

Miljøkonsekvensvurdering av økte utslipp av suspendert stoff til Husnesfjorden



Hovedkontor

Økernveien 94
0579 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: www.niva.no

Tittel Miljøkonsekvensvurdering av økte utslipp av suspendert stoff til Husnesfjorden	Løpenummer 7882-2023	Dato 28.07.2023
Forfatter(e) Henrik Jonsson, Caroline Mengeot, Jarle Håvardstun	Fagområde Miljøgifter - marin	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Vestland	Sider 21 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) Hydro Aluminium Husnes Onarheimsvegen 190 5460 Husnes	Kontaktperson hos oppdragsgiver Tina Eik
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 220269

Sammendrag

Hydro Husnes har siden Q1 2022 hatt et forhøyet utslipp av suspendert stoff (SS) til Husnesfjorden. Kjemisk analyse av utslippsvannet gir en forventning om overskridelse av bedriftens utslippsgrenser for bly, kadmium, arsen, krom og nikkel med en faktor 2-15x. Sedimentasjonsrate er beregnet fra oppsamlet materiale i sedimentfeller. Beregnede rater ligger for alle stasjoner under anvendt PNEC-verdi for akutt tildekning av sjøbunnsorganismer. Kjemisk analyse bekrefter stor spredning av utslippet, med hovedretning nordvest i utslippsrørets lengderetning. Influensområde for aluminium strekker seg minst 600 meter fra utslippspunktet. Aluminiumoksidpartiklene er i gjennomsnitt større enn de partikler som allerede finnes på sjøbunnen. Det forventes derimot ingen toksisk effekt av aluminium. Influensområde for nikkel strekker seg mer enn 800 meter fra utslippspunktet. Kobber er målt i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 5 i oppsamlet materiale, men kobber kan ikke kobles til utslippet fra Hydro. Regresjonsanalyser viser at også kvikksølv og krom tilføres Husnesvågen fra andre utslippskilder. I konklusjon forventes ikke utslippet fra Hydro å ha påvirket resipienten negativt siden Q1 2022. Hvis utslippet vedvarer over tid vil derimot store deler av Husnesvågen dekkes av aluminiumoksidpartikler som gir endring i livsvilkår for bunnlevende organismer, og med et nikkelinnhold over EQS-verdien.

Fire emneord	Four keywords
1. Dykket utslipp	1. Submerged discharge
2. Suspendert stoff	2. Suspended solids
3. Aluminiumsmelteverk	3. Aluminium smelter
4. Nikkel	4. Nickel

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

Henrik Jonsson
Prosjektleder/Hovedforfatter

Marianne Olsen
Forskningsdirektør

ISBN 978-82-577-7618-3
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

**Miljøkonsekvensvurdering av økte utslipp av
suspendert stoff til Husnesfjorden
Hydro Aluminium Husnes**

Forord

Kontrakt ble inngått med Norsk Hydro i desember 2022. Feltarbeid er utført i januar, mars og mai 2023, og analyser av utslippsvann og oppsamlet materiale er utført fortløpende i prosjektperioden.

Feltarbeid er utført av overingeniør Caroline Mengeot og overingeniør Jarle Håvardstun fra NIVA, med støtte fra Hydro og innleid skipspersonell. Fartøyet «Vesuv» fra Alsaker Fjordbruk AS er brukt i forbindelse med utplassering og innhenting av sedimentfeller i Husnesfjorden. Berging av referansestasjonen i mai 2023 ble utført av firmaet ROV Respons AS.

Senioringeniør Veronica Sæther Eftevåg har koordinert gjennomføring av kjemiske analyser. Seniorforsker Henrik Jonsson har vært prosjektleder og hovedforfatter til rapporten, og forskningsdirektør Marianne Olsen har kvalitetssikret rapporten.

Alle involverte takkes for innsatsen.

Oslo, 25.juli 2023

Henrik Jonsson

Innholdsfortegnelse

1. Bakgrunn.....	7
2. Feltarbeid og analyser	7
Valg av feltstasjoner.....	7
Turbiditetsmålinger.....	10
Håndtering av sedimentfeller og innsamlet materiale	10
Analyser.....	11
3. Resultater	11
Utslippsvann.....	11
Turbiditetsmålinger i resipienten.....	11
Analyser i oppsamlet materiale	13
Sedimentasjonsrate	13
Kjemiske analyser	14
4. Vurdering	15
Sammenheng med avstand til utslippet	15
Tildekkingspotensial.....	17
Forurensningspotensial.....	18
Samlet vurdering og konklusjon.....	20
5. Referanser.....	21
Vedlegg A - Kjemiske analyser	22
Vedlegg B - Turbiditetsmålinger	32

Sammendrag

Hydro Husnes har et pågående, forhøyet utslipp av suspendert stoff (SS) til Husnesfjorden. Utslipet består i overveiende grad av aluminiumoksid (Al_2O_3) med spor av kryolitt (Na_3AlF_6), som tilsettes renseanleggene for våtvasking av svoveldioksid. Ved normal drift samles SS opp og tilbakeføres hydrolysehallene. Etter flere posebrudd i renseanleggene har det siden Q1 2022 vært sluppet ut ca. 11-36 kg SS pr time i Husnesfjorden. Til sammenligning har Hydro tillatelse å slippe ut opptil 6 kg SS pr time på månedsbasis, og opptil 4 kg SS pr time på årsbasis. Kjemisk analyse av utslippsvannet gir også en forventning om overskridelse av bedriftens utslippsgrenser for bly, kadmium, arsen, krom og nikkel med en faktor 2-15x.

Utslipet er sjøvannsbasert men har overtemperatur (delta T ca. 11°C) og derfor sterk oppdrift mot sjøoverflaten fra utslippsdyp 9 meter. Sedimentasjonsrate er beregnet fra mengden oppsamlet materiale i sedimentfeller som har vært utplassert i partiklenes forventede nedfallsområde. På stasjonen nærmest utslippet (avstand 70 meter) er sedimentasjonsrate beregnet til å være 4,2 kg tørrvekt pr m^2 og år. Basert på målt vanninnhold i oppsamlet materiale, og en generell densitet for silt og leire på 2,8 kg pr liter tilsvarer beregnet rate ca. 5 mm våtvekt pr m^2 og år. Høyest sedimentasjonsrate er beregnet for stasjon HUS5 i utkant av kaiområdet, men kjemiske analyser viser at HUS5 påvirkes mer av skipstrafikk enn av utslippet fra Hydro. Beregnede sedimentasjonsrater ligger for alle stasjoner under anvendt PNEC-verdi for akutt tildekking av sjøbunnsorganismer. Kjemisk analyse bekrefter at utslippet spres over store deler av Husnesvågen, med hovedretningen i utslippsrørets lengderetning.

Influensområde for aluminium strekker seg minst 600 meter ut fra utslippspunktet. Aluminiumoksidpartiklene er i gjennomsnitt større enn de partikler som allerede finnes på sjøbunnen. Det forventes imidlertid ingen toksisk effekt av aluminium.

Utslipet er også kilde til nikkelforurensning i store deler av Husnesvågen, og influensområde for nikkel trekker seg mer enn 800 meter fra utslippspunktet.

Kobber er målt i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 5 i sediment på samtlige stasjoner unntatt på stasjonen som påvirkes av skipstrafikk (HUS5). Kobber kan imidlertid ikke kobles til utslippet fra Hydro. Regresjonsanalyser viser at også kvikksølv og krom tilføres undersøkelsesområdet fra andre utslippskilder.

Det konkluderes med at det pågående utslippet fra Hydro ikke forventes å ha påvirket resipienten negativt siden Q1 2022. Hvis utslippet vedvarer over tid vil imidlertid store deler av Husnesvågen etter hvert dekkes av aluminiumoksidpartikler som gir endrede livsvilkår for bunnlevende organismer, og med et nikkelinhold over EQS-verdien.

