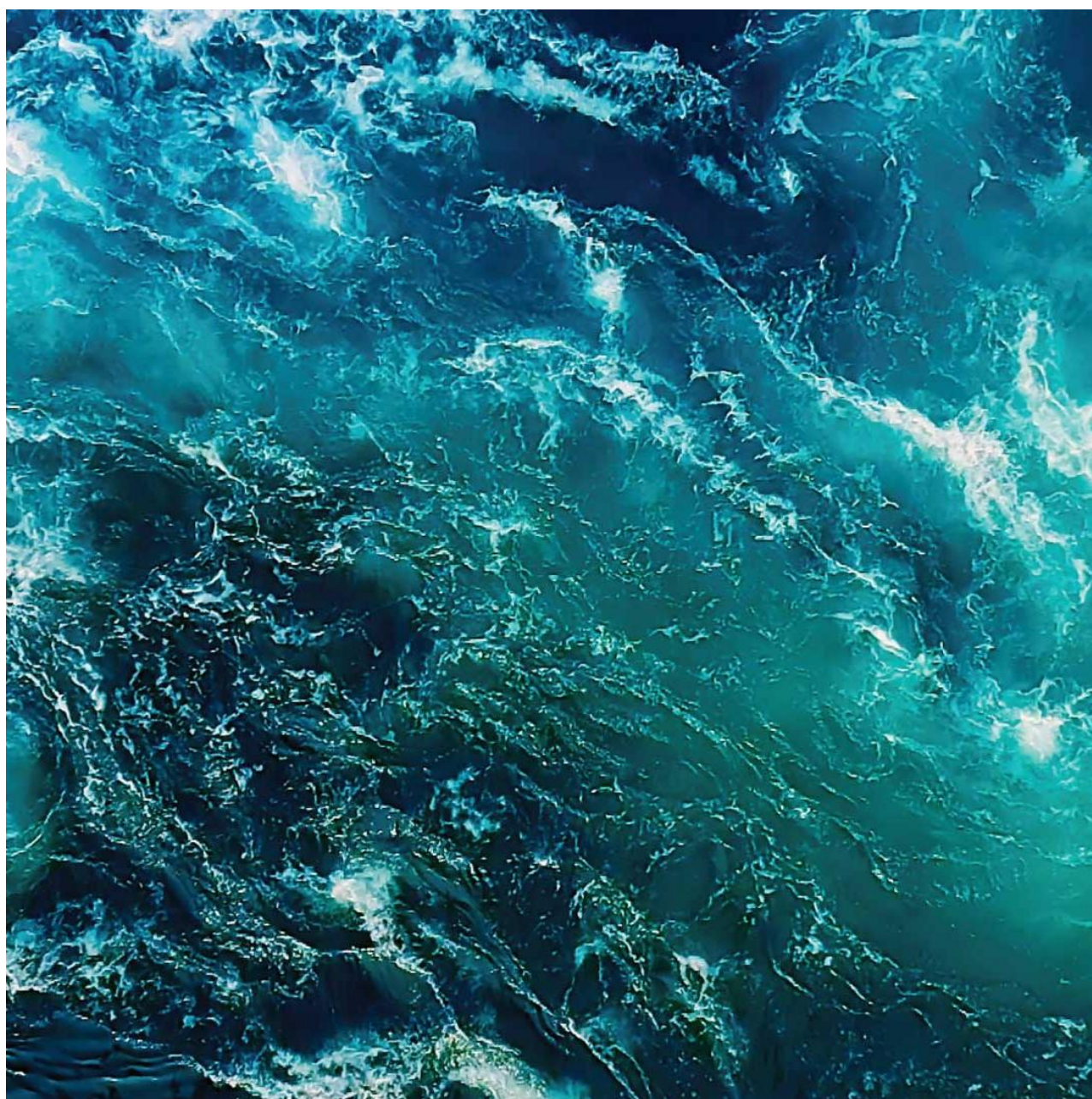


Strøm- og oksygenmålinger ved Skålsvika, 11138, 2025

Nova Sea Havbruk AS

Akvaplan-niva AS Rapport: 66283.02



Strøm- og oksygenmålinger ved Skålsvika (11138), 2025

Forfatter(e) Vegard Holen

Dato 27.03.2025

Rapport nr. 66283.02

Antall sider 20

Distribusjon Gjennom kunden

Kunde Nova Sea Havbruk AS

Kontaktperson Tormod Skålsvik

Sammendrag

Lokalitet Skålsvika, Lokalitetsnummer: 11138

Sted Meløy, Nordland fylke

Koordinater 66°43,114N, 13°33,410Ø

Feltarbeid Utført i perioden fra 14.01.2025 til 12.03.2025 av Akvaplan-niva AS

Hovedresultat

Dybde	Maks. hastighet (cm/s)	Gjennomsnitts- hastighet (cm/s)	Hovedretning vanntransport (grader)	Temperatur- gjennomsnitt (°C)
23,2 m	14,1	3,4	285°	5,8

