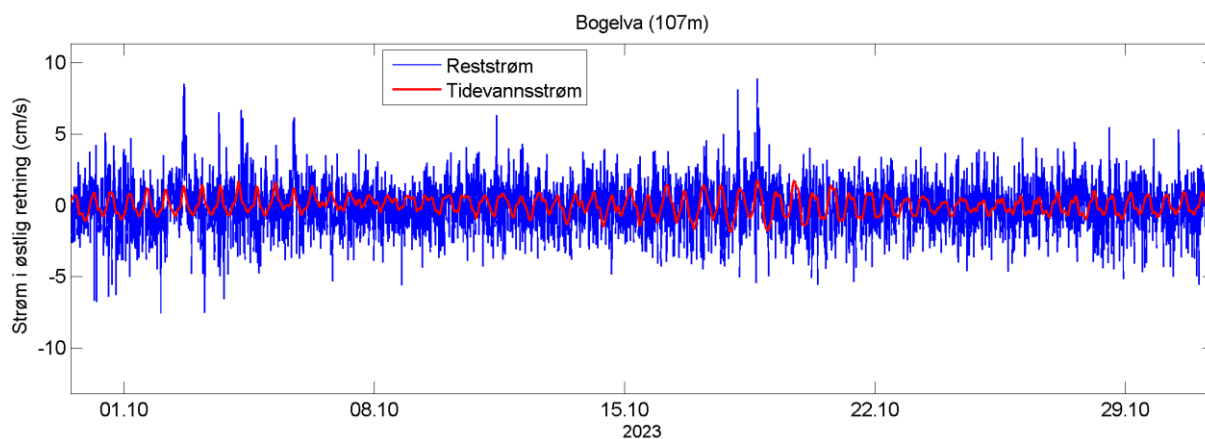
Strømstyrkehistogram



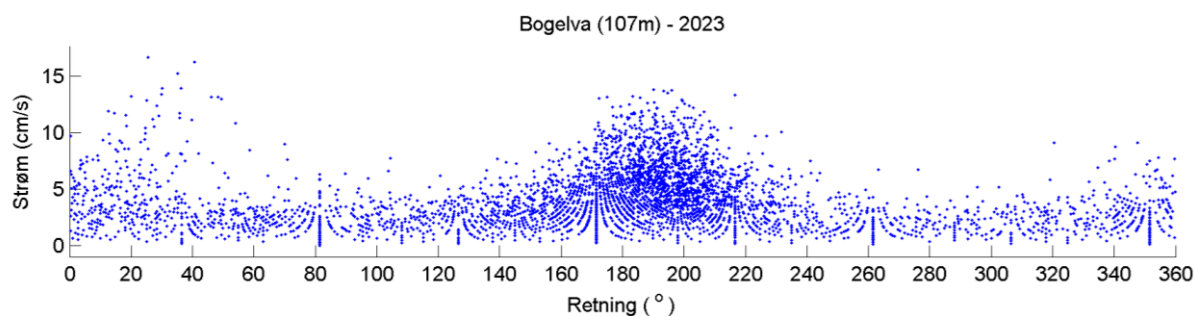
Temperatur



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 107 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 107 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.

