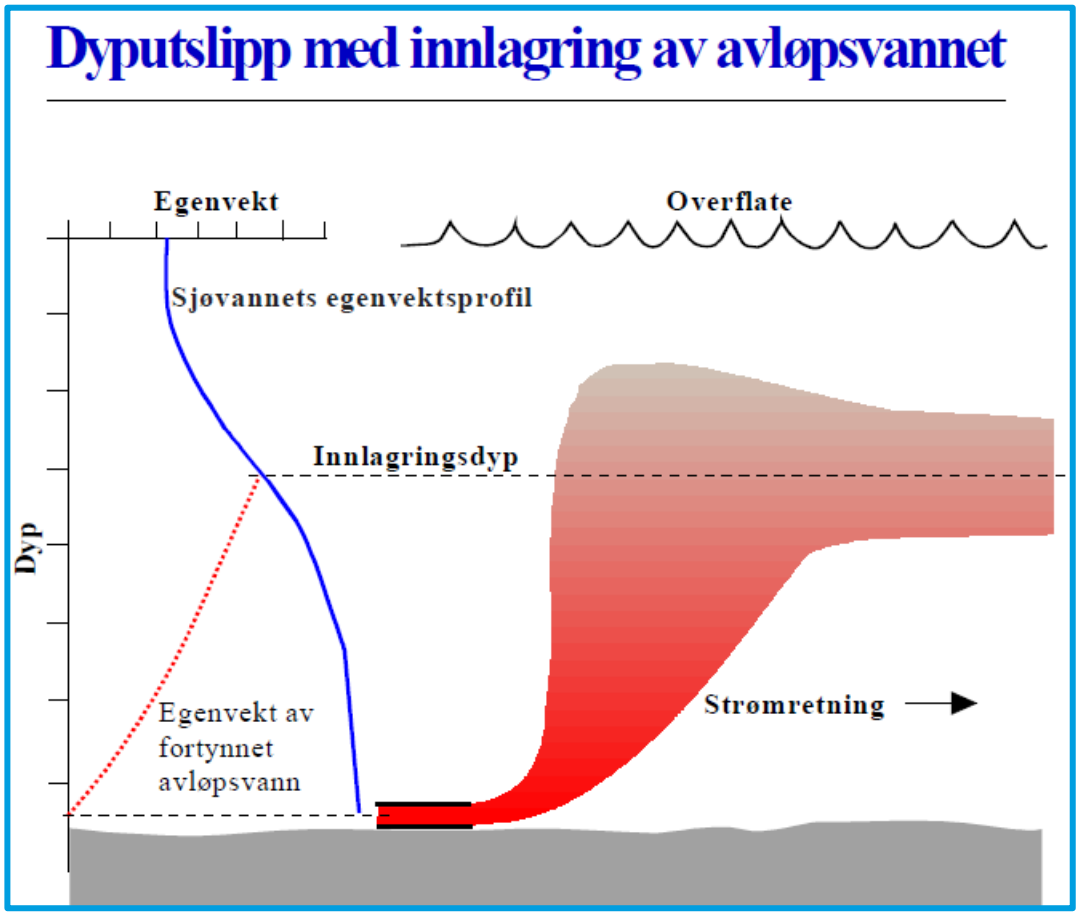
RundeForsking

STRYN KOMMUNE

Granskingar i området for framtidig utslepp frå reinseanlegg på Tyvaneset ved Lobukta.



Rapport nr 07/2026

RundeForsking
Runde Forsking AS
6096 Runde
Org. Nr. 925 616028 MVA
Telefon: 70 08 08 00
E-post: post@rundecentre.no
Web: www.rundecente.no

Distribusjon
Open

Oppdragsgjevar
Stryn kommune

Dato:
Juni/oktober, 2026

Tittel:
Norsk: Granskingar i området for framtidig utslepp frå reinseanlegg på Tyvaneset ved Lobukta.
English*: Marine investigations in Lobukta for a municipal discharge from a planned water treatment plant at Tyvaneset*

Prosjektleiar:
Lars Golmen

Rapportnummer:
07/2026, prosjekt RF-70.

Forfattarar: Lars Golmen, Ørjan Sørstrønen Vabø, Karsten Kvalsund

Antall sider:
52

Emneord:
Utslepp til sjø, resipient, strømforhold, hydrografi

Kontrollert av:
Inge Bruheim

Samandrag:
Sommaren 2025 gjennomførte Runde Forsking strømmåling med ein profilerande Doppler-målar i sjøen ved Tyvaneset mellom Loen og Olden i Stryn kommune. Dette for å skaffe grunnlagsdata for vurdering av spreiing og fortynning av avlaupsvatn frå planlagt reinseanlegg for Stryn kommune. Saman med hydrografimålingar og vassprøver frå 2023-2025 er det gjort førebels modellsimuleringar og effektvurderingar for eit framtidig dykka utslepp ved Tyvaneset i 35 m og 45 m djup. Strømmen i øvre lag var sterk med retning netto mot aust, og svakare, mot sørvest i djupare sjikt. Hydrografimålingane dokumenterte sesongvariasjonane og år-til-år variasjon og la grunnlaget for simuleringane, saman med strømdata. Simuleringane viser at utsleppsvatnet oftast vil innlagre seg djupare enn 20 meters djup. Om vinteren kan det førekome ein viss overflatepåverknad av fortynna avlaupsvatn ved dei scenarioa som er simulert. Med dei førebelse tala for utsleppet som er nytta er det ikkje forventa at utsleppet vil redusere dagens tilstandsklassifisering eller utfordre miljømålet for den aktuelle vassførekomsten Faleidfjorden.

Kontrollert av/signatur
Inge Bruheim, Dagleg leiar, Runde Forsking

Innhald

1 Bakgrunn og formål 6
1.1 Omtale av området 7
1.2 Tidlegare granskingar i sjøområda i indre Nordfjord 10
1.3 Miljøtilstanden 11
1.3.1 Lobukta 11
1.3.2 Faleidfjorden 12
1.4 Det framtidige utsleppet 14

2 Målingar og prøvetaking 16
2.1 Strømmåling 16
2.1.1 Resultat 17
2.2 Hydrografi 20
2.2.1 Lobukta versus Faleidfjorden 23
2.2.2 Sesongmessig variasjon i hydrografi 25

3 Modellsimuleringar for spreiing av avlaupsvatn 28
3.1 Modellsimuleringane i 2008 29
3.2 Nye modellsimuleringar 30
3.2.1 Hydrografiske profilar 31
3.2.2 Modelloppsett 32
3.3 Modellresultat 33

4 Moglege mljøkonsekvensar av utsleppet 38
4.1 Røyrleidninga 38
4.2 Utslepp og innblandingssoner 38
4.3 Tilstanden i resipienten ved Tyvaneset 39
4.4 Effekt av tilført organisk materiale 40
4.4.1 Suspendert stoff, SS 40
4.4.2 Oksygenforbruk 41
4.4.3 Effekt på botnen av nedslamming 42
4.5 Effekt av ferskvatn i sjø 43
4.5.1 Turbulens/energi 43
4.6 Oversyn over miljørisiko 43
4.7 Utsleppet og vassforskrifta 44
4.8 Utsleppet i høve til naturmangfaldlova 44
4.9 Konklusjon 45

5 Forslag til overvakingsprogram 46

6 Referansar 47

Vedlegg1. Tidsseriar av målt strømsryrke 49

Føreord

Runde Forsking arbeidde frå 2023 fram til mars 2025 saman med Akvaplan-niva om ei resipientgransking i nokre sjøområde i Stryn på oppdrag for Stryn kommune.

Granskinga dekte Oldebukta, Lobukta, Strynebukta og Faleidfjorden. Prøvetakinga skjedde månadleg, mens hydrografisk profil vart teke kvar 3. månad.

I løpet av prosjektperioden kom det opp spørsmål knytt til planlegging av avlaup til området utanfor Lobukta frå eit framtidig reinseanlegg for Stryn kommune på Tyvaneset. Til dette mangla det ein del målingar i sjøen.

I desember 2024 vart det difor gjort avtale med kommunen om supplerande strømmåling i fjorden, med påfølgjande modellsimuleringar av eit framtidig utslepp til sjø ved Tyvaneset.

Stryn kommune sin kontaktperson for prosjektet var Sigurd Muldsvor.

Frå Runde forsking bidrog Karsten Kvalsund, Ørjan Vabø og Erle Smedbold til feltarbeidet og rapporteringa. Per Skarstein i Skarstein Fjordcruise stilte med båt til feltarbeidet.

Takk til alle involverte.

Runde, juni/oktober 2026

Lars Golmen
prosjektleiar

Samandrag

Det er plan om å etablere eit reinseanlegg for kommunalt avlaupsvatn for heile Stryn kommune ved Tyvaneset mellom Loen og Olden. Utsleppet vil kunne motsvare om lag 20.000 pe. Tyvaneset ligg i indre Faleidfjorden, utanfor munningen av Lobukta. Desse vassførekomstane har begge økologisk tilstand 'Moderat'. Tilførsler frå land til Lobukta har synt ein viss auke dei siste 15 åra.

På oppdrag frå Stryn kommune gjennomførte Runde forsking AS sommaren 2025 strømmåling i sjøen på eit føreslege utsleppspunkt ved Tyvaneset. Dette og andre målingar danna datagrunnlag for påfølgjande modellsimulering av spreiing av framtidig avlaupsvatn i fjorden, og vurdering av moglege miljøeffektar av dette, basert på førebels antekne data for plassering og avlaupsfluks.

Strømmålingane ga gjennomsnittsverdiar på under 5 cm/s djupare enn 15 m. I laget over var det sterkare strøm, opp til 90 cm/s i overflata. Retninga på nettostrømmen i djupet var mot sørvest, og i øvre lag mot aust. Det var få lange periodar med vedvarande svak strøm. Hydrografimålingane frå den nyleg gjennomførte resipientgranskinga i Stryn dokumenterte sesongmessig variasjon i salinitet/temperatur i fjorden, og ga input data til modellen, saman med strømdata og antekne storleikar for utsleppet.

Med modellen Plumes er det gjennomført simulering av spreiing og fortynning av utsleppsvatn i fjorden med punktutslepp nær sjøbotnen i 35 og 45 m djup. Utsleppsfluks 40 l/s og 50 l/s gjennom røyropning på 30 cm diameter (ingen diffusor). Resultata synte innlagring av utsleppsvatnet vesentlegast djupare enn 20 m. Unntaket var vintersituasjonen der ein viss overflatepåverknad kan førekome med slikt utsleppsarrangement.

På bakgrunn av resultata og erfaringar frå liknande utslepp og situasjonar er det gjor kvalitativ vurdering av miljøeffektar av framtidig utslepp. Tabellen summerer opp desse vurderingane.

Komponent	Kunnskapsstatus for miljørisiko	Økologisk miljørisiko
Ferskvatn	God	Liten
Turbulens/energi	God	Ingen/positiv
Suspendert stoff (SS)	Moderat	Mogleg
Oksygenforbruk	Moderat/god	Liten
Kjemiske reststoff	Moderat	Liten?
Varme/kulde	God	Liten

Utsleppet vil ha avgrensa omfang og er ikkje forventa å påverke miljøklassifiseringa av Faleidfjorden. Miljøstatusen blir truleg uendra og utsleppet vil ikkje endre risikoen for ikkje å nå miljømåla for økologi og kjemi.

Med utgangspunkt i Naturmangfaldlova er det ikkje forventa at utsleppet vil få nokon målbar verknad for biologisk mangfald i det berørte sjøområdet.

Oppfølgjande modellsimuleringar og konsekvensvurderingar bør gjennomførast når det ligg føre meir konkrete tal for det framtidige reinseanlegget og utsleppet.

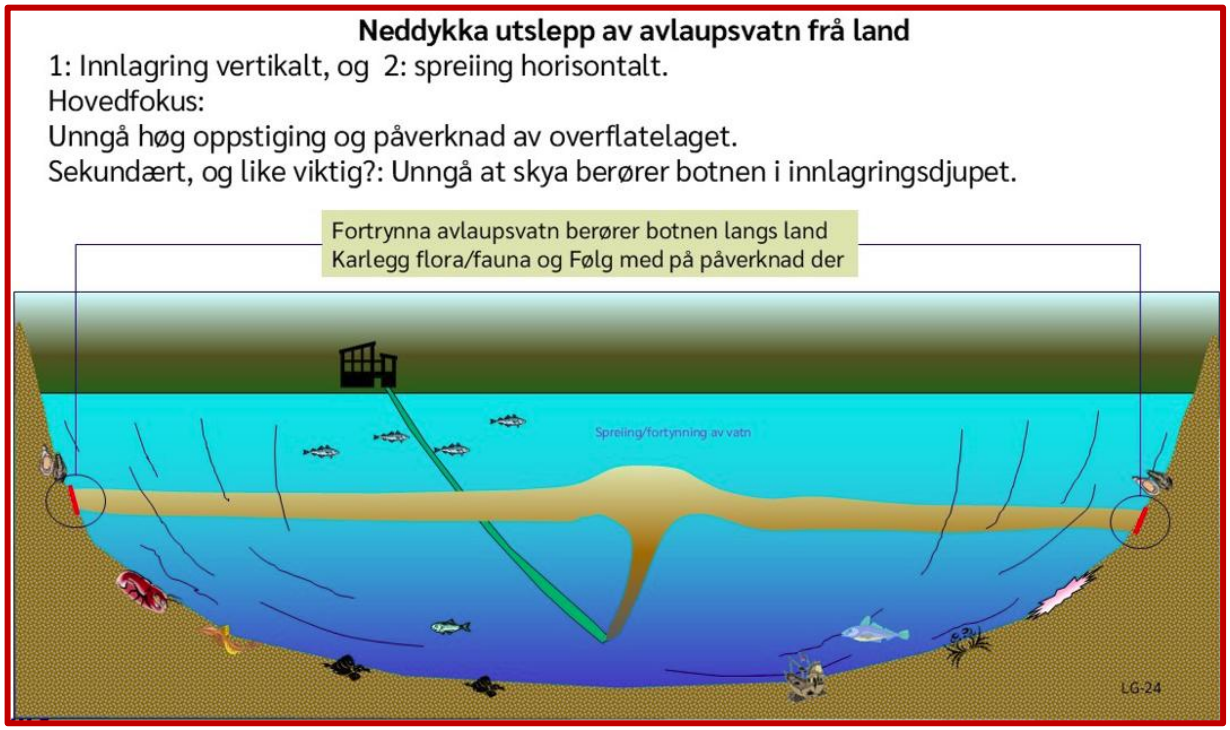
1 Bakgrunn og formål

Runde Forsking saman med Akvaplan-niva utførte resipientgransking i vassførekomstane Oldebukta, Lobukta, Strynebukta og Faleidfjorden i 2023-2025 (Akvaplan-niva 2025). Granskinga inkluderte prøvetaking og hydrografimålingar i alle desse fjordområda. Prøvetakinga i sjøen var månadleg, mens hydrografisk profil (CTD) vart teke kvar 3. månad, fram til mars 2025.

I 2024 kom det opp spørsmål knytt til planlegging av avlaup til sjøen ved Tyvaneset frå eit framtidig, stort reinseanlegg (RA; > 20.000 pe) for storparten av Stryn kommune. Dette inngår som tiltak for reinseanlegg for Loen i 2. planperiode, der avlaupet i dag går til Lobukta.

På eit tidspunkt vil det verte behov for å søke om utsleppsløyve basert på krava i vassforskrifta og naturmangfald-lova m.v. Slik søknad må innehalde ei førehandsvurdering av korleis utsleppet vil kunne påverke resipienten og sjøbotnen (Figur 1). Som forlenging av resipientgranskinga vart det gjort avtale med Stryn kommune om eit tilleggsprosjekt for å få vurdert det framtidige utsleppet i høve til resipienten og risiko for påverknad i Faleidfjorden/Lobukta.

Normal praksis for slike vurderingar inneber hydrofysisk modellering for utsleppet for alle sesongtilhøve, inkludert vinteren, med innleiande månadleg eller høgare frekvens for målingar i sjøen (Figur 2, SFT 2005; Direktoratsgruppen 2018). Hausten 2024 fremja Runde Forsking difor eit forslag til Stryn kommune om gjennomføring av noko ekstra prøvetaking som forlenging av resipientgranskinga som vart avslutta våren 2025. Forslaget inneheldt gjennomføring av strømmåling og hydrografimåling ved Tyvaneset og modellsimulering av framtidig utslepp, som her rapportert.



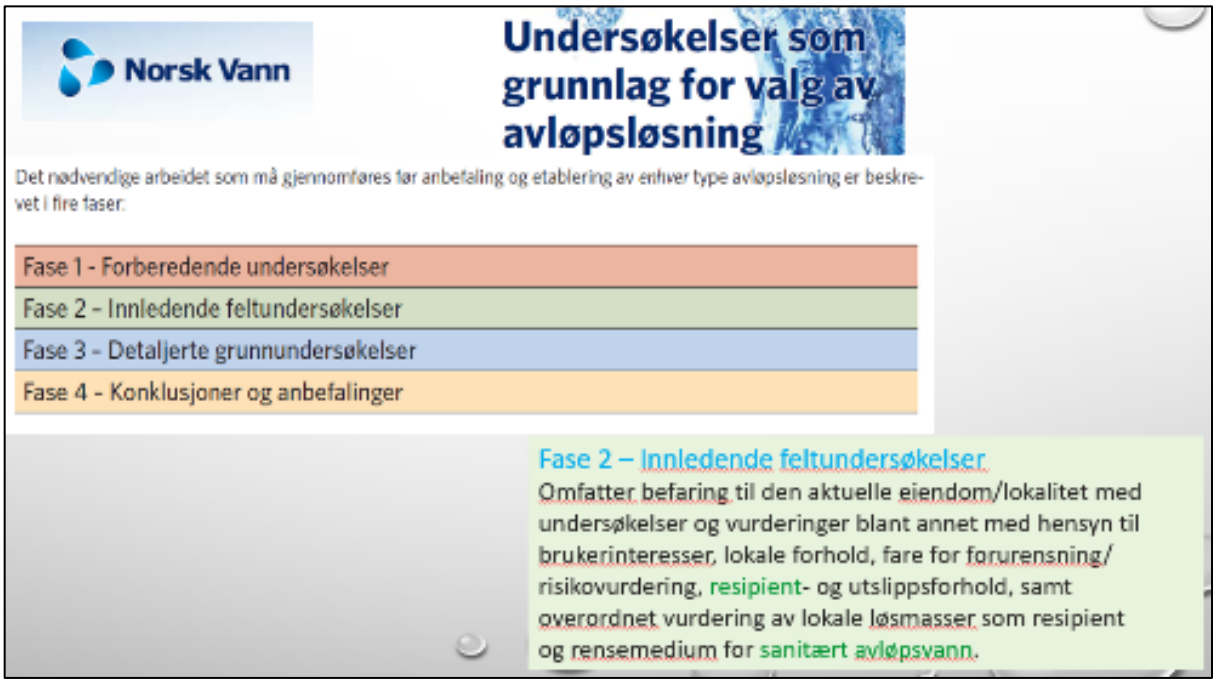
Figur 1. Skisse av spreiing av avlaupsvatn frå neddykka utslepp og korleis dette teoretisk kan påverke sjøbotnen nær land.

Måleprogrammet for hydrografi i resipientgranskinga vart såleis forlengai og med at det vart teke hydrografisk profil ved Tyvaneset i samband med utsetting og opptak av strømmålarriggen.

Tyvaneset ligg i indre Faleidfjorden og hydrografiske målingar derfrå og frå Lobukta frå resipientgranskinga kunne nyttast i føreliggande prosjekt. Med større datagrunnlag, kopla med resultata frå strømmålingane utført sommaren 2025 ved Tyvaneset ville ein få eit grunnlag for å vurdere framtidig utsleppsdjup/stad gjennom modellsimuleringar av utsleppsvatnet.

Tilleggsgranskingane har hatt karakter av forprosjekt for nytt reinseanlegg, som ein 'Fase 1/Fase 2', illustrert i Figur 2. Prosjektet sin inndeling av aktivitetar er illustrert i Figur 3

Dersom det går lang tid (> 5år) mellom noverande gransking og vedtak om bygging bør det vurderast å gjennomføre nokre supplerande målingar i fjorden.



Figur 2. Skissert inndeling av granskingar knytt til nytt avlaup til sjø.

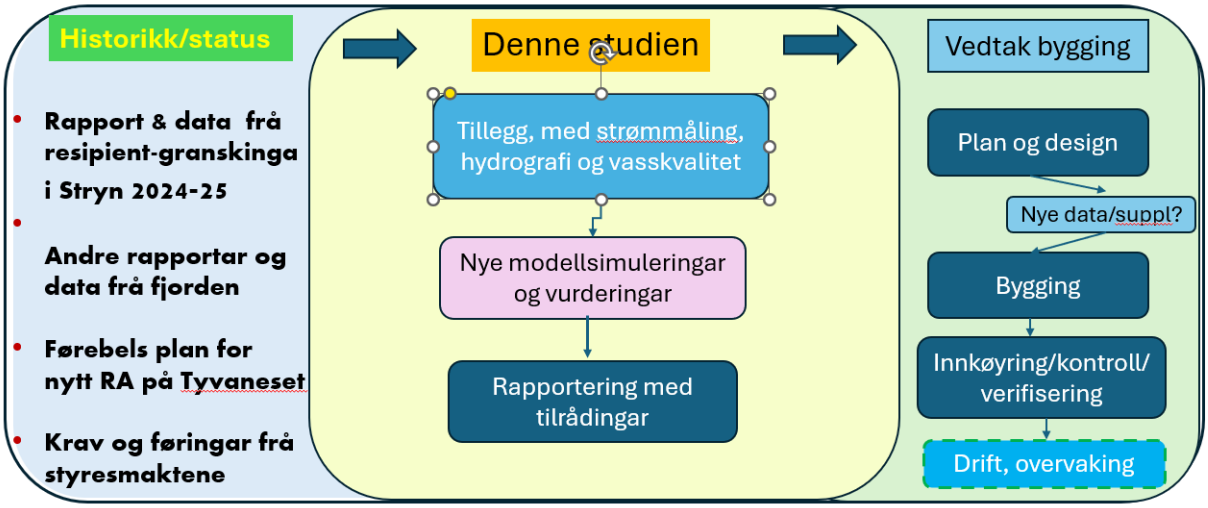
1.1 Omtale av området

Tyvaneset tilhøyrer vassførekomsten Faleidfjorden (Figur 4, Figur 5), og grensar til Lobukta. Det nye utsleppet vil truleg mest berøre Faleidfjorden.

Overflatearealet er for Lobukta anslagsvis 1.3 km^2 og for Faleidfjorden 19 km^2.

Maksimumsdjupet i Lobukta er 50 m, i munningen (Figur 6, ingen fjordterskel). Faleidfjorden er nær 400 m djup, lengst i vest. Vasstypen er beskytta kystvatn, og der er moderat bølgeeksponering.