Godkjenninger



Vegard Holen
Prosjektleder



Stine Hermansen
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	Oksygenmålinger	7
3	RESULTATER.....	9
3.1	Strømmålinger.....	9
3.2	Tidevannsstrøm	9
3.3	Vinddrevet overflatestrøm på lokalitet	10
3.4	Utbrudd av kyststrøm og oppstuvning.....	10
3.5	Vårflom, snø- og issmelting og vannstand	11
3.6	Oksygenmålinger	11
3.7	Datakvalitet	12
4	INSTRUMENTBESKRIVELSE.....	13
5	REFERANSER.....	14
6	VEDLEGG	15
6.1	Strømmålinger.....	15
6.1.1	Resultater 23,2 m dyp	15
6.2	Riggskisse.....	20

1 Innledning

Akvaplan-niva AS har på oppdrag fra Nova Sea AS foretatt strøm- og oksygenmålinger på lokalitet Skålsvika (11138), Meløy kommune i Nordland. Strøm- og oksygenmålingene er gjennomført for å kartlegge de hydrografiske forholdene ved lokaliteten i forbindelse med utprøving av ny teknologi.

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

2 Metode

2.1 Utsett og opptak av målere

Målerne er satt ut og tatt opp av personell fra Akvaplan-niva AS, med bistand fra mannskap og fartøy fra Nova Sea Havbruk AS.

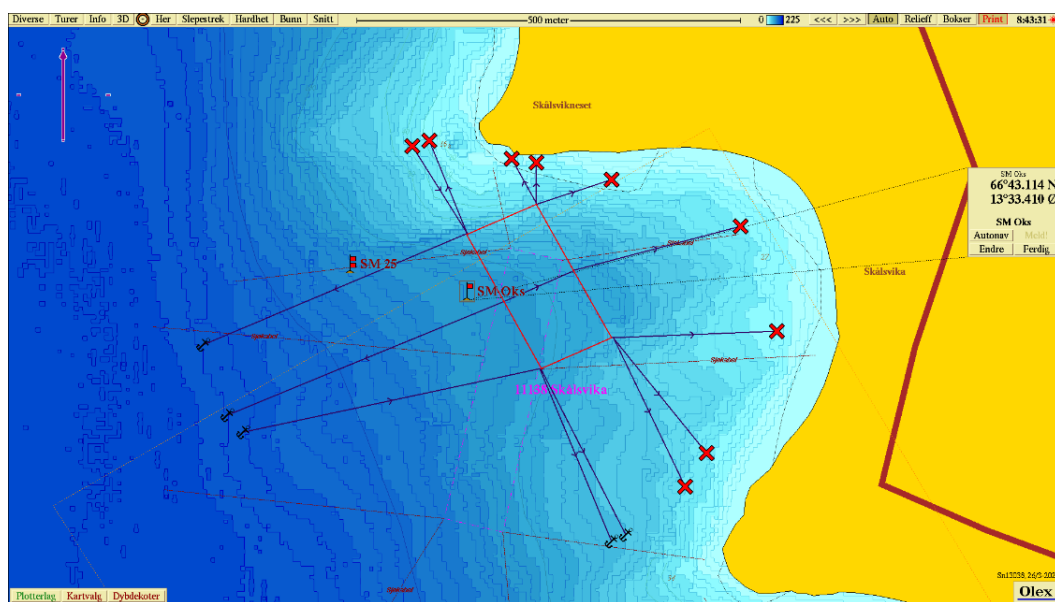
2.2 Plassering og dyp.

Ved posisjon for strøm- og oksygenmålinger er det 115 meter dypt. Måledyp og posisjon er bestemt av Nova Sea Havbruk AS. Posisjon, måledyp, totalt dyp og intervall for målingene er angitt i Tabell 1 og plasseringen i forhold til anlegget er illustrert i Figur 1.

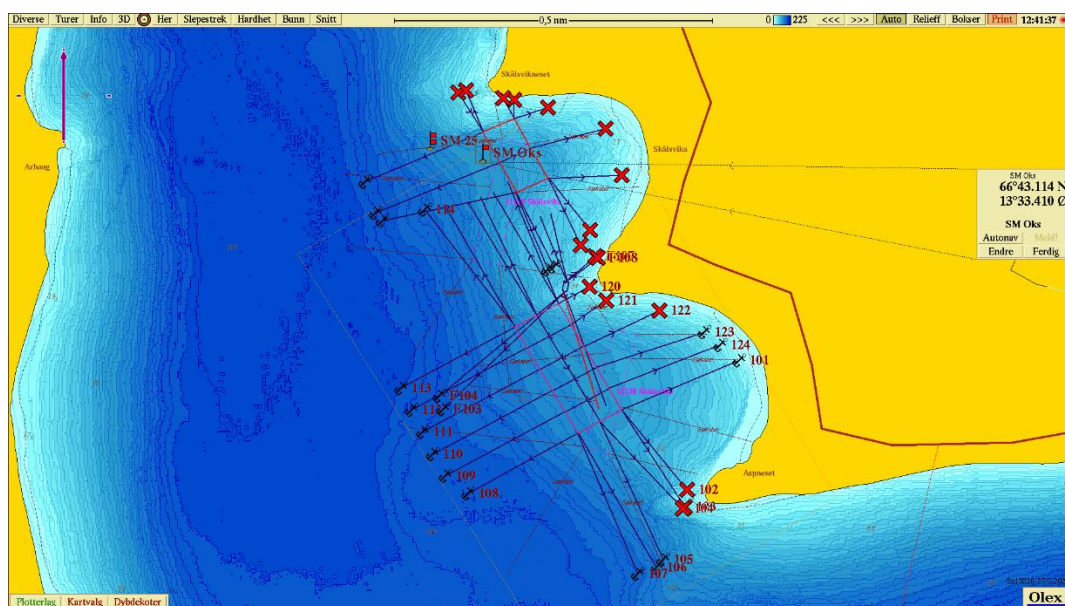
Tabell 1. Måledyp, posisjon, totalt dyp, måleperiode og -intervall for strømmålingene foretatt på lokalitet Skålsvika.