Summary

Title: Miljøkonsekvensvurdering av økte utslipp av suspendert stoff til Husnesfjorden

Year: 2023

Authors: Henrik Jonsson, Caroline Mengeot, Jarle Håvardstun

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7618-3

Hydro Husnes has an ongoing, elevated discharge of suspended solids (SS) into the Husnes Fjord. The discharge mainly consists of aluminum oxide (Al_2O_3) with traces of cryolite (Na_3AlF_6), which is added to the treatment plants for wet washing of sulfur dioxide. During normal operation, SS is collected and returned to the hydrolysis halls. After several flaws in the treatment plants, approx. 11-36 kg of SS per hour is being discharged since Q1 2022. By comparison, Hydro has permission to discharge up to 6 kg of SS per hour on a monthly basis, and up to 4 kg of SS per hour on an annual basis. Chemical analysis of the discharge water also gives an expectation of a breach of the company's discharge permit regarding annual discharges Pb, Cd, As, Cr and Ni by a factor of 2-15x.

The discharge is seawater-based but due to excess temperature (ΔT approx. 11°C) has strong buoyancy towards the sea surface from a discharge depth of 9 meters. The sedimentation rate is calculated from the amount of collected material in sediment traps that have been deployed in the expected fallout area. At the station closest to the discharge (distance 70 meters), the sedimentation rate is calculated to be 4.2 kg dry weight per m^2 and year. Based on measured water content in collected material, and a general density for silt and clay of 2.8 kg per liter, the rate corresponds to approx. 5 mm wet weight per m^2 and year. The highest sedimentation rate is calculated for station HUS5 on the edge of the quay area, but chemical analyzes show that HUS5 is affected more by ship traffic than by the discharge from Hydro. Calculated sedimentation rates for all stations are below the PNEC value for acute smothering of benthic organisms. Chemical analysis confirms that the discharge is spread over large parts of Husnesvågen, but the main direction is north-west, i.e. in the extension of the discharge pipe.

The area of influence for aluminum extends at least 600 meters from the discharge. The aluminum oxide particles are on average larger than the particles already found on the seabed, but no toxic effect of aluminum is expected.

The discharge is also a source of nickel pollution in large parts of Husnesvågen, the area of influence for nickel extends more than 800 meters from the discharge.

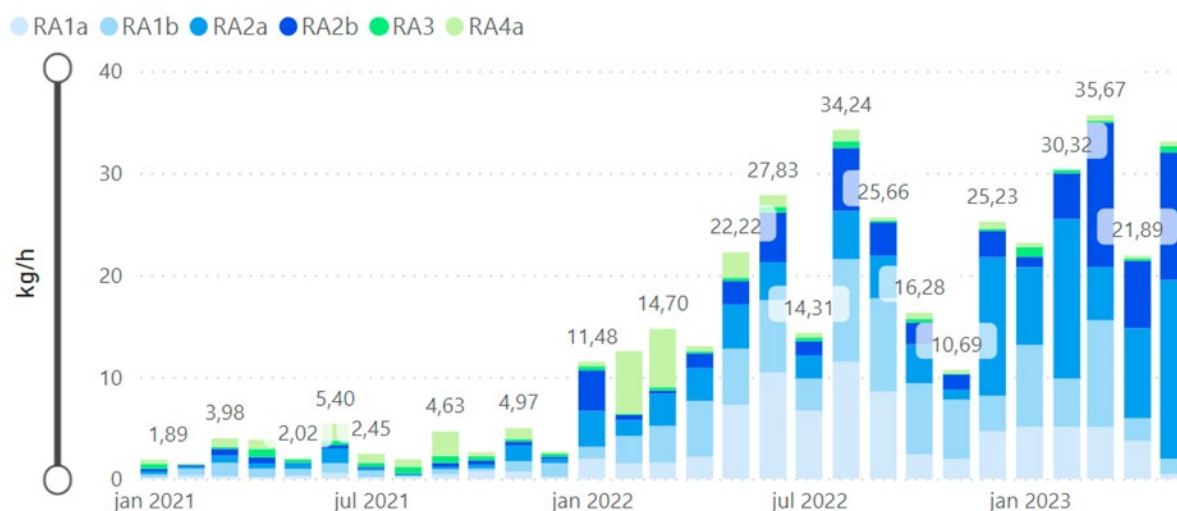
Copper has been measured in concentrations corresponding to *tilstandsklasse 5* in sediment at all stations except at the station affected by ship traffic (HUS5). Copper, on the other hand, cannot be linked to the discharge from Hydro. Regression analyzes show that mercury and chromium are also imported into the study area from other emission sources.

In conclusion, the ongoing discharge from Hydro is not expected to have had an impact on the recipient since Q1 2022. If the increased discharge persists over time, however, large parts of Husnesvågen will eventually be covered by aluminum oxide particles that provide changed living conditions for benthic organisms, and with a nickel content above the EQS value.

1. Bakgrunn

Hydro Husnes (heretter: Hydro) har bedt Norsk institutt for vannforskning (NIVA) om en miljøkonsekvensvurdering av et pågående, forhøyet utslipp av suspendert stoff (SS) til Husnesvågen. Etter bedriftens gjeldende tillatelse (sist revidert 11. desember 2019) kan Hydro slippe ut opptil 6 kg SS pr time (månedsmidlet). Fra Q1 2022 har imidlertid SS i utslippet vært ca. 11-36 kg pr time (**Figur 1**). Mesteparten av SS i utslippet består av aluminiumoksid (Al_2O_3), med opphav i våtvasking av svoveldioksid (SO_2), og fluorider. Utslippet inneholder også spor av kryolitt (Na_3AlF_6) fra badknusere som er koblet på våtvaskingen. Rensing av fluorider effektiviseres ved å tilsette aluminiumoksid (Al_2O_3). Ved normal drift gjenvinnes aluminiumoksid og tilbakeføres bedriftens produksjon av primæraluminium, men etter flere posebrudd i renseanleggene slippes en større andel aluminiumoksid til sjø via bedriftens samlede utslippspunkt for prosess- og kjølevann (**Figur 3**). Utslppsparametere som vil kunne påvirke utslippsplumens spredning og fortykning inkl. vannrate (midlet $2700 \text{ m}^3/\text{h}$), utslippstemperatur (delta T ca. 11°C) og samlet innhold av løste salter (utslippet er sjøvannsbasert) er ifølge Hydro ikke påvirket av økt konsentrasjon SS i utslippet.

NIVAs vurderinger er basert på empirisk sedimentasjonsrate og kjemiske analyser av oppsamlet SS i sedimentfeller, etter utplassering i forventet influensområde i mer enn 11 uker, med start i januar 2023.