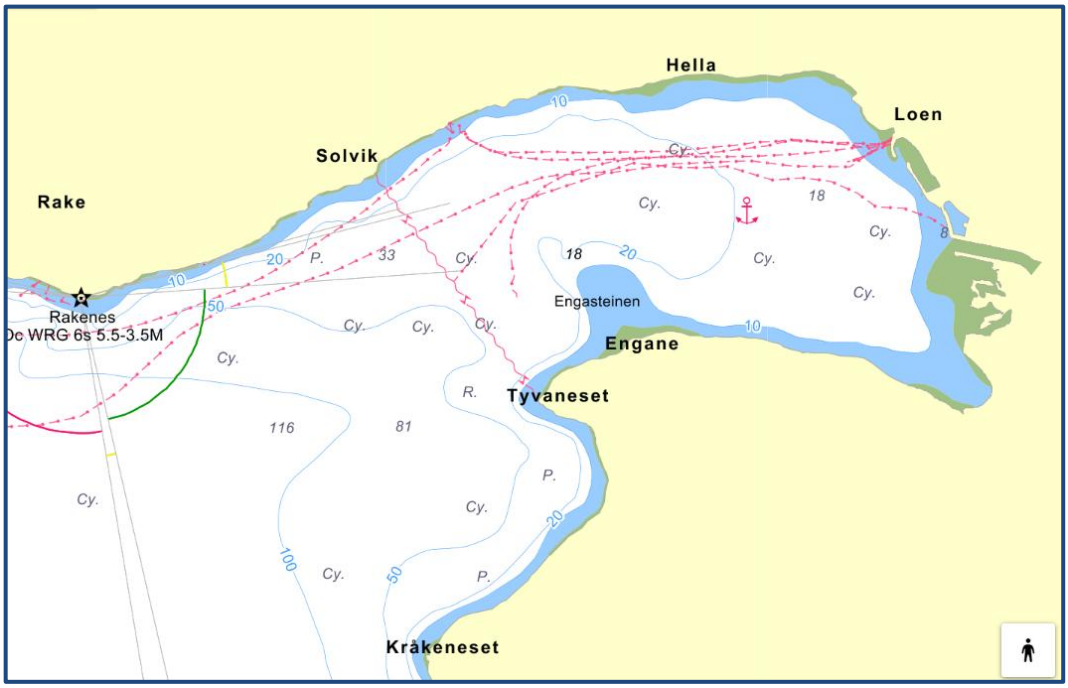
Faleidfjorden har i Vann-nett (juni 2026) økologisk status 'Moderat', og kjemisk tilstand 'God'. Miljømåla er for begge satt til 'God'.



Figur 3. Aktivitetar i prosjektet, med datainnsamling, analysar og rapportering. Høgre delen av diagrammet ligg ubestemt fram i tid.

Figur 4. Kart over indre del av Nordfjord.

Figur 5. Vann-nett: Vassførekomstane i indre Nordfjord.



Figur 6. Sjøkart over Lobukta og indre Faleidfjorden med utsleppsleidningar og overføringsleidningar i sjøen.

Dagens utsleppspunkt frå Loen RA til ytre del av Lobukta (Figur 6) vart flytta lenger ut retning Rake etter pålegg frå Fylkesmannen (Statsforvaltaren) for nokre år sidan. Dette reinseanlegget er dimensjonert for 10.000 pe (Tabell 1).

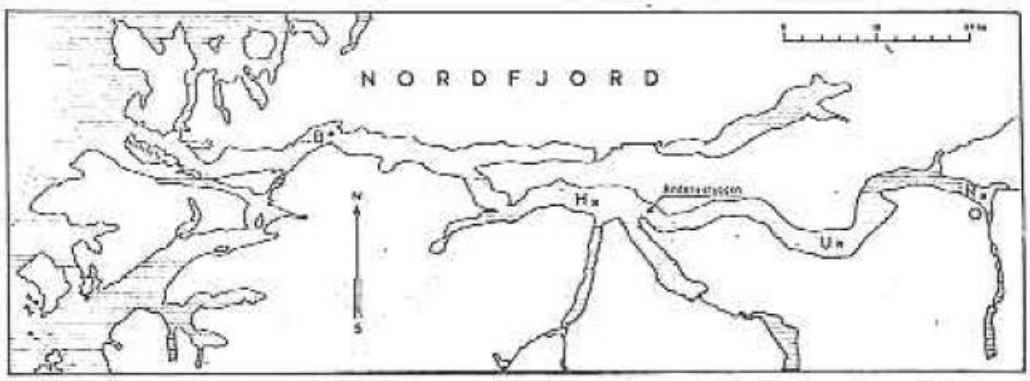
Tabell 1. Tilførslar til Lobukta med utfordringar i fylgje Vann-nett.

Pressure (5)	
Physical alteration Harbour constructions	Small degree
Point Industry (IED)	Medium degree
Point Industry (non-IED)	Medium degree
Point UWWT plant 10000 PE	Medium degree
Runoff from other agricultural sources	Small degree

1.2 Tidlegare granskingar i sjøområda i indre Nordfjord

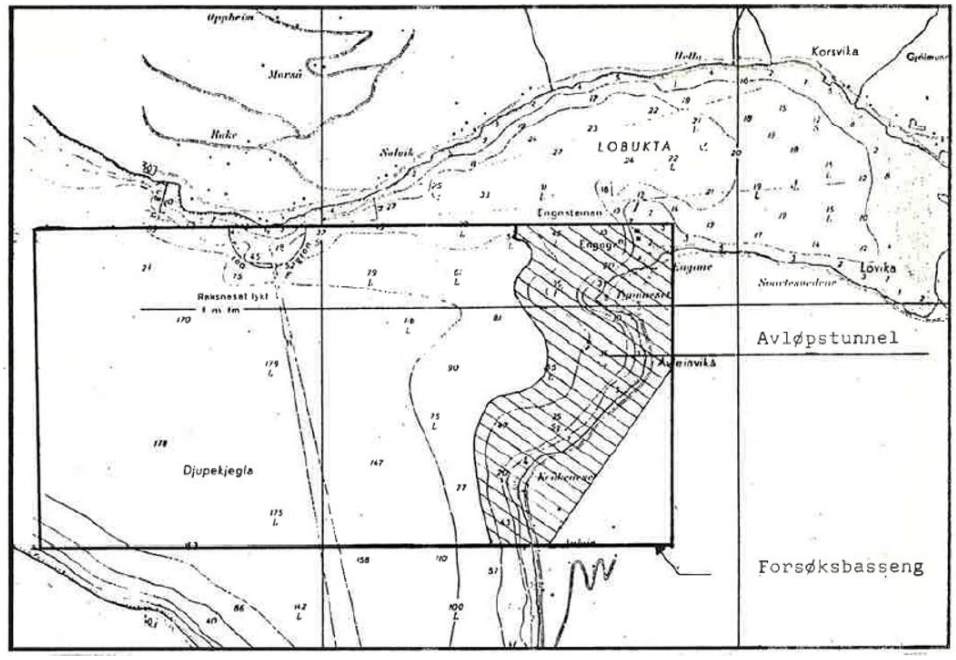
Dei første hydrografiske målingane i Nordfjord som vi kjenner til er frå 1925, utført av Geofysisk institutt i Bergen (Helland-Hansen 1943). Oldenbukta var då inkludert (Stasjon O i Figur 7). Målingar vart gjort stort sett kvart år til ut på 1950-talet. I perioden 1940-43 var det ekstra tett med målingar i Oldenbukta og Faleidfjorden (Widerøe 1956). Helland-Hansen (1943) og Sælen (1947) presenterte dette materialet. Widerøe (1956) omtalte tidsvariasjonane i måleseriane.

Vi har ikkje hatt tilgong til målingane frå den gong for å nytte i noverande prosjekt. Det vil vere nyttig å få målingane gjort tilgjengeleg for framtidige analysar med dagens moderne verkty.



Figur 7. Hydrografistasjonar frå Nordfjord, 1940. Stasjon R er i indre Faleidfjorden, stasjon O i Oldenbukta (frå Widerøe 1956).

Vassdrags-og hamnekontoret i Trondheim gjennomførte ei gransking i Lobukta og tilstøytande fjordområde i 1976 i samband med planlegging av Loen kraftverk (VHL 1976). Ved å plassere utlaupet frå kraftverket i gunstig djupne sør for Tyvaneset (Figur 8) ville ein kunne redusere eller unngå problem med islegging. Granskinga inkluderte hydrografiske målingar og teori/modellering.



Figur 8. Kart over undersøkelsesområdet i 1976 (VHL 1976).

DNV gjennomførte resipientgransking i Stryn i 1990 (DNV 1990). Same firma gjennomførte resipientgransking i 2000-2001 (DNV 2001).

NIVA gjennomførte resipientgransking i 2008 (NIVA 2008). Der er det referert til dei føregåande granskingane. Resultata er sitert i Vann-nett.

Akvaplan-niva (2025) gjennomførte resipientgransking i Stryn kommune i 2023-2025. Nokre resultat er omtalt i neste avsnitt, og måleresultat er nytta i føreliggande analysar. Prøvetakingsstasjonane i Lobukta er synt i Figur 9.

1.3 Miljøtilstanden

1.3.1 Lobukta

Lobukta har i Vann-nett økologisk og kjemisk status God. Det var tidlegare ein del merksemd rundt utslepp til bukta. DNV (2000) konkluderte med normale forhold m o t sediment, miljøgifter, gruntvassamfunn, hydrografi og næringssalt, men teikn til moderat organisk belastning på botnfauna (Vann-nett).

NIVA (2008) konkluderte med OK forhold m o t til organisk belastning. Dette var siste marine undersøking i bukta før resipientgranskinga i 2024-2025 (Akvaplan-niva 2025). Sistenemnde konkluderte med økologisk tilstand motsvarane klasse Moderat for vassførekomst Lobukta, og kjemisk tilstand God. I Lobukta var sedimentfauna på stasjon B1 og makroalgar på strandsonestasjonen G8 Tyvaneset (Figur 9) begge i tilstandsklasse Moderat. Stasjon B1 var sannsynlegvis påverka av utsleppet i det området.

Strandsonestasjonen G8 låg også nær utsleppspunktet og viste nokre teikn til eutrofiering fordi det vaks ein del opportunistiske algar på stasjonen. På sedimentfaunastasjonen B2, litt lenger ut frå utsleppspunktet, samt stasjon M3 midtfjords var tilstandsklassen for sedimentfauna hhv. God og Svært god i 2023. Dette indikerer ein gradient i påverknad frå dagens utsleppspunkt.

Fysisk-kjemiske parametrar var i tilstandsklasse Svært god eller God gjennom heile måleperioden 2024-2025 på stasjon Loen (Akvaplan-niva 2025). Sedimentkjemi var i tilstandsklasse Svært god på stasjon B1, og God på stasjon M3 og B2.

Ut frå resultata i siste resipientgransking fekk vassførekomst Lobukta økologisk tilstand klasse Moderat, og Kjemisk tilstand God (Akvaplan-niva 2025).

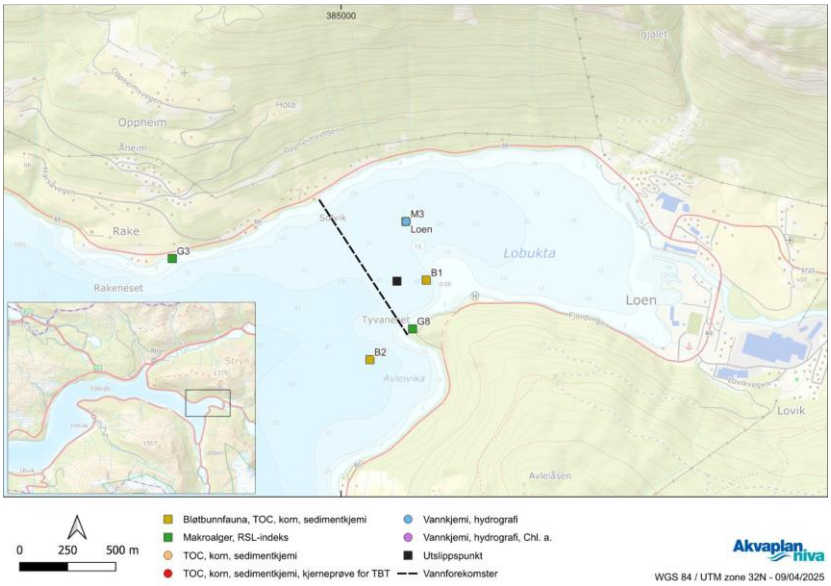
Tilførslene til vassførekomsten viser auke særleg av totalfosfor frå avlaup sidan rundt år 2013 (NIVA 2025; Figur 10).

1.3.2 Faleidfjorden

Faleidfjorden har i Vann-nett økologisk status Moderat og kjemisk status God (Vann-nett juni 2026). Den har langt større areal og vassvolum enn Lobukta og større resipientkapasitet. Siste resipientgranskinga konkluderte med same klassifisering.

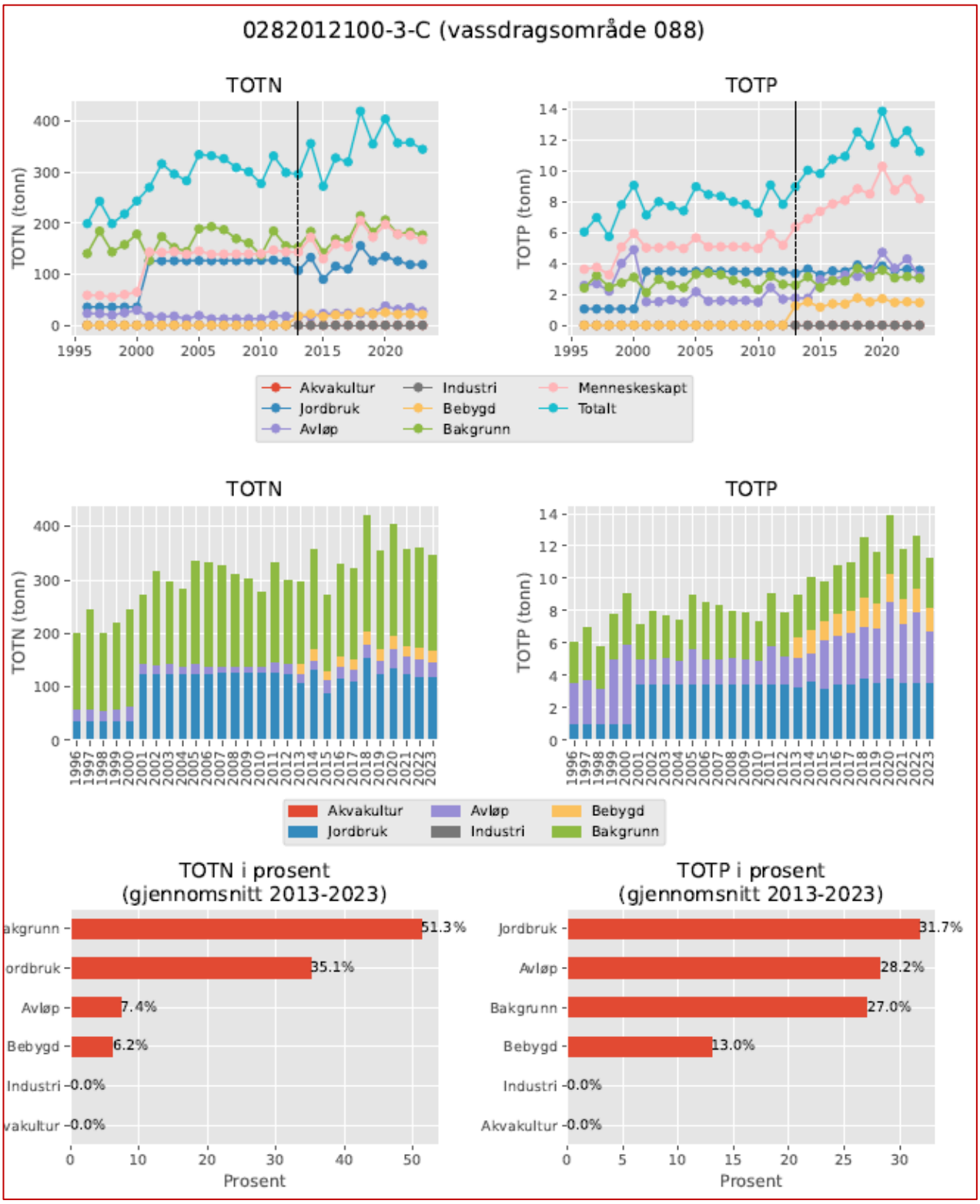
Prøvetakinga i sjøen under resipientgranskinga (Avsnitt 2.4, Tabell 4) synte litt betre næringssaltverdiar i Faleidfjorden, samanlikna med Lobukta. Sikten i sjøen var også best i Faleidfjorden (Tabell 3).

Oksygenverdiane i djupvatnet ved botn i Faleidfjorden var til dels låge, og lågare enn i Lobukta. Resultata er imidlertid ikkje direkte samanliknbare i og med at Lobukta er langt grunnare og ikkje har nokon terskel mot fjorden utanfor. I øvre lag har Faleidfjorden gode oksygentilhøve (jamfør med hydrografiprofilane).



Figur 9. Prøvetakingsstasjonar i resipientgranskinga i 2023-2025 (Akvaplan-niva 2025).

NIVA (2025) rapporterte utvikling i tilførsler av forureining til norske fjord- og kystområde siste 30 år. Rapporten er inndelt pr vassområde evt. vassførekomst. Figur 10 syner utviklinga i tilførsler til Lobukta. Det synest ha vore ein auke i tilførslar av nitrogen og fosfor etter om lag 2012-2013 (Nordfjord Kjøtt fekk utvida utsleppsløyve i 2012.)

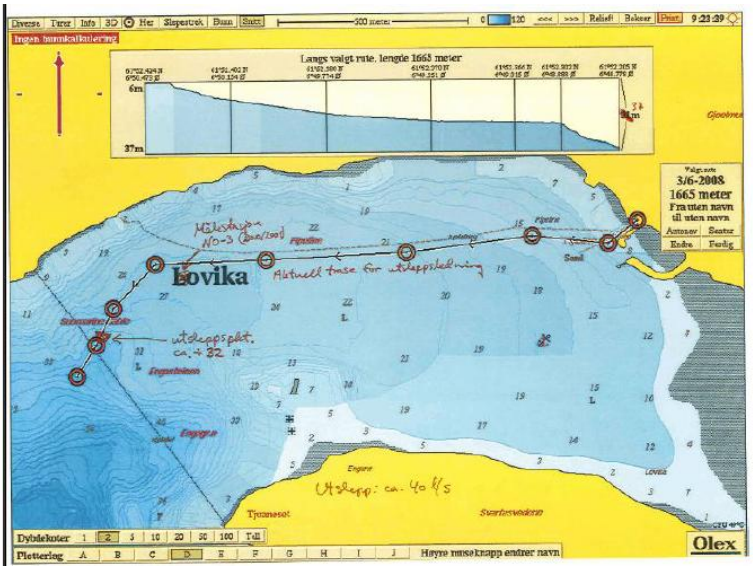


Figur 10. Tidsutvikling i tilførsler til Lobukta siste 30 åra. Frå NIVA (2025).

1.4 Det framtidige utsleppet

Dagens utslepp frå Loen reinseanlegg går ut i munningen av Lobukta (Figur 6, Figur 9). I følgje opplysningar frå kommunen vart enden av røyret for nokre å sidan flytta litt vestover, retning Rake (Figur 11), der straumen tenderer meir til å gå utover fjorden. Dette kan ha skjedd før 2008, då kartet under er henta frå ein rapport det året (Molvær og Stålstrøm 2008).

Utsleppsløyvet for det eksisterande utsleppet motsvarar 10.000 pe. Eit vesentleg bidrag har kome frå Nordfjord Kjøtt, som har eige reinseanlegg, med påslepp til det kommunale nettet. Verksemda fekk fornya utsleppsløyve i 2012.



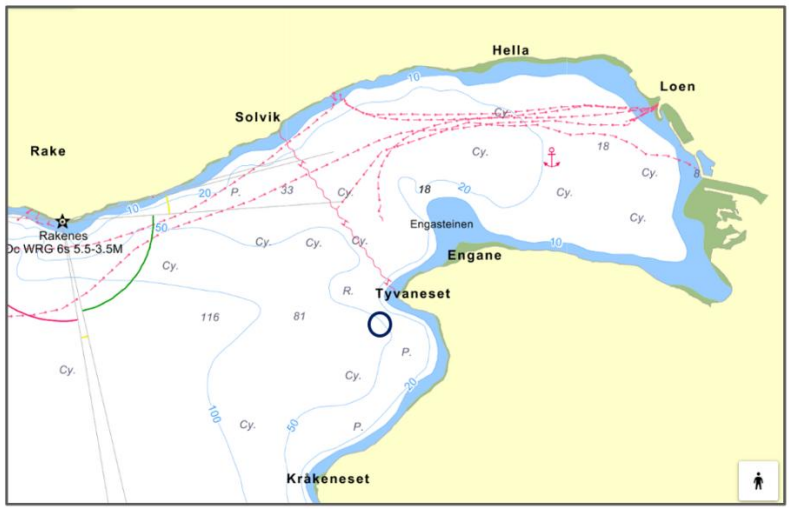
Figur 11. Kart med avlaupsleidningen som rapportert av Molvær og Stålstrøm (2008).

Den eksakte plasseringa av nytt utslepp ved Tyvaneset er enno ikkje bestemt. Figur 12 indikerer plassering slik kommunen førebels ser den for seg, på rundt 50 m djup.

Det er tale om å slå saman avlaup for heile Stryn kommune. I så fall vil dette verte eit relativt stort utslepp, > 20.000 pe, med dei vassmengdene dette inneber (50 l/s i gjennomsnitt).

Miljøbelastninga vil avhenge av reinsegraden. Storleiken på anlegget tilseier at nitrogenfjerning kan verte aktuelt.

Våre val av tentative storleikar for det framtidige utsleppet er omtalt i kapittel 3.



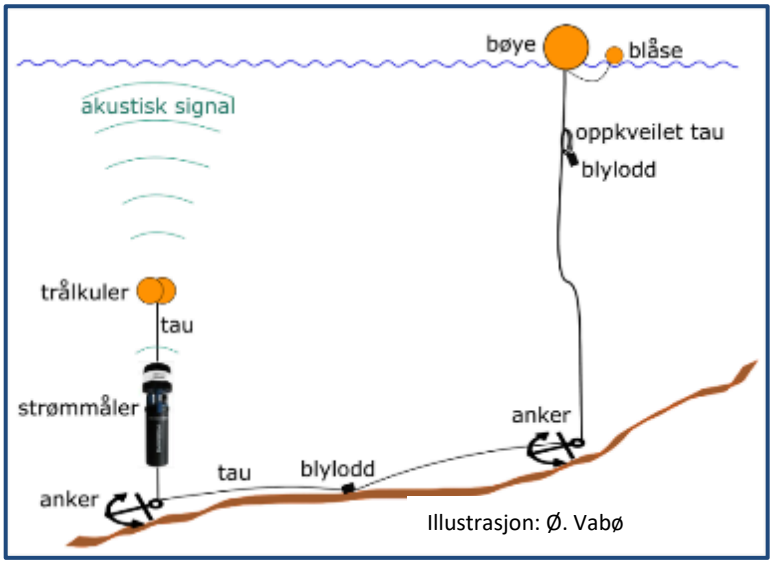
Figur 12. Skissert plassering av enden av avlaupsleidningen frå framtidig reinseanlegg på Tyvaneset. Strømmålingane i 2025 vart utført i det indikerte punktet.