Måledyp	23,2 meter
Posisjon	N66°43,114 Ø13°33,410
Dyp posisjon	115 meter
Dato måleserie	14.01.2025 – 12.03.2025
Reell måleperiode	56,9 døgn
Dato start - stopp	14.01.2025 – 12.03.2025
Registreringsavbrudd	Ja*
Målerintervall	10 min
Navigasjonssystem	GPS
Bestemmelse av dyp	Olex

*Det er et hull i måleserien på 1 time og 30 minutter (21.01.25 23:10 – 00:40). Hullet skyldes at det i perioden har blitt rensset bort datapunkter av kvalitetshensyn.



Figur 1. Plassering av strømmålerigg i forhold til lokalitet Skålvika. Rødt enkeltflagg representerer posisjonen for foreliggende strømmålinger, rødt dobbeltflagg representerer posisjon for strømmålinger utplassert i samme periode, men ikke omtalt i denne rapporten.



Figur 2. Planlagt anlegg, og eksisterende anlegg ved Skålvika.

2.3 Beskrivelse av rigg

Strømmåleren var festet i en fortøyningsrigg, på dypet 23,2 meter på posisjon 66°43,114N 13°33,410, vedlegg 6.2.

2.4 Strømmålinger

Strømdatane brukt i denne rapporten ble foretatt med en strømmåler fra Akvaplan-niva AS i perioden 14.01.2025 – 12.03.2025, totalt 56,9 døgn. Strømmåleren var plassert på 23,2 m dyp og målte strømshastigheter hvert 10. minutt.

Strømmåleren var plassert ca. 40 meter vest for det planlagte anlegget. Posisjonen ble valgt for å på en god måte kunne måle oksygennivået i vannmassene i området ved anlegget. Den korte avstanden til anlegget, gjør at man ikke forventer store endringer i strømhastigheter og oksygennivåer mellom anlegg og måleposisjon.

Det er utplassert et anlegg sør for lokaliteten, i Krakvika, dette anleggets forankringsliner strekker seg inn mot det planlagte anlegget, dette måtte hensyntas ved utplassering av strømrigger (Figur 2). Anlegget sør for den planlagte lokaliteten var i drift under måleperioden, og noe påvirkning på målingene kan forventes, dette vil likevel være representativt for forholdene når den planlagte lokaliteten er i drift.

Innerst i Holandsfjorden/Nordfjorden ligger Svartisen Vannkraftverk. Kraftverket er dimensjonert for opptil 130 m³/s og slipper dermed ut betydelige mengder ferskvann. I tilknytning til kraftverket er det etablert et bobleanlegg for å unngå innfrysing av Holandsfjorden. Bobleanlegget gjør at ferskvann som samler seg på overflaten blander seg med saltvannet under (Lie, 2010). Vannføringen i aktuelle måleperiode har ikke vært mulig fastslå, men det forventes at vannføringen vil kunne påvirke strømforholdene ved lokaliteten.

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 (14.01.2025 – 12.03.2025).

For å fjerne eventuell høyfrekvent målestøy i dataserien strømdataene filtrert med en halvtimes glidende midling før tidevannsanalysen gjennomføres. I tillegg er middelvei 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 Oksygenmålinger

Oksygenmålingene er gjennomført med en Aanderaa Oksygen Optode påmontert en Seaguard strømmåler. Oksygenoptoden angir oksygenkonsentrasjon med to forskjellige enheter; mikromol (µM) som angir oksygenmengden oppløst i vann, og metningsprosent

som angir hvor mye oksygen vannet inneholder i forhold til hva det maksimalt kan holde ved en gitt temperatur og trykk.

Aanderaa sine oksygenoptoder måler oppløst oksygen ved å utnytte prinsippet om dynamisk fluorescensslukking. Dette innebærer at en fluorescerende indikator, bestående av et platinumporfyrinkompleks, er innebygd i en gasspermeabel folie som er eksponert for det omkringliggende vannet. Når denne indikatoren belyses med modulert blått lys, emitterer den rødt lys. Oksygenmolekyler i vannet demper (eller "slukker") denne fluorescensen, og sensoren måler faseforskyvningen til det returnerte røde lyset for å bestemme oksygenkonsentrasjonen. En innebygd termistor kompenserer for temperaturvariasjoner, noe som sikrer nøyaktige målinger.