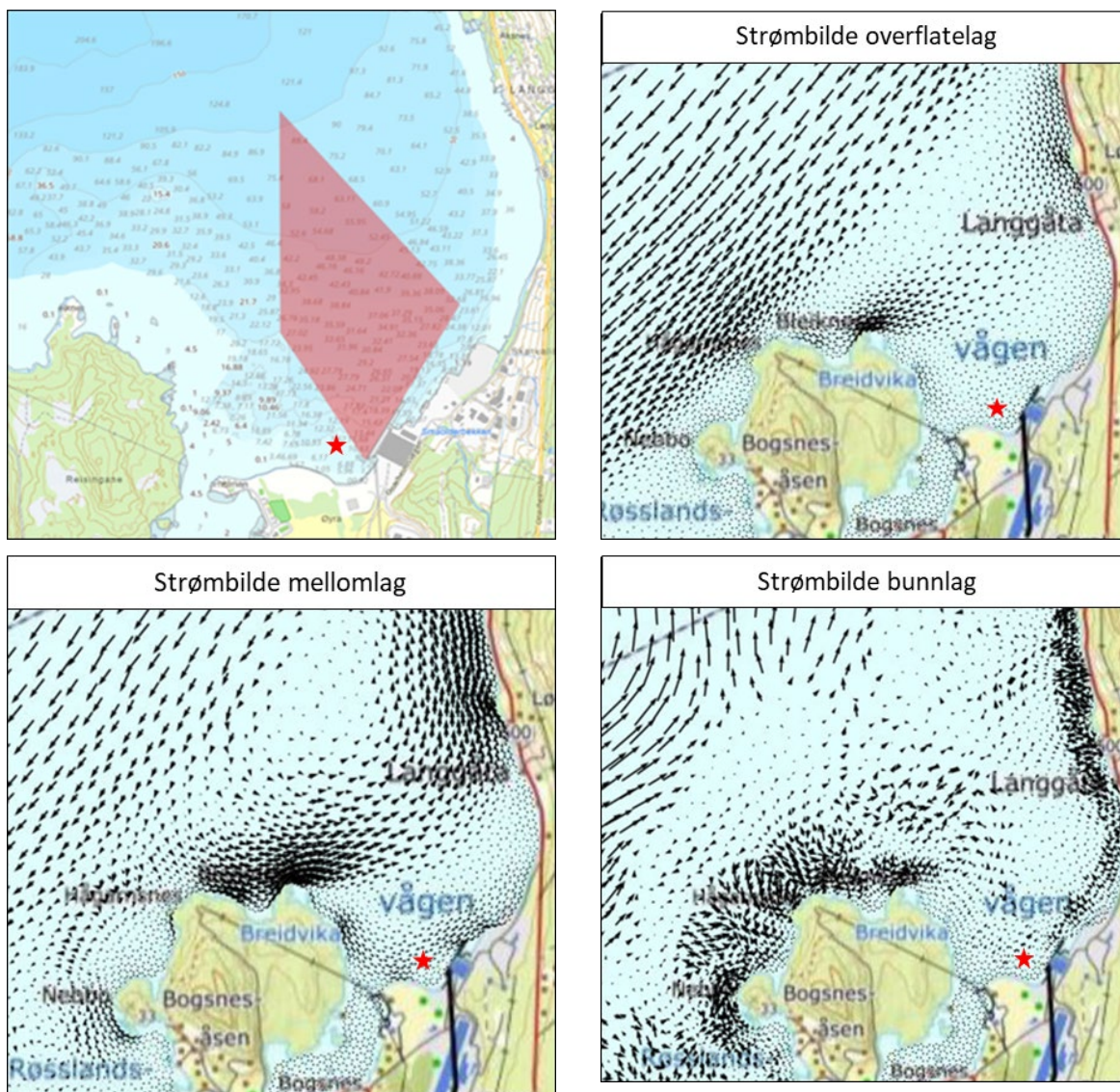
Figur 1. Utslipp av suspendert stoff fra Hydro til Husnesfjorden siden januar 2021. Data fra Hydro.

2. Feltarbeid og analyser

Valg av feltstasjoner

Utplassering av sedimentfeller er gjort på bakgrunn av Akvaplan-nivas høyoppløste strømdata i FVCOM. Modellen er kjørt for perioden 1. mars til 24. september 2018, med midlere strømhastigheter vist i **Figur 2** henholdsvis for overflatelag, mellomlag og bunnlag. Det er regelmessige skipsanløp til Hydro, og området foran kai har derfor ikke vært tilgjengelig for utsetting av sedimentfeller (skravert felt i **Figur 2**). Fordi utilgjengelig havområde også kan forventes å bli påvirket av utslippet har dette vært en begrensning i undersøkelsen.

Ut fra strømfigurene ser man en midlere strømretning i sentrale deler av Husnesfjorden som går mot sørvest i øvre og midtre vannlag, mens det er en returstrøm i dypet. Innerst i Husnesvågen mot Hydros utslipp er det svak snittstrøm. Vannet inne i vågen tenderer å sirkulere inn ett stykke fra sørvest og videre langs land mot nord, og dette er spesielt tydelig midt i vannsøylen. Ved sjøbunnen er sirkulasjonen mer irregulær.



Figur 2. Dybdekart og modellert strøm utenfor Hydro i Husnesfjorden. Rødt, skravert område oppe til venstre har grunnet hyppige skipsanløp vært utilgjengelig for utsetning av sedimentfeller. Utslippet fra Hydro er markert med rød stjerne. Strøm er modellert av Akvaplan-niva i FVCOM og strømkart uttrykker midlet strøm i perioden 1.mars til 24.september 2018.

Ut fra strømbildet har vi vurdert det hensiktsmessig å plassere et par av sedimentfellene i en gradient ut fra utslippet og i samme retning som utslippsrøret (HUS1 og HUS2). Deretter er det plassert en sedimentfelle litt mot nordvest (HUS3) og en mot nord (HUS4), ut fra en forventning om at det er mer sannsynlig med transport mot HUS4. Siden det ser ut til å være en svak snittransport helt innerst i vågen er en sedimentfelle plassert ved land mot nordøst (HUS5). HUS6 er plassert nedstrøms fra HUS4 for å se om noe av utslippet kan følge strømmen som sirkulerer i vågen. Referansestasjon er

plassert ca. 3,5 km mot nord forbi Slottet. Ut fra avstand og bunntopografi (konturene dreier litt ut fra land ved Raudstein) er det usannsynlig med spredning av utslippet til referansestasjonen. Området ved Nebbo (mot vest) ble utelukket siden det ligger et oppdrettsanlegg der. **Figur 3** viser plassering av feltstasjoner i kart, mens koordinater, vandndyp og avstand til utslippet gis i **Tabell 1**.



Figur 3. Feltstasjoner i Husnesfjorden for utplassering av sedimentfeller i 2023. Utslippet fra Hydro er markert med rød ring. Kart fra Google Earth.

Tabell 1. Koordinater, vandndyp og avstand til Hydros utslippspunkt for feltstasjoner med utplasserte sedimentfeller i Husnesfjorden i 2023.

Stasjon	Koordinater (UTM 32V)	Vandndyp (meter) ^a	Avstand til utslippet (meter sjøoverflate)
Utslipp	318851 Ø, 6641898 N	8,6	0
HUS1	318786 Ø, 6641920 N	10,0	70
HUS2	318697 Ø, 6641999 N	11,9	185
HUS3	318459 Ø, 6642289 N	17,3	550
HUS4	318635 Ø, 6642448 N	29,0	590
HUS5	319281 Ø, 6642286 N	17,6	580
HUS6	319295 Ø, 6642583 N	35,6	815
Referanse	319192 Ø, 6645432 N	52,2	3560

^a Vandndyp i henhold til CTD-målinger i forbindelse med utplassering av sedimentfeller.

Turbiditetsmålinger

Turbiditetsmålinger er utført med en SAIV CTD modell 208 i forbindelse med utplassering og innhenting av sedimentfeller. Instrumentet er også brukt for å verifisere vanddyb, og for en nøyaktig lokalisering av Hydros utslipp.

Håndtering av sedimentfeller og innsamlet materiale

På hver feltstasjon er det utplassert to parallelle sedimentfeller (Ø 189 mm indre mål) konstruert i pleksiglass og fiksert til en metallramme. Stasjonene holdes på plass med betonglodd, og flytebøyer garanterer en stabil vertikal posisjon i vannsøylen. Hele oppsettet med feller, ramme, bøyer og lodd er heist over bord fra skip utstyrt med kran og vinsj (**Figur 4**).

Sedimentfeller ble utplassert 12.januar og hentet inn igjen 30.mars 2023 etter 77 døgn. Tauet til referansestasjonen røk i forbindelse med innhenting 30.mars, og referansestasjonen ble isteden berget ved hjelp av ROV 3.mai 2023 etter 111 døgn.