2 Målingar og prøvetaking

2.1 Strømmåling

Det vart utført strømmåling med ein profilerande Doppler målar i sjøen ved Tyvaneset i perioden 19/6 2025 kl 10 til 21/7 2025 kl 13 i området som er antyda som aktuelt for utsleppet (Figur 12). Målepunktet var på 57 m djup. Figur 13 syner riggoppsettet.

Til målingane vart det nytta ein profilerande akustisk strømmålar (Acoustic Doppler Current Profiler, ADCP) av typen Aanderaa Seaguard II. Denne sender ut eit sett 600 kHz lydsignal i fire strålar og måler lyden som blir reflektert av bobler og partiklar i vatnet. Målaren har rekkevidde på rundt 50 m i sjøen. Ved hjelp av Dopplereffekten blir farten til vatnet rekna ut i spesifiserte sjikt og ein får vertikale profilar av strømfart i vassøyla over tid, over instrumentet.



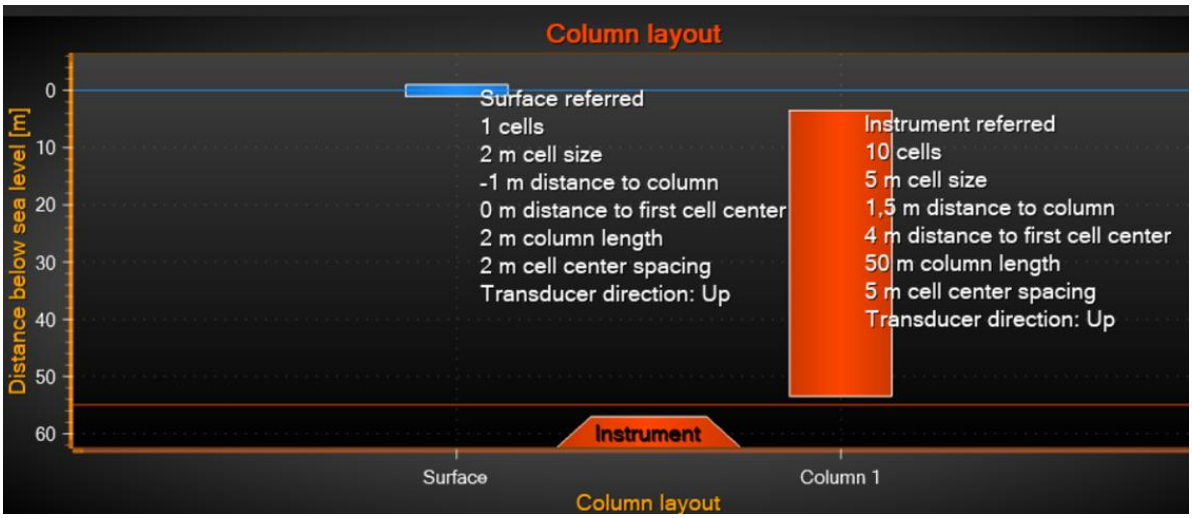
Figur 13. Riggopplegget for strømmålaren ved Tyvaneset.

Måleoppsett

Strømmålaren var stilt inn til å måle strømprofil ein gong pr. halvtime, i 10 vertikale celler over instrumentet. Kvar celle var 5 meter i vertikalen, og celle Nr 1 var nærast målaren. Den ekstra overflatecella var 2 m tjukk (Figur 14). Den nedste (djupaste) cella byrja 1.5 m over instrumentet. Det var ingen store tekniske forstyrringar som førte til databortfall i løpet av måleperioden. Den første målinga skjedde under utsetjinga og denne vart fjerna. Det stod att ein tidsserie på om lag 2.700 måleprofilar.

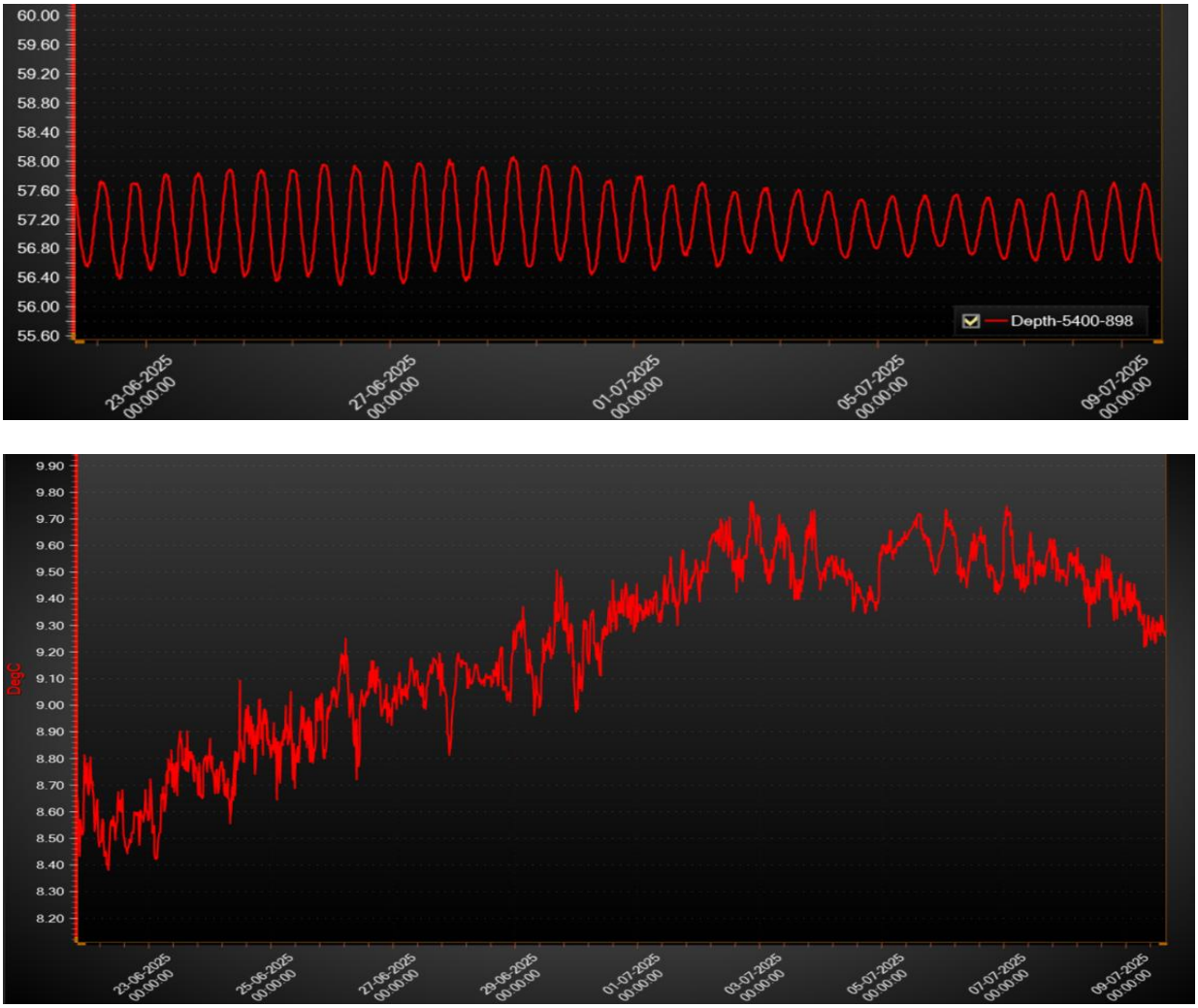
Kvalitetskontroll av data inkluderte å sjekke tidsserien for rørsler av sjølve instrumentet, eventuelle uventa toppar i ekkostyrke, kryssdifferanse mellom dei ulike strålane (eit mål på datakvalitet) og korreksjon for magnetisk deklinasjon på posisjonen.

Figur 15 syner målt havnivå (flo-fjøre) over instrumentet og målt sjøtemperatur ved måleinstrumentet.

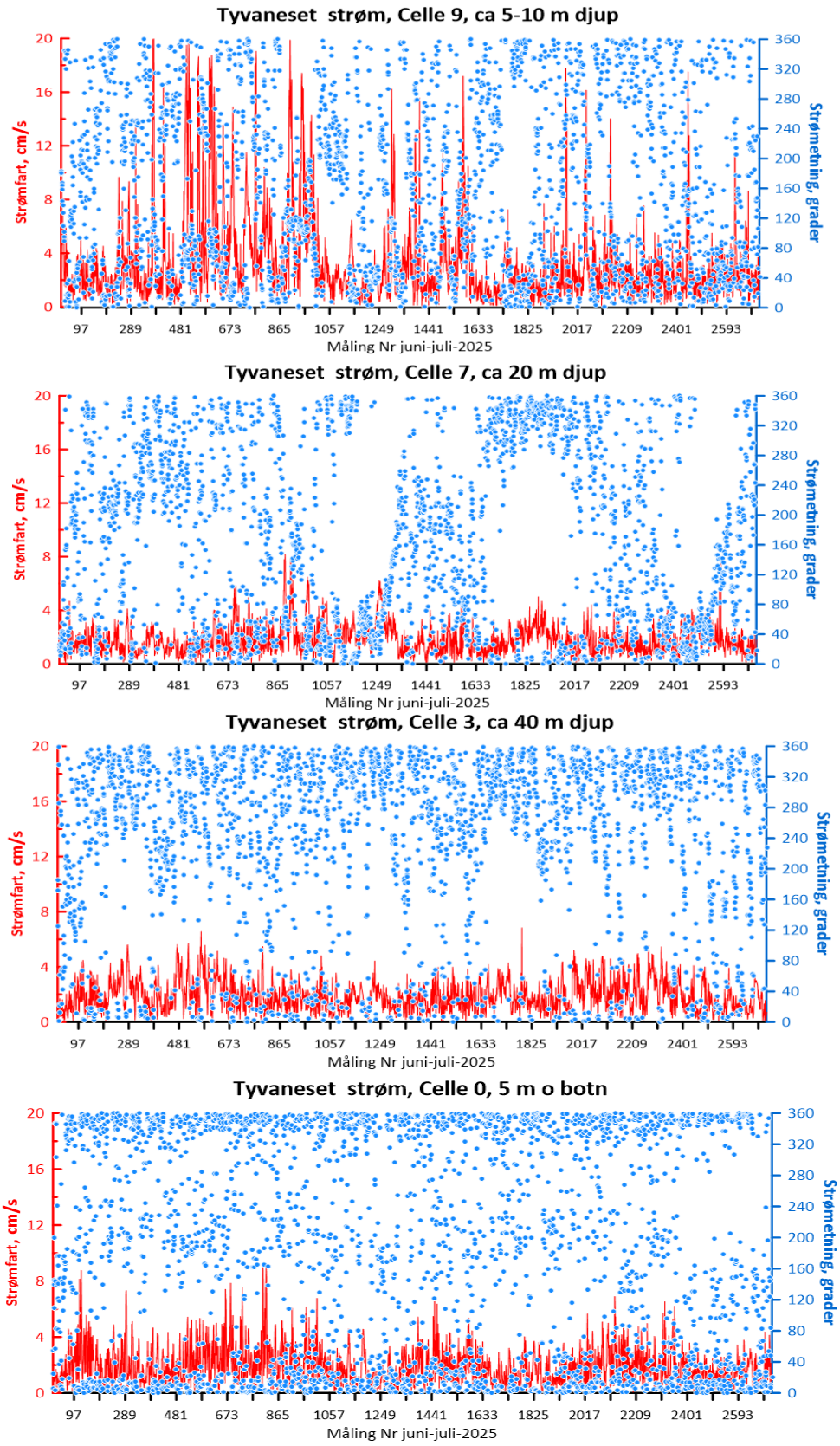


Figur 14. Forklaringar for måloppsettet for Tyvaneset.

2.1.1 Resultat



Figur 15. Målt havnivå over måleinstrumentet, og sjøtemperatur i målardjupet, 19/6 -23/7 2025.

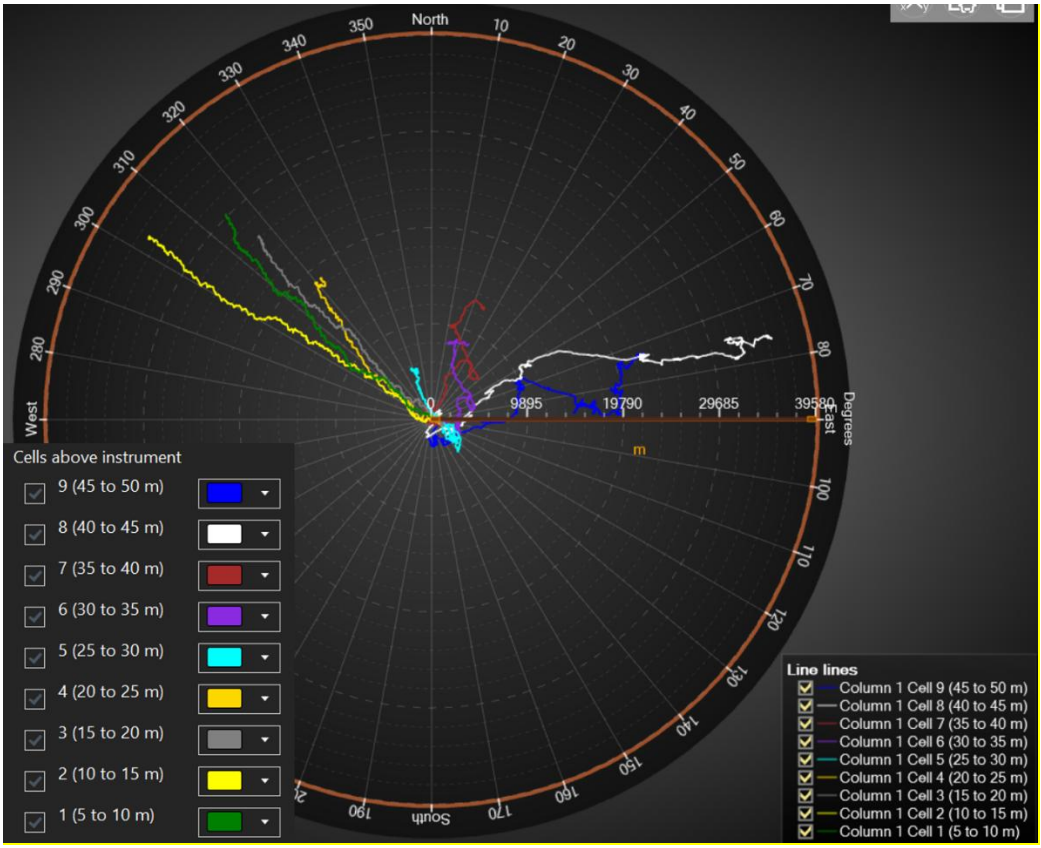


Figur 16. Målt strømfart og retning i fire djup (måleceller) i måleperioden ved Tyvaneset.

Målt strømstyrke og tilhøyrande strømretning er synt som tidsseriar i Figur 16. Vedlegg 1 har plott av alle måleseriane for strømstyrke. Strømmen i overflata (Vedlegg 1) var sterkast, med målingar opp mot 90 cm/s.

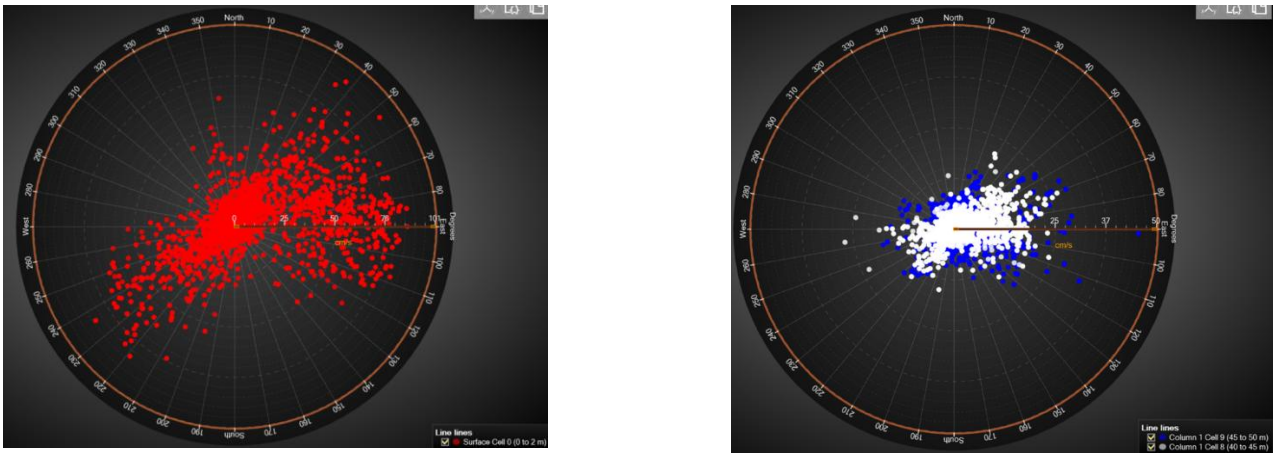
Svakast strøm var det i mellomsjikta frå om lag 20 m djup ned til 40 m djup. Så auka strømmen litt igjen ned mot botnen, men verdiane frå 20 m og ned var vedvarande under 10 cm/s.

Strømretninga (Figur 16) var hyppig retta mot sør-søraust, tydelegast mot sør nær botnen. Progressiv vektor diagramma av måleresultata (Figur 17) synte sterkast nettostrøm i sjikt nær overflata, og ved botnen. Nettostrøm-retninga var imidlertid ulik, med netto transport mot sørvest i djupe sjikt, og mot aust-nordaust i dei to grunnaste målecellene. Dette siste kan vere effekt av vind i måleperioden, med hyppig innslag av sørvest vind. Spreiingsdiagramma for målingane i øvre sjikt (Figur 18) indikerer to hovudretningar: Mot sørvest-vest og mot aust. Eit vektormiddel kan dermed med to slike likemektige punktskyer gje nettostraum mot søraust. Tidevatnet påverkar strømmen og forårsakar dreiing og strømsnu dagleg, og dermed innslag av mange retningar i diagramma.



Figur 17. Progressiv vektor plott for målingane i celle 1-9.

Det generelle inntrykket av den målte strømmen er illustrert i isolineplott i Figur 19. Diagramma gjev eit oversyn over faste trekk, og variasjon, med tid og med djup. Eit karakteristisk trekk er straumskilje i rundt 10-12 m djup, med sterkt strøm over, og svakare under gjennom dei første tre vekene av måleperioden. Hyppigare innslag av stømretning mot nordaust (blå farge) i øvre lag, og meir innslag av sørvestleg strøm (grøn, gul) kan sjåast i retningsdiagrammet.



Figur 18. Spreiingsdiagram for målingane i overflata (til venstre) og i dei næraste målecellene 8 og 9.

Tabell 2 syner statistikk for strømmålingane i 4 utvalde djup. Strømfarten var, som allereie nemnt, sterkast i øvste målecellene, både for middelverdi og max verdi. Sistnemnde var av storleiksordenen 5 x verdiane i måledjupa lenger nede, der verdiane låg i intervallet 1.7-1.9 cm/s (middelverdi) og 6-9 cm/s (max verdi). Det var (svakast strøm i sjikt rundt 24 m djup.

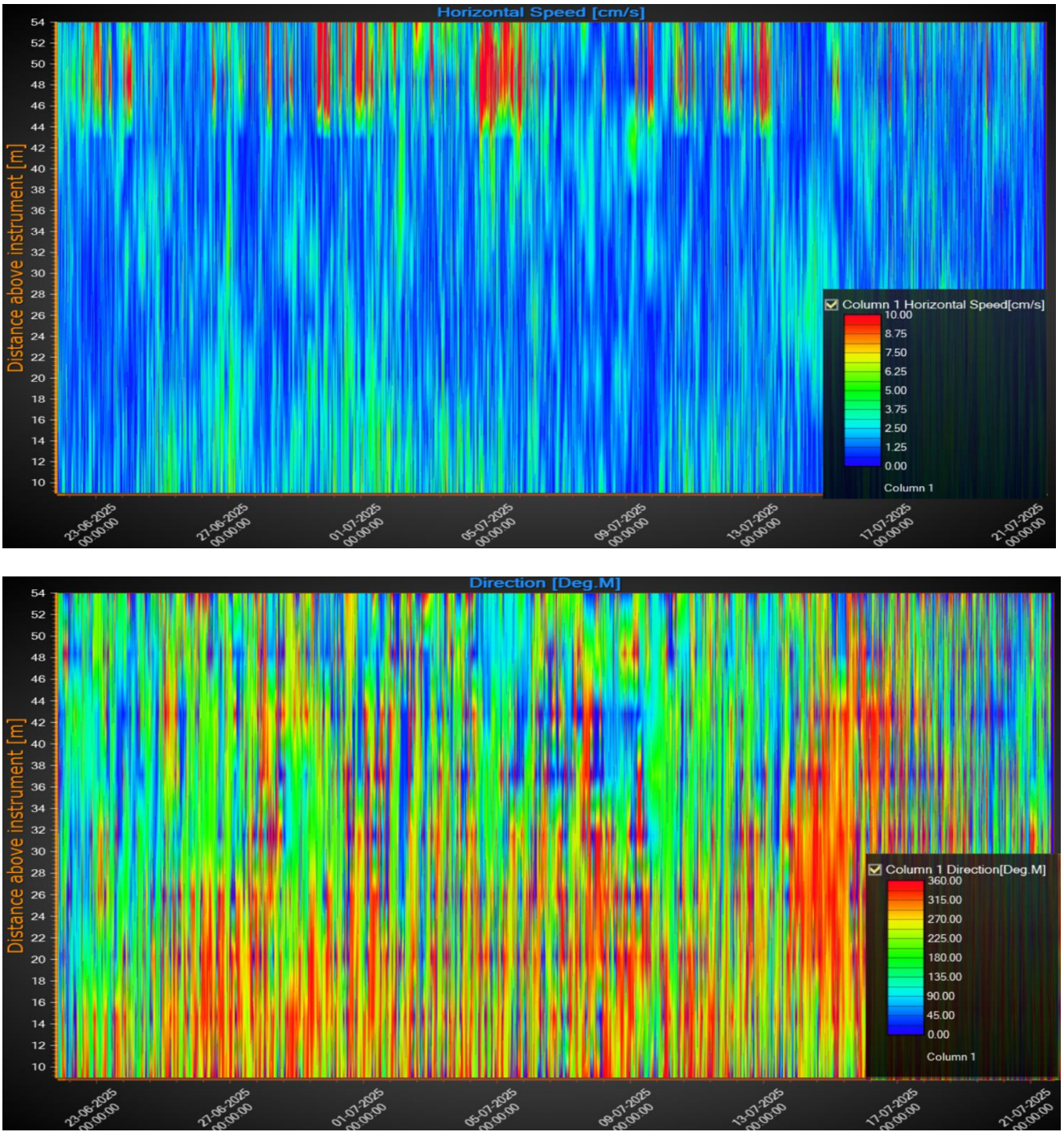
2.2 Hydrografi

Hydrografiske målingar gjev informasjon om lagdeling i sjøen og tidsvariasjon. Slike data dannar del av grunnlaget for modellsimuleringar for neddykka utslepp.