Dataene fra oksygenoptoden er renset og kvalitetssikret sammen med øvrige data fra strømmåleren.

3 Resultater

3.1 Strømmålinger

Figurer og tabeller for strømmålingene er vist i Vedlegg 6.

Resultatene fra strømmåling på 23,2 meters dyp viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er definert mot vest-nordvest (285 °), men med en betydelig komponent mot sørøst (120 °). Gjennomsnittlig strømhastighet er 3,4 cm/s. 0,8 % av målingene er > 10 cm/s, 49,9 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 41,1 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 8,2 % av målingene er < 1 cm/s.

Maksimal strømhastighet i den målte perioden på 23,2 meters dyp var 14,1 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 23,2 meters dyp utgjør 1,9 cm/s av den totale gjennomsnittlige strømhastigheten på 3,4 cm/s.

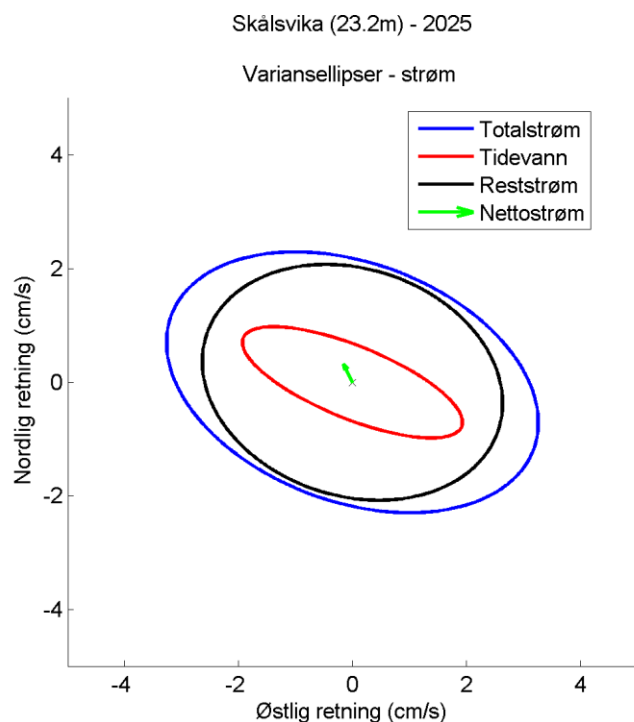
Tabell 2 viser resultater fra variansanalysen for 23,2 m dyp. r^2 er et statistisk tall på størrelsen på variansen i strømmen som skyldes tidevann (forklart varians) i forhold til den totale variansen i strømmen (Emery & Thomson, 2001). Forklart varians er beregnet for de to horisontale strømhastighetskomponentene hver for seg.

Tallene i Tabell 2 er små til moderate. Det estimerte tidevannet for strøm på 23,2 meter kan forklare 35 % i Ø-V-retning, og 18 % i N-S-retning av variabiliteten i strømmen på denne lokaliteten.

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

Retning på strømkomponent	Dyp 23,2 m
Øst-Vest	35 %
Nord-Sør	18 %

Resultatene i Tabell 2 gjenspeiles i Figur 3, hvor man ser at ellipsen til tidevannet er liten til moderat sammenlignet med variansellipsen til totalstrømmen. Dette viser at tidevannet er til stede, men ikke en dominerende faktor i strømbildet.



Figur 3. Variansellipse for totalstrøm, tidevannsstrøm og reststrøm på 23,2 m. 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. Den grønne pilen viser nettostrøm.

3.3 Vinddrevet overflatestrøm på lokalitet

Vindgenerert strøm vil i hovedsak gjøre seg gjeldende for resultater nært overflaten da vindpåvirkning i vannsøylen avtar med dyp. For at strøm lenger ned i vannsøylen 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. Ettersom strømmålingene er gjennomført ved 23,2 meter, er det ikke gjort en vurdering av vinddrevet overflatestrøm. Det henvises til APN-rapport 66283.01 for vurdering av vindgenerert overflatestrøm i samme tidsrom (Holen, 2025),

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 Skagerrak/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. Målingen på 23,1 meter viser relativt stabil temperatur, men med en svakt synkende trend, spesielt mot slutten av måleperioden. Det er tydelige halvdaglige variasjoner, dette er også tydelig i de dypere målingene gjennomført i samme periode (Holen, 2025). Den gjennomsnittlige sjøtemperaturen var 5,8°C. Maksimums- og minimumstemperaturen var hhv. 7,0 °C og 4,4 °C.

Strømmålingene sett i sammenheng med øvrige målinger gjennomført i samme periode (Holen, 2025), viser ingen indikasjoner på at det har vært påvirkning fra mulige utbrudd av kyststrømmen. Lokaltetens posisjon i en lukket fjord gjør at oppstuvning vil kunne være av betydning, men det er ikke etablert tydelige årsakssammenhenger som antyder at dette har forekommet i løpet av måleperioden. Påvirkning fra Svartisen Vannkraftverk kan ha forekommet uten at dette er stadfestet.