I forbindelse med prøvetaking av oppsamlet materiale er overvann først tappet ut via ventiler på siden av pleksiglassrøret. Deretter er bunnventilen åpnet og sedimentert materiale med noe restvann er tappet på rene glassflasker. Prøvene ble oppbevart i kjøleskap før de ble videresendt til NIVA for analyse.



Figur 4. Bilde fra utplassering av sedimentfeller i Husnesfjorden 12.januar 2023.

Analyser

Våttvekt av suspendert stoff oppsamlet i sedimentfeller er bestemt av NIVA før prøvene er videresendt henholdsvis til Akvaplan-niva (TOC) og Eurofins (metaller, % tørrstoff, % finstoff <63 µm).

Vannprøver representative for Hydros utslipp til Husnesfjorden er samlet inn ved to forskjellige anledninger og analysert for innhold av metaller. Det er analysert på ufiltrerte vannprøver; det vil si at resultatene viser samlet metallinnhold (løst og partikkelbundet metall) i prøvene. Vannanalyser er utført av Eurofins.

3. Resultater

Utslippsvann

Utslippet har høyt innhold av aluminium; gjennomsnittlig konsentrasjon fra to prøver er 790 µg/l. Sammenlignet med etablerte tilstandsklasser for tungmetaller i kystvann inneholder utslippet arsen tilsvarende tilstandsklasse 3 (moderat) og nikkel i grenselandet mellom tilstandsklasse 2-3. Øvrige tungmetaller foreligger i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 2 (god), med unntak av kadmium som er målt i tilstandsklasse 1 (bakgrunn) (**Tabell 2**).

Innsamlet vannvolum har ikke vært tilstrekkelig for å analysere kvikksølv (separat analyse).

Tabell 2. Metallkonsentrasjoner (µg/l) i ufiltrert utslippsvann fra Hydro Husnes. Fargekoder i henhold til veileder M-608¹.

Parameter \ Prøvenummer (Prøvetakingsdato)	Prøve 1 (03.mars 2023)	Prøve 2 (30.april 2023)
Aluminium	970	610
Arsen	1,8	2,0
Bly	0,67	0,74
Kadmium	0,016	0,021
Kobber	<0,5	<0,5
Krom	0,47	0,28
Nikkel	8,3	9,4
Sink	<2	<2

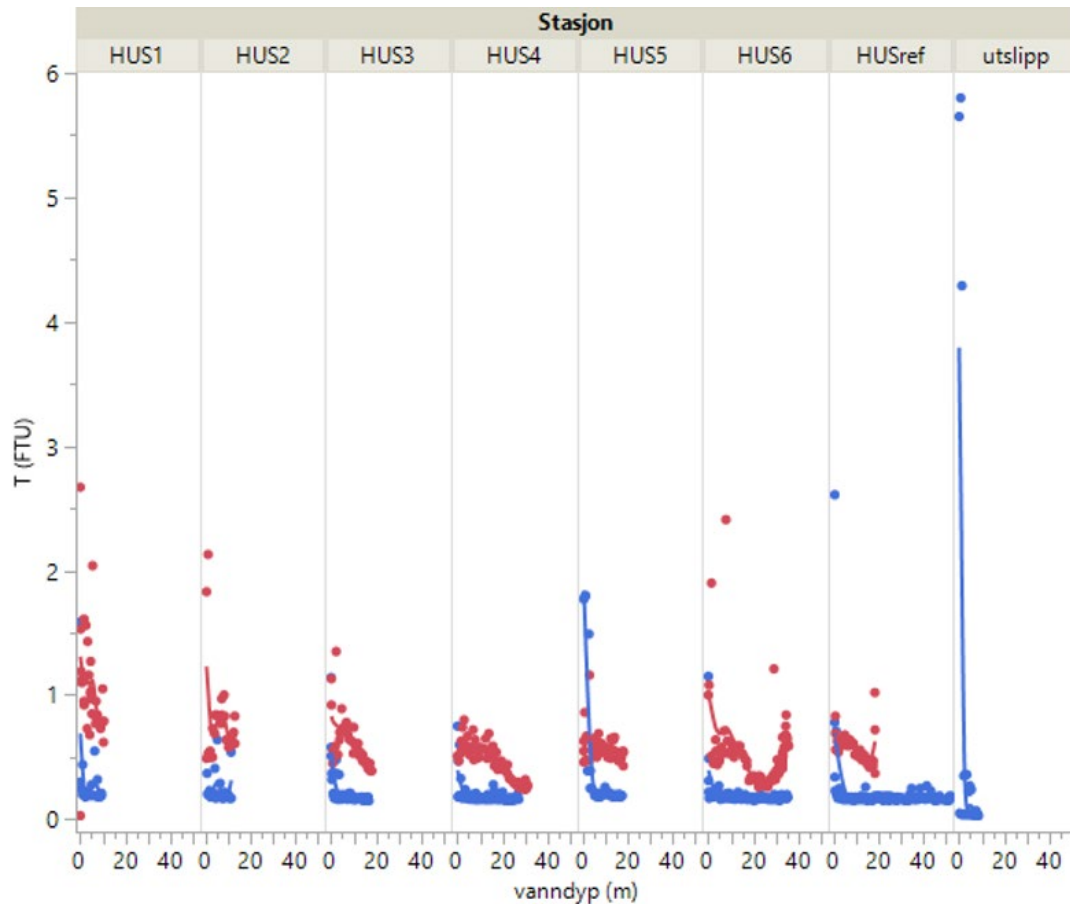
Turbiditetsmålinger i resipienten

Det er målt omtrent dobbelt så høy turbiditet på alle feltstasjoner i forbindelse med innhenting av sedimentfeller 30.mars, sammenlignet med utsetning 12.januar. Dette er ventet da innhenting av sedimentfeller skjedde omtrent midt i våroppblomstringen. Turbiditet over utslippspunktet er målt i forbindelse med utsetting i januar og står naturlig nok frem med høyere verdier enn på feltstasjonene. Økt turbiditet over utslippsrøret er konsentrert til den øverste meter i vannsøylen. Noe forhøyet turbiditet kan også ses på stasjon HUS1 ca. 70 meter nedstrøms utslippspunktet men målt turbiditet har vært lav i undersøkelsesområdet totalt sett (<3 FTU), med marginale forskjeller mellom individuelle feltstasjoner. Det har ikke vært skipsanløp i forbindelse med utsetting eller

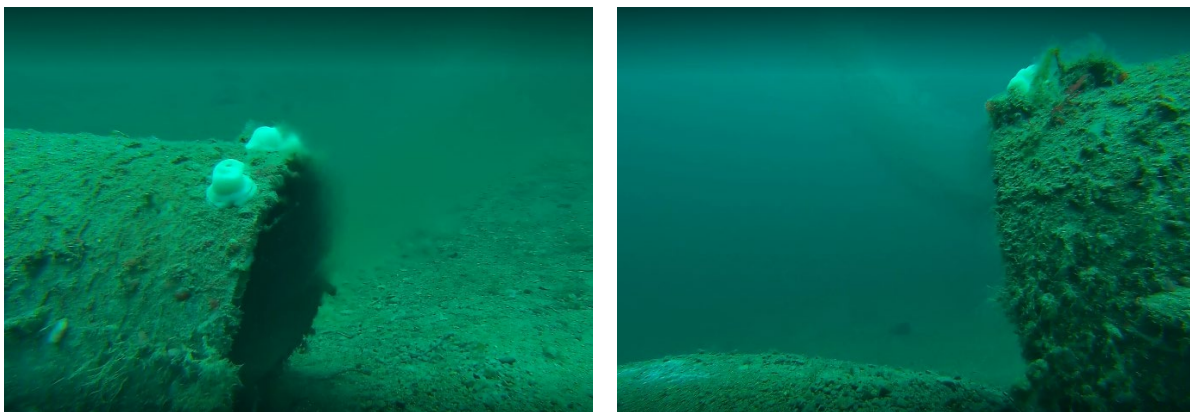
¹ <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M608/M608.pdf>

innhenting av sedimentfeller. Det vises til **Vedlegg B** for komplette datasett fra utførte turbiditetsmålinger.

