

8124-2025

Aurlandsfjorden

Effekter av endret ferskvannstilførsel ved bygging av nytt kraftverk



Rapport

Norsk institutt for vannforskning STI

Løpenummer: 8124-2025

ISBN 978-82-577-7863-7
NIVA-rapport
ISSN 1894-7948

Denne rapporten er
kvalitetssikret iht. NIVAs
kvalitetssystem og
godkjent av:

André Staalstrøm
Prosjektleder/
Hovedforfatter

Sonja Kistenich
Kvalitetssikrer

Ailbhe Lisette Macken
Forskningsleder

© Norsk institutt for
vannforskning STI.
Publikasjonen kan siteres
fritt med kildeangivelse.

Forsidebilde:
André Staalstrøm

www.niva.no

Tittel

Aurlandsfjorden – Effekter av endret
ferskvannstilførsel ved bygging av nytt
kraftverk

Sider

33 + vedlegg

Dato

06.08.2025

Forfatter(e)

André Staalstrøm, Mats Walday og
Øyvind Torp

Fagområde

Hydrologi og
oseanografi

Distribusjon

Åpen

Oppdragsgiver(e)

Hafslund

Kontaktperson hos oppdragsgiver

Ragnhild Strokker

Utgitt av NIVA

Prosjektnummer 240164

Sammendrag

Utbygging av Aurlandsvassdraget startet i 1969 og det største kraftverket, Aurland 1, ble satt i drift i 1973, som førte til at sesongsyklusen for ferskvannstilførsel endret seg kraftig, med høyest vannføring på vinteren istedenfor på sommeren. Resultatet av dette var at i dagens situasjon er indre del av Aurlandsfjorden innenfor Nærnes betydelig mer ferskvannspåvirket på vinteren enn det den var i 1969. Dette betyr at den estuarine sirkulasjon på vinteren har økt, som innebærer mer tilførsel av næringssalter til indre del av fjorden med kompensasjonsstrømmen. Det planlegges et nytt kraftverk (Låvi) med utløp til Aurlandsfjorden som tar vann fra Viddalsvatnet, for å øke fleksibiliteten til kraftproduksjonen, ved at maksimal vannføring ut i Aurlandsfjorden økes fra 90 til 150 m³/s i timen. Dette vil øke ferskvannspåvirkningen nær Aurlandsvangen i korte perioder (noen timer i døgnet), men siden månedsmidlet tilførsel vil endre seg lite, vil heller ikke ferskvannspåvirkningen av fjorden endre seg vesentlig fra dagens situasjon. Aurlandsfjorden er en ferskvannspåvirket beskyttet fjord (vanntype M4) og økologisk tilstand basert på tilstanden til hardbunn i fjæresonen er i klassen «dårlig» med noe fattig artssamfunn og forekomst av opportunistiske grønналger. Sukkertare observert ved Aurlandsvangen var også preget av opportunistiske alger. Det er ikke forventet at denne situasjonen vil forverre seg ytterligere pga. bygging av nytt kraftverk, siden den estuarine sirkulasjonen ikke vil endre seg vesentlig.

Emneord: Vassdragsregulering, Estuarin sirkulasjon, Marine naturtyper, Dyreplankton

Keywords: Regulation of rivers, Estuarine circulation, Marine habitats, Zooplankton

Innholdsfortegnelse

Forord	4
Sammendrag	5
Summary	6
1 Innledning	7
1.1 Bakgrunn for prosjektet	7
1.2 Estuarin sirkulasjon	9
2 Aurlandsfjorden	10
2.1 Geografi	10
2.2 Ferskvannstilførsel	12
2.3 Tidligere og nye målinger av saltholdighet	16
3 Vurdering av pelagiske forhold – saltholdighet og sirkulasjon	21
3.1 Innblandingssonen	22
3.2 Områder som er påvirket av Aurlandsvassdraget direkte	24
3.3 Endring i sirkulasjonsmønster	25
4 Vurdering av bentiske forhold – utbredelse av viktige naturtyper	26
4.1 Datagrunnlag	26
4.2 Nær utslipp fra Vangen	27
4.3 Relativt nær utslippet – ca. 1 km	29
4.4 Mindre direkte påvirkede områder	30
5 Konklusjon	31
6 Referanser	33
Vedlegg A: Notater fra videotransektene	34

Forord

På oppdrag for Hafslund har NIVA gjort en vurdering av effekter det nye kraftverket i Aurlandsfjorden potensielt kan ha på det fysiske og biologiske miljøet i fjorden. André Staalstrøm har vært prosjektleder. Zhitao Huang og Øyvind Torp har vært med på feltarbeid. Kontaktperson ved Hafslund har vært Ragnhild Stokker og Einar Johan Ruud. Staalstrøm har hatt ansvar for å vurdere de pelagiske forholdene mens Mats Walday har hatt ansvar for bentiske forhold.

Oslo, 06.08.2025

Sammendrag

Utbygging av Aurlandsvassdraget startet i 1969 og det største kraftverket, Aurland 1, ble satt i drift i 1973. Dette førte til at sesongsyklusen for ferskvannstilførsel endret seg kraftig, med høyest vannføring på vinteren istedenfor på sommeren. Resultatet var at i dagens situasjon er indre del av Aurlandsfjorden innenfor Nærnes betydelig mer ferskvannspåvirket på vinteren enn det den var i 1969. Dette betyr at den estuarine sirkulasjon på vinteren har økt, som innebærer mer tilførsel av næringssalter til indre del av fjorden med kompensasjonsstrømmen.

Det planlegges et nytt kraftverk (Låvi) med utløp til Aurlandsfjorden som tar vann fra Viddalsvatnet. Hensikten er å øke fleksibiliteten til kraftproduksjonen, ved at maksimal vannføring ut i Aurlandsfjorden økes fra 90 til 150 m³/s i timen. Dette vil øke ferskvannspåvirkningen nær Aurlandsvangen i korte perioder (noen timer i døgnet), men siden månedsmidlet tilførsel vil endre seg lite, vil heller ikke ferskvannspåvirkningen av fjorden endre seg vesentlig fra dagens situasjon.

Aurlandsfjorden er en ferskvannspåvirket beskyttet fjord (vanntype M4, vannforekomst 0280020700-C i vann-nett.no), og økologisk tilstand basert på tilstanden til hardbunn i fjæresonen på den innerste stasjonen er i klassen «dårlig» med noe fattig artssamfunn og forekomst av opportunistiske grønnalger. Sukkertare observert ved Aurlandvangen var også preget av opportunistiske alger. Det er ikke forventet at denne situasjonen vil forverre seg pga. bygging av nytt kraftverk, siden den estuarine sirkulasjonen ikke vil endre seg vesentlig.

Det har ikke vært samlet inn nok data til å kunne utarbeide kart over naturtyper i delområder av Aurlandsfjorden, slik som beskrevet i veiledere M-1941. Vi vil likevel nevne funn av sukkertare som kan karakteriseres som en habitatsdannende naturtype, og vi vurderer verdien til sukkertare som «stor verdi» siden sukkertare er en art med økologisk funksjon som oppvekstområde og leveområde for fisk og andre arter. Det kan argumenteres med at utbredelse av sukkertare er truet, siden den økologiske tilstanden på hardbunn ikke er tilfredsstillende, men vi kan ikke si at dette er forårsaket av reguleringen av Aurlandsvassdraget.

Aurlandsfjorden er klassifisert som «Spesielt dype fjordområder», siden dypere deler av fjorder kan opptre/fungere som konservative miljø der det biologiske mangfoldet være svært forskjellig fra det en finner på grunnere farvann. Disse dypere områdene av fjorden vil ikke påvirkes av endringer i ferskvannstilførsel pga. Låvi.

Summary

Development of the Aurland watershed began in 1969 and the largest power plant, Aurland 1, was put into operation in 1973. This led to a sharp change in the seasonal cycle for freshwater supply, with the highest water flow in winter instead of summer. The result was that in the current situation, the inner part of the Aurlandsfjord within Nærnes is significantly more influenced by freshwater in winter than it was in 1969. This means that the estuarine circulation in winter has increased, which leads to more supply of nutrients to the inner part of the fjord with the compensation flow.

A new power plant (Låvi) is planned with an outlet to the Aurlandsfjord that takes water from the lake Viddalsvatnet. The purpose is to increase the flexibility of power production by increasing the maximum water flow into the Aurlandsfjord from 90 to 150 m³/s per hour. This will increase the freshwater impact near Aurlandsvangen for short periods (a few hours per day), but since the monthly average inflow will change little, the freshwater impact on the fjord will not change significantly from the current situation.

The Aurlandsfjord is a freshwater-influenced protected fjord (water type M4), and the ecological status based on the condition of the hard bottom in the tidal zone is in the class "poor" with a somewhat poor species community and the occurrence of opportunistic green algae. The sugar kelp observed at Aurlandsvangen was also characterized by opportunistic algae. It is not expected that this situation will worsen further due to the construction of a new power plant, since the estuarine circulation will not change significantly.

Not enough data has been collected to be able to prepare maps of habitat types in sub-areas of the Aurlandsfjord, as described in the guidelines M-1941. We would nevertheless like to mention findings of sugar kelp that can be characterized as a habitat-forming nature type, and we consider the value of sugar kelp to be of "great value" since sugar kelp is a species with an ecological function as a nursery area and habitat for fish and other species. It can be argued that the abundance of sugar kelp is threatened, since the ecological condition on the hard bottom is not satisfactory, but we cannot say that this is caused by the regulation of the Aurland river.

The Aurlandsfjord is classified as "Especially deep fjord areas", since deeper parts of fjords can act/function as conservative environments where the biodiversity is very different from that found in shallower waters. These deeper areas of the fjord will not be affected by changes in freshwater supply due to Låvi.

1 Innledning

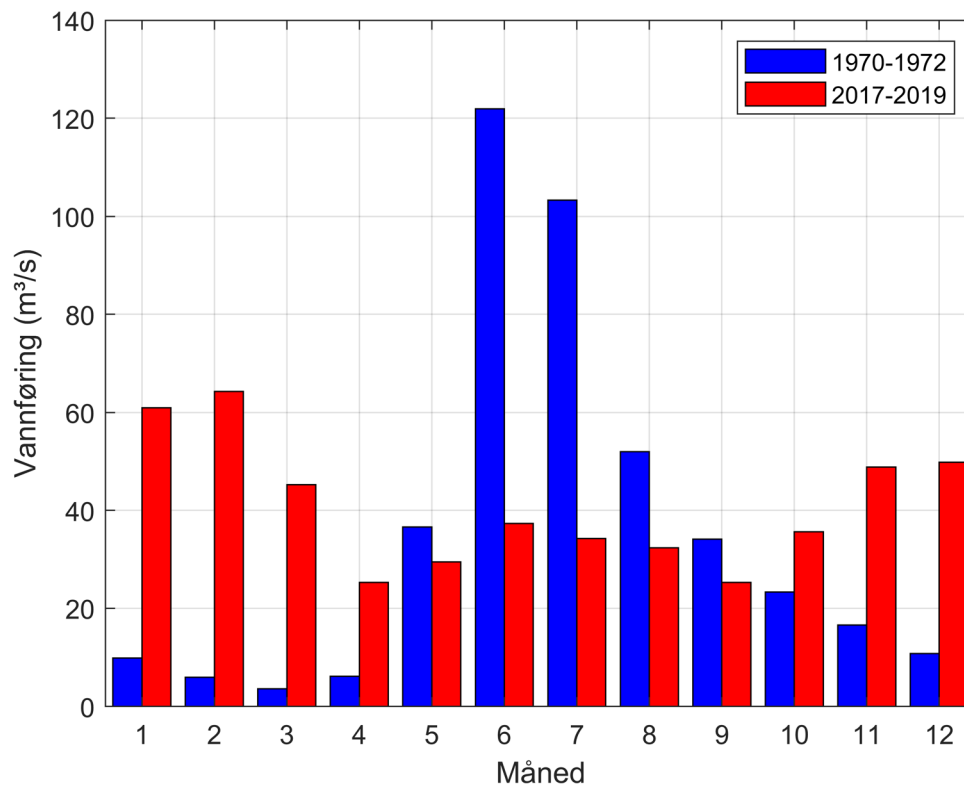
1.1 Bakgrunn for prosjektet

Utbygging av Aurlandsvassdraget startet i 1969 og det største kraftverket, Aurland 1, ble satt i drift i 1973 (Figur 1). Viddalsvatnet som ligger ca. 930 moh., ble demmet opp. Aurland 1 er plassert ved Vassbygdevatnet som ligger 880 m lavere, og har utslipp til dette vannet. Vassbygdevatnet renner ut fjorden via Aurlandselva. Det er også bygd et kraftverk nede ved fjorden, Vangen/Aurland 4, som tar vann direkte fra Vassbygdevatnet. Vangen kom i drift i 1980, men har ikke drift fra 1. mai til 5. september. I denne perioden går alt vannet fra Vassbygdevatnet i Aurlandselva. Vangen har utløp til fjorden gjennom to rør som ligger ved siden av hverandre med utslippsdybde rundt 20 m. Maksimal vannføring gjennom Vangen er 90 m³/s per time, og dette setter en begrensning på kraftproduksjonen.



Figur 1: Kart over området. De svarte linjene indikerer eksisterende tunneler (ikke korrekte posisjoner), fra Viddalsvatnet til Aurland 1 og fra Vassbygdevatnet og Vangen. Disse to kraftverkene er markert med gule prikker. Planlagt nytt kraftverk (Låvi) er ikke tegnet inn på kartet, men det vil gå vann direkte fra Viddalsvatnet og til fjorden (rød linje).