Resipientgranskinga gjennomført i 2023-2025 inkluderte hydrografiske målingar og prøvetaking i Lobukta og i Faleidfjorden. Desse målingane er rapporterte i Akvaplan-niva (2025). Målingane i Faleidfjorden vart gjort lengst vest, vest for Faleide. Så målingane ytst i Lobukta er sannsynlegvis mest representative for tilhøva ved Tyvaneset.

I tillegg til dette vart det målt hydrografi ved Tyvaneset sommaren 2025 i samband med utsetting og opptak av strømmålaren.

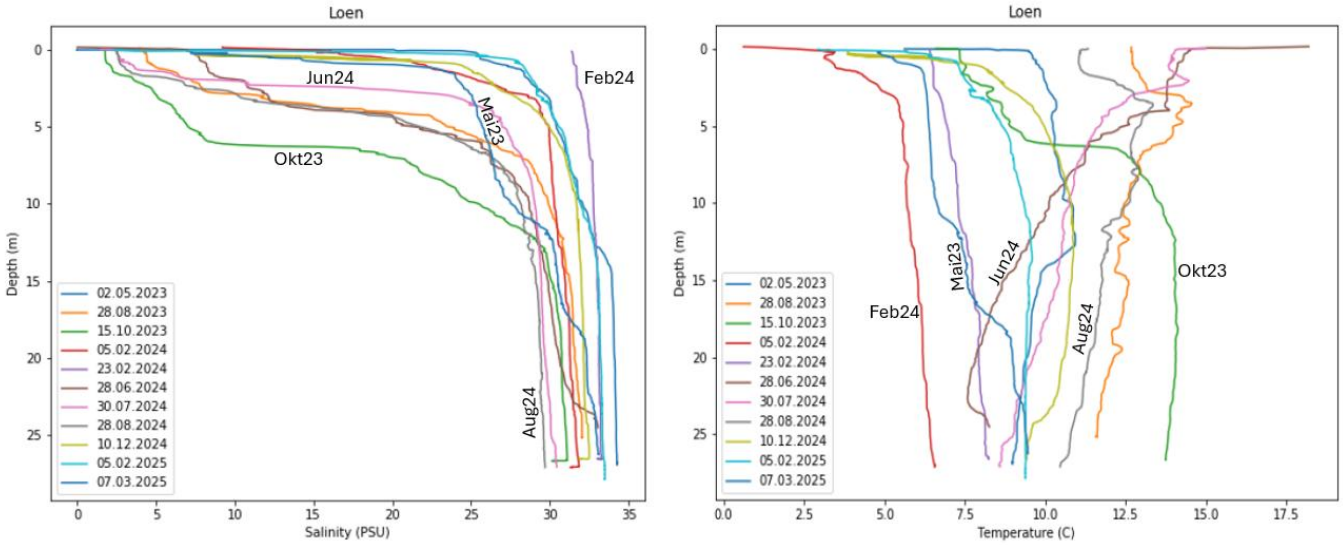
Målingane av hydrografiske parametrar og oksygen vart gjort frå båt med ei CTD-sonde («Conductivity», «Temperature», «Depth»; RBR Concerto3) i tillegg utstyrt med ein kalibrert oksygensensor og turbiditetsmålar.



Figur 19. Isolineplott av målt strømfart og strømretning (strøm i retning mot-) i måleperioden, med alle målecellene. Djup langs Y-aksen.

Tabell 2. Statistikk for strøm i fire måleceller ved Tyvaneset sommaren 2025.

Djup (meter)	55-50	25-20	15-10	10-5
Straumfart (cm/s)				
Gjennomsnitt	1,91	1,69	3,77	3,61
Maks	9,12	6,33	32,78	45,19
Standardavvik	1,29	0,96	5,03	4,83
Straumretning (°)				
Gjennomsnittleg straumretning	191	167	163	165
Straumretning	S	SØ	SØ	SØ



Figur 20. Målt salinitet og temperatur i sjøen i Lobukta i perioden mai 2023- mars 2025.

Alle målte profilar av salinitet og temperatur under resipientgranskinga er synt i Figur 20. Målingane rakk til om lag 30 m djup. Variasjonen med tid er størst i dei øvre 10 m av vassøyla. Juli og august 2024 hadde varmast vatn i overflata, med verdiar runde 15 ^{o}C. Djupare ned utmerka oktober 2023 seg med temperatur over 14 grader, elles låg verdiane djupast nede mellom 8-12 grader. Oktober 2023 representerte målingane med lågast salinitet i overflatelaget (S< 20 grunnare enn 6 m djup). Sprangsjiktet varierte med årstida, frå minimum 1 m til maksimum 6 m djup. Nær botnen låg saliniteten for det meste i intervallet 30-34.5.

Figur 21 Syner målt temperatur og salinitet ved posisjon for strømmåling ved Tyvaneset sommaren 2025. Desse målingane er nyttige å bruke i modellsimuleringane, sidan dei er frå området der utsleppet er planlagt, og der strømmålingane vart utført. Frå start av strømmålingane i juni til avsluttinga i juli var

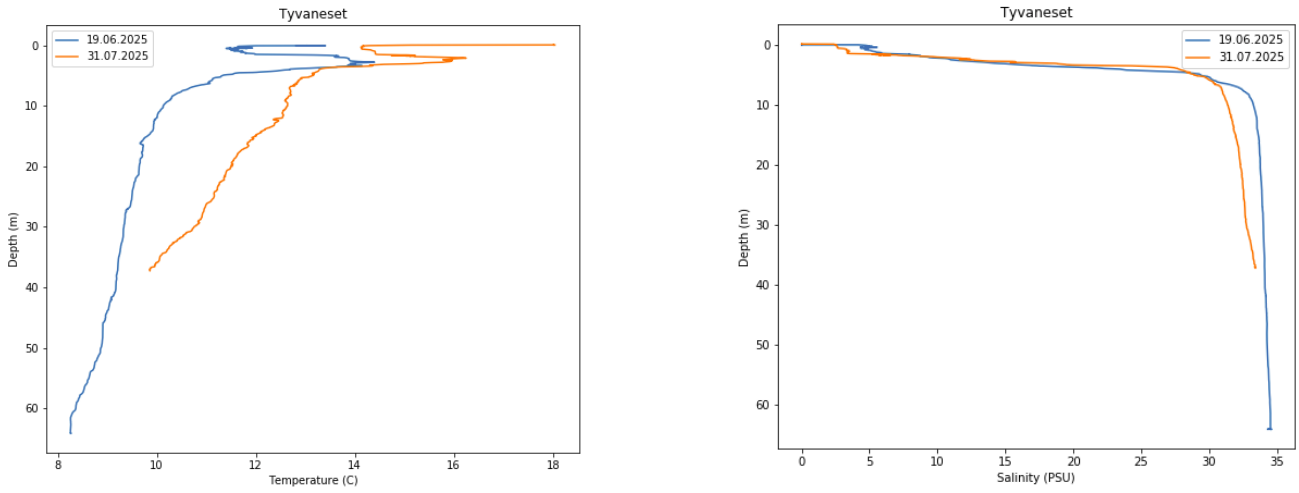
saliniteten redusert med 1-2 einingar frå 5 m djup og nedover. Temperaturen auka med om lag 2 grader. Sprangsjiktet låg tilnærma uendra, i 2-5 m djup.

Dei hydrografiske profilane frå tidspunkt for utsetting og opptak av strømmålaren (Figur 21) indikerte eit sprangsjikt i djupneintervallet 4-7 m. Strømålingane frå rundt 5-10 m djup representerer dermed ikkje det øvste (brakke) laget, men eit mellomsjikt som kan ha inkludert sjikt med ulike retningar til same tid (strømskjær).

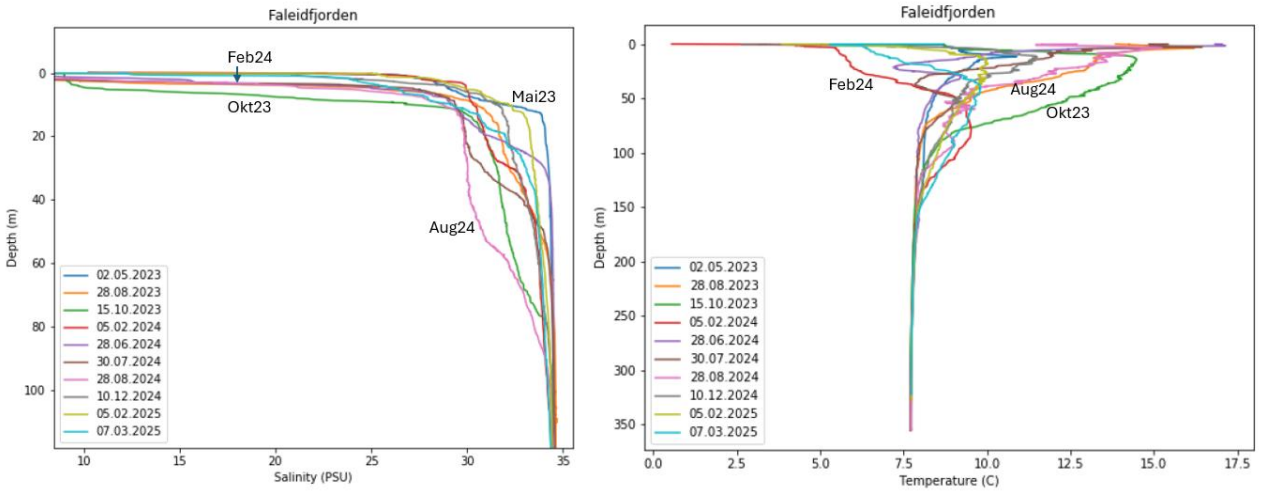
Det markerte skiljet mellom strømmen i overflatelaget ned til ca 10 m djup og strømmen lenger nede, er reflektert i målingane av temperatur og salinitet i sjøen på tidspunktet for utsetting av strømmålaren. Det kan antydast eit sjikt med mindre salt vatn ('brakkvatn') frå overflata ned til om lag 10 m djup, og så eit sjikt med anna retning djupare nede.

2.2.1 Lobukta versus Faleidfjorden

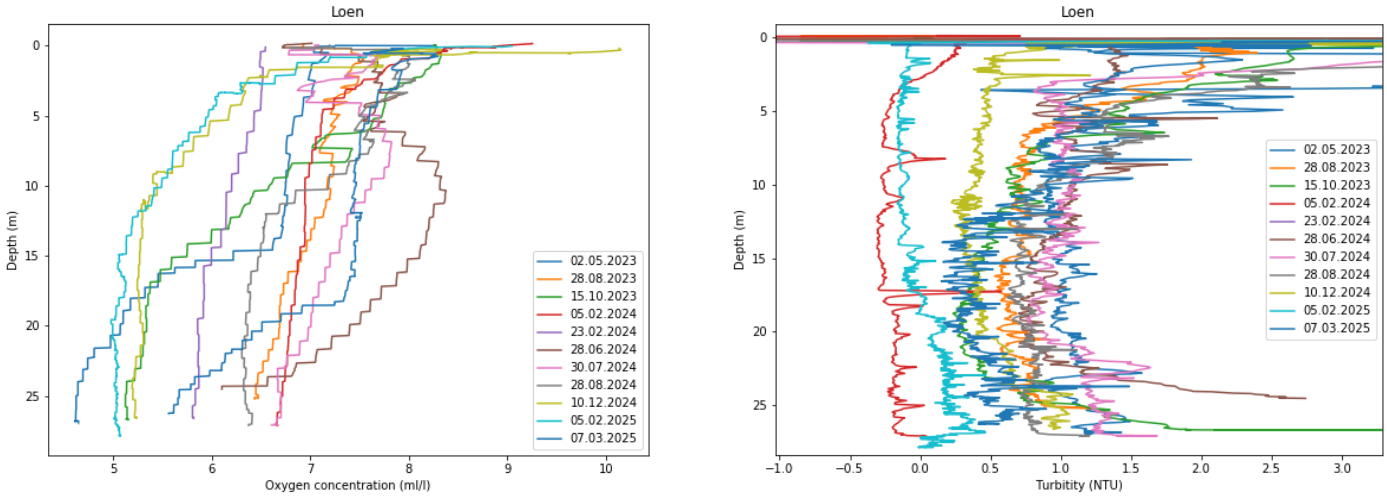
Sidan det framtidige utsleppet vil ligge i Faleidfjorden, nær Lobukta, har vi teke med målingane også frå Faleidfjorden, i Figur 22. Dei store trekka i samanfallande djupner er ganske like målingane på dei to stadane. Februar 2024 hadde dei lågaste temperaturane i øvre lag, mens august 2024 var varmast. Djupare nede hadde oktober 2023 høge temperaturar, som i Lobukta. Oktober 2023 hadde djupast lågsalint, brakt øvre lag, ned til 7-8 m djup begge stadar. August 2024 hadde lågast salinitet under øvre lag, ned til 50-60 m djup.



Figur 21. Målt temperatur og salinitet i sjøen ved Tyvaneset sommaren 2025, i sbm utsetting og opptak av strømmålaren.



Figur 22. Målt salinitet og temperatur i Faleidfjorden 2023-2025.



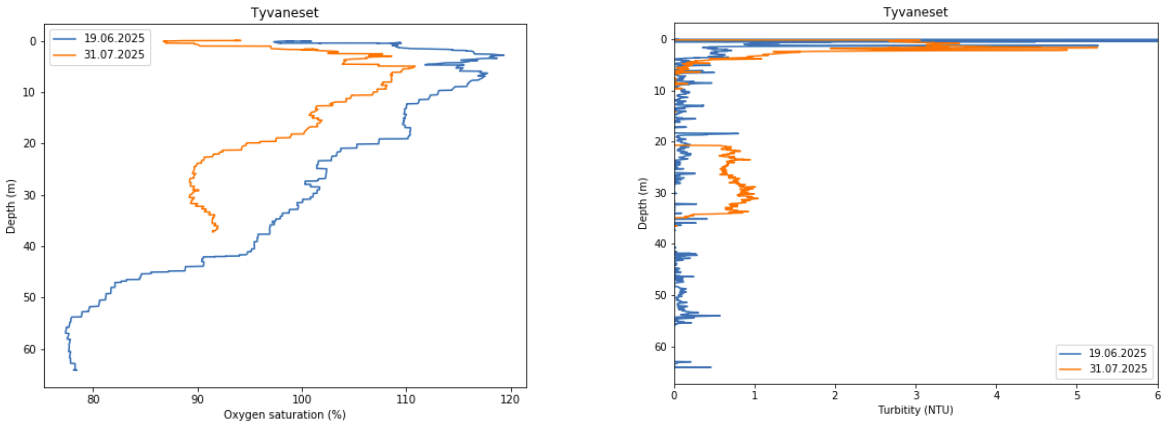
Figur 23. Målt oksygenkonsentrasjon og turbiditet (ukalibrert) i sjøen i Lobukta 2023-2025.

Oksygen og turbiditetsmålingane i Lobukta 2023-2025 er synt i Figur 23. Oksygen synte til dels høge verdiar i nokre tilfelle som i juni 2024, rundt 10 m djup. Lågaste verdiane var om vinteren 2024-2025.

Det var ved dei fleste måletidspunkta markert fall i oksygenverdiar mot botnen, noko som kan tyde på eit visst O_2-forbruk i sedimenta. Figur 24 syner målt oksygenmetting ved Tyvaneset 19. juni og 30. juli 2025. Ved begge tidspunkta var det markert overmetting i sjikt ned til rundt 20 m djup. Oksygen-mettinga var over 75 %, med eit visst fall i verdiar frå juni til juli.

Turbiditet (partiklar i vatnet) varierte frå lågaste verdiar om vinteren til høgast om våren/sommaren, og generelt høgast verdiar ved overflata og ved botnen.

Det var låg turbiditet i sjøen utanom i overflata og i eit sjikt 20-35 m djup 30. juli.



Figur 24. Oksygenmetting (%) og turbiditet ved strømmålarriggen sommaren 2025.

2.2.2 Sesongmessig variasjon i hydrografi

Fjordane gjennomgår variasjon i hydrografi gjennom året, påverka av endringar på kysten og meteorologiske og hydrologiske tilhøve. Det kan sjå ut som at sommaren 2023 var noko ulik sommaren året etter. Noko av skilnadane kan delvis forklarast med lite målingar i 2023. Inntrykket er saltare og kaldare vatn i 2023 enn i 2024. August 2023 hadde litt høgare oksygenverdiar enn august året etter.

Vertikalprofilane syner at sommaren 2023 låg det øvre sprangsjiktet i 8-10 m djup. Om hausten låg det i rundt 20 m djup og i januar 2024 rundt 5 m djup. Det var varmast i øvre lag i august, og djupare nede i november.

Fire av dei målte profilane som representerer typisk sesongvariasjon vert nytta vidare i modell-simuleringane omtalt i neste kapittel.

Vinderen 2024-2025 hadde, som nemnt, låge oksygenverdiar. Ved fleire av måletidspunkta var det sjikt med lågare oksygenverdiar under sjøoverflata. Dette er normalt i fjordar og skuldast ofte respirasjon og nedbryting av organisk stoff som fell ned frå overflatelaget.

Tabell 3 syner målt siktdjup i Faleidfjorden og Lobukta. Lågaste verdiane var om våren/sommaren. Dei ulike fargane indikerer klassifisering, Særs god (blå), Moderat (gul). Ved dei fleste måletidspunkta hadde Faleidfjorden betre sikt enn Lobukta.

Tabell 4 syner resultat frå analysar av vassprøver for næringssalt frå fjordane i Stryn i 2023-2025. Tabellen er frå Akvaplan-niva (2025). Dei fleste verdiane for Loen og Faledfjorden fell i tilstandsklassen Svært god (blå). Unntak er for nitiritt-nitrat om sommaren.

Klorofyll (kun målt i Faleidfjorden) synte høge verdiar våren 2025 samband med vårоppblomstringa, elles låge verdiar. Det ga tilstandsklasse God for Faleidfjorden.

Tabell 3, Målt siktdjup i Lobukta og Faleidfjorden 2023-2025

	Loen M3 (m)	NO-7 Faleidfjorden (m)
02.05.2023	5,0	5,0
12.06.2023	-	6,0
13.07.2023	-	5,0
28.08.2023	4,5	6,0
01.09.2023	-	-
15.10.2023	3,5	4,0
01.11.2023	-	-
08.12.2023	-	20,0
24.01.2024	-	23,0
05.02.2024	10,0	12,0
23.02.2024	-	13,0
06.03.2024	-	5,5
21.03.2024	-	6,0
12.04.2024	-	7,0
28.06.2024	6	4,5
30.07.2024	4	4,5
28.08.2024	3	5
10.12.2024	15	15
31.01.2025	17	20
07.03.2025	4	3,5

Tabell 4. Gjennomsnittlege verdiar for næringssalt målt sommaren 2024 i **Faleidfjorden**, Olden**, Loen** og Stryn (øvst) og vinteren 2024-25. Nedst: Oksygenverdiar frå resipientgranskinga i 2023-2025. Prøvene vart tekne frå båt med ein Niskin-vasshentar og analysert i lab.

Sommar	Olden M2	Loen M3	Stryn M6	Faleidfjorden NO-7
Total fosfor	10,5	5,9	4,8	4,4
Fosfat	7,0	1,7	1,5	1,0
Total nitrogen	150,0	133,3	146,7	130,0
Ammonium	10,5	10,9	10,0	8,6
Nitritt+nitrat	19,6	12,7	19,7	12,6

Vinter	Olden M2	Loen M3	Stryn M6	Faleidfjorden NO-7
Total Fosfor	8,6	9,2	7,8	8,3
Fosfat	7,3	7,1	6,6	6,6
Total Nitrogen	253,3	206,7	203,3	216,7
Ammonium	16,7	13,3	11,7	11,7
Nitritt+nitrat	50,3	44,7	43,0	36,3

	Olden			Loen			Stryn			Faleide		
	O_2 (%)	O_2 (mL/L)	Dyp	O_2 (%)	O_2 (mL/L)	Dyp	O_2 (%)	O_2 (mL/L)	Dyp	O_2 (%)	O_2 (mL/L)	Dyp
02.05.2023	73,5	4,8	64,0	71,0	4,6	26,8	75,5	5,0	100,0	34,6	2,3	355,1
28.08.2023	83,8	5,4	50,6	103,5	6,4	25,1	73,3	4,9	89,5	33,2	2,2	355,3
15.10.2023	94,9	5,8	50,7	85,7	5,1	26,7	71,3	4,7	106,7	35,2	2,4	355,2
05.02.2024				95,3	6,7	27,1	79,5	5,2	102,7	39,5	2,6	355,2
23.02.2024	83,9	5,4	59,9	87,5	5,8	26,6	75,2	4,9	106,9			
28.06.2024	76,2	5,1	66,2	91,9	6,1	24,5	79,3	5,3	117,7	38,0	2,5	354,5
30.07.2024	75,9	5,0	63,9	99,0	6,6	27,1	76,8	5,1	119,6	37,6	2,5	355,1
28.08.2024	87,5	5,9	61,0	98,6	6,4	27,1	72,9	4,8	102,4	37,7	2,5	355,4
10.12.2024	75,4	4,9	61,7	80,3	5,2	26,6	73,7	4,9	97,1	39,8	2,6	305,7
31.01.2025	75,5	4,9	57,8	78,4	5,1	27,9	73,8	4,8	90,9	38,9	2,6	327,4
07.03.2025	77,7	5,0	63,8	86,0	5,6	26,3	77,2	5,0	67,9	39,3	2,6	321,0

3 Modellsimuleringar for spreiing av avlaupsvatn

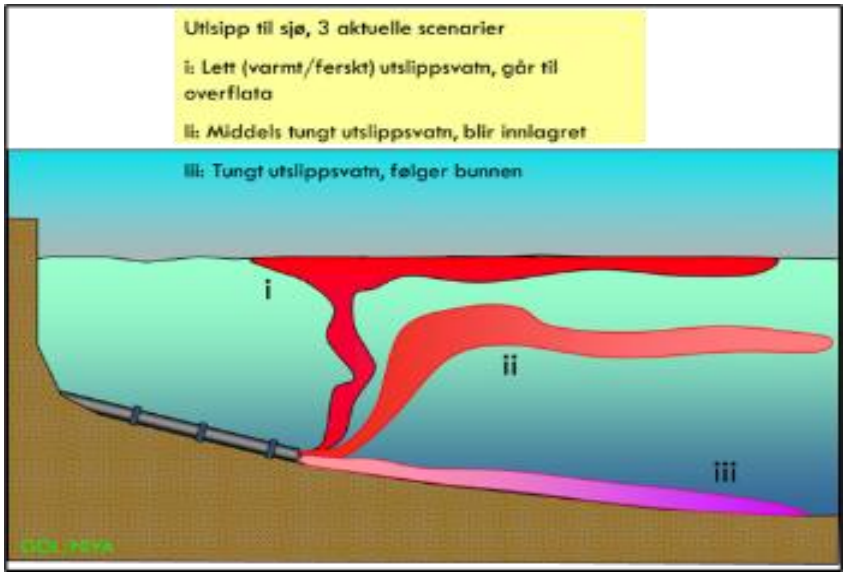
Det planlagte utsleppspunktet ved Tyvaneset ligg ikkje i umedelbar nærleik til elvemunningar. Soleis er det ikkje naudsynt a ta særlege omsyn i høve til påverknad inn mot elv, slik tilfellet var for simuleringane i 2008 med utslepp i munningen av Lobukta.