Utslippsplumen er filmet med ROV 13-februar 2023 (**Figur 6**). Bilder fra enden av røret viser at utslippet har sterk oppdrift gjennom vannsøylen. Bildene bekrefter derfor gjennomførte turbiditetsmålinger med at suspendert stoff i utslippet konsentreres i overflatelaget.



Figur 5. Målt turbiditet (FTU) på feltstasjoner i Husnesfjorden i forhold til vanddyb. *Blå* måleserie fra utsetning av sedimentfeller 12.januar 2023, *rød* måleserie fra innhenting 30.mars 2023.



Figur 6. Utslippet fra Hydro filmet med ROV 13.februar 2023. Bilder fra Hydro.

Analyser i oppsamlet materiale

Sedimentasjonsrate

Empiriske sedimentasjonsrater i undersøkelsesområdet er beregnet fra sedimentfeller med et kjent oppsamlingsareal (0,056 m²/stasjon), og mengde suspendert stoff samlet inn i utplasseringsperioden. Rater uttrykkes i kg sedimentert stoff pr kvadratmeter og år og tar derfor høyde for utsatt innhenting av referansestasjonen.

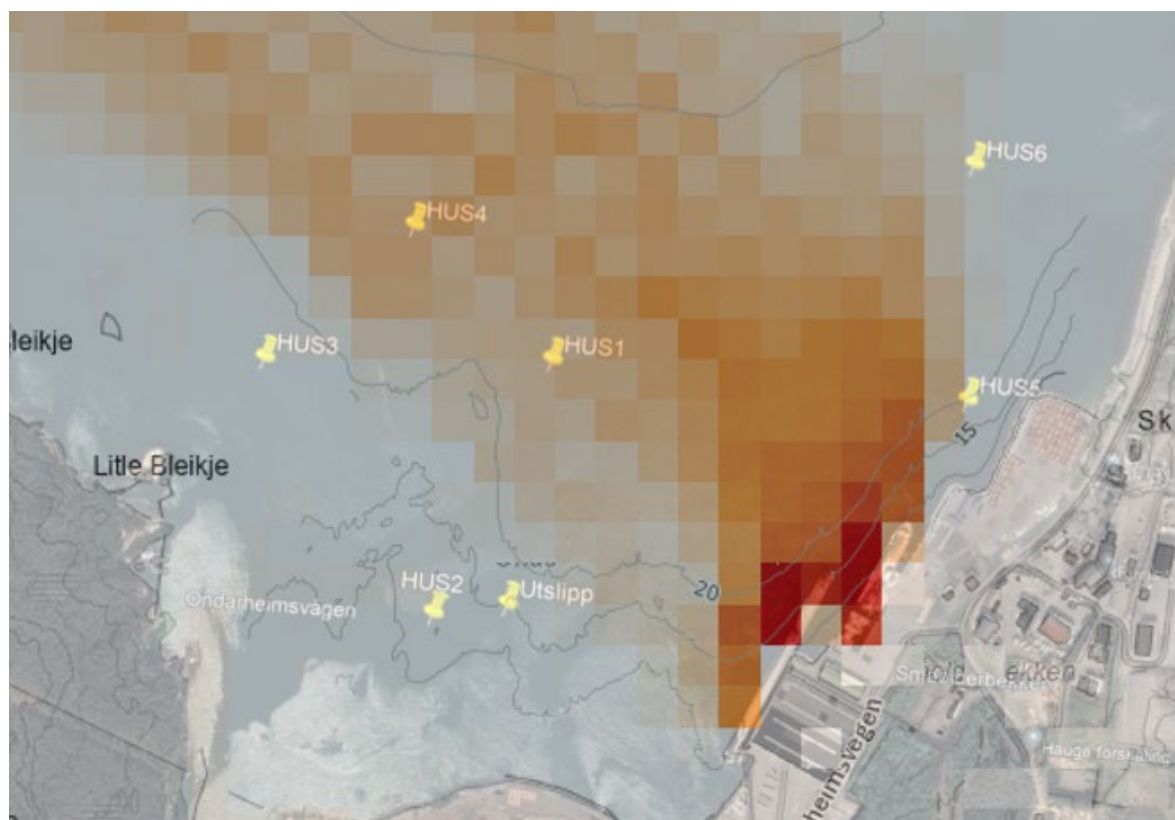
Resultatene viser høyest sedimentasjonsrate på stasjon HUS1 70 meter nedstrøms utslippspunktet (ca. 4,2 kg t.v. pr m² og år), og på stasjon HUS5 ca. 580 meter NØ for utslippet (ca. 6,7 kg t.v. pr m² og år). På øvrige stasjoner inkl. referansestasjonen varierer sedimentasjonsraten ca. 0,3-0,6 kg t.v. pr m² og år. Et tilsvarende bilde fås hvis det også tas høyde for vanddyper på hver stasjon, HUS1 og HUS5 står frem med mye høyere sedimentasjonsrater enn øvrige stasjoner (**Tabell 3**).

Tabell 3. Beregningsgrunnlag og empirisk sedimentasjonsrate på feltstasjoner i Husnesfjorden i 2023.

Parameter	HUS1	HUS2	HUS3	HUS4	HUS5	HUS6	REF
Avstand fra utslippet (meter)	70	185	550	590	580	815	3560
Utsetningsdato	12.jan	12.jan	12.jan	12.jan	12.jan	12.jan	12.jan
Innhentingsdato	30.mar	30.mar	30.mar	30.mar	30.mar	30.mar	03.mai
Oppsamlingsperiode (år)	0,211	0,211	0,211	0,211	0,211	0,211	0,304
Oppsamlet materiale pr stasjon (kg v.v.)	0,170	0,122	0,092	0,04	0,204	0,091	0,239
Sed.-rate (kg v.v./m ² *år)	14,4	10,3	7,8	3,4	17,2	7,7	14,0
Andel tørrstoff i oppsamlet materiale	0,292	0,061	0,053	0,082	0,389	0,067	0,035
Sed.-rate (kg t.v./m²*år)	4,19	0,63	0,41	0,28	6,70	0,52	0,49
Vanddyper (meter)	10,0	11,9	17,3	29,0	17,6	35,6	52,0
Sed.-rate (kg t.v./m²*m vannsøyle*år)	0,42	0,05	0,02	0,01	0,38	0,01	0,01

En trolig forklaring til den uventet høye sedimentasjonsraten på stasjon HUS5 er at det her virvles opp sjøbunnsedimenter fra skip som manøvrer langs kaianlegget. HUS5 ligger i utkant av et område som ser ut å være snuplass for skip som anløper Hydro (**Figur 7**). Målt vanddyper på stasjon HUS5 er 17,6 meter, mens vanddyper langs det 240 meter lange kaianlegget er 10-11 meter i sør, og 16-17 meter i nord. I henhold til risikoveilederen for forurenset sediment² vil propeller og thrustere på store skip kunne virvle opp sjøbunnsedimenter helt ned til vanddyper 20 meter. HUS6, som ligger ca. 300 meter nord for HUS5, har målt vanddyper 35,6 meter og forventes derfor ikke bli påvirket av oppvirvlet sjøbunnsediment.

² <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m409/m409.pdf>



Figur 7. AIS-plot for skipstrafikk >15 m i Husnesvågen i 2016 lagt over stasjonskart for utplassering av sedimentfeller i 2023. Skipsdata fra Kystdatahuset.

Kjemiske analyser

Tabell 4 viser resultater av gjennomførte analyser i sammendrag. Høye aluminiumkonsentrasjoner på stasjonene nærmest utslippspunktet, og generelt lave konsentrasjoner av bly, krom og kadmium i oppsamlet materiale, gjenspeiler målte nivåer i utslippsvann.