Denne reguleringen av vassdraget førte til at sesongsyklusen for ferskvannstilførsel til Aurlandsfjorden fra Aurlandsvassdraget endret seg kraftig, med høyest vannføring på vinteren istedenfor på sommeren. I Figur 2 vises midlet vannføring hver måned hvor perioden 1970-1972 er sammenlignet med perioden 2017-2019. I den siste perioden er det summen av Aurlandselva og Vangen som vises. Reguleringen førte til en reduksjon i laksestammen i vassdraget (Ugedal et al., 2019).



Figur 2: Månedlig midlet vannføring summert for Aurlandselva og Vangen. To perioder vises: 1970-1972 før utbygging og 2017-2019 når mesteparten av vannet fra Vassbygdevatnet går via Vangen i perioden fra oktober til april.

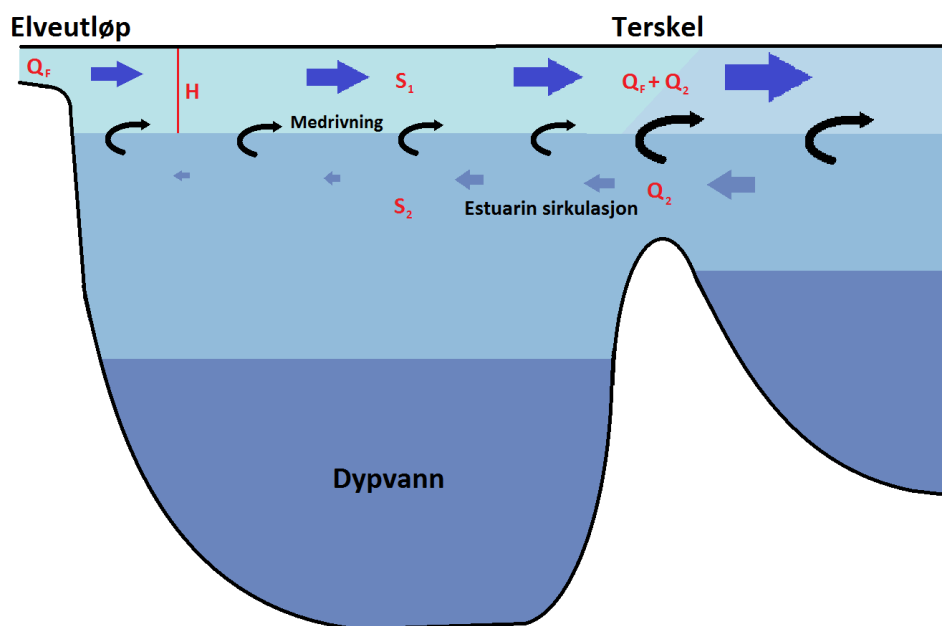
Det planlegges et nytt kraftverk (Låvi) med utløp til Aurlandsfjorden som tar vann fra Viddalsvatnet (se rød linje i Figur 1). Hensikten er å øke fleksibiliteten til kraftproduksjonen, ved at maksimal vannføring ut i Aurlandsfjorden økes fra 90 til 165 m³/s. Den totale vannmengden ut i fjorden over året vil ikke øke. Den høyeste vannføringen vil forekomme i korte perioder (med vanligvis mindre enn en dag varighet).

I denne rapporten skal effekter det nye kraftverket Låvi potensielt kan ha på det fysiske og biologiske miljøet i Aurlandsfjorden vurderes. Det vil først vurderes hvordan saltholdighet og sirkulasjon i fjorden vil påvirkes, før det etter det vil vurderes hvordan dette vil påvirke viktige naturtyper langs bunn i fjorden. Det vil tas hensyn til at det allerede er kraftverk-produksjon i fjordsystemet.

1.2 Estuarin sirkulasjon

Et viktig begrep i denne rapporten er estuarin sirkulasjon, og det er derfor på sin plass med en forklaring på hva vi mener med dette. I en ferskvannspåvirket fjord som Aurlandsfjorden kan strømmer satt opp av elvetilførsel være de viktigste for transport av stoff, som næringssalter og plankton. Estuarin sirkulasjon kan i vid betydning defineres som vannbevegelse i en vannforekomst som er påvirket av en eller flere elver. Her vil vi spesifisere begrepet noe mer, basert på Stigebrandt beskrivelse av modellen Fjordmiljø (Stigebrandt, 2001)¹.

Når ferskvann renner ut i en fjord, fører dette til en estuarin sirkulasjon, som er illustrert i Figur 3. Ferskvannet fra elva (Q_F) er lettere enn saltvannet i fjorden og legger seg som et ferskvannslag i overflaten som beveger seg ut mot havet. På grunn av friksjon, drar det ferske overflatelaget med seg saltvann fra vannmassene rett under ferskvannslaget, som er illustrert med svarte piler i figuren. Dette resulterer i at volumtransporten og saltholdigheten i overflatelaget blir høyere. Dette er illustrert ved at de blå pilene i figuren blir større fra elveutløpet og ut mot havet. For å bevare volumet i fjorden, så må medrivning av saltvann kompenseres med en strøm i laget rett under overflatelaget som er rettet inn mot elveutløpet. Rett ved elveutløpet har det vært lite medrivning av saltvann, så her er kompensasjonsstrømmen liten. På vei ut mot havet dras mer og mer saltvann med, og volumtransporten i kompensasjonsstrømmen blir større og større. Her definerer vi den estuarine sirkulasjonen som den mengden vann som dras med fra saltvannslaget (Q_2), som ofte kalles *kompensasjonsstrømmen*.



Figur 3. Estuarin sirkulasjon i en terskelfjord. Elveutløpet er på venstre side og sjøsiden er til høyre. Fargeskalaen illustrerer saltholdigheten, hvor det ferskeste vannet er lyseblått mens det salteste er mørkeblått.

I Aurlandsfjorden er ferskvannet som renner ut i fjorden ofte næringsfattig. Kompensasjonsstrømmen som kommer fra dypere lag kan derimot være næringsrik. På denne måten kan økt estuarin sirkulasjon føre til økt tilførsel av næringssalter til fjorden. Den estuarine sirkulasjonen er også viktig for transport av dyreplankton og andre partikler.

¹ https://www.researchgate.net/publication/281291361_FjordEnv_-_a_water_quality_model_for_fjords_and_other_inshore_waters

2 Aurlandsfjorden

2.1 Geografi

Aurlandsfjorden er en fjord som strekker seg fra Sognefjorden ved Gagernes og inn til Nærnes, hvor den deler seg i to. Den ene armen går inn mot Gudvangen hvor Nærøydalselva renner ut. Den andre armen går mot Aurland hvor Aurlandselva renner ut og videre inn mot Flåm hvor Flåmselva renner ut. Avstanden fra Sognefjorden og inn til Flåm er ca. 29 km (Figur 4).

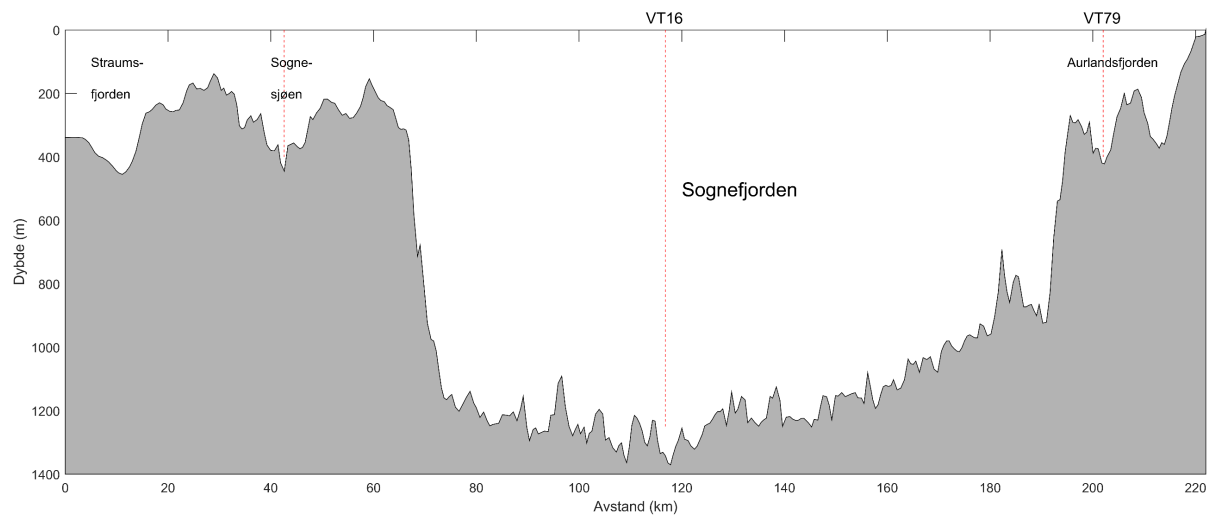
Aurlandsfjorden er vannforekomst 0280020700-C i vann-nett.no, hvor den økologiske tilstanden er registrert å være «moderat», basert på undersøkelser av makroalger². Aurlandsfjorden er klassifisert som «Spesielt dype fjordområder» (Direktoratet for naturforvaltning, 2007), siden dypere deler av fjorder kan opptre/fungere som konservative miljø der det biologiske mangfoldet være svært forskjellig fra det en finner på grunnere farvann.



Figur 4: Oversiktskart som viser Aurlandsfjordens plassering i Sognefjorden. Terskelen til Sognefjorden er markert med en svart strek. Tre overvåkningsstasjoner fra ØKOKYST-programmet er vist med lilla prikker. Det er VT12 Sognesjøen utenfor terskelen, VT16 Kyrkjebø sentralt i Sognefjorden og VT79 ved Nærnes i Aurlandsfjorden. Utsnittet vist i Figur 1 er markert med grønn firkant.

I Figur 5 vises bunntopografien hvis man følger fjorden fra Straumsfjorden (vest for kartet i Figur 4), gjennom Sognesjøen, innover Sognefjorden til Gagernes og videre innover Aurlandsfjorden til Flåm. Terskelen til Sognefjorden er på 165 m og ligger innenfor Sognesjøen, før man kommer inn til et svært fjordbasseng hvor største dybde er over 1300 m. Aurlandsfjorden er grunnere, med to dypere bassenger. Det første er ved Nærnes hvor det er over 500 m, og det neste er i indre Aurlandsfjord hvor det er over 400 m.

² <https://vann-nett.no/waterbodies/0280020700-C/factsheet/environmental-status>



Figur 5: Dybdetranssekt fra utenfor Sognefjordens terskel, gjennom sentrale deler av fjorden og helt inn til Flåm i Aurlandsfjorden. De tre ØKOKYST-stasjonene er markert med vertikale stiplede linjer.

2.2 Ferskvannstilførsel

I hele Sognefjorden innenfor terskelen er det tolv hovednedbørsfelt som til sammen utgjør et areal på 10.301 km². Mesteparten av hovednedbørsfeltene 71 og 72 (Tabell 1) renner ut i Aurlandsfjorden. Det største hovednedbørsfeltet er nr. 72 hvor Aurlandsvassdraget er det største bidraget.

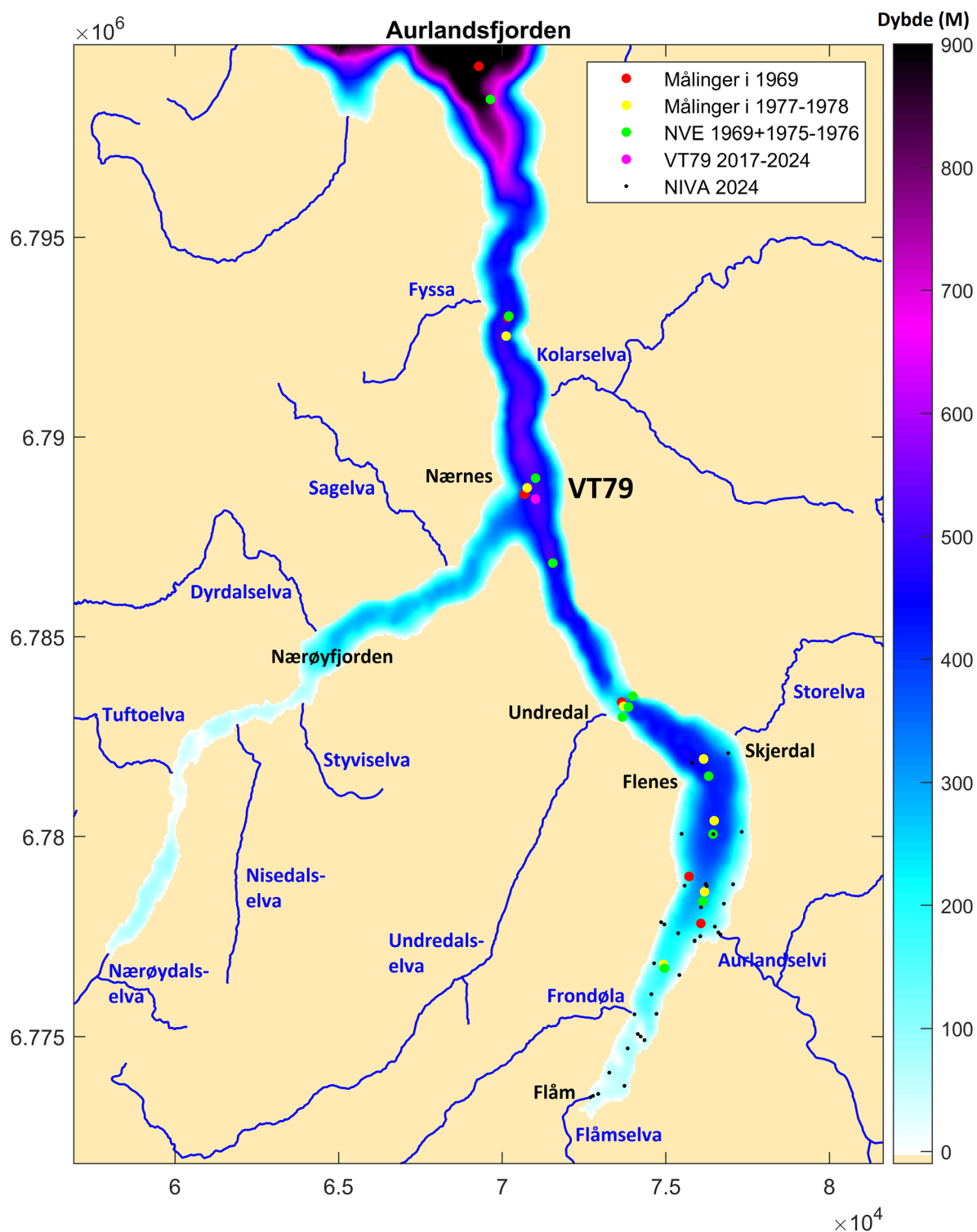
Tabell 1: Størrelsen på de tolv hovednedbørsfeltene som renner ut i Sognefjorden.