Viktigaste kriteriet no vil vere å få utsleppsvatnet innlagra i eit gunstig djupnesjikt, utan at det påverkar overflatelaget i sjøen, eller sjøbotnen (
Figur 25). Gjennom modellsimuleringane kan ein få stipulert sannsynleg oppførsel (spreiing, fortynning) til utsleppsvatnet etter at det har kome ut i sjøen, og få avdekka risiko for opptrenging til overflata.

Utsleppet vil bestå av ferskvatn, iblanda noko løyste stoff og evt. små partiklar. Densiteten vil bli som for ferskvatn, rundt 1.000 kg/m^3. Dette vil møte sjøvatn med densitet rundt 1.025 kg/m^3. Kontrasten i densitet vil medføre at utsleppsvatnet stig oppover i sjøen. Situasjonar med svak sjikting i sjøen vil representere størst risiko for overflatepåverknad.

Erfaring syner at det er i vinterhalvåret svakast sjikting oppstår. Snøsmeltinga på vårparten og utover sommaren vil tilføre mykje ferskvatn til fjordane og eit brakt overflatelag dannar seg. Sprangsjiktet mellom dette og vatn djupare nede dannar ei effektiv barriere for opptrening av utsleppsvatn. Ved å oppnå god innblanding og djup innlagring om våren og sommaren unngår ein ugunstige effektar som algevekst i overflatelaget som følgje av tilførslar av nitrat og fosfat og organisk stoff frå utsleppet.

Overflatepåverknad om vinteren vil medføre mindre ulemper, og vil kunne tolererast dersom det ikkje oppstår andre ugunstige effektar slik som partiklar i overflata grunna ikkje-tilfredsstillande reinsing.



Figur 25. Skisse av mogleg forløp for eit neddykka utslepp av ferskvatn til sjøresipient. Ved Tyvaneset vil ein tilstrebe å oppnå innlagring (scenario II) for å unngå direkte påverknad i overflatelaget eller på botnen. Scenario I kan representere sjøtilstand med liten sjikting, og scenario III utslepp av tungt vatn, t.d. sjøvatn brukt til kjøling.

3.1 Modellsimuleringane i 2008

Utsleppet frå dagens reinseanlegg i Loen vart vurdert og simulert i 2008, før etableringa (Molvær og Staalstrøm 2008). Enden av utsleppsleidningen på botnen av Lobukta var då planlagt lokalisert i munningen av bukta, som illustrert i Figur 11. Dimensjonerande vassmengde brukt i modellsimuleringane var 40 l/s, gjennom utslepp på 40 og 45 m djup.

Eksisterande eldre måledata frå sjøen i området vart nytta i simuleringane, som synt i Tabell 5 med alle måletidspunkta. Målingane var utført tidlegare av DNV og Havforskingsinstituttet. Målepunkta ver dels ved Loen, dels ved Olden samt lenger vest i Faleidfjorden.

Resultat for simulering av utslepp ved dei aktuelle måletidspunkta i 45 m djup, 30 l/s og 40 l/s og røyrdiameter 230 mm er synt i Figur 26. Simuleringane ga innlagring i dei fleste tilfelle for begge vassfluksane, med unntak av nokre vintersituasjonar. Ved halvert røyrdiameter vart det oppnådd innlagring ved alle tidspunkta, for begge simulerte vassfluksar.

Tabell 5. Tidspunkt for målte hydrografiske profilar som vart nytta i simuleringane i 2008.

Dato	Dato	Dato
November 1990	November 1998	November 2000
November 1993	November 1999	November 2001
November 1994	22.9.2000	November 2002
November 1995	30.11.2000	November 2003
November 1996	12.6.2001	November 2004
November 1997	24.6.2001	

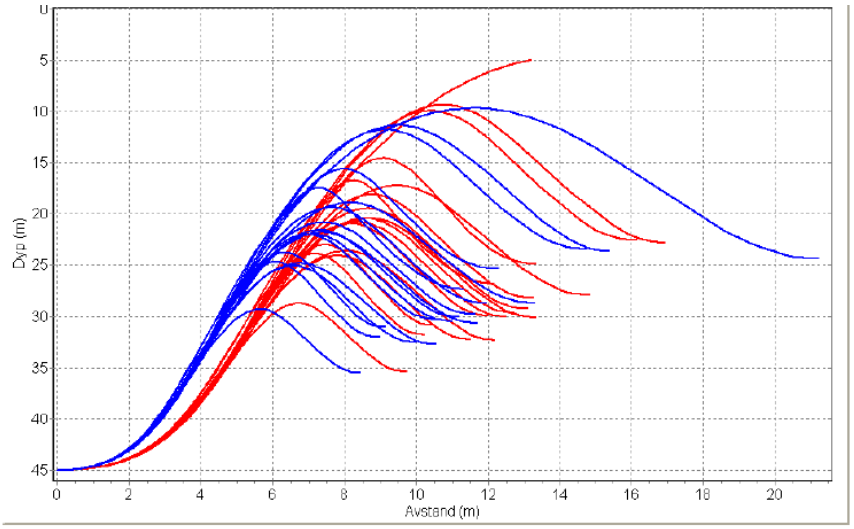


Fig. 3 Utslipp i 45 m dyp med endehull indre diameter 230 mm. Strømhastighet lav: 2 cm/s. Strålebaner ved utslipp av 30 l/s er vist med blå farge og strålebaner ved utslipp av 40 l/s har rød farge.

Figur 26. Resultat av simuleringar i 2008 av planlagt utslepp i munningen av Lobukta.

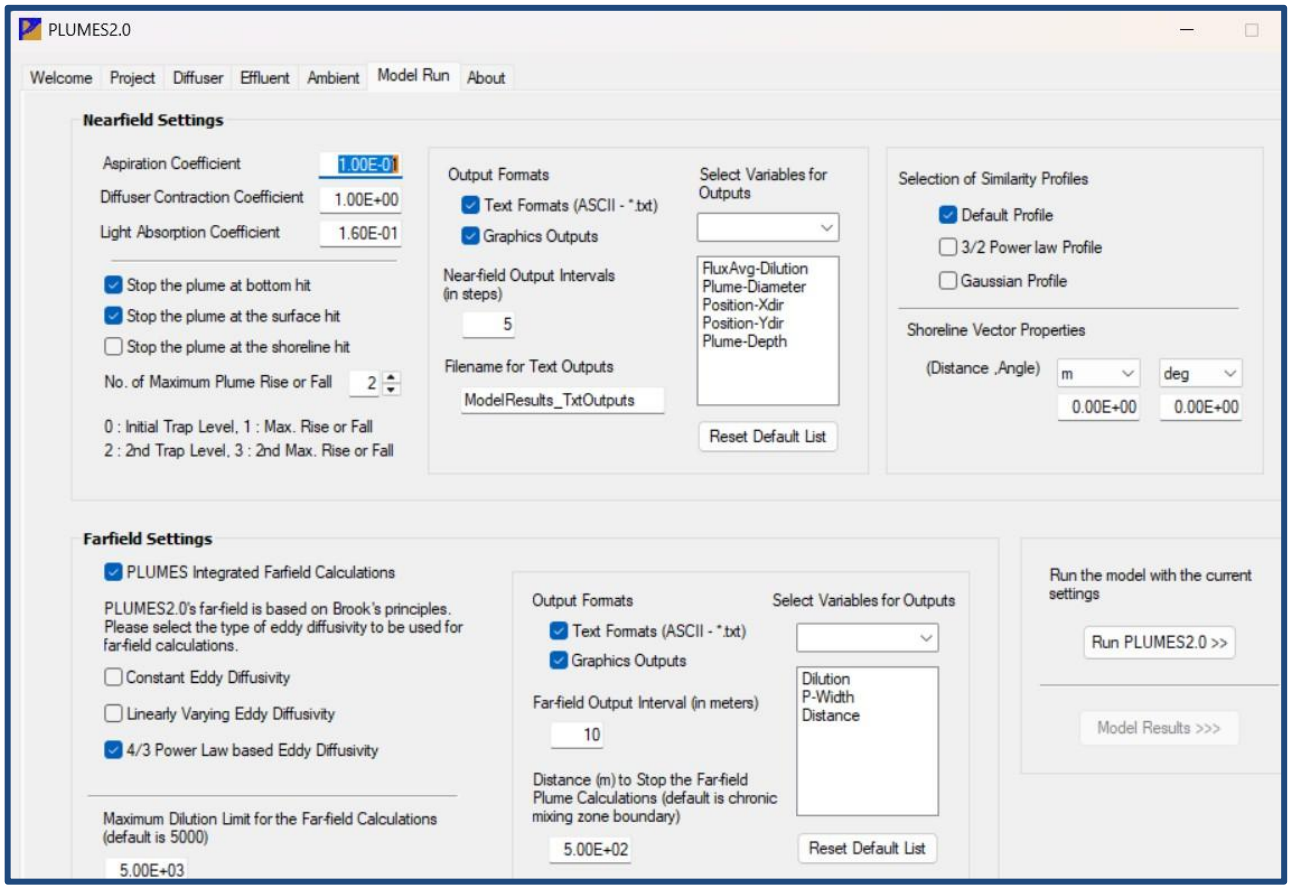
3.2 Nye modellsimuleringar

Vi har utført nye modellsimuleringar for eit framtidig utslepp ved Tyvaneset, ved hjelp av modellen Plumes 2.0. (Frick m.fl. 2003). Det er ein interaktiv modell, der aktuelle data for utsleppet og omgjevnadane vert lagt inn under eigne faner.

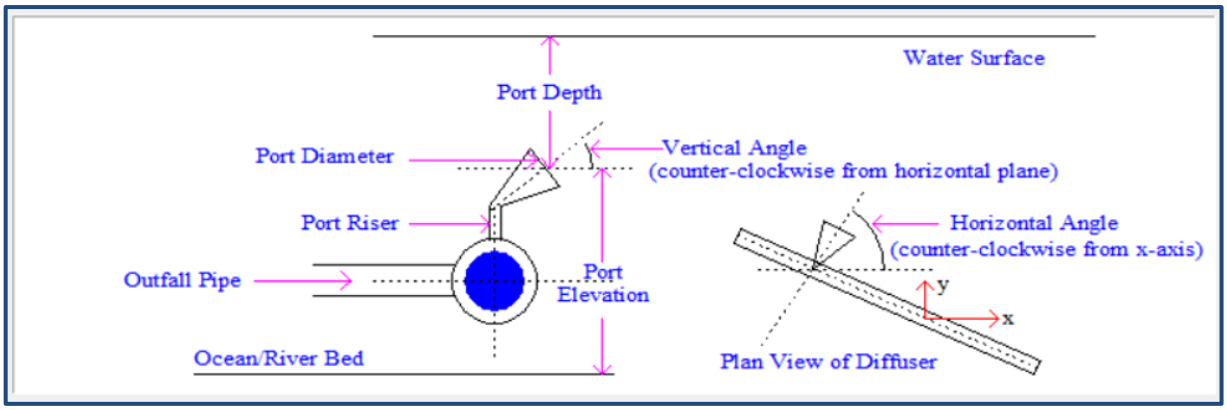
Figur 27 viser parametrar som må settast før kjøring av modellen. Fana Ambient er for målt hydrografisk profil og opplysning om strømmen i resipienten (avsnitt 3.2.1). Effluent er om utsleppet, fluks, evt komponentar i dette m.m. Diff er for geometrien av utsleppet, som illustrert i Figur 28. Andre opplysningar til modellen er gitt i avsnitt 3.2.2.

Ferskvatn som går ut i sjøen frå eit neddykka utslepp vil tendere å stige oppover i sjøen (Figur 25) mens det gradvis blir blanda med sjøvatn. Utsleppsskya ('plumen') vert gradvis tyngre og vil til slutt innlagre seg i sjøen eller i sjøoverflata (sistnemnde tilfelle er lite ønska).

Modellen gir verdiar for djupet til den fortynna utsleppsskya i nærsona og vidare nedstrøms, ved ulike senario (sesong, utsleppsdjup).



Figur 27. Skjermkopi av skjema for kjøring av modellen.



Figur 28. Parametrar som må settast om input til modelleringa.

3.2.1 Hydrografiske profilar

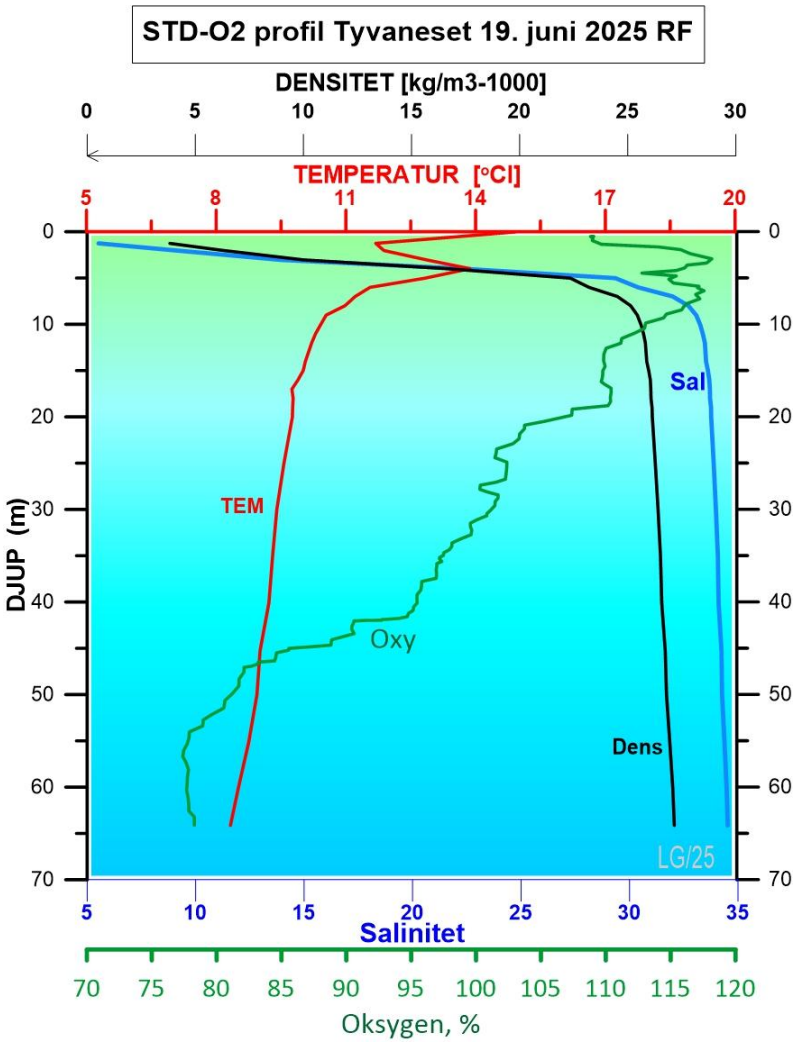
Modellsimuleringane i 2008 var basert på relativt gamle måledata, frå 1990 og utover. Tilstanden i fjordane har endra seg merkbart dei siste ti-åra, med høgare sjøtemperaturar, litt lågare salinitet, og endra sesongmønster for sjikting og utskifting. Difor er det betre å nytte dei nyare målingane frå resipientgranskinga i 2023-2025, som bestod av 12 profilar/tidspunkt i alt, inkludert dei to ved Tyvaneset i juni-juli 2025. Fire profilar som representerer typiske sesong-situasjonar er valde ut for vidare analyse. Desse tidspunkta i datamaterialet representerer verdiar for dei fire årstidene (.

Profilane i Lobukta vart målt ned til om lag 27 m djup. Så for å nytte dei til modellkjøringane har vi ekstrapolert data frå djupaste måling ned til 50 m djup.

Der var to målingar ved Tyvaneset, i juni og juli 2025. Juli-profilen rakk til berre til 38 m djup (Figur 21), mens juni profilen rakk til 65 m (Figur 29). vi har difor valt å nytte juni-profilen som representativ for sommarsituasjonen. Den vart målt ved tidspunkt for utsetting av strømmålaren. Det var då markert sjikting i sjøen frå overflata til 7-8 m djup, som representert ved densitetsprofilen.

Tabell 6. Måletidspunkt for dei fire hydrografiske profilane som er nytta i modelleringa.

Måledato	Sesong	Sjikting
19. juni 2025	Sommar	Tydeleg
Oktober 2023	Haust	Moderat
Februar 2024	Vinter	Moderat/Svak
Mai 2023	Vår	Tydeleg



Figur 29. Hydrografisk profil ved posisjonen for strømmåling, 19. juni 2025. Densiteten er gjeven som sigma: kg/m3 – 1000.

3.2.2 Modelloppsett

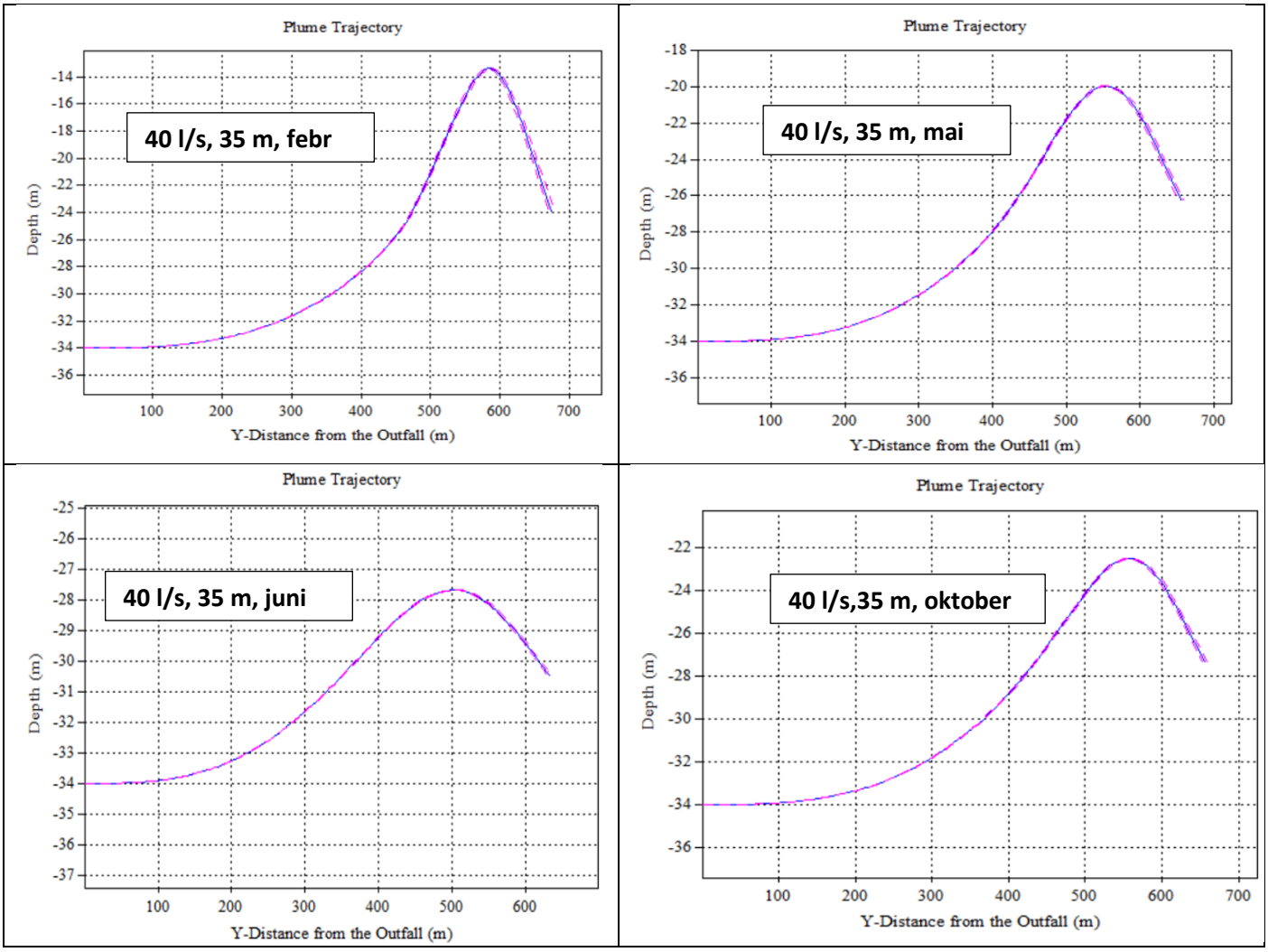
Utslepp av vatn frå reinseanlegg består i hovudsak av ferskvatn (og små partiklar). Vi har difor sett densiteten til utsleppsvatnet lik 1.000 kg/m^3. Det vil vere temperaturvariasjonar i utsleppsvatnet både gjennom døgnet, og gjennom året. Vi har anteke ein temperatur på 10 °C i simuleringane. Mindre variasjonar i temperatur vil ikkje påverke densiteten nemneverdig.

- Utsleppsdjup simulert: 35m og 45 m.
- Røyrdiameter: 30 cm
- Vassfluks: 40 l/s og 50 l/s. 40 l/s vart nytta i 2008 rapporten. 50 l/s motsvarar normal avrenning frå 20.000 pe.
- Fire målte hydrografiske profilar i fjorden: februar, mai, juni og oktober (Tabell 6).
- Strøm ved utsleppet, i hht måleresultata i 2025.

3.3 Modellresultat

Resultat for stigehøgd og spreiing av utsleppsskya ved ulike tilhøve er synt i figurane Figur 30- Figur 33.