3.5 Vårflom, snø- og ismelting og vannstand

For vurdering av vårflom, snø- og ismelting og vannstand henvises det til APN-rapport 66283.01 (Holen, 2025).

3.6 Oksygenmålinger

Figur 4 viser oksygenmetning ved 23,2 meters dyp i målepunktet ved lokalitet Skålsvika. Oksygenmetningen ligger stort sett mellom 78 % og 90 %. Dette tyder på at vannet er oksygenrikt, men ikke fullt mettet. Det er mindre svingninger i oksygenmetningen gjennom perioden, men ingen drastiske fall eller stigninger. Dette tyder på relativt stabile miljøforhold. Mot slutten av måleperioden er det en svakt nedadgående trend, noe som kan indikere endringer i vannmassens sirkulasjon, temperatur eller biologisk aktivitet.

Figur 5 viser oppløst mengde oksygen (oksygenkonsentrasjon). Oksygenkonsentrasjonen ligger mellom ca. 300 µM og 370 µM, noe som er et relativt godt oksygennivå for marine miljøer.

Oksygenforholdene ved Skålsvika er gode gjennom perioden, med en økning i oksygenkonsentrasjonen fra februar til mars, etterfulgt av en liten nedgang. Det er ingen tegn til kritisk lave verdier.



Figur 4. Oksygenmetning ved lokalitet Skålsvika i måleperioden 14.01.2025 – 12.03.2025.



Figur 5. Oppløst oksygenmengde ved lokalitet Skålsvika i måleperioden 14.01.2025 – 12.03.2025.

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. Resultat fra dataprosessering og datakvalitet er gitt i Tabell 3. Logg over rensed data blir lagret hos Akvaplan-niva AS.

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

Tabell 3. Datakvalitet og resultat fra data prosessering gjennom AdFontes.

Kvalitetskriterium	Antall fjernet (23,2 m)
For høy tilt ($\leq 35^\circ$)	18
Totalt	18

4 Instrumentbeskrivelse

Strømmålingene er utført ved hjelp av Seaguard punktdopplermålere fra Aanderaa, listet opp i Tabell 4. Metodikk er i henhold til Standard Norge (1999).

Tabell 4. Instrumentbeskrivelser.

	23,2 m
Instrumentleverandør	Aanderaa
Modell	Seaguard 4430
Målerprinsipp	Punktdoppler
Frekvens	2 MHz
Måleperiode(r)	14.01.2025 – 12.03.2025
Serienr	1991
Nøyaktighet	$\pm 1 \%$
Oppløsning	0,1 mm/s
Responsområde	0 – 3 m/s
Varighet midlingsperiode	1 min
Antall målinger per aggregert dataverdi	150
Modifikasjon	Ingen
Kalibrering	APN-logg
Instrumentlogg	APN-logg

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.
- Holen, V. (2025). *Strømmålinger ved Skålsvika*. APN-rapport 66283.01. Akvaplan-niva AS.
- Jensen, Ø., & Lien, E. (2005). Miljøkriterier på lokalitet. *SINTEF report no. SFH80 A064058*.
- Kartverket Sjødivisjonen. (2018). *Den norske los: Bind 2A Svenskegrensen–Langesund*. Stavanger, Tredje utgave.
- Lie, Ø. (2010). *Boblebad ved Svartisen*. Hentet fra Teknisk Ukeblad:
<https://www.tu.no/artikler/boblebad-ved-svartisen/245933>
- 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>

6 Vedlegg

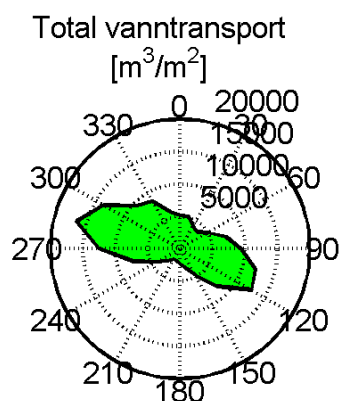
6.1 Strømmålinger

6.1.1 Resultater 23,2 m dyp

Oppsummering resultater for Skålsvika på 23,2 meter dyp.

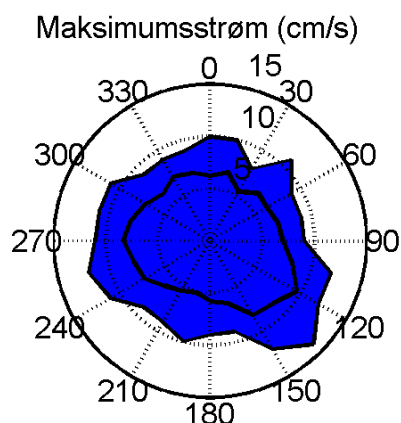
Skålsvika	Strøm (cm/s) (23.2 m)	Temperatur (°C)
Maks	14.1	7.0
Min	0.0	4.4
Gj.snitt	3.4	5.8
% av målinger > 60 cm/s	0.0	
% av målinger > 50 cm/s	0.0	
% av målinger > 40 cm/s	0.0	
% av målinger > 30 cm/s	0.0	
% av målinger > 20 cm/s	0.0	
% av målinger > 10 cm/s	0.8	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	49.9	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	41.1	
% av målinger < 1 cm/s	8.2	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	7.5	
Nettostrøm	0.4	
Nettostrøm retning	334	
Varians	4.4	0.4
Standardavvik	2.1	0.7
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.12	
Signifikant minimal hastighet	1.4	
Signifikant maksimal hastighet	5.8	