Nr.	Hovednedbørsfelt	Landareal (km ²)	Andel (%)
69	Ytre Sognefjord Sør	430	4.2
70	Vikvassdraget	545	5.3
71	Nærøyelv	666	6.5
72	Aurlandsvassdraget	1432	13.9
73	Lærdalsvassdraget	1392	13.5
74	Årdalsvassdraget	1339	13.0
75	Fortunvassdraget/Lusterfjorden	1134	11.0
76	Jostedøla	984	9.6
77	Årøyvassdraget	1038	10.1
78	Vetlefjorden og Fjærlandsfjorden	465	4.5
79	Høyangervassdraget	446	4.3
80	Ytre Sognefjord Nord	430	4.2
		10301	100

I Tabell 2 vises en liste over de 13 hovedelvene som renner ut i Aurlandsfjorden. De tre elvene Nærøydalselva, Flåmselva og Aurlandselva står for 82 % av ferskvannstilførselen, hvor Aurlandselva alene står for nesten 50 % av ferskvannstilførselen til fjorden. Undredalselva er den fjerde største elva, og renner ut på terskelen til dybbassenget i indre Aurlandsfjord (Figur 6).

Tabell 2: Liste over de 13 hovedelvene som renner ut i Aurlandsfjorden.

Hoved.	Elv	Areal (km ²)	Q (m ³ /s)	Bredde-grad	Lengde-grad	Andel areal (%)
71	Fyssa	11,49	0,42	61,0386	7,0141	0,7
71	Sagelva	18,90	0,84	60,9785	7,0100	1,1
71	Tuftoelva	7,25	0,47	60,9232	6,8685	0,4
71	Dyrdalselva	51,18	3,07	60,9599	6,9402	3,0
71	Nærøydalselva	293,07	19,33	60,8804	6,8425	17,4
71	Nisedalselva	16,42	1,08	60,9362	6,9017	1,0
71	Styviselva	8,97	0,51	60,9431	6,9372	0,5
72	Underdalselva	91,54	5,49	60,9508	7,1070	5,4
72	Frodøla	18,54	0,38	60,8853	7,1380	1,1
72	Flåmselva	281,85	18,63	60,8651	7,1198	16,7
72	Aurlandselva	803,84	42,19	60,9047	7,1868	47,7
71	Storelva-Skjerdal	23,16	1,03	60,9502	7,1813	1,4
72	Kolarselva	58,67	2,59	61,0200	7,0590	3,5
	Samlet	1684,88	96,03			100,00



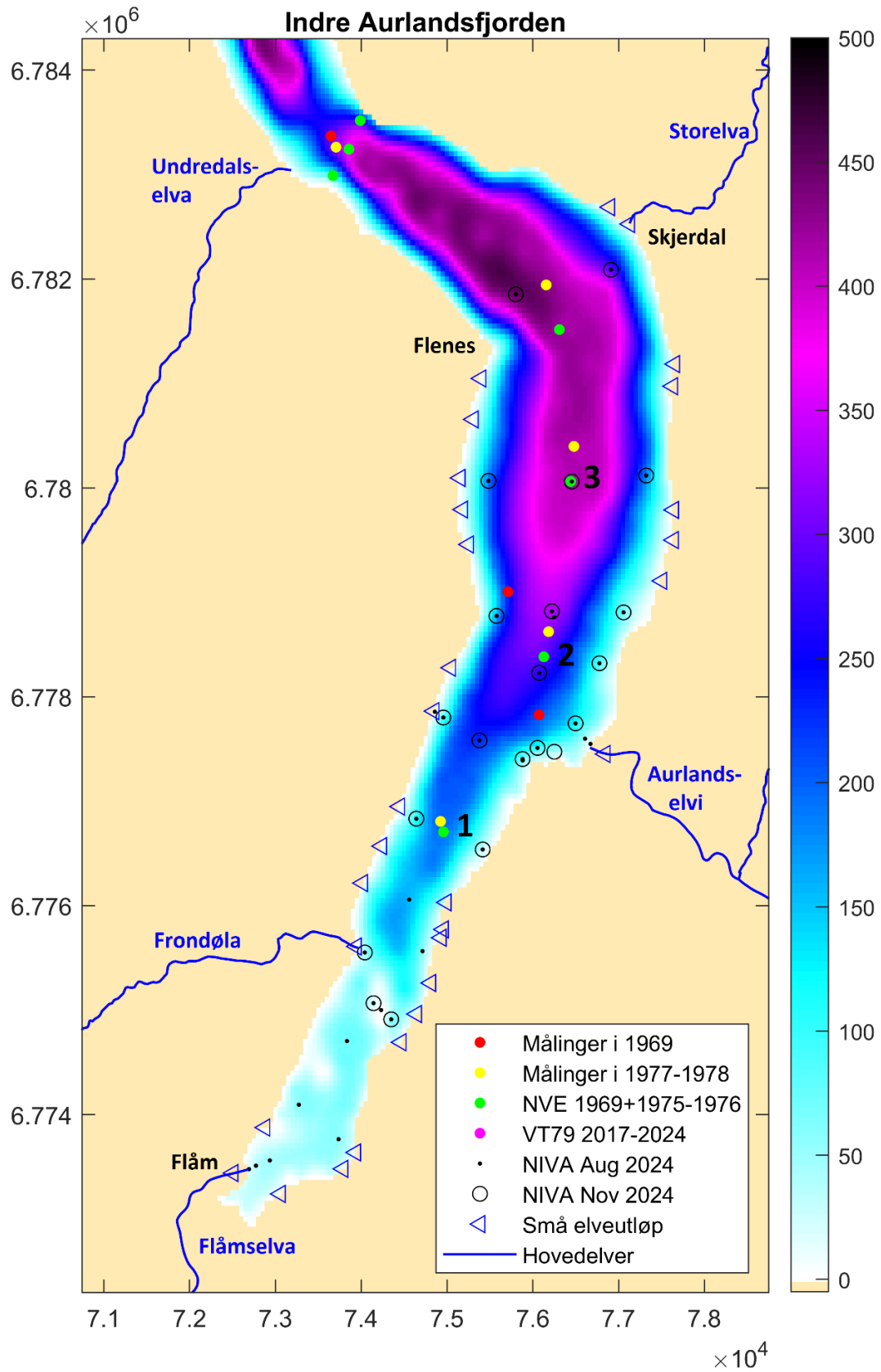
Figur 6: Oversiktskart over Aurlandsfjorden som går fra Sognefjorden og inn til Flåm inkludert sidefjorden Nærøyfjorden. Fargeskalaen angir dybden i meter. Hovedelvene er tegnet inn som blå streker. I tillegg til dette er det veldig mange mindre bekker og elver som renner ut i fjorden. Punktene i fjorden angir målestasjoner. De svarte punktene er stasjoner hvor NIVA gjorde målinger i august 2024.

Hvis man befinner seg i Aurlandsfjorden en regnfylt dag, vil en legge merke til en rekke mindre bekker og elver som renner ut. For å anslå hvor mye ferskvann disse bidrar med, er arealet til nedbørsfeltene til 30

elver som renner ut i indre Aurlandsfjord beregnet med nevina.nve.no (Tabell 3). I denne listen er det fire hovedelver, og disse står for 97 % av ferskvannstilførselen. Storelva ved Skjerdal og Frondøla på vestsiden av fjorden har hver en middel vannføring på rundt 1 m³/s, som betyr at de vil påvirke saltholdigheten lokalt, spesielt i flomepisoder. Plasseringen til utløpene til disse 30 elvene er vist som blå trekkanter i Figur 7.

Tabell 3: Liste over elver og bekker som renner ut i indre Aurlandsfjord.

Nr.	Navn	Bredde-grad	Lengde-grad	Areal (km ²)	Q (m ³ /s)	Andel (%)
1	Nisåna	60,95141	7,17618	7,12		0,61
2	Storelva -Skjerdal	60,95023	7,18079	23,16	1,03	1,99
3	Gjelåjuvet	60,93886	7,19332	0,34		0,03
4	Volda	60,93695	7,19335	4,63		0,40
5	Bellsgjelet	60,92643	7,19616	1,19		0,10
6	Kvennagrovi	60,92386	7,19674	0,70		0,06
7	Linddøla	60,92024	7,19514	0,50		0,04
8	Aurlandselva	60,90479	7,18670	803,84	42,19	69,00
9	Klovnastein	60,89018	7,15601	0,12		0,01
10	Naustviki1	60,88784	7,15597	0,44		0,04
11	Naustaviki2	60,88710	7,15568	0,11		0,01
12	Sør for Hund	60,88312	7,15440	0,32		0,03
13	Sevålsgrevi	60,88030	7,15203	2,48		0,21
14	Fuglaviki	60,87770	7,14933	2,18		0,19
15	Vatnasteinane	60,86775	7,14201	0,53		0,05
16	Markåna/Stampa	60,86620	7,13964	6,79		0,58
17	Skelaholet	60,86328	7,12687	0,40		0,03
18	Flomselva	60,86447	7,11639	281,85	18,63	24,19
19	Vetlesandhaugrovi	60,86874	7,12217	0,23		0,02
20	Frondøla	60,88530	7,13782	18,54	0,97	1,59
21	Kongsteigen	60,89078	7,13780	0,19		0,02
22	Kongsteigsgrovi	60,89416	7,14108	0,83		0,07
23	Høydøla	60,89775	7,14406	2,06		0,18
24	Flugandefossen	60,90631	7,14937	2,22	0,08	0,19
25	Vetlaflugane	60,91021	7,15201	0,36		0,03
26	Stølsnes	60,92093	7,15319	0,35		0,03
27	Dimmegrovi	60,92383	7,15122	2,32		0,20
28	Klokkarfossen	60,92649	7,15001	0,26		0,02
29	Kvamsgrovi	60,93164	7,15158	0,63		0,05
30	Kambagrovi	60,93522	7,15236	0,33		0,03
				1165,02		100,00

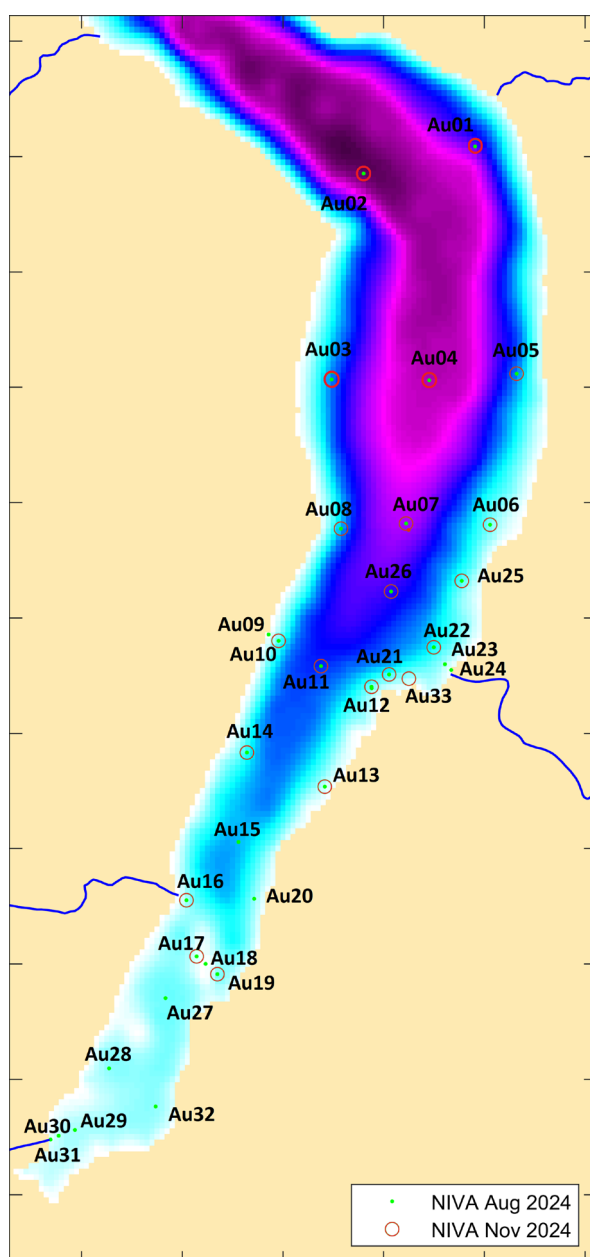


Figur 7: Kart over indre del av Aurlandsfjorden. De blå trekantene viser utløpet til de 30 elver og bekker som renner ut i fjorden innenfor en linje mellom Skjerdal og Flesnes.