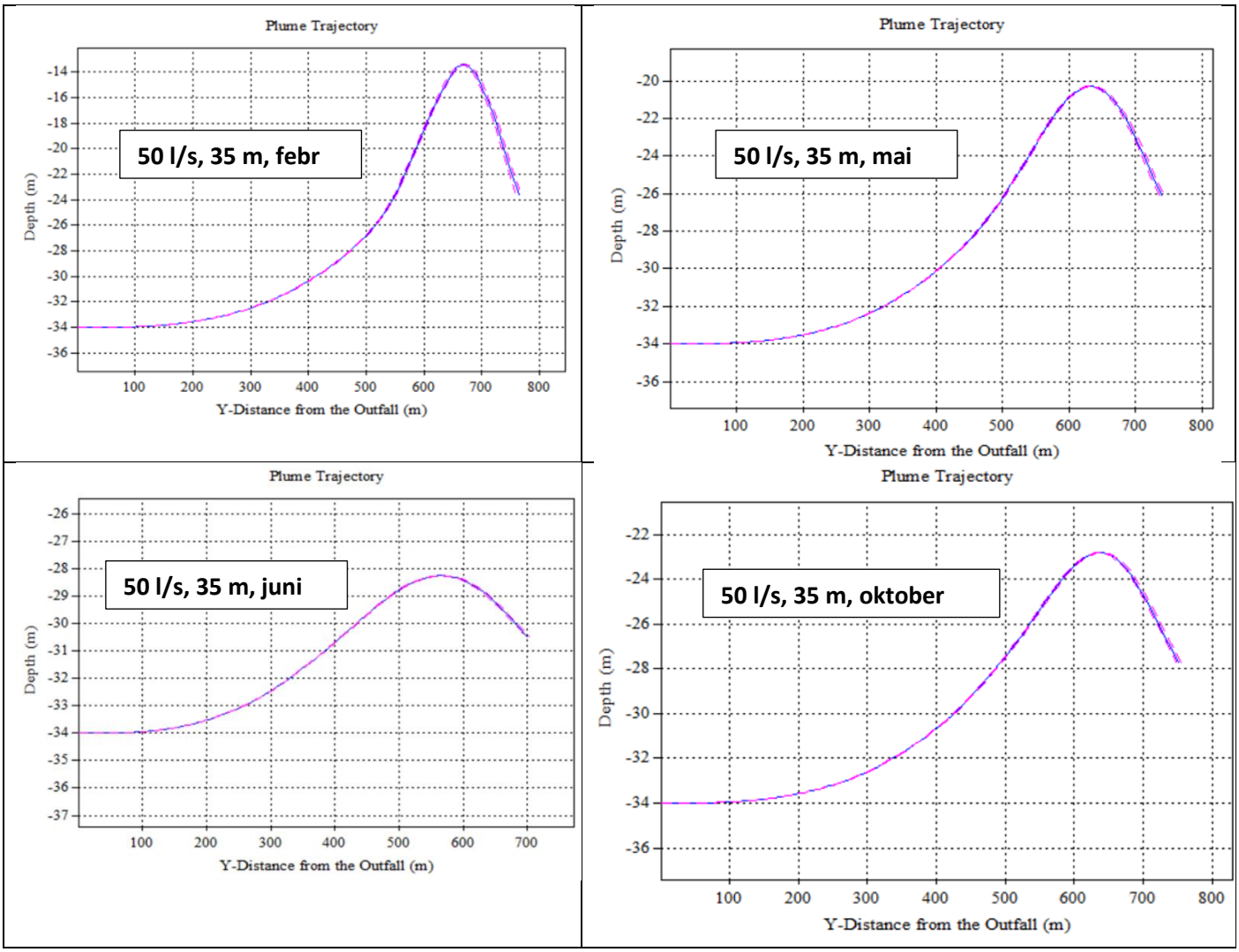
Resultata er kort kommentert under kvar figur. Resultat er samanfatta i Tabell 7.



Figur 30. Resultat for innlagringsdjup av utsleppsvatnet med utsleppsdjup 35 m og vassfluks 40 l/s. Merk ulik skala på Y-aksane.

Utslepp i 35 m djup og vassfluks 40 l/s gjev innlagring varierande frå 20 m djup (vinter) til 29 m djup (sommar). Fortynninga i senter av det innlagra utsleppsvatnet varierer frå 800 til 900 gongar.

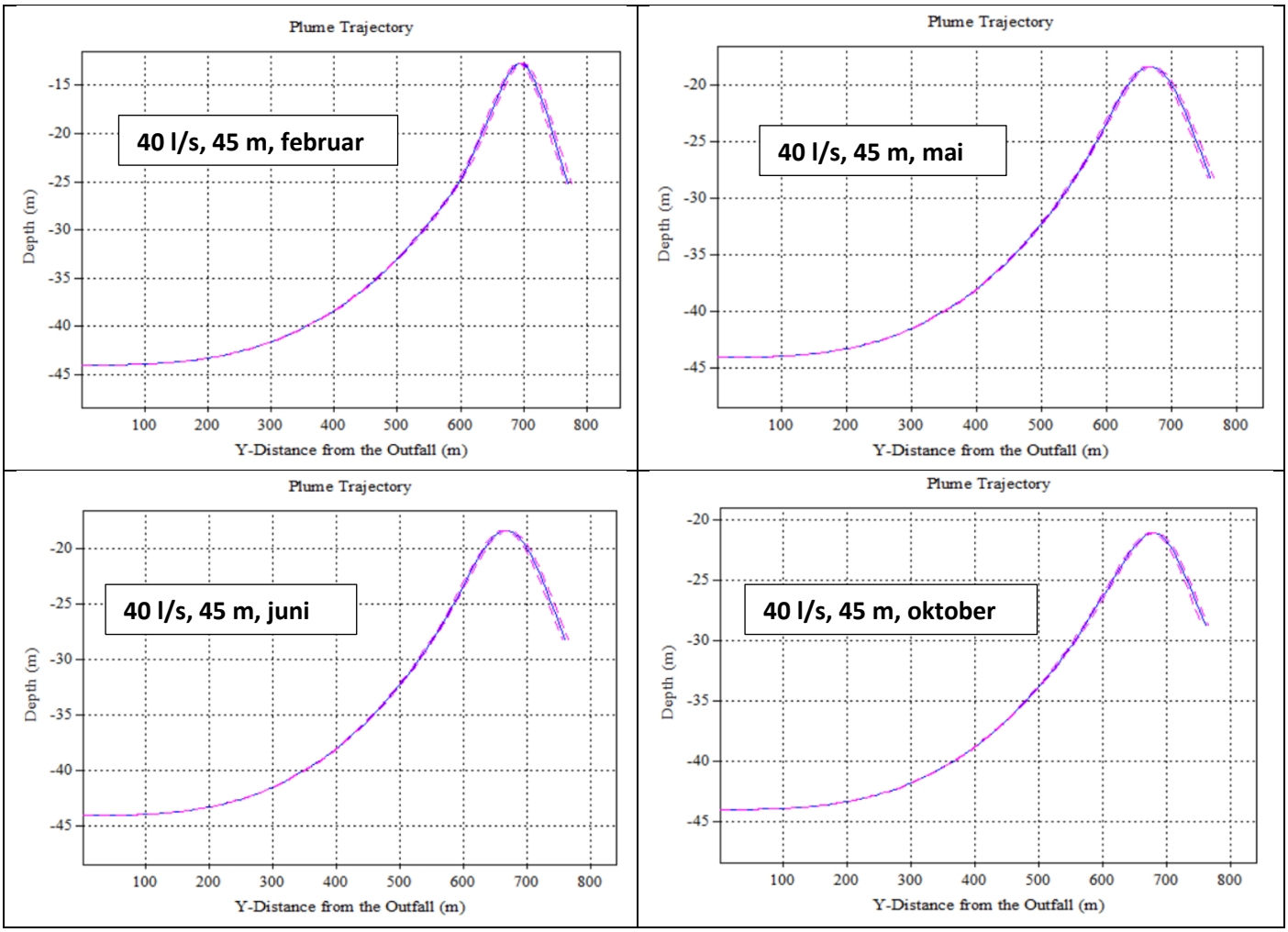
Vintersituasjonen gjev, som vanleg, grunnast innlagring, også ved Tyvaneset. Det kan då ikkje sjåast vekk frå ein viss påverknad i overflata av fortynna utsleppsvatn.



Figur 31. Resultat for innlagringsdjup av utsleppsvatnet med utsleppsdjup 35 m og vassfluks 50 l/s. Merk ulik skala på Y-aksane.

Utslepp i 35 m djup og vassfluks 50 l/s gjev innlagring varierande frå 17 m djup (vinter) til 29 m djup (sommar). Fortynninga i senter av det innlagra utsleppsvatnet varierer frå 950 til 1020 gongar.

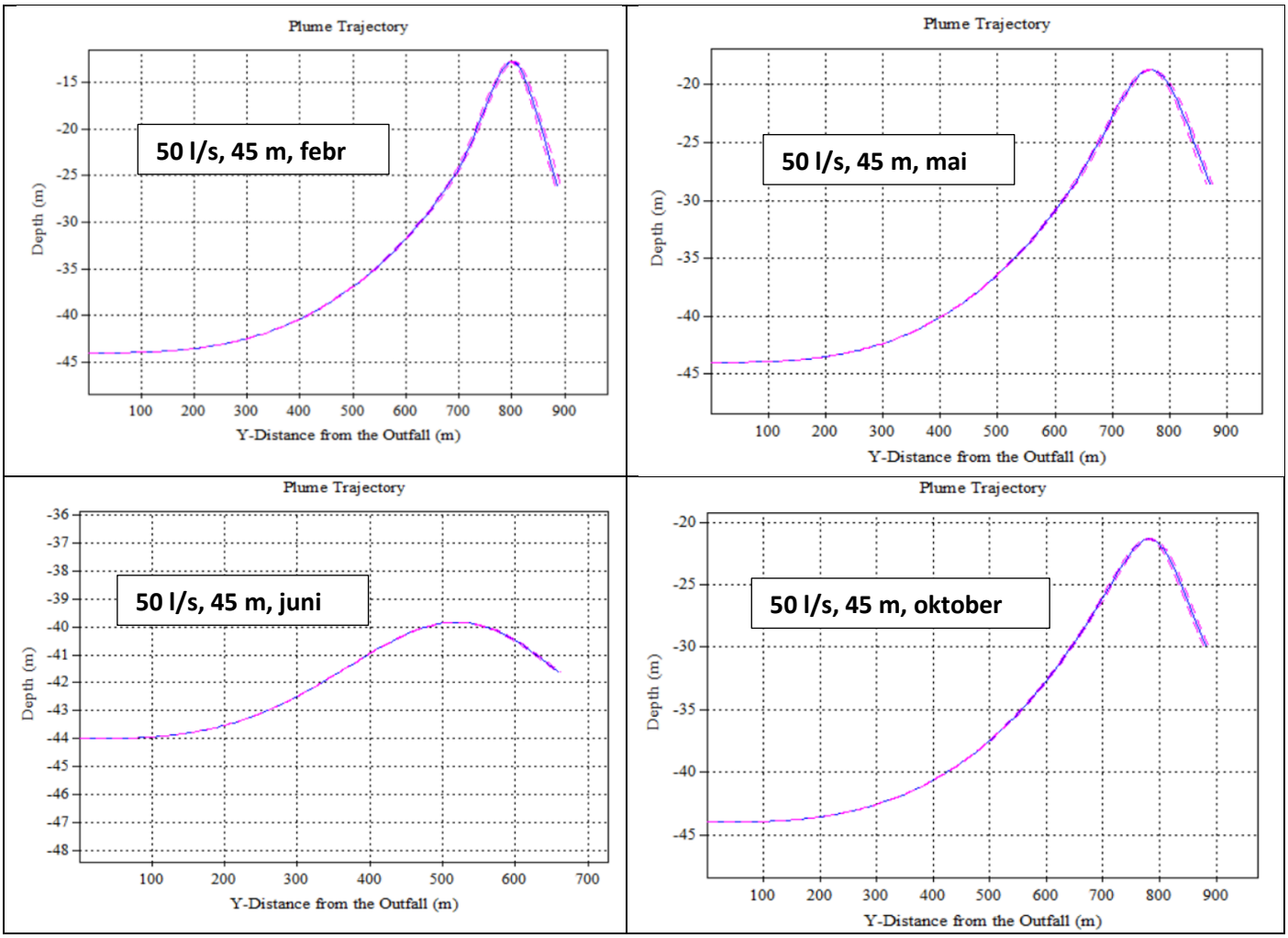
Vintersituasjonen gjev, som vanleg, grunnast innlagring og 3 m grunnare innlagring om vinteren enn for 40 l/s vassfluks. Det kan då ikkje sjåast vekk frå ein viss påverknad i overflata av fortynna utsleppsvatn.



Figur 32. Resultat for innlagringsdjup av utsleppsvatnet med utsleppsdjup 45 m og vassfluks 40 l/s. Merk ulik skala på Y-aksane.

Utslepp i 45 m djup og vassfluks 40 l/s gjev innlagring varierande frå 25 m djup (vinter) til 41 m djup (sommar). Fortynninga i senter av det innlagra utsleppsvatnet varierer frå 820 til 1060 gongar.

Vintersituasjonen gjev, som normalt, grunnast innlagring. Det kan då ikkje sjåast vekk frå ein viss påverknad i overflata av fortynna utsleppsvatn.



Figur 33. Resultat for innlagringsdjup av utsleppsvatnet med utsleppsdjup 45 m og vassfluks 50 l/s. Merk ulik skala på Y-aksane.

Utslepp i 45 m djup og vassfluks 50 l/s gjev innlagring varierande frå 26 m djup (vinter) til 40 m djup (sommar). Fortynninga i senter av det innlagra utsleppsvatnet varierer frå 900 til 1220 gongar.

Vintersituasjonen gjev, som vanleg, grunnast innlagring.. Det kan då ikkje sjåast vekk frå ein viss påverknad i overflata av fortynna utsleppsvatn.

Tabell 7. Resultat for simuleringar av eit framtidig utslepp ved Tyvaneset. Fortynningsgraf (X) av senter av utsleppskya ved innlagring og iInnlagringsdjupet for senter av utsleppsskya.

Utsleppsfluks 40 l/s.

Utslepps-djup	Februar		Mai		Juni		Oktober	
	Fortynning X	Innlagring	Fortynning X	Innlagring	Fortynning X	Innlagring	Fortynning X	Innlagring
35 m	900	20.2 m	840	22.1 m	817	29.4 m	900	27.3 m
45 m	1020	25.2 m	1060	28.1 m	820	40.9 m	905	28.6 m

Utsleppsfluks 50 l/s.

Utslepps-djup	Februar		Mai			Juni		Oktober	
	Fortynning X	Innlagring	Fortynning X	Innlagring		Fortynning X	Innlagring	Fortynning X	Innlagring
35 m	997	17.3 m	1020	22.6 m		950	29.5 m	1010	26.7 m
45 m	1150	26 m	1210	28.5 m		900	40.5 m	1220	29.8 m

Som Tabell 7 syner, vil større utsleppsdjup medføre djupare innlagring, for alle sesongar.

Auka vassfluks, her frå 40 til 50 l/s, medfører tilnærma likt innlagringsdjup, med berre marginale skilnadar i våre berekningar.

Vintersituasjonen gjev grunnast innlagring for begge fluksane og begge utsleppsdjup. Dette skuldast svak sjikting i sjøen om vinteren. Tidvis overflatepåverknad av fortynna utsleppsvatn kan ikkje utelukkast då.

Det vert oppnådd stor fortynning av utsleppsvatnet i tilfella då det når nøytralt innlagringsdjup, i ein avstand 600 – 900 m frå utsleppspunktet.

4 Moglege mljøkonsekvensar av utsleppet

Storleiken på det framtidige utsleppet og miljøverknadar av komponentar i dette kan vurderast opp mot tilstand og karakteristikk til sjøresipienten indre Faleidfjorden Ut frå dette kan ein fastsette ein miljørisiko ved utsleppet, og for vassførekomsten.

Ved utslepp til ytre miljø kan ein nytte dette skjematiske oppsettet, der ulik grad av tiltak for å avgrense påverknad er med:

LÅG RISIKO	MIDDELS RISIKO	HØG RISIKO
Utslepp akseptert. (Eventuelt med risikoreduserande tiltak.)	Risikoen kan tolererast men risikoreduserande tiltak må vurderast.	Utslepp ikkje akseptabelt. Alle prosessar må vurderast med omsyn til risikoreduserande tiltak.

Det er rimeleg å anta at situasjonane med djup innlagring ved Tyvaneset er representativt for det meste av året, som inkluderer vekstsesongen for algar m.m.

4.1 Røyrleidninga

Tiltaket vi ser på, vil innebere legging av ei røyrleidning frå land og utover frå Tyvaneset, til kanskje 40-50 m djup. Dette er normal praksis ved mange liknande tiltak og vi vurderer miljørisikoen for dette fysiske inngrepet (ved utlegging og permanent) som liten. Det bør utførast ein kamera-inspeksjon av røyrtraseen før legging av røyret for å avdekke eventuell sjeldan/sårbar fauna.

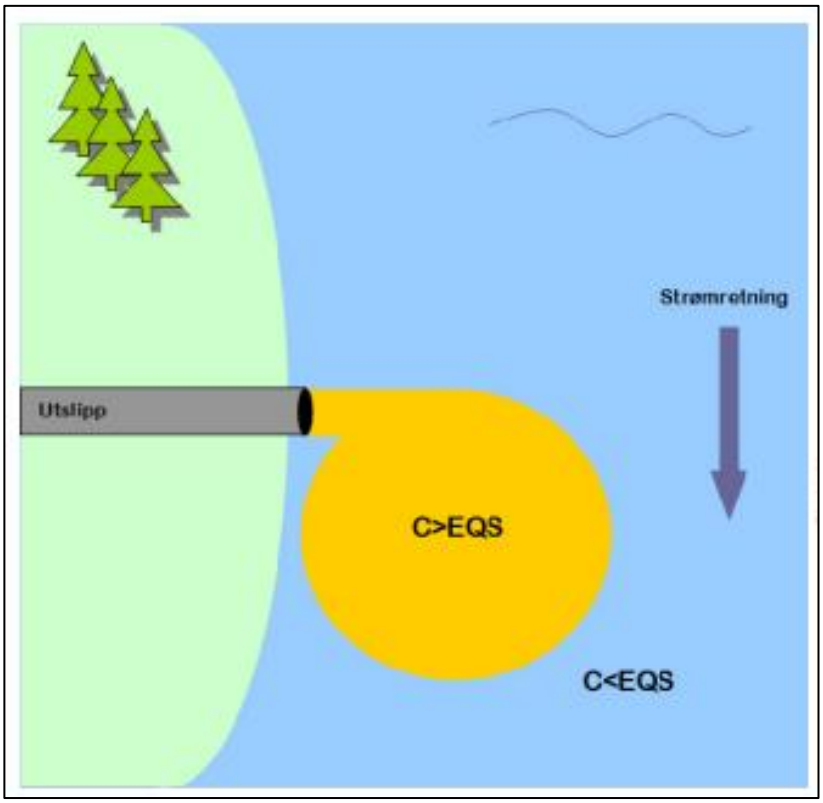
4.2 Utslepp og innblandingssoner

Ved eit punktutslepp som ved Tyvaneset vil konsentrasjonar som suspendert stoff kunne overskride tilrådde grenser, s.k. EQS-verdiar (Environmental Quality Standard), i nærsona eller innblandingssona. Dette har styresmaktene innsett og akseptert for industriutslepp der overskriding innafor innblandingssona (engelsk, mixing-zone).

I vårt tilfelle vil blanding og spreiing foregå under vatn, og dermed vil innblandingssona også vere under vatn.

EQS-verdiar skal ikkje overskridast utanfor grensa for innblandingssona, men kan overskridast innafor (Figur 34).

Det er to hovudkategoriar av utslepp til sjø underlagt lovmessig regulering i Norge: utslepp av sanitærvatn (reinsa kloakk, evt. med overvatn) og utslepp frå industri. Desse er regulert under Forureiningsforskrifta.



Figur 34. Illustrasjon av innblandingssone (gul farge) for eit industriutslepp. Kjelde: Klima og miljødirektoratet Veileder M-46/2013.

4.3 Tilstanden i resipienten ved Tyvaneset

Basert på målingane og prøvetakinga som er gjort, er miljøtilstanden i sjøen (vasskvaliteten) i Faleidfjorden karakterisert som Moderat, med reduserte oksygenverdiar ved botnen på over 300 m djup. Dette harmonerer også med Vann-nett: den generelle økologiske tilstanden i vassførekomsten Faleidfjorden blir rekna som Moderat, same som den tilstøytande Lobukta har. Fjorden er skjerma og er relativt liten så den kan vere noko sårbar for auka konsentrasjonar av fosfor og/eller nitrogen (Avsnitt 1.3).

I øvre lag syner måleresultata betre tilføve i Faleidfjorden enn i Lobukta. Siste resipient-granskinga i Stryn synte "God" tilstand (sommar) for total fosfor og fosfat, som ligg innafor miljømålet for resipienten ('God'). Det var noko høgt nivå for fosfor i sjøvatnet (Akvaplan-niva 2025).

Organisk materiale på botnen kan medføre oksygenforbruk som kan redusere oksygen-konsentrasjonen i sedimentet og i sjøvatnet over. At sjøvatnet ved Tyvaneset synest å ha tilfredsstillande oksygeninnhald ned til i alle fall 40 m djup (våre målingar) tyder på at slik påverknad no er liten, og/eller at vassutskiftinga ved botnen er tilfredsstillande.

Det vart målt berre nokre korte periodar med strømstille ved Tyvaneset, og noko svak, men tilfredsstillande spreiingstrøm i sjøen over utsleppspunktet. Simuleringane syner at ein moderat gjennomsnitts-strøm på 2-4 cm/s (som målt) gir ei effektiv fortynning av utsleppet nedstrøms.

Modellsimuleringane av utsleppet frå planlagt reinseanlegg med tettleik lik ferskvatn viste at eit utslepp ved 35-45 m djup gjev innlagring vekslande gjennom året mellom 17 og 41 m djup, med djupast innlagring om sommaren. Det er lite sannsynleg at utsleppet når opp til sjøoverflata ved normale tilhøve, men unntaksvis om vinteren.

Ulike problemstillingar i samband med nytt utslepp vart omtalt i innleiande kapittel. Her freistar vi å skalere desse inn mot storleiken for eit framtidig utslepp ved Tyvaneset, og dei aktuelle forholda der.

4.4 Effekt av tilført organisk materiale

4.4.1 Suspendert stoff, SS

Utsleppsvatnet vil kunne innehalde suspendert stoff, SS, truleg uavhengig av utsleppsfluks, og avhengig av verknadsgraden til reinseanlegget. Utsleppsvatnet med SS vil fordele seg i ei «sky» over og nedstrøms utsleppspunktet, som gradvis blandar seg med omgjevande sjøvatn.

Sjøvatnet har vanlegvis låg konsentrasjon av SS. Naturleg konsentrasjon av suspenderte partiklar (SS) i sjøvatn, totalt suspendert materiale (TSM), ligg i kystvatnet i intervallet 0-5 mg/l, oftast under 1 mg/l (Figur 35). Dette representerer både organisk og uorganisk stoff. Molvær (2017) nytta verdien på 1 mg SS/l i ein analyse for avlaup frå kommunalt reinseanlegg. Utsleppsvatnet vil truleg ha høgare konsentrasjon enn desse verdiane, sjølv etter reinsing.

Ødegaard (2012, s. 349) refererer til gransking av utslepp frå små reinseanlegg (tettstadar med primærreinsing). Biologisk oksygenforbruk (BOF_7) var i snitt 209 mg/l (209 g/m^3) for dei små anlegga referert av Ødegaard. Avlaupet frå slike anlegg kan ligge i intervallet 10-50 m^3/s (varierande over tid og frå anlegg til anlegg). Om vi tek utgangspunkt i 25 m^3/s så vil tilført BOF motsvare ein fluks på 5.2 kg/s. Konsentrasjon av SS i avlaupsvatnet frå dei mindre anlegga referert til av Ødegaard var i snitt 253 mg/l.