Sink og spesielt kobber er på alle feltstasjoner målt i konsentrasjoner som ikke kan kobles til målte nivåer i Hydros utslippsvann (**Tabell 2**). Målt kobber tilsvarer tilstandsklasse 5 (svært dårlig) selv på referansestasjonen ca. 3,5 km oppstrøms fra utslippet, mens sink måles i tilstandsklasse 3 (moderat) på 6 av 7 feltstasjoner.

Målte nivåer på stasjon HUS5 avviker fra øvrige feltstasjoner for flere parametere. HUS5 har lavest kobberkonsentrasjon av alle stasjoner, og lavere konsentrasjoner av aluminium, nikkel og sink enn øvrige stasjoner i Husnesvågen. I tillegg er andelen tørrstoff inkl. sandpartikler høyere enn på alle andre stasjoner i undersøkelsesområdet. I kombinasjon med uventet høy sedimentasjonsrate (**Tabell 3**) bekrefter de kjemiske analysene derfor vurderingen av at materiale som samles opp på stasjon HUS5 til i hovedsak har opphav i sjøbunnsedimenter som virvles opp av anløpende skip.

Andelen silt og leire (finstoff <63µm) er lavere på de to nærmeste stasjonene nedstrøms utslippspunktet (HUS 1 og HUS2). Dette indikerer at utslippet fra Hydro inneholder en betydelig andel partikler på størrelse med sand. Resultater fra stasjon HUS5, hvor 90,7% av oppsamlet suspendert stoff er på størrelse med sandpartikler, forstyrrer derimot bildet. Det er ikke samlet opp en tilstrekkelig mengde suspendert stoff i sedimentfeller for å muliggjøre separat kvantifisering av leirepartikler <2 µm. TOC er lavest på de to stasjonene med høyest sedimentasjonsrate (HUS1 og HUS5).

Tabell 4. Analyseresultater for oppsamlet materiale i sedimentfeller utplassert i Husnesfjorden i 2023. Fargekoder for tungmetaller i henhold til veileder M-608.

Stasjon (avstand)	HUS1 (70 m)	HUS2 (185 m)	HUS3 (550 m)	HUS4 (590 m)	HUS5 (580 m)	HUS6 (815 m)	REF (3560 m)
Aluminium (mg/kg TS)	87 000	61 000	48 000	60 000	13 000	23 000	3 000
Arsen (mg/kg TS)	2,0	<7,4	<8,5	9,1	2,0	8,3	<13
Bly (mg/kg TS)	16	22	28	50	11	37	15
Kadmium (mg/kg TS)	<0,03	<0,15	<0,17	<0,12	0,03	<0,14	<0,26
Kobber (mg/kg TS)	740	230	480	580	84	710	280
Krom (mg/kg TS)	4,3	8,3	11,0	25,0	6,8	250	130
Kvikksølv (mg/kg TS)	0,03	0,07	0,10	0,23	0,051	0,23	0,27
Nikkel (mg/kg TS)	110	130	68	72	14	50	<13
Sink (mg/kg TS)	390	170	280	420	89	340	410
Andel tørrstoff (%)	29,2	6,1	5,3	8,2	38,9	6,7	3,5
Finstoff <63µm (%)	54	65	92	84	14	90	100
TOC (mg/kg TS)	11 000	17 000	27 000	53 000	9 300	32 000	24 000

4. Vurdering

Sammenheng med avstand til utslippet

Lineære regresjonsanalyser er utført for å undersøke sammenheng mellom analyserte parametere og avstand til utslippspunktet fra Hydro (**Figur 8**). Regresjoner med $R^2 > 0,6$ er ansett å representere en statistisk signifikant «passform» (*goodness of fit*) i analysene, dvs. at det er sammenheng mellom analyseresultater og avstand.

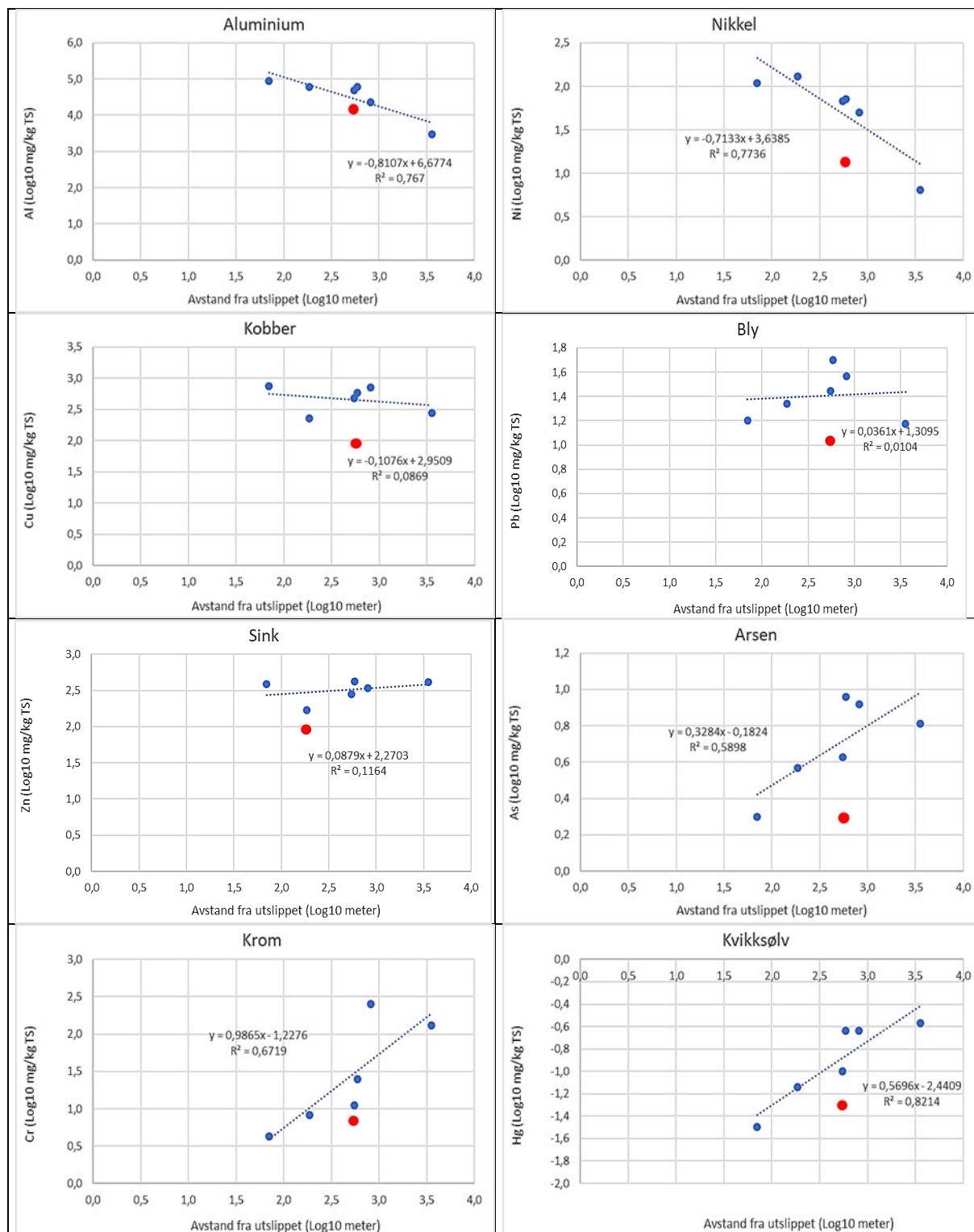
Som nevnt i det foregående kapitlet avviker HUS5 fra øvrige stasjoner for flere analyserte parametere. HUS5 er derfor ikke inkludert i regresjonsanalysene men analyseresultater fra HUS5 er inkludert i **Figur 8**.