2.3 Tidligere og nye målinger av saltholdighet

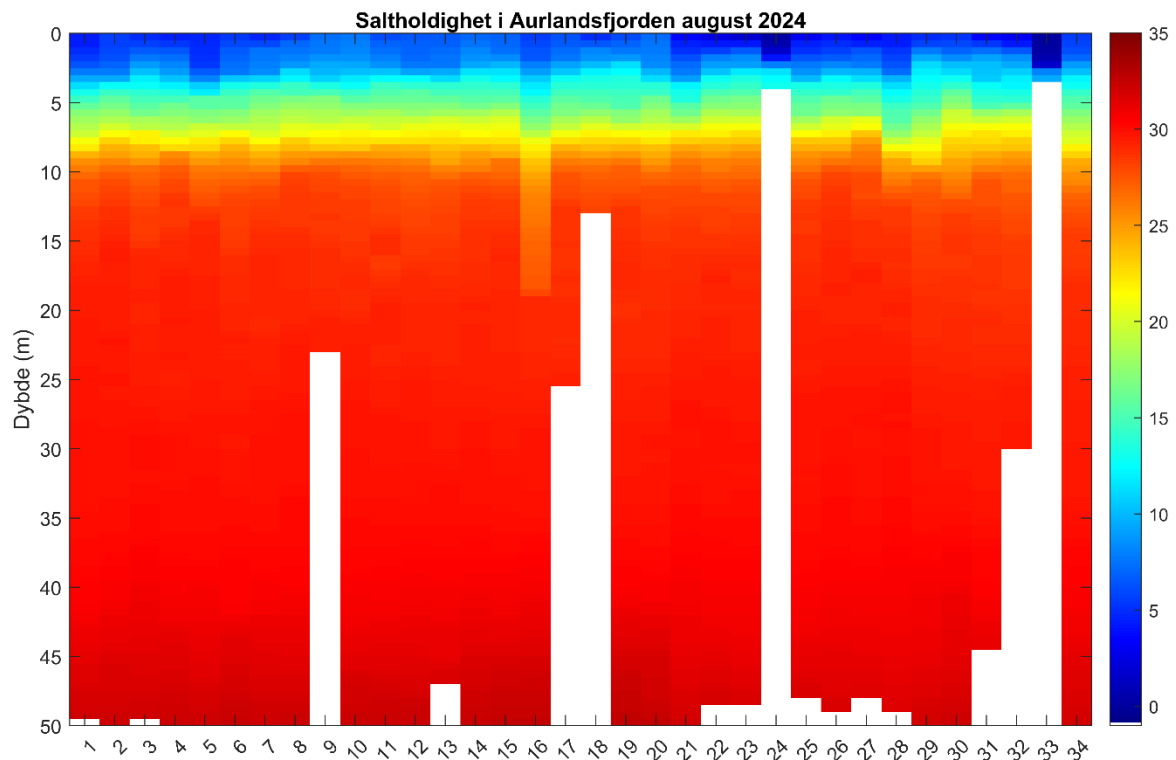
I kartene i Figur 6 og Figur 7 er plassering av tidligere målinger av saltholdighet. De tidligste målingene er fra november 1969, og foretatt på fem stasjoner fra Aurlandselvas utløp og helt ut til Sognefjorden. Disse målingene ble foretatt i en situasjon hvor fjorden ikke var påvirket av regulering, og vil derfor bli svært viktig for vurderingene i denne rapporten. Det ble gjort en del målinger utover på 1970-tallet. ØKOKYST-stasjon VT79 ved Nærnes har blitt prøvetatt månedlig siden 2017. Denne stasjonen ble det også målt på i 1969.

I forbindelse med dette prosjektet ble det gjort målinger av saltholdighet fra Flesnes og inn til Flåm ved to anledninger, august og november 2024 på til sammen 33 stasjoner. Plassering av disse stasjonene er vist i Figur 8. Det ble brukt en CTD, som er et instrument som måler temperatur og saltholdighet som en funksjon av dybden.



Figur 8: Målestasjoner i indre Aurlandsfjorden fra august og november 2024.

I august ble det målt 34 måleprofiler med en CTD-sonde på 32 stasjoner (to av stasjonene ble besøkt to ganger). Saltholdigheten fra disse 34 profilene er vist i Figur 9. To av profilene ble målt helt inne i elvemunningen til Aurlandselva og Flåmelva. Dette var profil 24 (stasjon Au24) og profil 33 (stasjon Au31). Her var det rent ferskvann i overflaten. Utover disse to profilene var det en profil som skilte seg ut og det var profil nummer 16 (stasjon Au16) som ble målt utenfor utløpet til elven Frondøla. Her var det ferskere vann helt ned til ca. 20 m dyp. Utover dette var ferskvannslaget i fjorden veldig homogent.

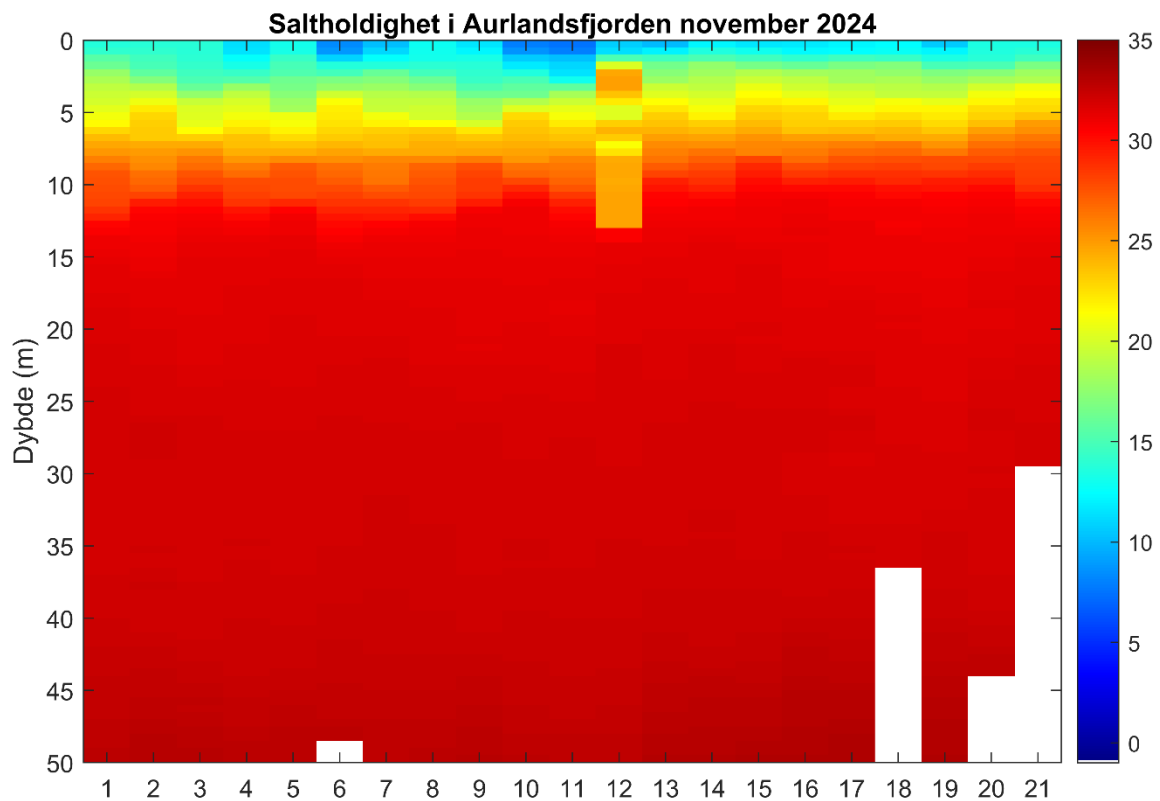


Figur 9: Målt saltholdighet i Aurlandsfjorden i august 2024. På x-aksen vises rekkefølgen på stasjonene. I Tabell 4 er det en liste over plassering av disse profilene.

Tabell 4: Profiler av saltholdighet målt i indre Aurlandsfjord 19. og 20. august 2024.

Nr.	Stasjon	Lokaltid	Bredde- grad	Lengde- grad	Saltholdighet 0,0-0,5 m	Saltholdighet 2,5-3,0 m	Saltholdighet 5,0-5,5 m
1	Au01	19.08.24 16:01	60,94610	7,17775	4,38	7,82	15,89
2	Au02	19.08.24 16:10	60,94282	7,15800	5,64	7,79	16,61
3	Au03	19.08.24 16:56	60,92660	7,15613	5,00	10,17	15,66
4	Au04	19.08.24 17:06	60,92758	7,17387	4,61	8,96	16,45
5	Au05	19.08.24 17:12	60,92902	7,18960	4,74	6,68	15,63
6	Au06	19.08.24 17:21	60,91708	7,18765	5,37	7,64	15,80
7	Au07	19.08.24 17:29	60,91628	7,17238	4,73	8,30	17,04
8	Au08	19.08.24 17:36	60,91520	7,16068	5,74	11,15	17,82
9	Au09	19.08.24 17:49	60,90627	7,14957	7,39	9,88	17,66
10	Au10	19.08.24 17:52	60,90588	7,15150	7,70	10,16	17,02
11	Au11	19.08.24 17:58	60,90438	7,15967	6,07	10,34	17,05
12	Au12	19.08.24 18:08	60,90333	7,16923	6,56	9,13	17,06
13	Au13	19.08.24 18:20	60,89513	7,16265	6,73	9,46	17,05
14	Au14	19.08.24 18:28	60,89693	7,14788	7,14	11,42	16,53
15	Au15	19.08.24 18:36	60,88995	7,14807	6,95	11,46	17,07
16	Au16	19.08.24 18:51	60,88490	7,13975	5,49	8,99	14,65
17	Au17	19.08.24 18:59	60,88068	7,14267	6,35	10,48	16,45
18	Au18	19.08.24 19:02	60,88020	7,14443	5,03	12,01	16,21
19	Au19	19.08.24 19:06	60,87953	7,14677	6,16	12,37	15,24
20	Au20	19.08.24 19:18	60,88573	7,15198	7,28	9,87	17,04
21	Au21	20.08.24 9:32	60,90447	7,17218	3,51	7,82	15,57
22	Au22	20.08.24 9:39	60,90703	7,17977	2,61	10,25	17,23
23	Au23	20.08.24 9:47	60,90585	7,18210	1,81	11,66	17,31
24	Au24	20.08.24 9:56	60,90547	7,18337	0,25	11,42	
25	Au25	20.08.24 10:01	60,91245	7,18358	3,00	8,63	16,11
26	Au07	20.08.24 10:08	60,91582	7,17298	4,13	9,96	16,84
27	Au26	20.08.24 10:15	60,91088	7,17097	3,47	9,81	16,78
28	Au12	20.08.24 10:22	60,90322	7,16928	4,23	7,25	14,47
29	Au27	20.08.24 10:37	60,87713	7,13782	4,98	11,94	15,25
30	Au28	20.08.24 10:46	60,87112	7,12893	5,32	11,15	17,66
31	Au29	20.08.24 10:56	60,86600	7,12393	3,52	10,36	15,11
32	Au30	20.08.24 11:02	60,86538	7,12110	3,03	10,79	15,75
33	Au31	20.08.24 11:06	60,86500	7,11970	0,00	8,01	
34	Au32	20.08.24 11:13	60,86867	7,13810	5,58	10,13	15,85

I november ble det målt 21 profiler på 20 av stasjonene som ble besøkt i august, samt på en ekstra stasjon (Au33). Disse målingene ble gjort på to forskjellige dager, 14. og 15. november. De laveste saltholdighetene i overflatelaget ble målt den første dagen på stasjon Au06 (profil nr. 6 i Figur 10) litt nord for Aurandselvas utløp, stasjon Au11 (profil nr. 10) utenfor bekk nummer 24 i Tabell 3 (Flugandefossen) og på stasjon Au12 ikke langt fra Vangens utslippspunkt. Dagen etter ble den laveste saltholdigheten målt på stasjon Au22 som ligger utenfor Aurandselvas utløp. Profil nr. 12 skiller seg ut, siden den ble målt midt i selve utslippsskyen til Vangen (stasjon 21). Vi skal se nærmere på denne målingen i neste kapittel.



Figur 10: Målt saltholdighet i Aurandsfjorden i november 2024. På x-aksen vises rekkefølgen på stasjonene. I Tabell 5 er det en liste over plassering av disse profilene.

Tabell 5: Profiler av saltholdighet målt i indre Aurlandsfjord 14. og 15. november 2024.