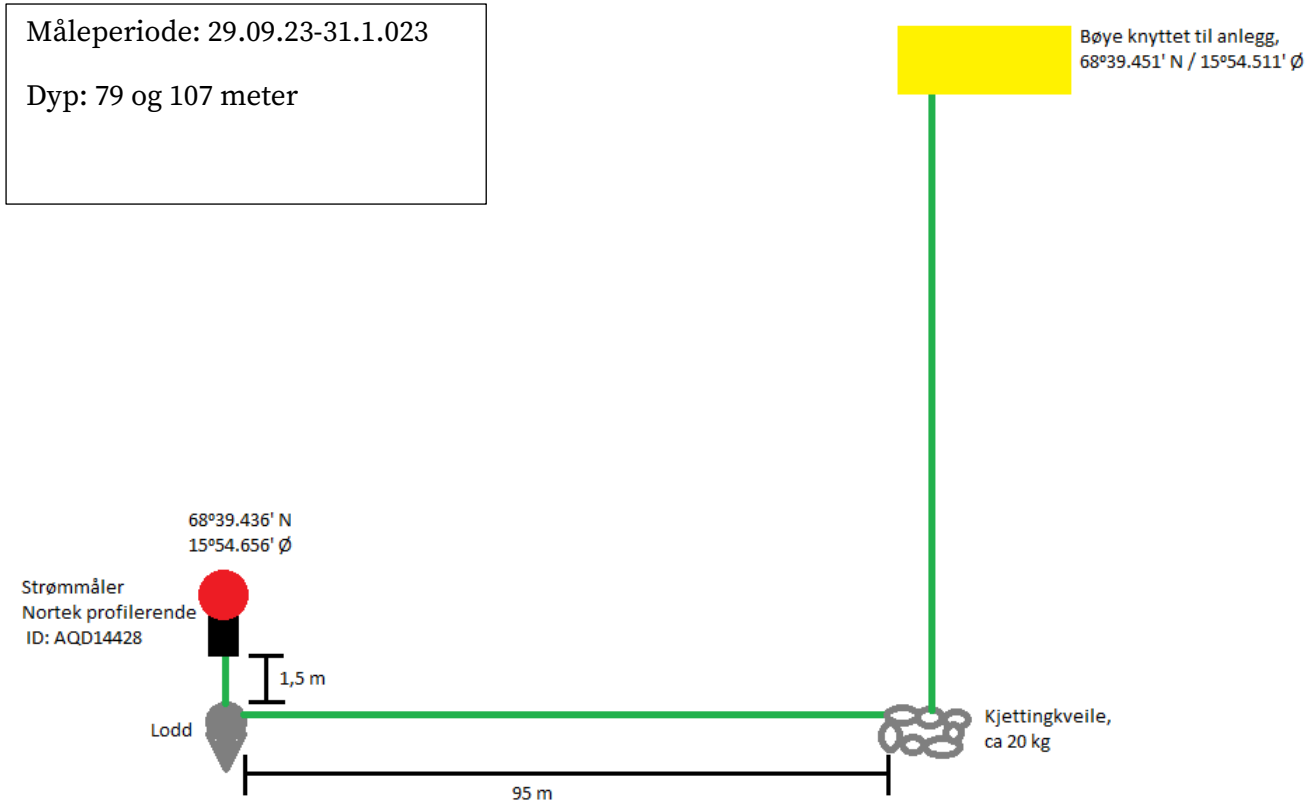
Bogelva (107 m)

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	126	9.7	2806.6	87.7
7.5 - 22.4	127	13.2	3299.1	103.1
22.5 - 37.4	130	16.6	3399.8	106.2
37.5 - 52.4	95	16.2	1792.3	56
52.5 - 67.4	104	10.8	1507.6	47.1
67.5 - 82.4	131	9	1730.6	54.1
82.5 - 97.4	86	6.4	1220.3	38.1
97.5 - 112.4	90	7.7	1318.1	41.2
112.5 - 127.4	109	6.2	1571.1	49.1
127.5 - 142.4	157	7.7	2651.4	82.9
142.5 - 157.4	208	9	4107	128.3
157.5 - 172.4	446	13	10307.3	322.1
172.5 - 187.4	679	13.2	22100.3	690.6
187.5 - 202.4	767	13.8	25495.9	796.7
202.5 - 217.4	498	13.3	13425.7	419.6
217.5 - 232.4	195	10	4260.1	133.1
232.5 - 247.4	91	7.5	1483.2	46.4
247.5 - 262.4	111	4.9	1279.1	40
262.5 - 277.4	65	6.7	781	24.4
277.5 - 292.4	57	4.3	674.6	21.1
292.5 - 307.4	58	5.2	687.7	21.5
307.5 - 322.4	68	9.1	1017.2	31.8
322.5 - 337.4	62	6.9	875.1	27.3
337.5 - 352.4	147	9.1	2197.7	68.7

6.2 Riggskisser

Måleperiode: 29.09.23-31.1.023

Dyp: 79 og 107 meter



Måleperiode: 13.02.24-16.05.24

Dyp: 5 og 15 meter