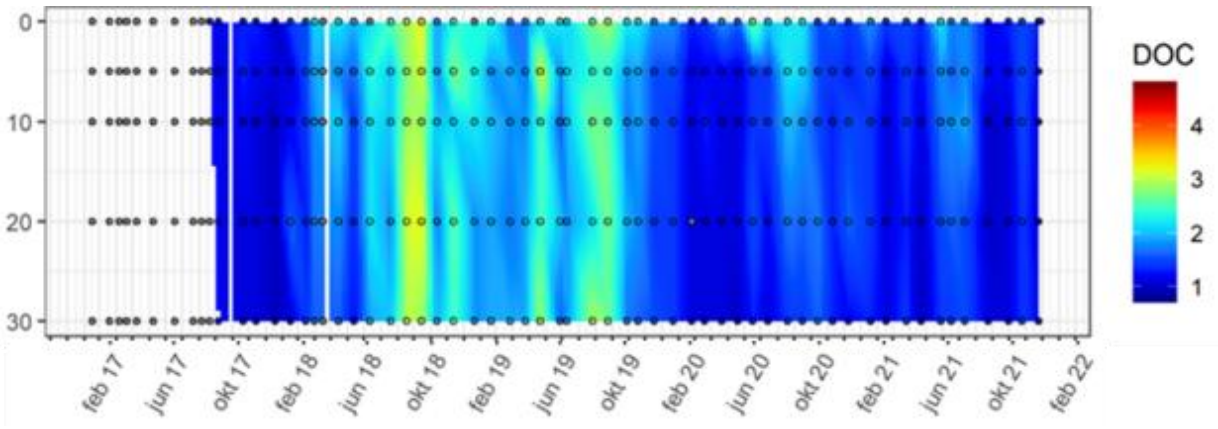
UK Environment Agency har ein grenseverdi (EQS) på 100 mg/l for SS. Konsentrasjon >20 mg SS/l er referert til som potensielt skadeleg av Molvær (2017). Skadepotensialet vil avhenge av kva SS består av og av tilhøva på utsleppsstanden og type eksponerte organismar. Vi har ikkje grunnlag for å kunne bedømme sannsynleg konsentrasjon av SS i utløpet frå det planlagte reinseanlegget for Stryn, og korleis dette vil påverke utstrekninga på influensområdet (mixing zone).

Det kan skje utfelling av større partiklar frå utsleppet på botnen ved Tyvaneset. Lette partiklar kan stige til loverflata og spreiast der.

Botnlevande organismar i nedslagsfeltet for sedimenterande partiklar frå utsleppet vil kunne bli påverka. Påverknaden vil avhenge av omfang, mengder og konsistens til partiklane (organisk/ uorganisk).

I Vannrammedirektivet for UK er det sett opp grenseverdiar for suspendert stoff som definerer fire typar kystvatn (Tabell 12). I same tabell er det også synt verdiar for påverknad av innlandsfiske. Det er eit stort spenn i konsentrasjonar av partiklar frå under 10 mg/l til over 400 mg/l.

Partiklar i sjøvatn er ikkje del av den norske overvakinga i kystvatn (Økokyst) og inngår ikkje i miljøklassifiseringa. Siktdjup er næraste relevante parameter som blir målt.



Figur 35. Målt oppløyst organisk stoff (DOC) i 0-30 m djup på stasjonen i Steinsfjorden (Skinnbrokleia i Herøy) i perioden 2017-2021. Kjelde: H. Frigstad, NIVA.

Tabell 12. Øvst: Typar kystvatn relativt til SS konsentrasjon i UK. Kjelde: The Water Framework Directive (Standards and Classification), Directions England and Wales 2015. Nedst: Effekt av partiklar frå naturleg erodert materiale på ferskvassfisk (retningsliner frå den europeiske Innlandsfiske-kommisjonen).

Type	*Annual mean concentration of suspended particulate matter (mg/l)*
Very turbid	> 300
Turbid	100 - 300
Intermediate turbidity	10 < 100
Clear	< 10

Suspendert stoff	**Effekt**
< 25 mg/l	Ingen skadelig effekt
25-80 mg/l	Godt til middels godt fiske. Noe redusert avkastning.
80-400 mg/l	Betydelig redusert fiske.
>400 mg/l	Meget dårlig fiske, sterkt redusert avkastning.

4.4.2 Oksygenforbruk

Tilførsler av organisk stoff vil medføre eit visst oksygenforbruk i resipienten. Det er ikkje mogleg å berekne dette svinnet, og assosierte tidsskalaer eksakt, sidan det vil avhenge av stoff-samansetninga i utsleppet og oksygenbehovet i sjøvatnet og på botnen ved utsleppspunktet m.m.

Sjøen ved Tyvaneset får tilført humus (NOM) frå land og frå Lobukta på naturleg vis, stoff som spreier seg først i overflata, og så delvis blir presipitert og samla på botnen nær land.

TOC kan ein rekne om til kjemisk oksygenbehov. Vi har nytta tal frå ein studie for Risør vassverk (NIVA 2007) som hadde utslepp av suspendert stoff motsvarande 49 kg SS/d. For å finne oksygenbehovet utførte NIVA BOF_7-testar av fleire forskjellige fortynningar av avløpsvatn. 350 mg O_2/g SS vart funne som ein representativ verdi for oksygenforbruk.

Tilførslene av SS til sjøen ved Tyvaneset frå reinseanlegget vil kunne representere ei viss oksygenforbruk (kg O_2/dag) i resipienten. Dette kan det reknast nærare på når det ligg føre kunnskap om faktiske tilførslar.

Oksygenforbruket i sjøen frå tilførslene av SS, kan relaterast til vassvolumet av "den berørte" delen (resipienten) bereknast. Faleidfjorden har eit stort vassvolum, over ein milliard m^3 (overflateareal 19 km^2, gjennomsnittsdjup 200 m). Berre ein del av dette kan reknast som resipient/nærområde til det framtidige utsleppet. Volum av vatn mellom t.d. 30 m og 20 m djup der innlagring ofte vil skje kan vere av storleiksorden 1 mill m^3. Vi kan i første omgang ta dette konservativt som "påverka vatn".

Representativ oksygenkonsentrasjon i sjøen ved Tyvaneset gjennom året kan ligge rundt 8 mg O_2/l. Samla vil der då vere om lag 7,000 kg (7 tonn) O_2 i denne vassmassen.

Dette kan samanliknast med tilført oksygenbehov (kg O_2/dag) når dette er kjent (utslepps-vatnet). Forbruket av tilgjengeleg oksygen over ei vekes tid kan stipulerast og eventuell påverknad av sjøvatnet i resipienten kan bereknast.

Det må takast med resipientvatnet sjeldan er heilt i ro mens tilførslene av SS/ organisk stoff pågår.

Straummålingane viste at vatnet i området som kan verte påverka av utsleppet, ikkje er i ro, men vert utskifta relativt hyppig. Straumen vekslar i retning, og vatn blir ført fram og attende. Netto straumfart er rundt 3 cm/s eller ca 100 m/time. Dette indikerer at vatn i utsleppsområdet rundt dette djupet vert utskifta i løpet av ein dags tid.

For djupvatnet ved Tyvaneset vil opphaldstida tidvis kunne vere noko lenger enn dette, men ikkje ei heil veke og dermed ikkje lang nok til å kunne få nemneverdig oksygensvinn (nokre prosent reduksjon) som følgje av utsleppet.

4.4.3 Effekt på botnen av nedslamming

Det er sannsynleg at det meste av materialet i utsleppet vil spreie seg oppover i sjøen og vekk frå utsleppsstaden, jamfør med straummålingane og modelleringa. Ein mindre del vil kunne felle ut nær utsleppsstaden, og partiklar vil akkumulere der.

Utfellingsrate (Akvaplan-niva 2010) kan ligge i intervallet 4 mm/s (for 50 µm partiklar) til 10 cm/s (500 µm partiklar). For å søkke frå eit innlagringsdjup rundt 20 m djup til botnen på rundt 50 m vil dei minste partiklane trenge 18 timar. Dei større partiklane vil trenge 5 minutt. På 5 minutt vil større partiklar bli transportert 10 m bort frå utsleppspunktet, mens dei små partiklane vil kunne bli transportert 1 km eller lenger frå utsleppspunktet før dei når botnen. I siste tilfellet vil partikkelkonsentrasjonen vere svært liten.

Vi kjenner ikkje til korleis partikkelfordelinga (storleik) i utsleppet ved Tyvaneset vil kunne verte. Men ut frå overslaga her kan det skjønsmessig antydast eit påverka område på botnen inntil nokre 10-meter frå utsleppspunktet. Utstrekninga vil i følgje straummålingane mest bli nordover frå utsleppspunktet, vekk frå land og ut mot djupare vatn.

Nye tilførsler lokalt vil kunne påverke sedimentkvaliteten i negativ retning innafor eit avgrensa område (antyda innafor avstand nokre 10-m frå utsleppet), dersom lagringa på botnen vert permanent. Erfarings messig skjer det utskiftingar i fjordane assosiert med straumpulsar i ein

periode på året (gjerne på vårparten). Slike straumpulsar kan bidra til å virvle opp partiklar på botnen og fjerne dei.

4.5 Effekt av ferskvatn i sjø

Ferskvatn vert tilført sjø og hav i store mengder gjennom elvar og nedbør. Frå elvemunningane vil det opptre gradientar i salinitet frå nær null lengst inne til verdiar for sjøvatn lenger ute (over 30 ppt). Dette er tilførsler til overflata og økologien har tilpassa seg tilførslene og endringane over året.

Vassdragsreguleringar har medført endringar i ferskvasstilførsler til den nærliggande fjorden, enten ved å flytte tilførslene til ein annan fjord, eller ved å endre det sesongmessige mønsteret i tilførslene. Begge deler kan innebere miljørisiko (Lie m. fl. 1992).

For tilfellet med utslepp ved Tyvaneset vil det vere tale om relativt sett marginale fluksar av ferskvatn i høve til det frå vassdrag. Skilnaden er at ferskvatnet vil gå til djupvatnet og blande seg der, i midtre del av vassøyla. Botnen vil bli lite påverka av ferskvatnet. Saltvassfisk vil normalt vike unna det ferske/brakke vatnet nær utsleppet (symje vekk). Plankton og andre frittflytande pelagiske organismar vil i prinsippet kunne bli påverka men desse held seg i størst grad nær sjøoverflata der utsleppsvatnet ikkje bør påverke i vekstsesongen.

4.5.1 Turbulens/energi

Utsleppet vil representere tilførsler av energi frå utsleppsstrålen, og oppdrift. Dette resulterer i turbulens og rask blanding av utsleppsvatnet med omgjevande sjøvatn. Slik turbulens er ofte assosiert med positiv miljøverknad i og med at den stimulerer til auka stoffomsetnad i sjøen og mobilisering av mikroorganismar. Dette er normalt ei lite påakta problemstilling ved små utslepp, og miljøverknaden vil vere liten, eventuelt svakt positiv.

4.6 Oversyn over miljørisiko

Tabell 13 gjev eit skjønsmessig oversyn over miljørisiko for dei ulike bidraga, basert på føregåande tekst.

Suspendert stoff (SS) er det knytt størst risiko ved, relativt sett. Dette kjem av oksygenforbruk, nedslamming på botnen og mørklegging av vatn.

Tilførsler av ferskvatn vil representere endring av miljøvilkår i den påverka delen av vassøyla, men det er tale om små mengder relativt til totalt vassvolum i resipienten.

Tilførsler av varme/kulde frå utsleppsvatn kaldare/varmare enn omgjevande vatn kan teoretisk ha ein viss økologisk effekt i kortvarige periodar.

I det heile vil det vere tale om moderat/liten miljørisiko for det planlagde utsleppet ved Tyvaneset, så langt som våre analysar kan rekke med føreliggande opplysningar.

Tabell 13. Oversyn over mogleg relativ miljørisiko for aktuelle komponentar i det planlagde utsleppet til sjø ved Tyvaneset. Fargelegginga indikerer risiko.

Komponent	Kunnskapsstatus for miljørisiko	Økologisk miljørisiko
Ferskvatn	God	Liten
Turbulens/energi	God	Ingen/positiv
Suspendert stoff (SS)	Moderat	Mogleg
Oksygenforbruk	Moderat/god	Liten
Kjemiske reststoff	Moderat	Liten?
Varme/kulde	God	Liten

4.7 Utsleppet og vassforskrifta

Vassforskrifta dekkjer implementeringa av EU sitt vassdirektiv i Norge. Den set krav om god økologisk og kjemisk tilstand i vassførekomstane og føreskriv at det skal utarbeidast sektorvise tiltaksplanar for å nå måla. Stortinget vedtok i 2019 at vassforskrifta får heimel i naturmangfald-lova.

Forureiningsforskrifta omhandlar avlaupsvatn som «sanitært og industrielt avlaupsvatn og overvatn». Den regulerer krav til reinsing av slikt vatn, med vekt på fjerning av organisk materiale og næringssalt (gjennom avløpsdirektivet). Større reinseanlegg har krav om overvaking av tungmetall og organiske komponentar.

Utsleppet ved Tyvaneset frå nytt reinseanlegg vil ha avgrensa omfang og er ikkje forventa å forverre miljøklassifiseringa av vassførekomsten Faleidfjorden. Miljøstatus Moderat vil truleg forbli uendra og utsleppet vil ikkje endre risikoen for ikkje å nå miljømålet 'God' for økologi og kjemi (Kjelde: Vatn-nett).

4.8 Utsleppet i høve til naturmangfaldlova

I lov om forvaltning av naturens mangfald (naturmangfaldlova, av 19.6.2009 nr. 100), heiter det i § 8 blant anna at offentlege vedtak som omhandlar naturmangfaldet så langt det er rimeleg skal bygge på vitskapleg kunnskap om artar sin bestandssituasjon, utbreiing av naturtypar og økologisk tilstand, samt effekt av påverknadar.

§ 9 i lova omhandlar føre-var prinsippet, som seier at ein skal ta sikte på å unngå vesentleg skade på naturmangfaldet (ved nye tiltak/naturinngrep). Risiko for skade er omtalt, og den må vere marginal eller reversibel. Fare for lokal biologisk respons kan dempast ved avbøtande tiltak.

Oksygenforbruket i djupvatnet i resipienten ved Tyvaneset er estimert til å berre auke marginalt i høve til i dag, etter at utslepp frå reinseanlegget er etablert. Basert på dette er det ikkje venta at den økologiske tilstandsklassen for vassførekomsten blir endra.

Det er ikkje venta at fytoplankton vil bli påverka av utsleppet i og med at innlagringa vil skje djupare enn der slike organismar vanlegvis opptrer i vekstsesongen. Men dette aspektet kan følgjast opp nærare.

Botnlevande organismar og fisk vil kunne bli påverka, men er truleg meir robuste for påverknad av næringssalt enn plankton, og fisk kan også vike unna utsleppet.

Ut frå dei føregåande resonnementa er det ikkje forventa at utsleppet frå det framtidige reinseanlegget for Stryn vil få nokon målbar verknad for biologisk mangfald i det berørte området i resipienten eller i vassførekomsten Faleidfjorden for øvrig.

4.9 Konklusjon

Det planlagde utsleppet ved Tyvaneset frå nytt reinseanlegg for avlaupsvatn vil innehalde komponentar som teoretisk sett kan representere ein viss miljørisiko i resipienten. Dette vil primært vere næringssalt og organisk stoff (partiklar).

Ved dei fleste høve vil utsleppsvatnet med slike komponentar innlagre og spreie seg midt i vassøyla, og sjeldan påverke sjøoverflata nemnande.

Omfang av utslepp av eventuelle restar av kjemiske stoff nytta i reinseanlegget bør vurderast nærare/ved behov.

Ut frå førebels vurdering vil det ikkje kunne oppstå verknadar som vil true miljøtilhøva og biomangfaldet i vassførekomsten. Påverknad på oksygen i djupvatnet i Faleidfjorden vil mest truleg bli liten.

Økologisk og kjemisk tilstand for vassførekomsten vil neppe bli endra som følgje av utsleppet men nærområdet (resipienten) og vassførekosten bør overvakast.

Eventuelle negative verknadar vil truleg avgrense seg innafor innblandingssona ved utslepps-punktet ved Tyvaneset. Miljømessige grenseverdiar (EQS) for t.d suspendert stoff (partiklar) vil kunne overskridast viss reinseeffekten i anlegget ikkje vert tilstrekkeleg.

Samla sett er miljørisikoen i sjø innleiande her vurdert til å vere liten/moderat ved tiltaket.

Dersom oppfølgjande overvaking i resipienten (Kapittel 5) skulle avdekke negative verknadar utanfor innblandingssona så kan avbøtande tiltak setjast i verk, slik som etablering av diffusor på utsleppsleidningen (effekten kan først simulerast med modell).

I prinsippet er tiltaket reversibelt ved at utsleppet kan flyttast dersom heilt uventa eller utilsikta verknadar skulle oppstå.

Tiltaket må sjåast i ljos av å ha stor samfunnsnytte ved så sikre god infrastruktur for framtidig handsaming av kommunalt avlaupsvatn i Stryn regionen.

Simuleringane og vurderingane som er gjennomført i føreliggande prosjekt er basert på førebels informasjon om det framtidige utsleppet. Når fleire detaljar om dette er kjent kan/bør simuleringane oppdaterast med omsyn til sannsynleg effekt på resipienten.

5 Forslag til overvakingsprogram

Foreliggande studie og resipientgranskinga i 2023-2025 har ikkje fokusert på miljøtilstanden eksakt ved Tyvaneset.

I NIVA-rapporten frå 2025 (NIVA 2025) er det tilrådd utført eit overvakingsprogram i Lobukta (Faleidfjorden ikkje nemnd). Eit slikt program kan koplast med overvaking av nærområdet ved Tyvaneset, og kan innehalde:

- Kartlegging av botnfaunaen i utsleppsområdet like før oppstart av anlegget (null-prøve).
- Oppfølgjing i sjøen ei tid etter oppstart, verifisering av innlagring og spreiing for faktiske utsleppstal, også ved varierande utsleppsfluks (døgnkurve).
- Verifisering av om utsleppstala vi har nytta, stemmer med driftserfaringane (etter 1 år).
- Sporstoff-forsøk, sporing av utsleppsvatnet i fjorden.
- Kamerainspeksjon av sjøbotnen nær utsleppet.
- Vassprøver frå sjøen rundt, og botnprøver i nærområdet, for oppfølgjing og samanlikning med før-situasjonen.
- Overvaking av strandsona inst ved Tyvaneset.

6 Referansar

Akvaplan-NIVA 2010 (Ø. Leikvin, J. Molvær, L. Golmen og N. Jørgensen): Utslippsmodellering fra DRIanlegg, Tjeldbergodden, 2010. Rapport Akvaplan-NIVA, Nr 4880-01, 44s (begr. distr.).

Akvaplan-niva 2025: Resipientundersøking Stryn kommune. Rapport Akvaplan-niva AS: 2023 64498.02, 54 s.

Bjerkeng, B., og Lesjø, Å. (1973). Mixing of a jet into a stratified environment. Rapp. Nr. O-126/2, NIVA, Oslo, 22 s.

Direktoratsguppen vatndirektivet 2018. Veileder 02:2018: Klassifisering av miljøtilstand i vatn.

DNV 1990 (Jensen m fl.): Resipientundersøkelse i Nordfjord i 1990. DNV-rapport.

DNV 2001: Resipientundersøkelse i indre Nordfjord. Rapp 2001-1022, DNV, 47s.

Frick, W.E. m. fl. (2003). Dilution Models for Effluent Discharges. 4th Edition, Visual Plumes. U.S. Environmental Protection Agency, 148s.

Golmen, L. (1994). Straumforhold som lokaliseringskriterium. Norsk fiskeoppdrett Nr 1, 1994, 46-47.

Helland-Hansen (1943) : Bergen museums årsberetning 1942-43. Geofysisk institutt, UiB.

Kennish, M. J. (1994). Practical handbook of marine science 2. utgåve. CRD Press, 566 s.

Lie, U., H. Svendsen, S. Kaartvedt, S. Mikki, T. Johnsen, D. Aksnes, R. Asvall og L. Golmen 1992: Vannkraft og fjorder. Fysiske og biologiske konsekvenser av Ulla-Førre utbyggingen. Rapp 4/92, Universitetet i Bergen, 89s.

Miljødirektoratet (2016). Veileder M-608. Grenseverdier for klassifisering av vatn, sediment og biota - revidert 30.10.2020.

Miljødirektoratet (2018). Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vatn. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem. Direktoratsgruppen Vatndirektivet. 227 s.

Molvær, J. og A. Staalstøm (2008): Vurdering av utslipp av kommunalt avløpsvann i Stryn kommune. Notat, NIVA 25.08.2008, 10s.

Molvær, J. 2008: Loen: Supplerende beregninger av utslipp i 40-45 m dyp. Notat, NIVA 02 sept, 2008, 3s.

Molvær, J. 2017: Molde kommune. Vurdering av spylevannsutslipp til Moldefjorden. Rapport Molvær resipientanalyse, 16s.

NIVA, 2007 (T. Kroglund, J. Molvær og H. Liltvedt). Vurdering av Sørfjorden ved Risør som resipient for slamvann frå vannbehandlingsanlegg. Rapp. Nr. 5351, NIVA. 29s.

NIVA 2010: Problemkartlegging innen vannområde Stryn. Marin del. Rapp. NIVA 6005, 35s.

NIVA 2025: Identifisering av vannforekomster sensitive for eutrofi. Rapport NIVA Nr 8095-2025, 318 s.

Rådgivende biologer 2022: Planlagt oppdrettslokalitet Støylen i Stryn kommune. Kartlegging og verdivurdering av marint naturmangfold. Rapport nr. 3821, 23 s.

Sælen, O. H. 1947: Temperature variations and heat transport in the Nordfjord. Bergens museums årbok 1946/47.

SFT 2005: Resipientundersøkelser i fjorder og kystfarvann. EUs avløpsdirektiv. Rapp. TA-1890/2005, 54 s.

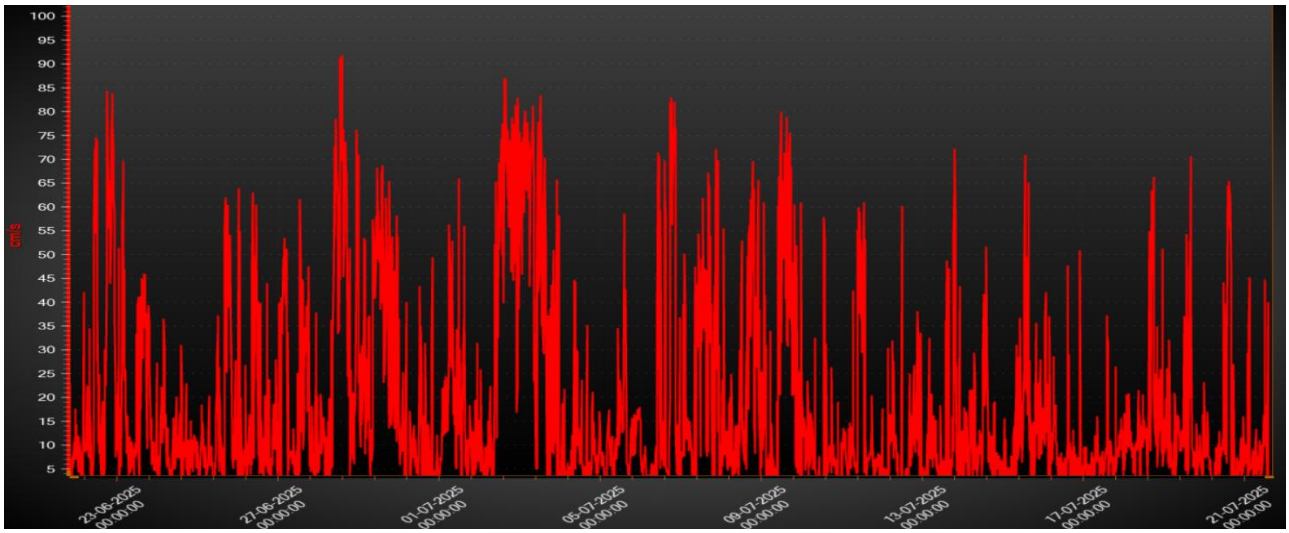
Trannum, H., L. Golmen, W. Eikrem og C, Mengeot (2021). Økokyst – DP Norskehavet Sør (I). Årsrapport 2020. Rapport Miljødirektoratet/NIVA M-1967/2021, 50 s.