Nr.	Stasjon	Lokaltid	Bredde- grad	Lengde- grad	Saltholdighet 0.0-0.5 m	Saltholdighet 2.5-3.0 m	Saltholdigeht 5.0-5.5 m
1	Au01	14.11.2024 14:26	60,94610	7,17775	13,69	18,48	21,01
2	Au02	14.11.2024 14:36	60,94282	7,15800	13,80	17,10	22,83
3	Au03	14.11.2024 15:12	60,92660	7,15613	13,82	15,09	20,33
4	Au04	14.11.2024 15:22	60,92758	7,17387	11,31	15,41	21,06
5	Au05	14.11.2024 15:30	60,92902	7,18960	13,13	16,34	20,88
6	Au06	14.11.2024 15:39	60,91708	7,18765	8,33	16,85	22,09
7	Au07	14.11.2024 15:48	60,91628	7,17238	10,13	17,13	20,94
8	Au08	14.11.2024 15:55	60,91520	7,16068	12,85	16,23	19,92
9	Au10	14.11.2024 16:05	60,90588	7,15150	11,60	14,42	18,77
10	Au11	14.11.2024 16:11	60,90438	7,15967	7,86	14,98	22,66
11	Au12	14.11.2024 16:19	60,90333	7,16923	7,54	12,99	21,10
12	Au21	14.11.2024 16:29	60,90447	7,17218	10,72	24,78	20,29
13	Au22	15.11.2024 09:29	60,90703	7,17977	10,00	17,92	23,17
14	Au25	15.11.2024 09:36	60,91245	7,18358	12,12	18,71	21,85
15	Au26	15.11.2024 10:07	60,91088	7,17097	11,57	19,56	23,30
16	Au14	15.11.2024 10:18	60,89693	7,14788	11,73	19,12	22,99
17	Au16	15.11.2024 10:28	60,88490	7,13975	12,10	18,23	22,10
18	Au17	15.11.2024 10:38	60,88068	7,14267	12,40	18,41	22,57
19	Au19	15.11.2024 10:59	60,87953	7,14677	10,53	17,72	22,13
20	Au13	15.11.2024 11:11	60,89513	7,16265	13,46	18,29	22,98
21	Au33	15.11.2024 11:28	60,90435	7,17585	13,47	18,56	23,52

3 Vurdering av pelagiske forhold – saltholdighet og sirkulasjon

Saltholdigheten i fjorden er en viktig parameter som påvirker biologisk liv både i vannmassen (pelagisk) og på bunn (bentisk) direkte. Veldig mange arter dør når det er et skifte mellom ferskvann og saltvann, og områder hvor saltholdigheten har stor variasjon er derfor utfordrende miljøer å leve i. Samtidig fins det arter som utnytter nettopp dette for å finne skjulesteder for predatorer. Et eksempel er blåskjell som det noen steder fins mye av helt i overflaten hvor saltholdigheten er veldig lav, og der sjøstjerner, som er en storeter av blåskjell, ikke trives (Figur 11).



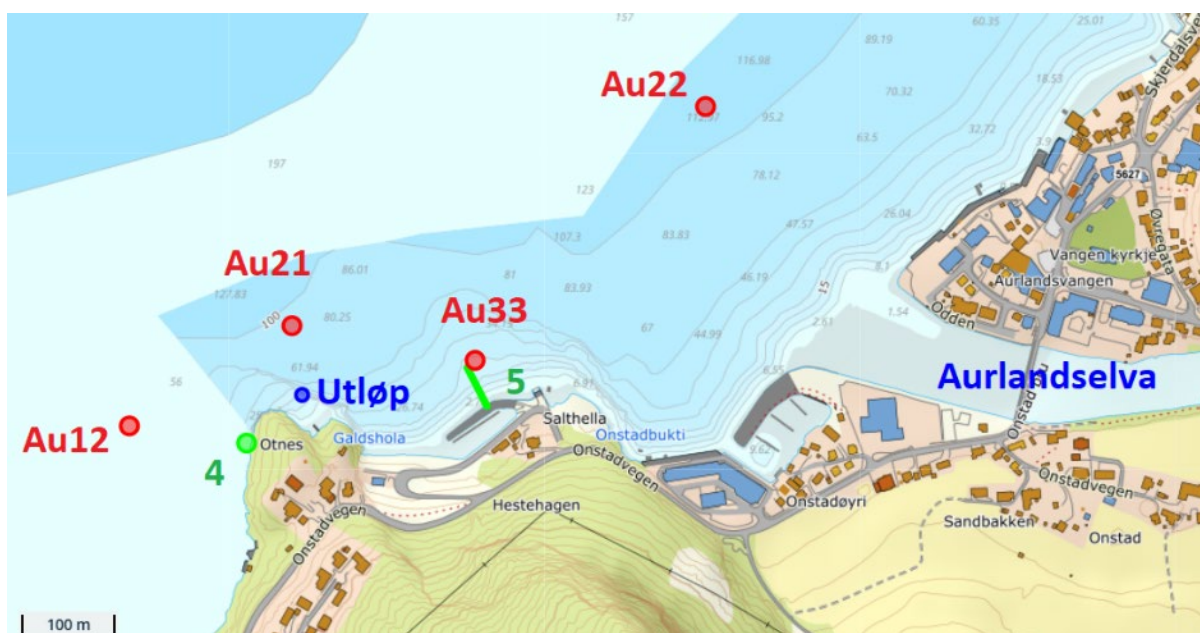
Figur 11: Bilde fra fjellveggen rett innenfor stasjon Au12. Utslippet fra Vangen befinner seg bare knappe 30 m rundt hjørnet til venstre i bildet. Bildet er fra 4 m dyp rett under ferskvannslaget. De mørkeste partiene i bildet er blåskjell, og en kan se beitende sjøstjerner. Foto: Øyvind Torp.

Utløp av ferskvann skaper som beskrevet tidligere estuarin sirkulasjon, og påvirker dermed hvordan vannmassene flytter på seg i fjorden. Dette vil kunne påvirke saltholdighet, temperatur og plankton i fjorden. Vi har allerede fra målingene vist i forrige kapittel sett at fjorden er ferskvannspåvirket. Her vil vi vurdere hvor stor del av fjorden som er påvirket av endringer i ferskvannstilførsel fra Aurlandsvassdraget. Vi skal også se på hvordan sirkulasjonene påvirker plankton i fjorden, men først ser vi på innblandingssonen veldig nær utløpet til Vangen. I neste kapittel skal vi se på forholdene på bunn.

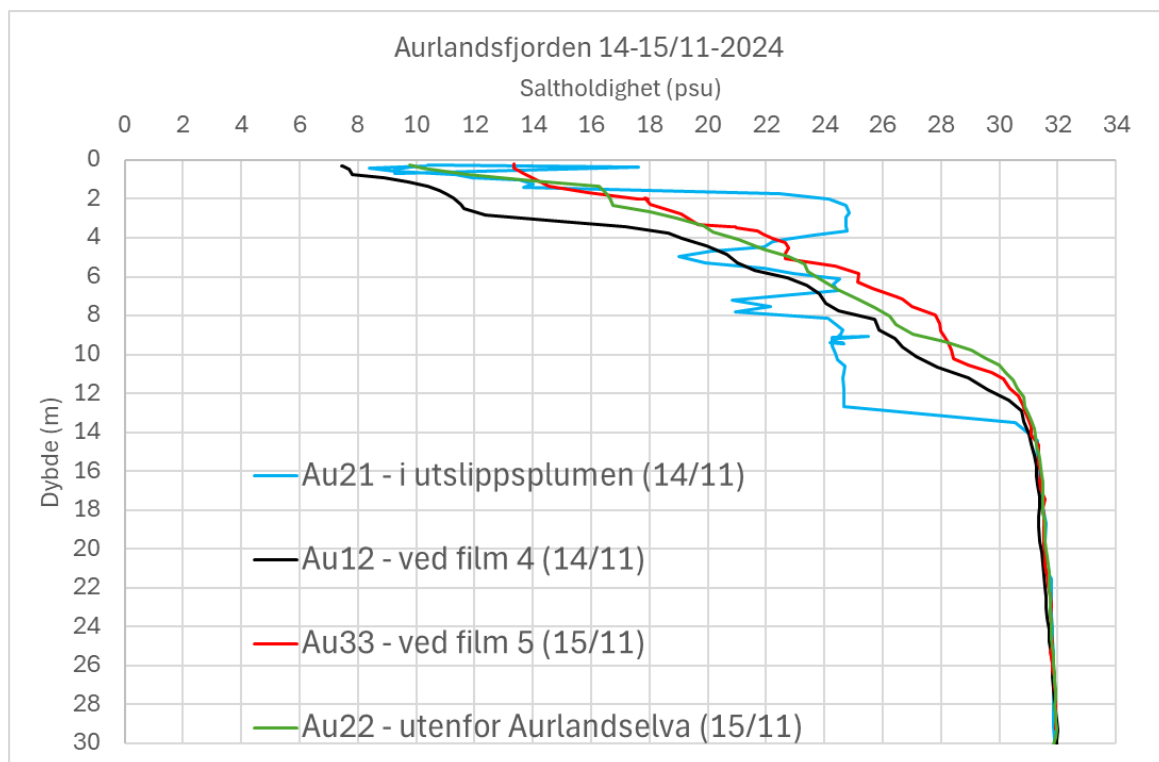
3.1 Innblandingssonen

Ved stasjon Au21 (Figur 12) kommer ferskvannet ut i to utløp som går ut i ca. 20 m dyp. I Figur 13 vises det hvordan saltholdighetsprofilen ser ut akkurat der hvor ferskvannet fra Vangen kommer ut. Dette vannet har positiv oppdrift og det er tydelig fra saltholdighetsprofilen hvor ferskvannet kommer ut, siden det ved 14 m dyp er et skarpt skille i saltholdigheten. Dette vannet stiger raskt oppover og drar med seg saltvann fra sidene opp til overflaten. Derfor er det faktisk saltere vann i 2-4 m dyp i selve utslippsplumen enn ved stasjon Au12 og Au33 som er 200 m lenger unna.

Forholdene i utslippsplumen er ganske spesielle som en kan se fra saltholdighetsprofilen. Når det gjelder plassering av utløp for nytt kraftverk, vil det være gunstig å legge dette i nærheten av Vangens eksisterende utlipp, slik at en ikke lager ytterligere en slik innblandingssone i fjorden.



Figur 12: Kart som viser plasseringen av utløpet fra Vangen. Stasjon Au21 var plassert akkurat der hvor ferskvannet fra Vangen nådde overflaten. Bildet i Figur 11 er tatt ved det grønne punktet markert med tallet «4». Ved tallet «5» ble det tatt bilder av bunnforholdene omtrent langs den grønne streken.

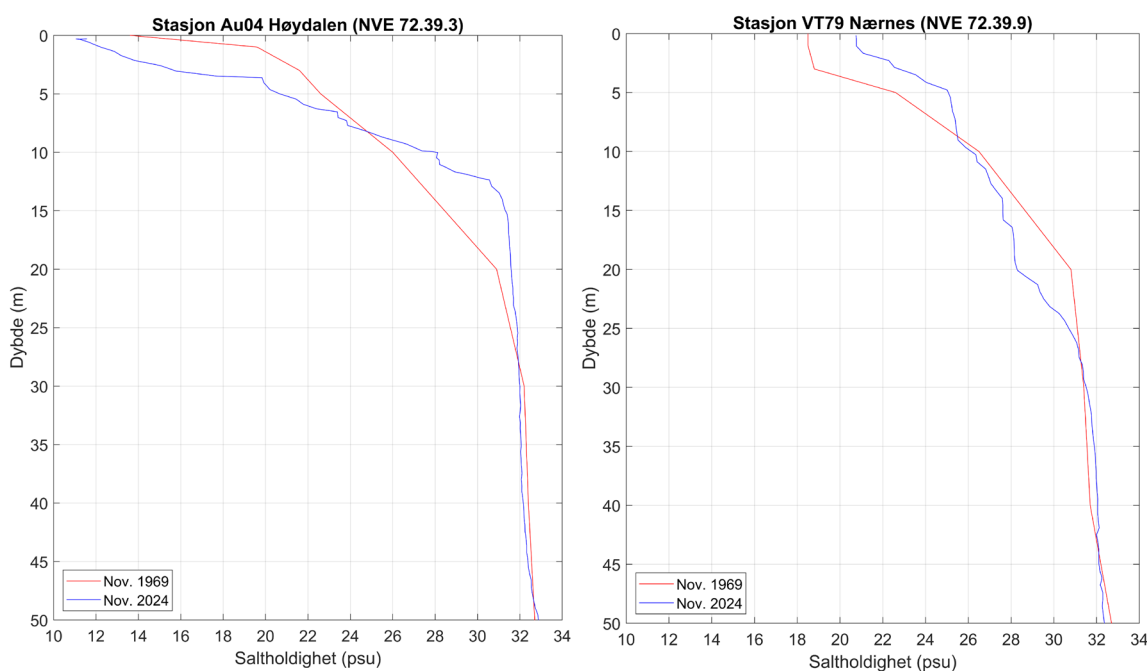


Figur 13: Sammenligning av profiler av saltholdighet i innblandingssonen (Au21) og et stykke unna innblandingssonen. Plassering av stasjonene er vist i Figur 12.

3.2 Områder som er påvirket av Aurlandsvassdraget direkte

I Figur 2 er månedlig vannføring før og etter regulering av Aurlandsvassdraget vist. Etter reguleringen er det betydelig mer ferskvannspåvirkning på vinteren. Før regulering var en midlet vannføring i november rundt 17 m³/s, mens den i perioden 2017-2019 var 49 m³/s, altså en 2-3 ganger økning i ferskvannstilførsel.

I november 1969 ble det gjort målinger ved flere stasjoner i fjorden, blant annet ved stasjon Au04 (se plassering i Figur 8). Det ble også gjort målinger ved stasjon VT79 (se plassering i Figur 6), hvor det også ble gjort målinger i november 2024. Profiler av saltholdighet ved disse to stasjonene er vist i Figur 14. Ved stasjon Au04 Høydalen, som er 2,5 km fra Aurlandselva og Vangen sitt utløp, var det i november 1969 et tynt ferskvannslag som var mindre enn 1 m tykt. I 2024 var dette ferskvannslaget over 3 m tykt. I denne delen av fjorden er ferskvannspåvirkningen betydelig sterkere på vinteren enn det som var situasjonen før reguleringen av Aurlandsvassdraget. Som beskrevet i kapittel 1.2 så fører dette til økt estuarin sirkulasjon, og kompensasjonsstrømmen vil bringe med seg mer næringssalter innover i fjorden enn før regulering. Dette kan være årsaken til at en får en dårlig klassifisering av økologisk tilstand basert på tilstanden til tangsamfunn på hardbunn. Ved stasjon VT79 Nærnes som ligger 13-14 km fra Aurlandselva sitt utløp, ser man ingen effekt av reguleringen. Ved denne stasjonen var det mer ferskvannspåvirkning i 1969 enn i 2024. Fra Figur 9 vet vi at saltholdigheten i overflatelaget er relativt homogen ut til stasjon Au02 ved Flesnes. Ut ifra dette konkluderer vi med at Aurlandselva gir mer ferskvannspåvirkning på vinteren i indre Aurlandsfjorden ut til et sted mellom Flesnes og Nærnes. Ved Nærnes er fjorden like mye påvirket av andre ferskvannskilder som ikke er regulert.