Skålsvika (23.2m) - 2025



Total vanntransport

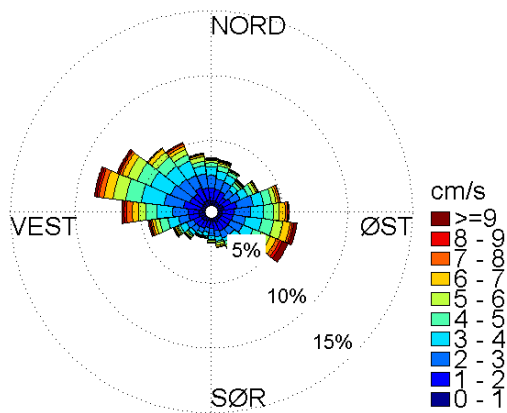
Skålsvika (23.2m) - 2025



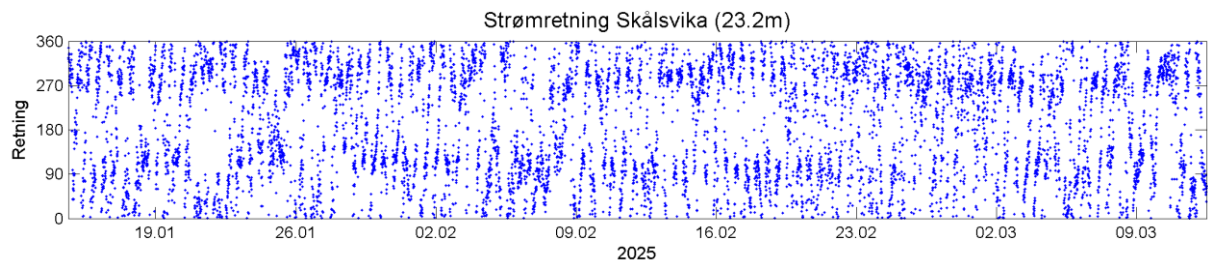
Maksimal hastighet

Skålsvika (23.2m) - 2025

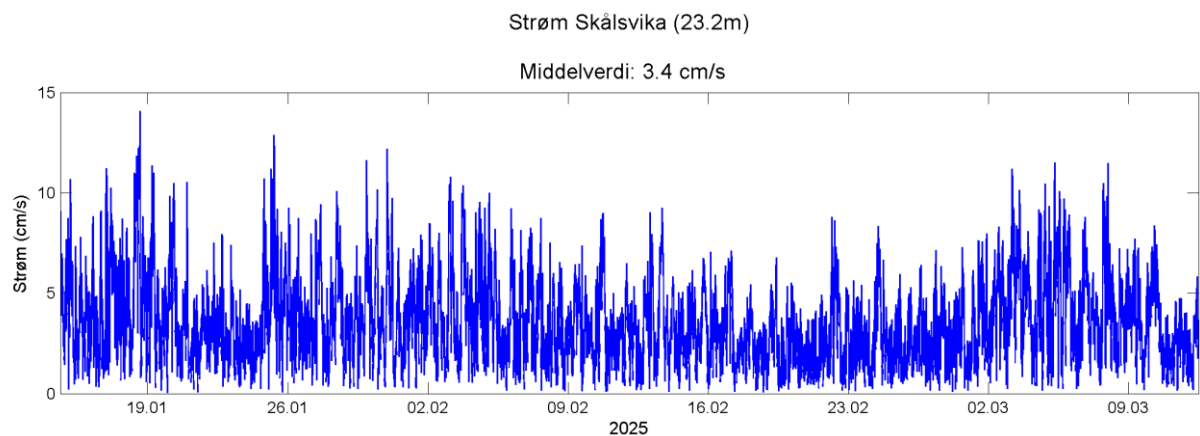
Strømrose



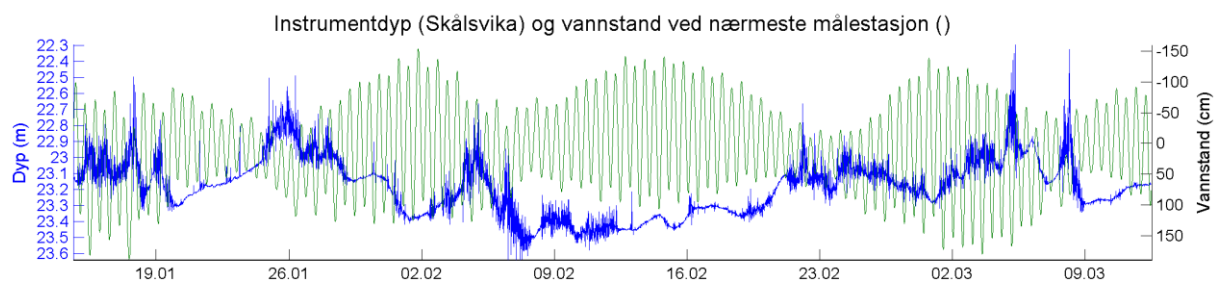
Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