Konsentrasjoner av aluminium (R^2 0,77), nikkel (R^2 0,77), kvikksølv (R^2 0,82) og krom (R^2 0,67) viser korrelasjon med avstand til utslippet, mens arsen (R^2 0,59) ligger rett i underkant av verdien for sannsynlig sammenheng.

For aluminium og nikkel er regresjonen negativ, det vil si at konsentrasjonene avtar med økende avstand til utslippet. Utslippet fra Hydro er derfor å anse som en kilde for aluminium og nikkel i undersøkelsesområdet.

For kvikksølv og krom (og arsen) øker derimot målte konsentrasjoner med økt avstand til utslippet (positiv regresjon), noe som tilsier at det er netto import av disse tungmetallene til Husnesvågen fra en eller flere ukjent(e) kilde(r).

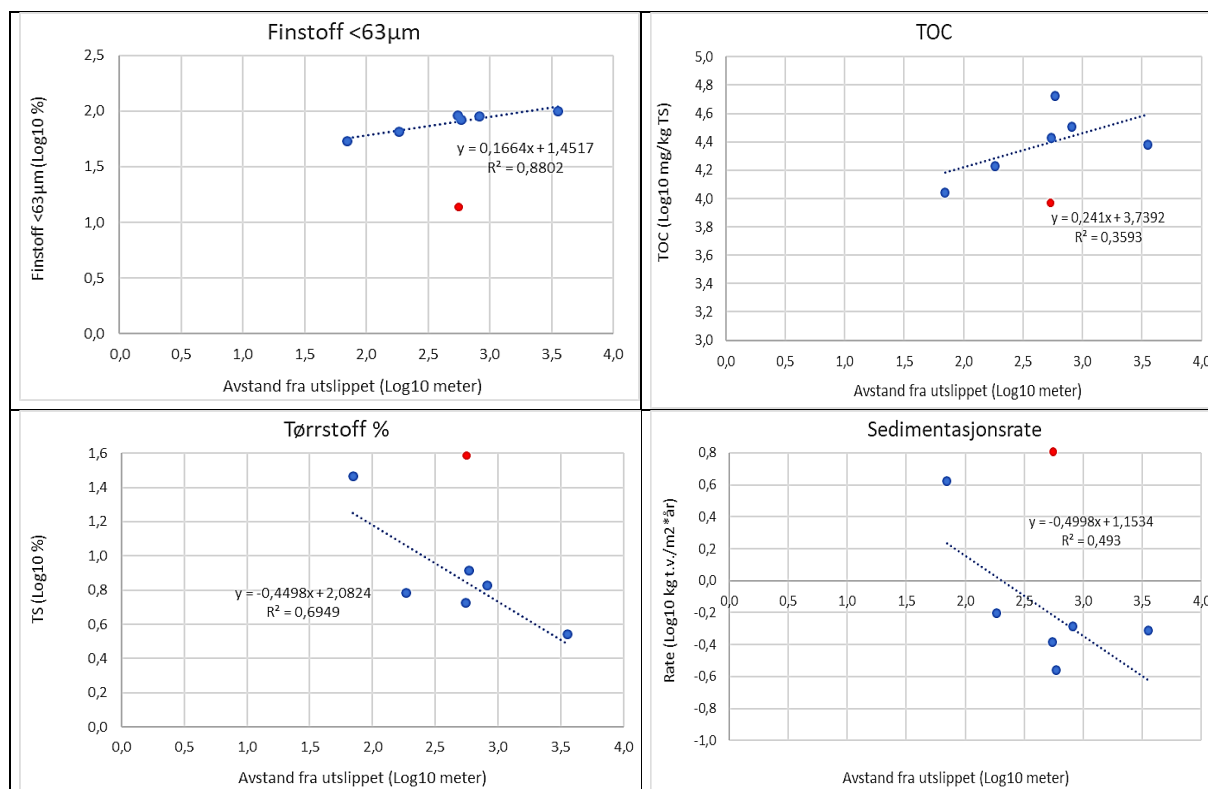
For kobber, bly og sink er det ingen sammenheng med avstand til utslippet. Kobber måles i høye konsentrasjoner på alle stasjoner inkl. referansestasjonen (**Tabell 4**), og samtidig er det målt lave kobberkonsentrasjoner i utslippsvannet fra Hydro (**Tabell 2**). Det er derfor trolig at kobber som transporteres inn i Husnesvågen har flere kilder, og at disse ligger både oppstrøms og nedstrøms undersøkelsesområdet. Kadmium er under LOQ på 6 av 7 feltstasjoner, og regresjonsanalyse for kadmium er derfor ikke mulig.



Figur 8. Regresjonsanalyser for metaller målt i oppsamlet materiale i sedimentfeller etter utplassering i Husnesfjorden. Log-transformerte data. Rød ring markerer resultater fra stasjon HUS5, som ikke er inkludert i analysene.

Andel finstoff <63 μm (R^2 0,88) og totalt tørrstoff (R^2 0,69) er sammenholdt med avstand til utslippet. Andel finstoff øker med avstand til utslippet, mens andel tørrstoff minker. Sedimentasjonsrate målt som kg t.v. per kvadratmeter og år viser samme trend som andel tørrstoff men regresjonen har R^2 <0,60 og anses derfor ikke signifikant. TOC-konsentrasjoner kan ikke kobles til avstand fra utslippet.

Stasjonene nærmest utslippet har samlet opp mer suspendert stoff generelt, og i tillegg er partiklene som samles opp større enn lengre ut i undersøkelsesområdet. Disse partiklene forventes å ha opphav i utslippet fra Hydro (**Figur 9**).



Figur 9. Regresjonsanalyser for støtteparametere målt i oppsamlet materiale i sedimentfeller etter utplassering i Husnesfjorden. Log-transformerte data. Rød ring markerer resultater fra stasjon HUSS, som ikke er inkludert i analysene.

Tildeckingspotensial

En ofte brukt terskelverdi for tildekning av bunnlevende organismer er 6,3 mm (Smit m.fl. 2008). Verdien er basert på beregning ut fra en SSD-kurve (*species sensitivity distribution*), hvor 95% av artene ikke påvirkes, dvs. 5% aksepteres påvirket. Den tilsvarer altså PNEC, selv om det er en mengde, og ikke en konsentrasjon. Terskelverdien har ikke angitt noen rate, men er basert på studier med akutt tildekning. I denne undersøkelsen har vi beregnet sedimentasjonsrate fra en kjent masse suspendert stoff i sedimentfeller, men vi savner informasjon om hvilken tykkelse oppsamlet mengde stoff ville tilsvare hvis det falt ned på sjøbunnen.

Til beregning av tildeckingspotensial av utslippet fra Hydro er det brukt en felles densitet på 2,8 kg pr liter tørrstoff for oppsamlet materiale, representativt for tørr silt og leire og i henhold til

retningslinjer fra NVE³. Estimert tildekkingspotensial på stasjon HUS1, som er mest påvirket av utslippet, blir da 5,1 mm våtvekt pr kvadratmeter og år, dvs. lavere enn terskelverdien på 6,3 mm. Til sammenligning er estimert tildekkingspotensial på referansestasjonen, som ikke blir påvirket av utslippet, 5,0 mm våtvekt pr kvadratmeter og år. På stasjon HUS5, hvor overveiende del av oppsamlet materiale antas ha opphav i oppvirket sjøbunnsediment fra skipstrafikk, er estimert tildekkingspotensial 6,2 mm våtvekt pr kvadratmeter og år, mens estimert tildekkingspotensial på øvrige stasjoner i Husnesvågen er 1,2-3,7 mm våtvekt pr kvadratmeter og år. Ved å bruke en densitet representativ for tørr sand (2,75 kg pr liter tørrstoff) oppnås noe lavere tildekkingspotensial på alle stasjoner.