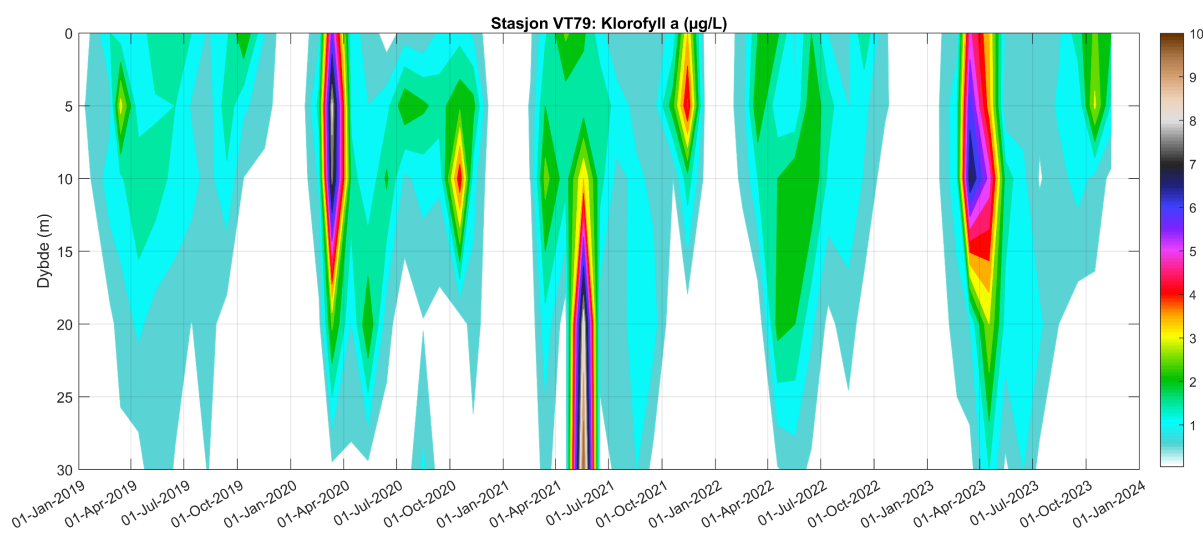
Figur 14: Profiler av saltholdighet målt i november 1969 når fjorden ikke var regulert, og fra november i 2024.

Dette gir oss en pekepinn på hvilke tidsskalaer som vi bør bruke i vurderinger av effekten av endret ferskvannstilførsel fra Aurlandsvassdraget. Hvis vi antar at de 7-8 km nærmest Aurlandselvas utløp er direkte påvirket av dette vassdraget, og at vi videre bruker en typisk strømstyrke på 3 cm/s, så vil det ta ca. 2-3 dager før endringer i ferskvannstilførselen forplanter seg over hele dette området.

3.3 Endring i sirkulasjonsmønster

Her vil vi først se på et eksempel fra en annen fjord. I Hylsfjorden i Sandsfjordsystemet har det vært en ekstrem endring av ferskvannstilførsel. I Staalstrøm et al. (2013, figur 9) vises vannføringen som i dag slippes ut innerst i Hylsfjorden (59,5577°N, 6,5964°Ø). I denne fjorden var det tidligere ingen tilførsel av ferskvann, mens det nå er opp mot 300 m³/s. Effekten denne endringen hadde på sirkulasjonen i fjorden er dokumentert av Kaartvedt & Svendsen (1995). De viste at fordeling av dyreplankton i fjorden ble sterkt påvirket av ferskvannstilførselen. Dyreplankton ble fraktet innover i fjorden av kompensasjonsstrømmen. Samtidig svømte de nedover for å unngå ferskvannslaget. Resultatet var at det var en opphopning av dyreplankton rett under ferskvannslaget i nærheten av utslippet. Dette dyreplanktonet vil dermed dø. Zajackowski & Legezyńska (2001) så på effekten av plutselige ferskvannstilførsel fra en isbre i Kongsfjorden på Svalbard. Her kom det brått ut 138 m³/s ferskvann i en smelteperiode (over 100 dager) og det ble anslått at 15 % av dyreplanktonet i fjorden døde på grunn av dette. Myksvoll et al. (2014) fant basert på et modellstudie fra Sørfolden og Nordfolden i Nordland at regulering av vassdrag førte til en sterkere utgående ferskvannsstrøm og at torskeegg i mindre grad blir holdt igjen i fjordsystemet. Det viser tydelig at endringer i ferskvannstilførsel og sirkulasjonsmønster har stor effekt på fjordsystemet.

I alle fjorder med ferskvannspåvirkning vil disse effektene finnes igjen, men i de fleste tilfeller har ikke regulering ført til så ekstreme endringer som i Hylsfjorden eller like brå som i smelteperioden i en arktisk fjord. I Aurlandsfjorden var det sannsynligvis negative virkninger på plankton i indre del etter at Aurlandsvassdraget ble regulert. Men endringen som Låvi kraftverk vil forårsake, med økt tilførsel av ferskvann over kun noen timer i døgnet, vil sannsynligvis ikke føre til ytterligere negative effekter. Endringen i ferskvannstilførsel er relativt liten, og det vil bare være en økt estuarin sirkulasjon på vinteren. I Figur 15 vises utviklingen av planteplankton i fjorden over fire år. I de fleste årene er det en høstoppblomstring i oktober, hvor det kan forventes at det også er en oppblomstring av dyreplankton. Dette høst-dyreplanktonet har nok allerede blitt påvirket av reguleringen i Aurlandsvassdraget, og den økte estuarine sirkulasjonen på vinteren. Hvis det vil være økt ferskvannstilførsel over flere dager relativt tidlig på høsten, så kan muligens en noe større mengde dyreplankton bli fanget av kompensasjonsstrømmen.

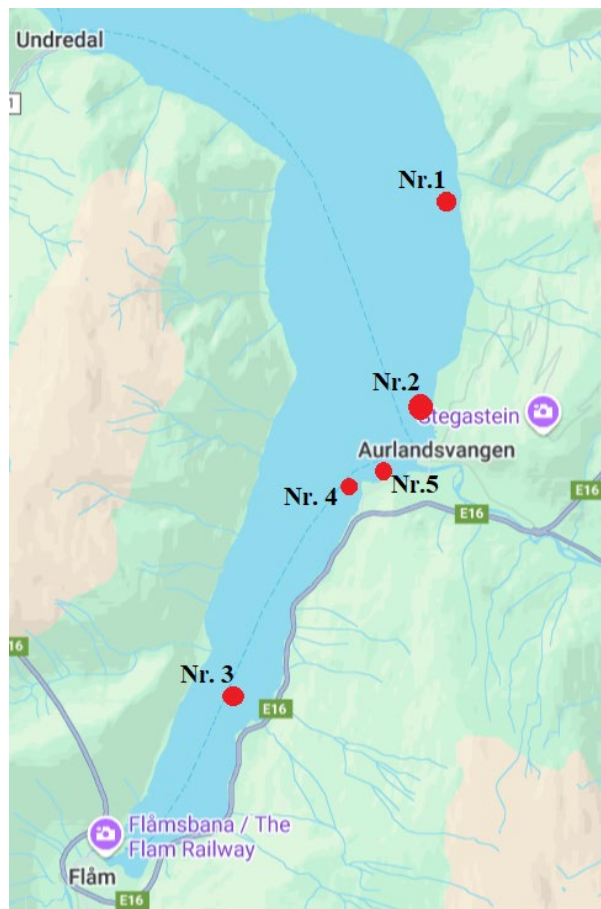


Figur 15: Utviklingen av planteplankton ved Nærnes. Fargeskalaen viser målt klorofyll a (µg/L) på stasjon VT79 fra 0 til 30 m i perioden 2019-2023.

4 Vurdering av bentiske forhold – utbredelse av viktige naturtyper

4.1 Datagrunnlag

For å få et bilde av de biologiske forholdene på grunt vann, nær og et stykke unna utslippet fra kraftverket, ble det gjennomført enkle undersøkelser med en Blueye Pro (mini-ROV) i fem transektorer i fjorden den 14. og 15. november 2024 (Figur 16). Alle transektene er gjennomført i retning vest mot øst, og fra bunnen opp mot havoverflaten. Video-opptakene fra transektene er lagret på NIVA. Notater fra videoene ligger i Vedlegg A.



Figur 16: På stasjon 1-5 ble det gjennomført transektundersøkelser med mini-ROV.

Vannmassene i området rett utenfor utslippet er representert ved stasjon Au21. Saltholdighetsprofilen fra denne stasjonen viser en tydelig påvirkning fra kraftverkets utslippsvann, fra overflaten og ned til 13-14 meters dyp (Figur 13). På de nærliggende stasjonene Au12 og Au33 er det liten eller ingen påvirkning på saltholdigheten. Dette er et øyeblikksbilde, men det gir oss et inntrykk av størrelsen på området i fjorden som er tydelig påvirket av ferskvannet fra kraftverket.

Generelt viste videotransektene en ganske normal flora og fauna for en ferskvannspåvirket og bølgebeskyttet fjord på Vestlandet. Det ble observert tare, i hovedsak sukkertare, på flere av stasjonene, men ikke i slike mengder at det kan defineres som tareskog. Sukkertare er en kaldtvannsart som får

problemer hvis temperaturen overstiger ca. 20° C³, men dette er sjeldent tilfelle i Aurlandsfjorden. Alle de undersøkte områdene var påvirkede av ferskvann i de grunneste områdene, tydeligst i nærheten av elvemunningen (videotransekt 5) ved Aurlandsvangen. Øst av utslippet fra kraftverket var det også indikasjon på ferskvannspåvirkning på større dyp, men samtidig var det kolonier av bløtkorallen dødningehand (*Alcyonium digitatum*) rett vest for utslippet som indikerte liten grad av ferskvannspåvirkning i sjøsonen i det området. Innslag av grønnalger og lurv i nærheten av utslippet kan være resultat av både ferskvanns- og næringssaltpåvirkning. Hvis fremtidige episodiske økninger i ferskvannstilførsler også medfører økt vertikaltransport av dypvann mot overflaten, kan det i perioder med næringssaltbegrensning gi en eutrofieffekt. Men siden økning i ferskvannstilførsel er veldig kortvarig, og at ferskvannstilførsel midlet over noe tid (et par uker) ikke vil endres, vurderes det at dette ikke vil skje i signifikant grad.

Overvåkingsprogrammet ØKOKYST overvåker makroalger på to hardbunn-stasjoner (HT186 Undredal og HT187 Skjerdal) i Aurlandsfjorden. Ved den innerste stasjon HT187 var tilstanden «dårlig» i 2023. Der var det tett forekomst, og flere ulike arter av tang på stasjonen, men artssamfunnet var noe fattig og opportunistiske grønnalger representerte en betydelig del av artene (Borgersen et al. 2024).

4.2 Nær utslipp fra Vangen

Videotransekt 4 og 5 ble gjennomført nær utslippet, nr. 4 ca. 100 m vest for utslippet, på en bratt fjellvegg og nr. 5 snaut 200 m øst for utslippet: Vest for utslippet var det en fjellvegg ned til ca. 25 m dyp, hvor det var overgang til bløtbunn. Fjellet var tett begrodd av ulike filtrerende dyr og en god del pigghuder opp til ca. 15 m dyp, etter det var forekomstene mer spredte. På rundt 10 m dyp indikerer forekomsten av flere kolonier av bløtkorallen dødningehand (*Alcyonium digitatum*) at det er liten grad av ferskvannspåvirkning i dette området. Det var få makroalger på den bratte veggen, bortsett fra i den øverste meteren, noe som sannsynligvis er et resultat av at veggen er bratt og lite egnet for algevekst. Fra ca. 4 m dyp og opp mot overflaten var bunnen dekket av blåskjell, med svært lite sjøstjerner til stede. Bildet i Figur 11 viser blåskjell og sjøstjerner i overgangssonen i 4 m dyp. Fraværet av sjøstjerner over 4 m skyldes i stor grad ferskvannspåvirkning, siden sjøstjerner ikke liker sjøvann under ca. 20 PSU, noe som gjør det gunstig for blåskjellene, som er favorittmat for sjøstjerner, men tåler ferskvann bedre.

Øst for utslippet, på rundt 20 meters dyp, var det bunn bestående av sediment og stor kantete stein (antagelig sprengstein). Vannet her så ferskvannspåvirket ut (uklart) og det var lite liv å se. Fra 12-13 meter og grunnere var det mere liv, med ulike makroalger, inkludert sukkertare, og filterspisende dyr, og et tangbelte fra ca. 2 m dyp. I Figur 17 vises et bilde av sukkertare i 4 m dyp. Øverst var det sprengstein med veldig lite begroing. Det ble observert grønnalger og mye trådalger, som kan være tegn på næringssaltpåvirkning, antagelig i kombinasjon med ferskvannspåvirkning.