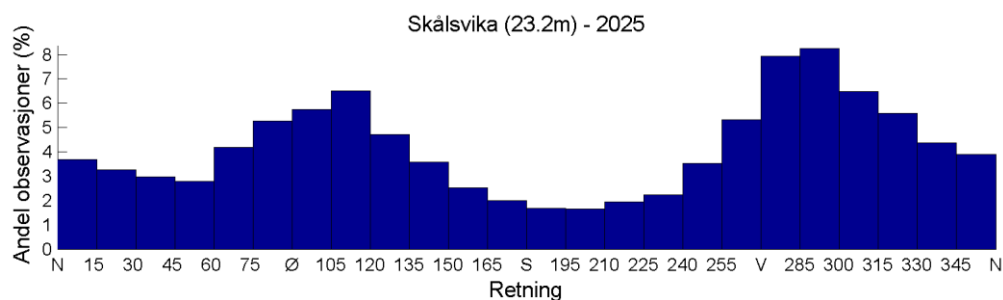
Strømretning vs. tid



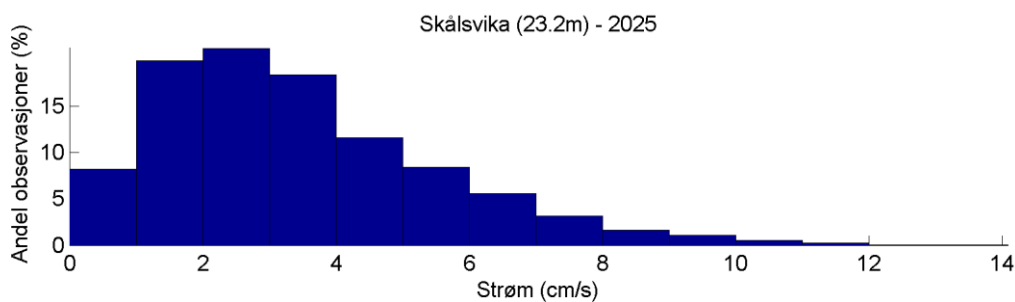
Strømhastighet (tidsserieplott)



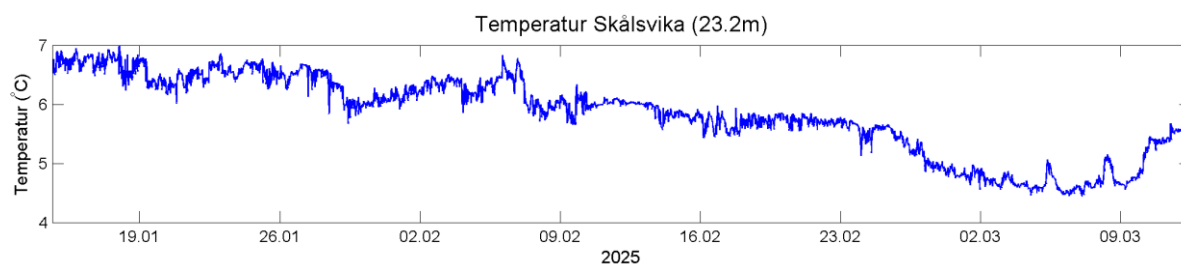
Instrumentdyp sammen med vannstand ved Bodø målestasjon (justert med -5 minutter og høydefaktor 0,97).