VHL 1976: Tvungen innblanding av sjøvann i utslippsvann fra Loen kraftverk, Nordfjord. Rapp. VHL-Trondheim, 165s.

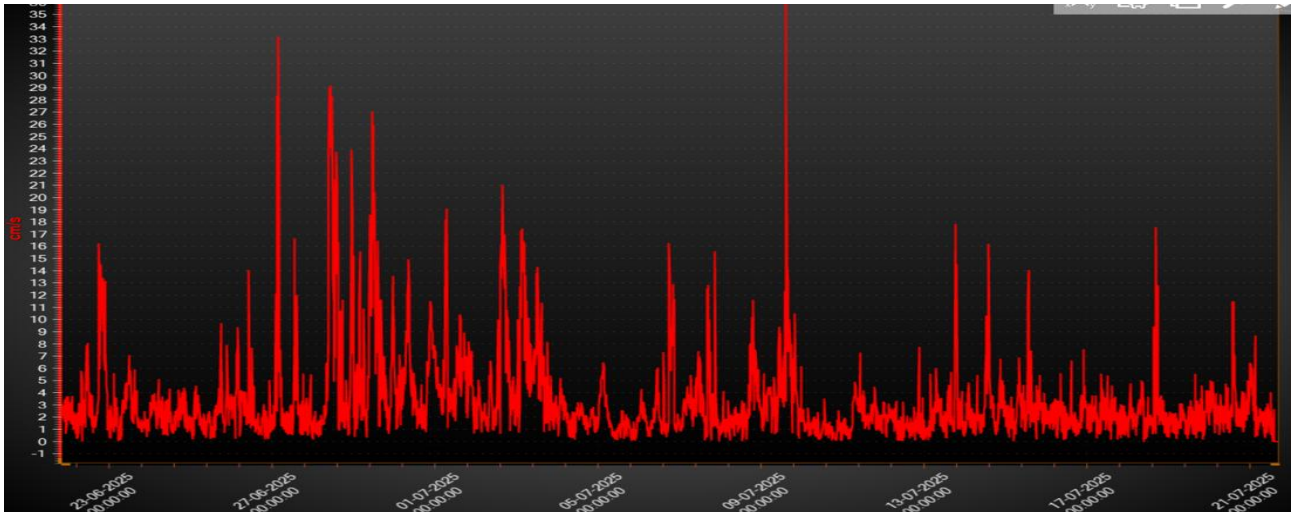
Widerøe, B. 1956: Vekslinger i vannmassene i Nordfjord. Hovedfagsoppgave, Universitetet i Bergen, 122s.

Ødegaard, H. (redaktør) 2012: Vatn og Avløpsteknikk. Norsk Vann, 699 s.

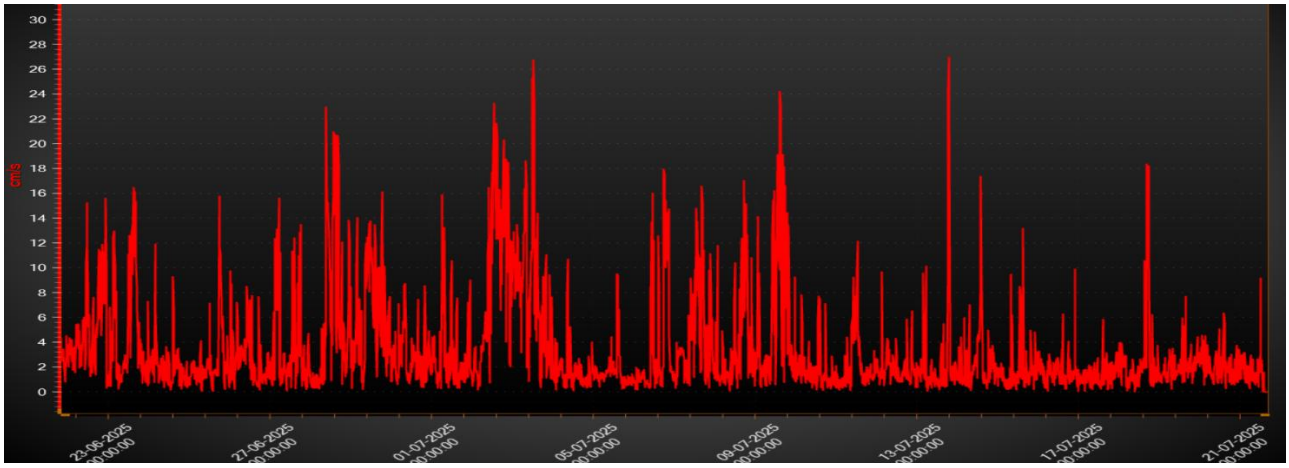
Vedlegg 1. Målt strøm i målecellene overflate og celle 9 - 8



Overflate

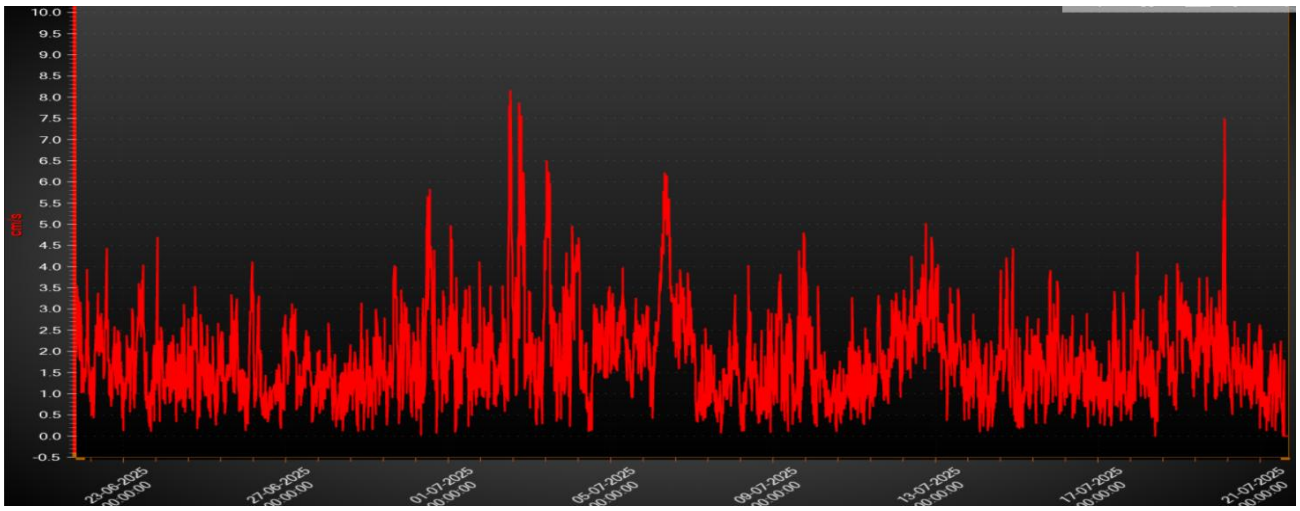


Celle 9

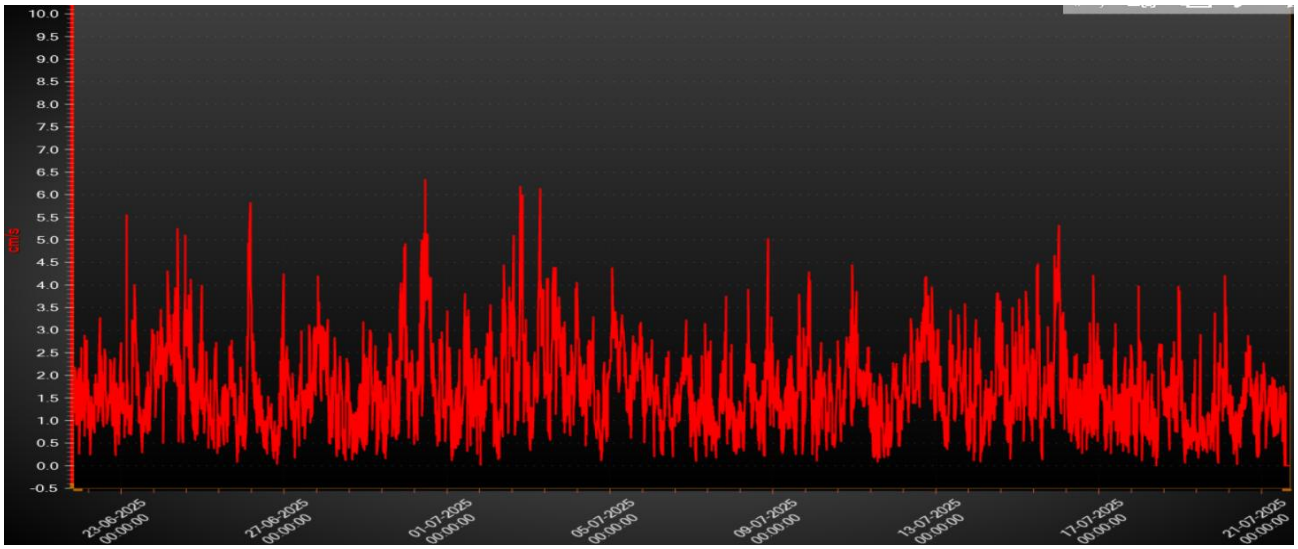


Celle 8

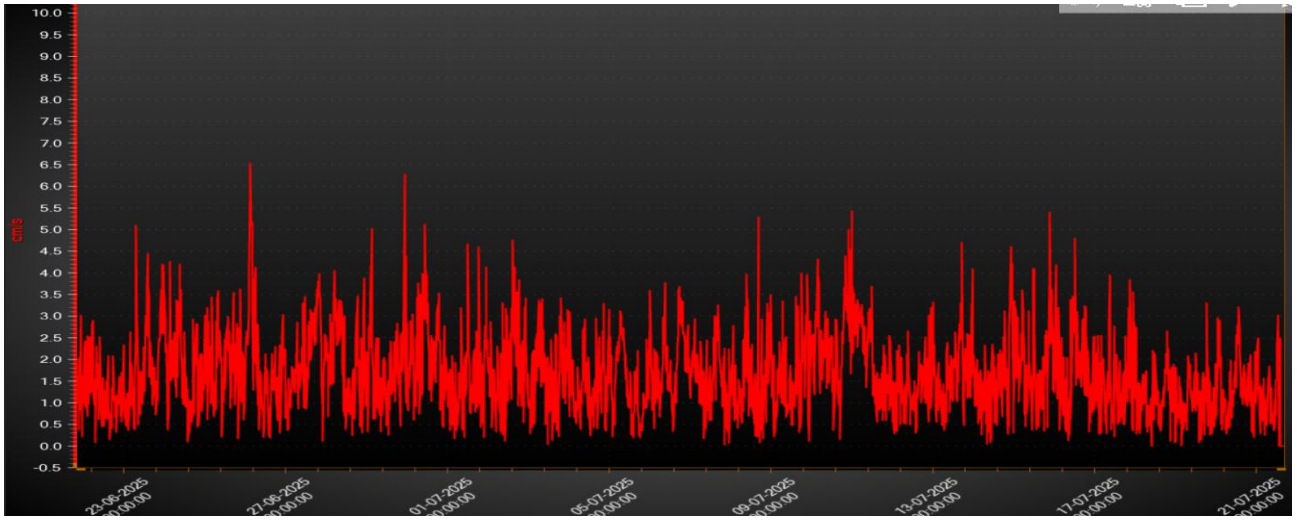
Målt strøm i målecellene 7-5



Celle 7

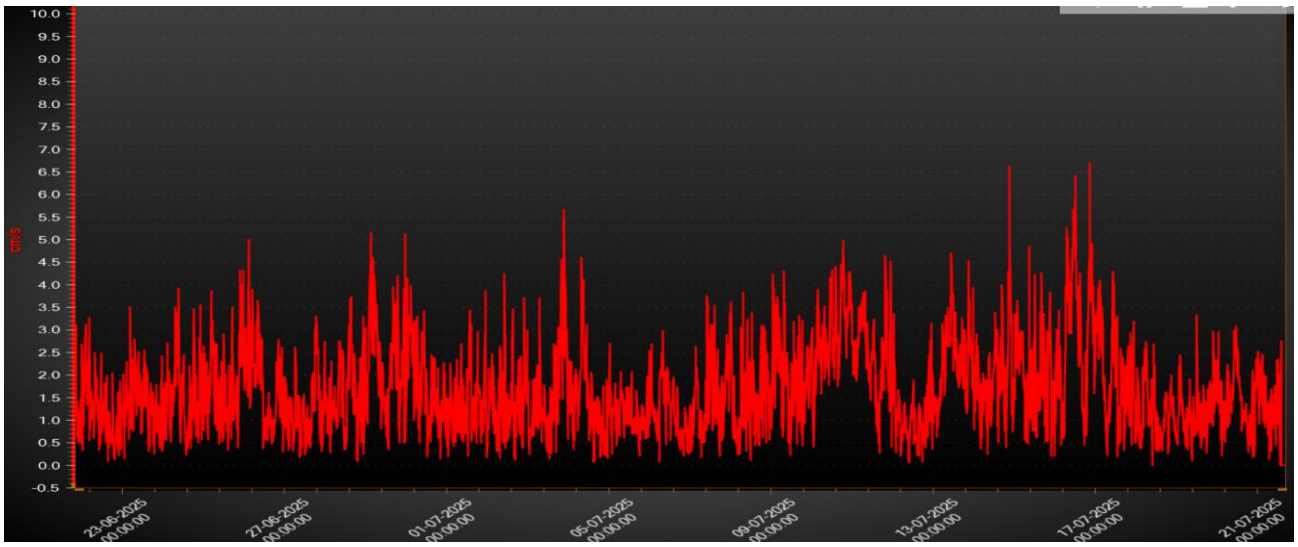


Celle 6

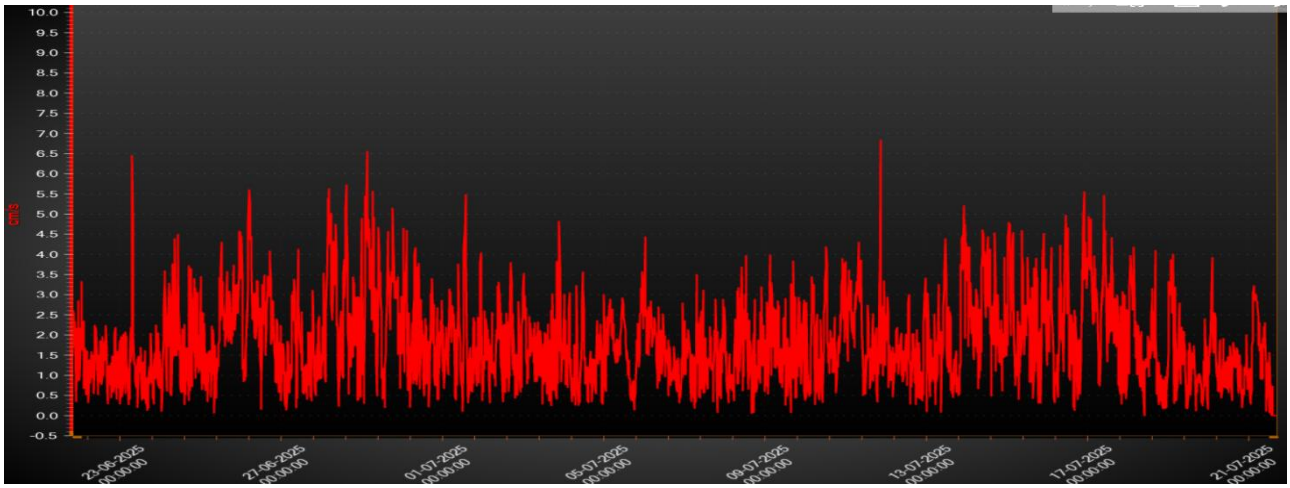


Celle 5

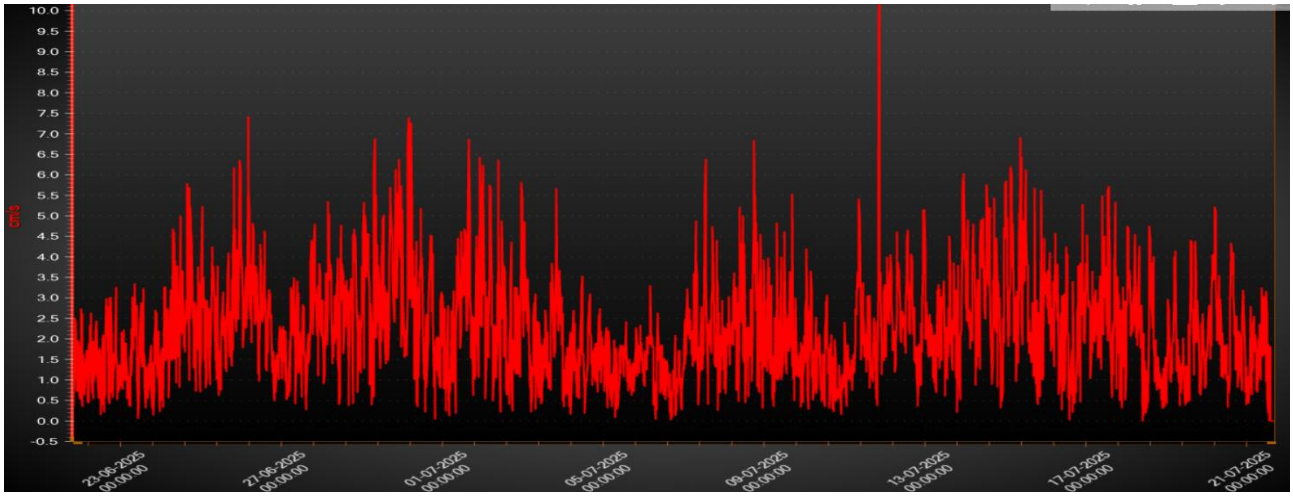
Målt strøm i målecellene 4 - 2



Celle 4

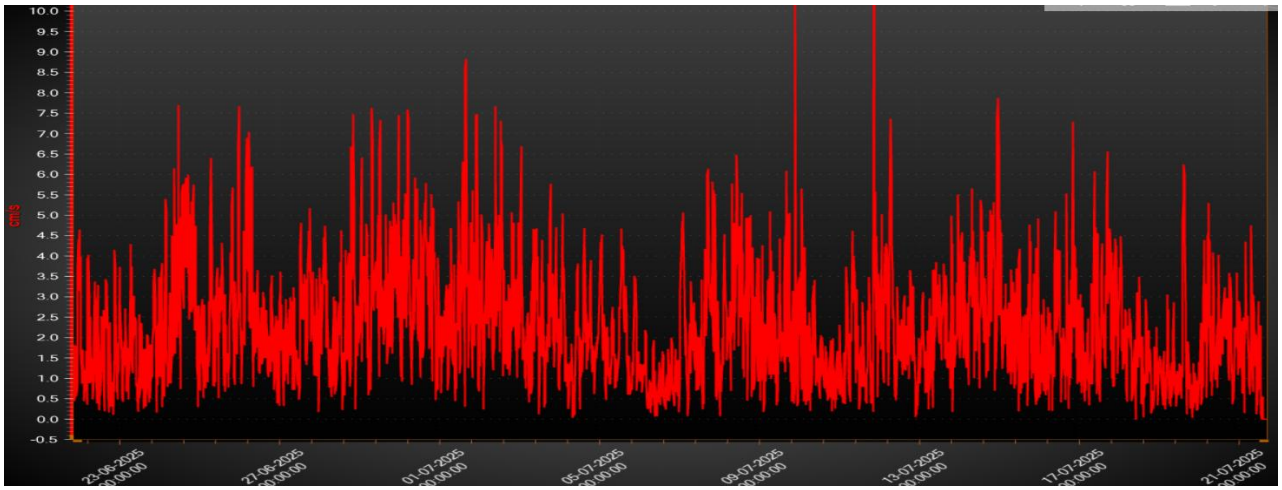


Celle 3

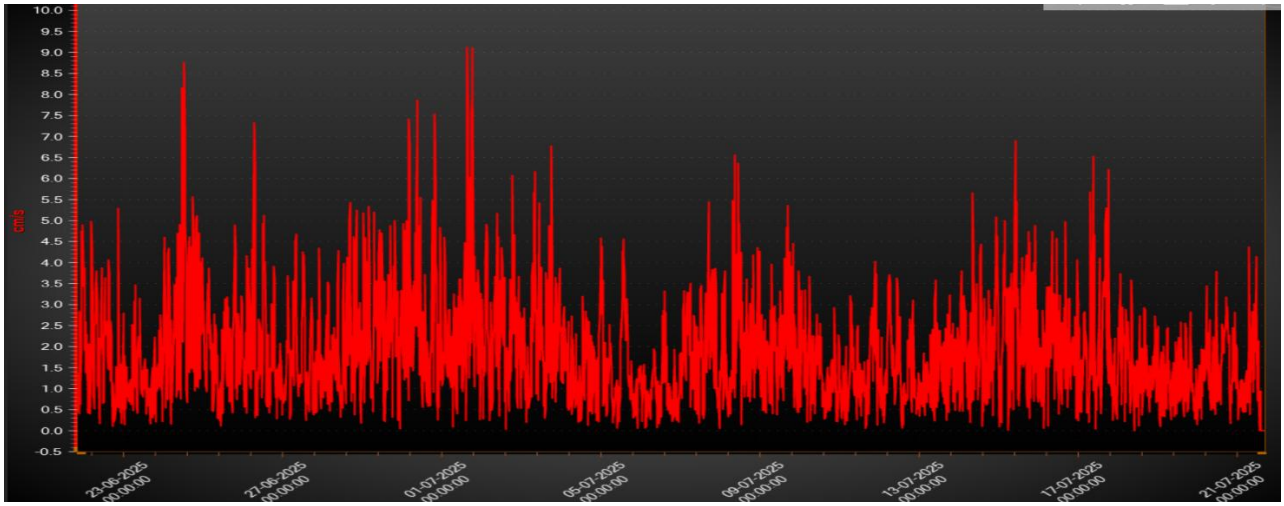


Celle 2

Målt strøm i målecellene 1-0 (botn)



Celle 1



Celle 0