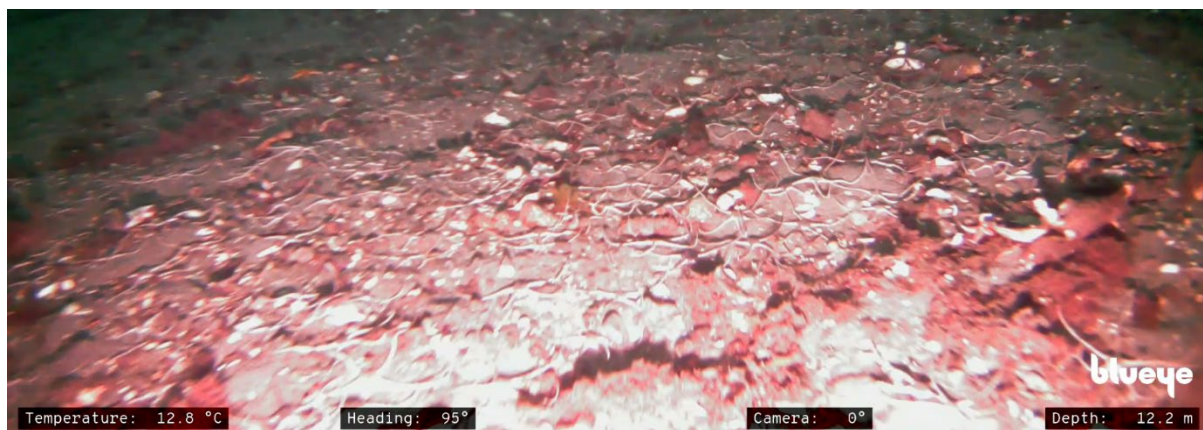
³ <https://marlin.ac.uk/species/detail/1375>



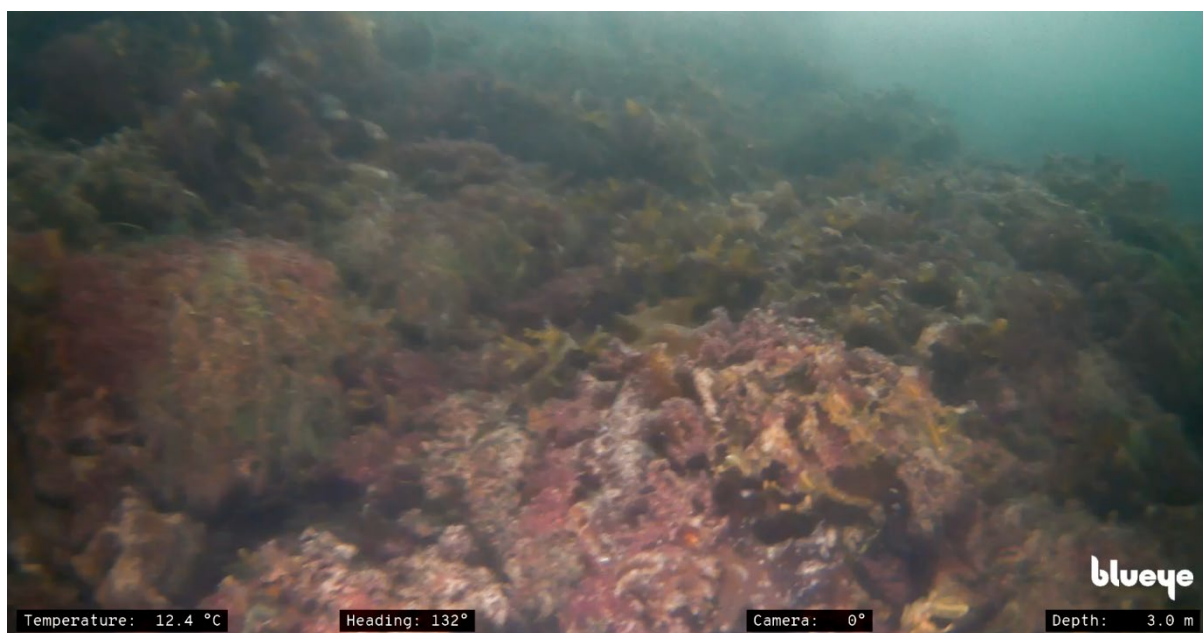
Figur 17: Bilde av sukkertare (*Saccharina latissima*) på 4 m dyp ved transekt 5. Foto: Øyvind Torp.

4.3 Relativt nær utslippet – ca. 1 km

Videotransekt 2 er en drøy km nord for utslippet. Her var det bløtbunn i store deler av transektet, som startet på 38 m dyp; leirhauger og hull i sedimentet viste at det var liv i bunnen. Mot grunnere vann ble det økende innslag av steinbunn med påvekst av filtrerende dyr, og av makroalger fra ca. 15 m dyp. Det ble observert store mengder slangestjerner i et område fra 12-10 m dyp (Figur 18). Mye makroalger, inkludert lurv, fra ca. 5 m dyp og grunnere (Figur 19).



Figur 18: Bilde fra 12 m dyp på transekt 2 med store mengder slangestjerner. Foto: Øyvind Torp.



Figur 19: Bilde fra 3 m dyp på transekt 2 med makroalger og lurv. Foto: Øyvind Torp.

4.4 Mindre direkte påvirkede områder

Videotransekt 1 og 3 ligger hhv. ca. 4 km nord og 3 km sør for utslippet: I transekt 1 var det leirbunn med økende innslag av stein oppover mot grunnere vann. Det lå en del søppel i de dypere delene. Fra 4-5 meters dyp og opp til overflaten var det steinbunn med mye sukkertare og ulike tangarter (Figur 20). Dette transekte ble tatt på samme posisjon som ØKOKYST stasjon HT187, som har blitt klassifisert til dårlig tilstand. Denne klassifiseringen av økologisk tilstand er basert på tilstanden til hardbunn i fjæresonen hvor det var noe fattig artssamfunn og forekomst av opportunistiske grønne alger (Borgersen et. al., 2024). Til tross for dette vil vi ut ifra bildene konkludere med at biologien var som forventet i en fjord på Vestlandet.



Figur 20: Bilde av sukkertare og ulike tangarter på 1,6 m dyp ved transekt 1. Foto: Øyvind Torp.

Bunnen i de dypeste områdene av transekt 3 så ut til å bestå av kraftig nedslammet fjell, men med spor av dyreliv på sedimentet. Graden av nedslamming ble mindre opp mot grunnere vann, men det var lite liv på det bare fjellet, bortsett fra på vertikale flater hvor det var en god del fastsittende dyr. Det ble observert spredte forekomster av den langpiggete kråkebollen (*Echinus acutus*). På sjømerket på grunna på ca. 5 m dyp var det tett med blåskjell, men også mange sjøstjerner som var i ferd med å spise opp skjellene. Også her var biologien som forventet i en fjord på Vestlandet.

5 Konklusjon

I denne rapporten har vi vurdert effekter det nye kraftverket Låvi potensielt kan ha på det fysiske og biologiske miljøet i Aurlandsfjorden. Først ble det vurdert hvordan saltholdighet og sirkulasjon i fjorden påvirkes. Etter at kraftproduksjon startet på 70-tallet ble det en stor endring i sesongsyklusen for ferskvannstilførsel, med høyest vannføring på vinteren istedenfor på sommeren. Resultatet var at i dagens situasjon er indre del av Aurlandsfjorden innenfor Nærnes betydelig mer ferskvannspåvirket på vinteren enn det den var i 1969. Dette betyr at den estuarine sirkulasjon på vinteren har økt, som innebærer mer tilførsel av næringssalter til indre del av fjorden med kompensasjonsstrømmen. Denne endringen er et veldig viktig bakteppe for vurderingene som skal gjøres i denne rapporten, men det er først og fremst ytterligere endringer i en fjord hvor ferskvannstilførsel allerede er regulert som vi har fokusert på.

Det planlegges et nytt kraftverk (Låvi) med utløp til Aurlandsfjorden som tar vann fra Viddalsvatnet. Hensikten er å øke fleksibiliteten til kraftproduksjonen, ved at maksimal vannføring ut i Aurlandsfjorden økes fra 90 til 150 m³/s i timen. Dette vil øke ferskvannspåvirkningen nær Aurlandsvangen i korte perioder (noen timer i døgnet), men siden månedsmidlet tilførsel vil endre seg lite, vil heller ikke ferskvannspåvirkningen av fjorden endre seg vesentlig fra dagens situasjon.

Sannsynligvis har bestanden av dyreplankton i indre del av Aurlandsfjorden blitt negativt påvirket av at Aurlandsvassdraget har blitt regulert etter 1973. Den negative effekten gjelder først og fremst dyreplankton som lever av høstoppløst blomstring av planteplankton. Det er ikke sannsynlig at økt ferskvannstilførsel, etter at et potensielt nytt kraftverk er etablert, vil føre til ytterligere økt dødelighet for dyreplankton siden endringene i ferskvannstilførsel er kortvarige. Hvis det vil være økt ferskvannstilførsel over flere dager relativt tidlig på høsten, så kan muligens en noe større mengde dyreplankton bli fanget av kompensasjonsstrømmen.

Aurlandsfjorden er en ferskvannspåvirket beskyttet fjord (vanntype M4) og innerst i fjorden er økologisk tilstand, basert på tilstanden til hardbunn i fjæresonen, i klassen «dårlig» med noe fattig artssamfunn og forekomst av opportunistiske grønnalger (Borgersen et al., 2024). Lenger ut i fjorden er tilstanden «god». Sukkertare observert ved Aurlandsvangen var også preget av opportunistiske alger. Det er ikke forventet at denne situasjonen vil forverre seg pga. bygging av nytt kraftverk, siden den estuarine sirkulasjonen ikke vil endre seg vesentlig.

Forholdene i utslippsplumen utenfor Vangen er ganske spesielle som en kan se fra saltholdighetsprofilen med kraftig oppstrømning av vann fra dypere lag. Når det gjelder plassering av utløp for nytt kraftverk, vil det være gunstig å legge dette i nærheten av Vangens eksisterende utslipp, slik at en ikke lager ytterligere en slik innblandingssone i fjorden.

Aurlandsfjorden er en ferskvannspåvirket beskyttet fjord (vanntype M4, vannforekomst 0280020700-C i vann-nett.no), og økologisk tilstand basert på tilstanden til hardbunn i fjæresonen på den innerste stasjonen er i klassen «dårlig» med noe fattig artssamfunn og forekomst av opportunistiske grønnalger. Sukkertare observert ved Aurlandsvangen var også preget av opportunistiske alger. Det er ikke forventet at denne situasjonen vil forverre seg pga. bygging av nytt kraftverk, siden den estuarine sirkulasjonen ikke vil endre seg vesentlig.

Det har ikke vært samlet inn nok data til å kunne utarbeide kart over naturtyper i delområder av Aurlandsfjorden, slik som beskrevet i veiledere M-1941⁴. Vi vil likevel nevne funn av sukkertare som kan

⁴ <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/overvaking-arealplanlegging/arealplanlegging/konsekvensutredninger/metode-for-utredning/vannmiljo/2.4-sett-verdi>

karakteriseres som en habitatsdannende naturtype, og vi vurderer verdien til sukkertare som «stor verdi» siden sukkertare er en art med økologisk funksjon som oppvekstområde og leveområde for fisk og andre arter. Det kan argumenteres med at utbredelse av sukkertare er truet, siden den økologiske tilstanden på hardbunn ikke er tilfredsstillende, men vi kan ikke si at dette er forårsaket av reguleringen av Aurlandsvassdraget.

Aurlandsfjorden er klassifisert som «Spesielt dype fjordområder» (Direktoratet for naturforvaltning, 2007), siden dypere deler av fjorder kan opptre/fungere som konservative miljø der det biologiske mangfoldet være svært forskjellig fra det en finner på grunnere farvann. Disse dypere områdene av fjorden vil ikke påvirkes av endringer i ferskvannstilførsel pga. Låvi.

6 Referanser

- Borgersen, G., Bekkby, T., Brkljacic, M. S., Eikrem, W., Fagerli, C. W., Frigstad, H., Gitmark, J. K., Harvey, T., Kistenich, S., Kvile, K. Ø. & Valestrand, L. (2024). Økokyst-DP Nordsjøen, Årsrapport 2023. M-2789 | 2024, 57 sider. <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2024/juni-2024/okokyst--dp-nordsjoen-arsrapport-2023/>
- Direktoratet for naturforvaltning (2007). DN-håndbok. Kartlegging av marint biologisk mangfold DN-håndbok 19-2001 revidert 2007. <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/andre/kartlegging-av-marint-biologisk-mangfold/>
- Kaartvedt, S., & Svendsen, H. (1995). Effect of freshwater discharge, intrusions of coastal water, and bathymetry on zooplankton distribution in a Norwegian fjord system. *Journal of plankton research*, 17(3), 493-511. <https://academic.oup.com/plankt/article-abstract/17/3/493/1457631>
- Myksvoll, M. S., Sandvik, A. D., Asplin, L., & Sundby, S. (2014). Effects of river regulations on fjord dynamics and retention of coastal cod eggs. *ICES Journal of Marine Science*, 71(4), 943-956. <https://academic.oup.com/icesjms/article/71/4/943/665541>
- Staalstrøm, A., Borgersen, G., Tjomsland, T., Kempa, M., & Brkljacic, M. (2013). Resipientundersøkelse i Sandsfjorden i Rogaland og modellering av partikkelspredning fra Norsk Stein sitt anlegg. NIVA-rapport 6523-2013. 55 sider. <http://hdl.handle.net/11250/216350>
- Ugedal, O., Pulg, U., Skoglund, H., Charmasson, J., Espedal, E. O., Jensås, J. G., Stranzl, S., Harby, A. & Forseth, T. (2019). Sjøaure og laks i Aurlandsvassdraget 2009-2018 Reguleringseffekter, miljødesign og tiltak. Reguleringseffekter, miljødesign og tiltak. NINA rapport 1716. 158 sider. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2621914>
- Zajaczkowski, M. J., & Legezynska, J. (2001). Estimation of zooplankton mortality caused by an Arctic glacier outflow. *Oceanologia*, 43(3), 341-351. <https://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-article-a9e6a45e-a5c9-4c3c-9044-e0436e36b693>