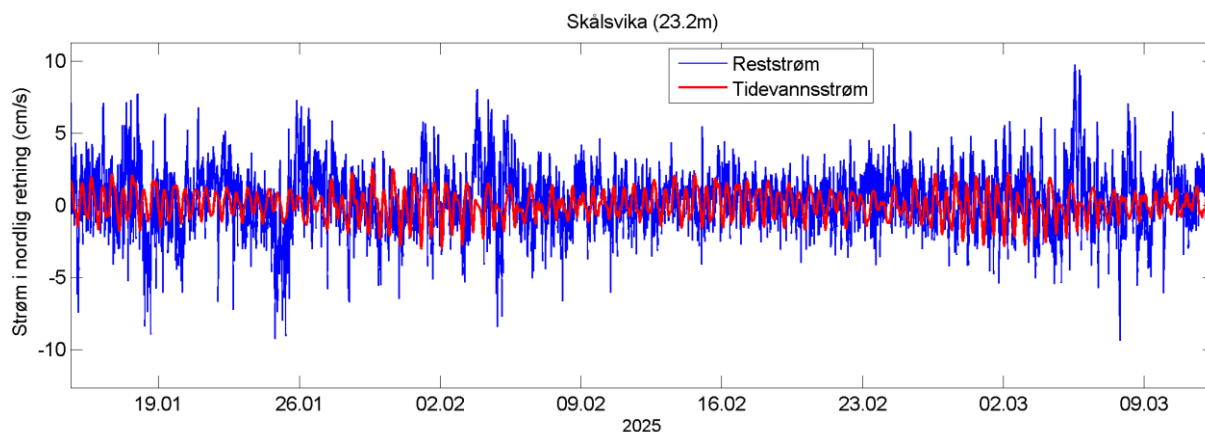
Retningshistogram



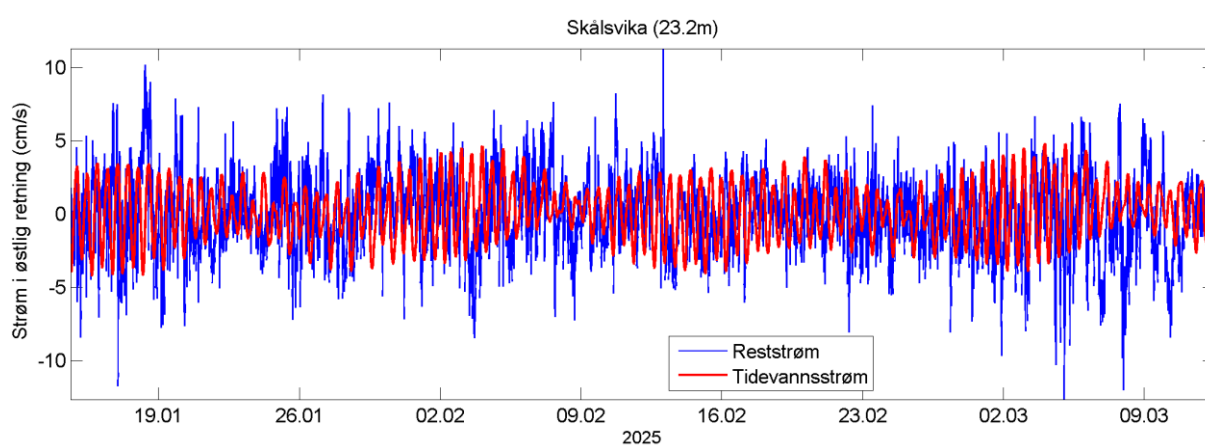
Strømstyrkehistogram



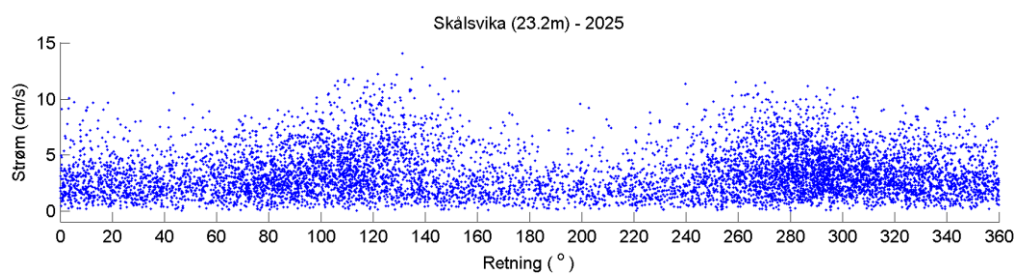
Temperatur



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 23,2 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 23,2 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.

Retningssektor	Antall målinger (N)	Maks, strøm	Retn, maks, strøm	Total vanntransport	Vanntransport per døgn
352,5 - 7,4	303	10,1	3,4	5178,8	91,3
7,5 - 22,4	289	9,7	18,3	5175,5	91,2
22,5 - 37,4	252	8,1	30,9	3993,0	70,4
37,5 - 52,4	217	10,6	43,4	3750,9	66,1
52,5 - 67,4	279	8,9	57,1	4982,0	87,8
67,5 - 82,4	398	8,5	70,8	7343,4	129,4
82,5 - 97,4	447	9,2	92,8	9489,3	167,2
97,5 - 112,4	502	11,8	112,4	12078,6	212,8
112,5 - 127,4	478	12,2	121,7	12724,0	224,2
127,5 - 142,4	334	14,1	131,1	8203,9	144,6
142,5 - 157,4	239	11,9	147,3	4823,5	85,0
157,5 - 172,4	185	8,7	172,2	3099,1	54,6
172,5 - 187,4	158	8,6	173,3	2402,7	42,3
187,5 - 202,4	130	9,6	199,4	1954,2	34,4
202,5 - 217,4	135	9,2	202,6	1916,4	33,8
217,5 - 232,4	174	8,8	226,1	2701,6	47,6
232,5 - 247,4	222	11,4	239,8	4046,8	71,3
247,5 - 262,4	363	11,5	259,0	7523,4	132,6
262,5 - 277,4	525	11,5	270,2	12552,0	221,2
277,5 - 292,4	702	11,2	286,7	16561,4	291,8
292,5 - 307,4	605	11,0	294,1	13587,8	239,4
307,5 - 322,4	473	9,1	315,9	9492,8	167,3
322,5 - 337,4	431	9,4	323,1	8549,8	150,7
337,5 - 352,4	331	9,1	346,8	5949,6	104,8

6.2 Riggskisse