Vedlegg A: Notater fra videotransektene

Transekt 1, 14/11 2024

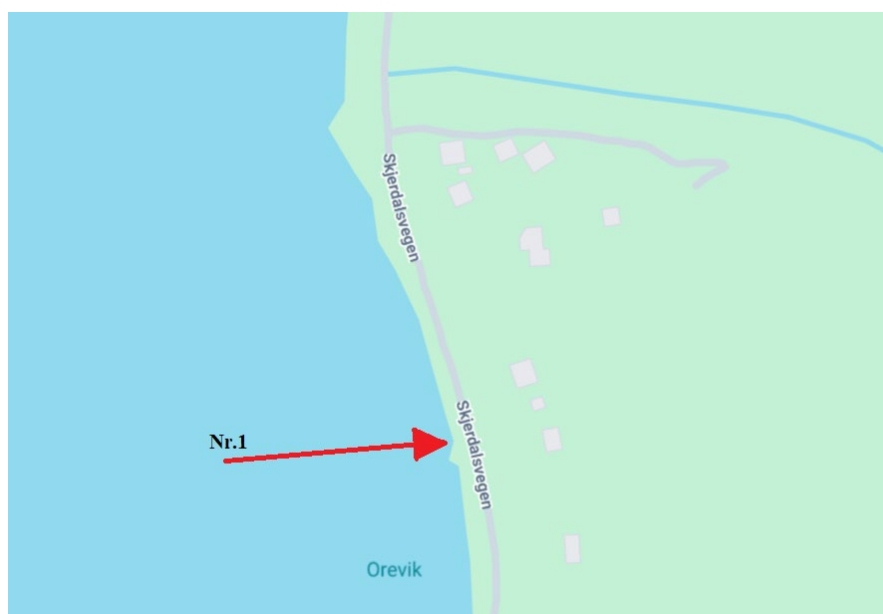
Start: Latitude 60.9352°N, Longitude 7.1929°E. Klokken 14:08

Stopp: Latitude 60.9355°N, Longitude 7.1938°E. Klokken 14:15

Lengde: 70 m

Dypde: 36 m

Videofilnavn: NR.1.video_BYEDP190121_2024-11-14_130806.mp4



Figur 21. Rød pil indikerer transekt nummer 1. Lengden på transektet er 70 m. Fra 36 m dybde til 0 m.

Transekt 1, notater fra video:

Ser ut til at det er moderat helning, ca. 15-25 grader, opp mot overflaten. Noe brattere de siste meterne.

37-16 m: leirbunn, spredt m stein og skjellrester, løs tare, tapt teine, kjetting, taurester. Lite synlig liv. Kalkrørsorm og hydroider på steinene. Noen tydelige spor på bunnen, sannsynligvis etter fiskeredskaper. Sunket jolle i det dypeste området.

16-4 m: fortsatt leirbunn, men økende innslag, og etter hvert tett m stein. Rødalger, sjøstjerner, noe løs tang/tare.

4-0 m: Steinbunn. Vanlig med rødalger og sjøstjerner. Sukkertare på 4 m, vanlig fra 3 m, tang vanlig til dominerende fra 2 m (bl.a. blæretang og grisetang)

Transekt 2, 15/11 2024

Start: Latitude 60.9122°N, Longitude 7.1859°E. Klokken 09:48

Stopp: Latitude 60.9122°N, Longitude 7.1880°E. Klokken 09:57

Lengde: 120 m

Dypde: 38 m

Videofilnavn: NR.2.video_BYEDP190121_2024-11-15_084745.mp4



Figur 22. Rød pil indikerer transekt nummer 2. Lengden på transektet er 120 m. Fra 38 m dypde til 0 m.

Transekt 2, notater fra video:

Ser ut til at det er moderat helning, ca. 15-25 grader, opp mot overflaten. Noe brattere de siste meterne.

38-20 m: Leirbunn, spredt m skjellrester og småstein. En del 'leirhauger' og hull i sedimentet som jeg tolker som tegn på liv. Noen få sjøstjerner, ellers lite synlig liv. Etter hvert økende innslag av skjellrester og stein, samt noe tang/tarerester.

20-5,5 m: Bløtbunn m mye skjellrester og små stein. Synlig fjell, eller muligens stor stein på 17 m med påvekst av vanlig forekommende filtrerende dyr. Økende innslag av makroalger fra 15m. Sjøstjerner spredt. Store mengder slangestjerner i et område fra 12-10 m. Gammel rørledning (?) på 8 m. Økende mengder sjøstjerner.

5,5-0 m: Overgang hvor makroalger blir vanlig (lurv?) og steinene er større. Sukkertare og nedslammet lurv rundt 4m. Tang og sukkertare dominerende fra 2-3 m og oppover (grisetang, sagtang, blæretang). Røde trådalger vanlig.

Transekt 3, 15/11 2024

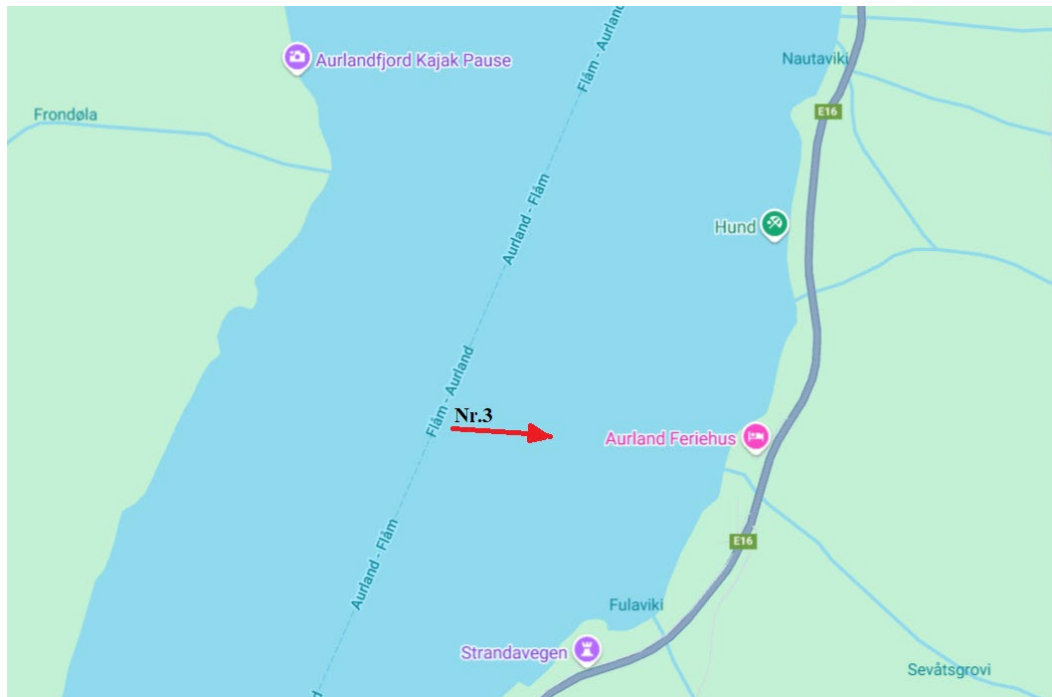
Start: Latitude 60.8800°N, Longitude 7.1425°E. Klokken 10:44

Stopp: Latitude 60.8798°N, Longitude 7.1440°E. Klokken 11:00

Lengde: 80 m

Dypde: 25 m

Videofilnavn: NR.3.video_BYEDP190121_2024-11-15_094346.mp4



Figur 23. Rød pil indikerer transekt nummer 3. Lengden på transektet er 80 m. Fra 25 m dypde til 0 m.

Transekt 3, notater fra video:

Middels bratt helning, ca. 30 grader.

26-18 m: Leirbunn (kraftig nedslammet fjell?) m innslag av fjell. Skallrester, rødpølse på 25 m, filtrerende organismer på bratt fjell. Cf. Trollkrabbe, 6-7 langpiggete kråkebolle, noen sjøstjerner, 'levende' bløtbunn.

18-12 m: Leirbunn og kraftig nedslammet fjell, m innslag av bart fjell. Flere langpiggete kråkebolle. Fra 16m større innslag av fjell, men med få organismer, kun i større mengder på vertikale flater). Noen O-skjell. På 12 m MARGL som spiser kråkebolle.

12-0 m: Fjellparti som var mindre nedslammet enn dypere ned, men likevel få fastsittende organismer å se. Rundt 10m var det spredt med langpiggete kråkebolle. Rundt 8m også spredt-vanlig med sjøstjerner. På 5,5 m var det et sjømerke (jernstang?) som var fullstendig dekket av blåskjell, og dette var også grunneste registrering.

Transekt 4, 15/11 2024

Start: Latitude 60.9036°N, Longitude 7.1716°E. Klokken 11:19

Stopp: Loddrett vegg. Samme lokasjon. Klokken 11:25

Dypde: 20 m

Videofilnavn: NR.4.video_BYEDP190121_2024-11-15_101920.mp4

Transekt 5

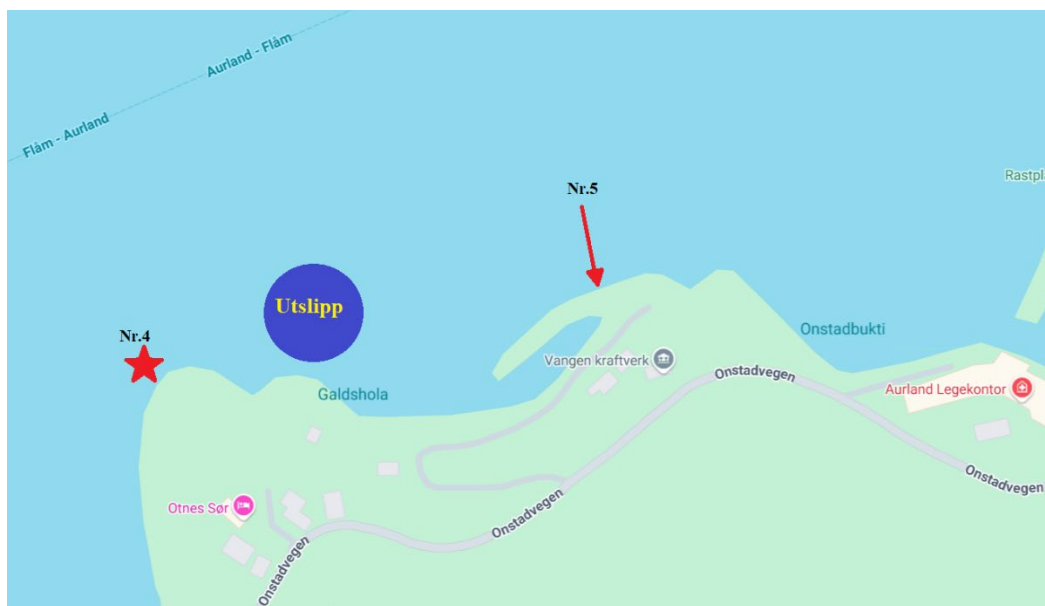
Start: Latitude 60.9044°N, Longitude 7.1758°E. Klokken 11:35

Stopp: Latitude 60.9041°N, Longitude 7.1764°E. Klokken 11:41

Lengde: 60 m

Dypde: 22 m

Videofilnavn: NR.5.video_BYEDP190121_2024-11-15_103527.mp4



Figur 24. Rød stjerne markerer transekt nummer 4. Et loddrett transekt, derav kun et punkt. Rød pil markerer transekt nummer 5. Transektretning fra nord til sør. 60 m lengde. Fra 22 m til 0m.

Transekt 4, notater fra video:

25 m: bløtbunn m skjellrester, stein og sjøstjerner nedenfor fjell.

24-10 m: Fjell m vegger og overheng m mye kalkrørsmark, noen langpigget kråkebolle, sjøstjerner, mye *Protanthea simplex*. Rundt 17-19 m var det en god del slangestjerner og færre PROSI, spredt med hydroider.

10-0 m: Innslag av makroalger, *Alcyonium digitatum*, sjøstjerner, vanlig fra 8 m, mosdyr, blåskjellskall. Blåskjell på kjetting(?) på 5 m, uklart vann – ferskvannspåvirkning på samme dyp. Ser ut som fjellet er dekket av blåskjell. Ingen sjøstjerner grunnere enn 3m; er nok ganske ferskt vann. Rundt 1 m kom det inn tang og sukkertare.

Transekt 5, notater fra video:

20-0 m: Ser ut som en rygg av sediment og ganske stor kantete stein (sprengstein?). Lite organismer! Vannet gir inntrykk av å være ferskvannspåvirket. Fra 15 m begynner det å bli brattere og bunnen er bare stein. Noen få røde kråkeboller og sjøstjerner.

Fra 10-12 m kommer det inn mer makroalger (mest rødt) og enkelte tareplanter og mer kalkrørsmark og sekkdyr. Sukkertare fra 6-7 m. Grønnalger på 6m. Fra 5 m er det mye sukkertare og trådalger (kan ikke se substratet). Noen få tangkutling. Tang dominerende fra ca. 2 m. I overflaten er det stor sprengstein som er veldig lite begrodd.



Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

Norsk institutt for vannforskning STI (NIVA) er Norges viktigste miljøforskningsinstitutt for vannfaglige spørsmål, og vi arbeider innenfor et bredt spekter av miljø, klima- og ressurs spørsmål. Vår forskerkompetanse kjennetegnes av en solid faglig bredde, og spisskompetanse innen mange viktige områder. Vi kombinerer forskning, overvåking, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.