Partikkelutslippet fra Hydro vil med andre ord ikke resultere i akutt tildekking av sjøbunnsorganismer, gitt terskelverdi på 6,3 mm. Sterk oppdrift i utslippsplumen (**Figur 6**) hjelper med å spre partiklene ut over et større sjøbunnsareal.

Forurensningspotensial

Hydro er regulert blant annet med hensyn til årlige utslipp av tungmetallene bly, kadmium, arsen, krom og nikkel. Hydros resipientovervåking i 2021 (Øxnevad og Håvardstun 2022) og 2015 (Tranum og Øxnevad 2016) har ikke påvist forurensing av tungmetaller i sedimentprøver fra Husnesvågen.

Basert på midlet vannrate for utslippet 2700 m³ pr time (tall fra Hydro), og gjennomsnittlige tungmetallkonsentrasjoner målt i utslippsvannet (**Tabell 2**) ligger dagens utslipp 2-15x over utslippsgrensene for regulerte tungmetaller, med høyest relativ overskridelse (15x) for arsen (**Tabell 5**). Beregningene er gjort på årsbasis og tar utgangspunkt i at tungmetallkonsentrasjoner målt i utslippet i februar og mars 2023 vedvarer over et helt år.

Tabell 5. Utslipp av tungmetaller fra Hydro henholdsvis ved normal drift og for aktuell utslippssituasjon med posebrudd i bedriftens renseanlegg.

Tungmetall	Normaldrift		Aktuell situasjon	
	Konsentrasjon (µg/l) ^a	Mengde (kg/år)	Konsentrasjon (µg/l) ^a	Mengde (kg/år)
Bly	≤0,211	≤5	0,68	16,1
Kadmium	≤0,008	≤0,2	0,019	0,45
Arsen	≤0,127	≤3	1,9	44,9
Krom	≤0,042	≤1	0,375	8,9
Nikkel	≤2,537	≤60	8,85	209

^a Beregnet fra midlet vannrate 2700 m³ pr time og øvre utslippsgrense i gjeldende tillatelse.

Utslipet har meget høyt innhold av aluminium (790 µg/l), i tillegg til nikkel- (ca. 9 µg/l) og arsenkonsentrasjoner (ca. 2 µg/l) over EQS-verdier i vannforskriften. Regresjonsanalyser viser at utslippet fra Hydro er en kilde til aluminium og nikkel i resipienten, mens arsen ikke er det. Ved å bruke regresjonsligninger henholdsvis for aluminium og nikkel (**Figur 8**) kan derfor utslippets influensområde estimeres.

Til beregning av forventet influensområde med hensyn til nikkel er det tatt utgangspunkt i EQS-verdien 42 mg/kg t.v. Regresjonsligningen gir en forventning om nikkelkonsentrasjoner ≥42 mg/kg t.v. på avstand opptil 669 meter fra utslippet. Til sammenligning er målt nikkelkonsentrasjon på

³ <https://sikringshandboka.nve.no/moduler/modul-g2-001-omregning-av-volum-av-masser/>

stasjon HUS6 (avstand 815 meter) på 50 mg/kg t.v. (**Tabell 4**), og regresjonsligningen underestimerer derfor utslippets influensområde med hensyn til nikkel.

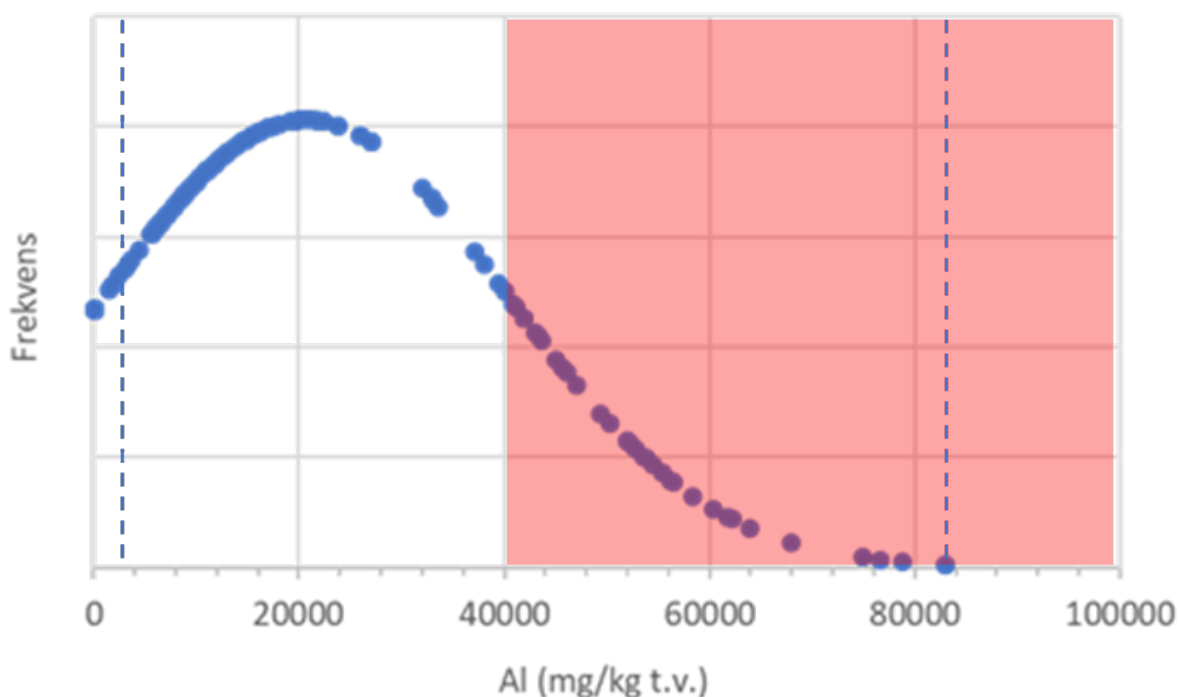
Hydros resipientovervåking i 2021 (Øxnevad og Håvardstun 2022) og 2015 (Trannum og Øxnevad 2016) har ikke påvist forurensing av tungmetaller inkl. nikkel i sedimentprøver fra Husnesfjorden. På sedimentstasjoner i Husnesvågen (KV7, KV8, KV9, KV10 og KV13) var gjennomsnittlig nikkelkonsentrasjon 4,3 mg/kg t.v. (spenn 2,7-6,4 mg/kg t.v.).

For aluminium er det ikke definert en EQS eller PNEC-verdi for sediment, og det foreligger heller ingen aluminiumanalyser i sediment fra Husnesfjorden. Fordeling av totalt 181 målte aluminiumkonsentrasjoner i sediment fra norske havområder siden år 2000 (**Figur 10**) gir gjennomsnittlig konsentrasjon 20 691 mg/kg t.v. (spenn (39-83 000 mg/kg t.v.). Aluminium er normalfordelt opp til ca. 40 000 mg/kg t.v., mens høyere konsentrasjoner utgjør en «hale» i en ellers klokkeformet fordelingskurve.

Til beregning av forventet influensområde med hensyn til aluminium bruker vi 40 000 mg/kg t.v. som terskelkonsentrasjon for unormalt høye aluminiumnivåer i sediment (forurensing).

Regresjonsligningen gir forventede aluminiumkonsentrasjoner $\geq 40\,000$ mg/kg t.v. på avstand opptil 363 meter fra utslippet. Til sammenligning er målt aluminiumkonsentrasjon på stasjon HUS4 (avstand 590 meter) 60 000 mg/kg t.v. (**Tabell 4**). Det vil si at også regresjonsligningen for aluminium underestimerer utslippets influensområde.

Beregninger for enkeltstasjoner viser at ligningene underestimerer målte konsentrasjoner på stasjon HUS3 og HUS4, men overestimerer målte konsentrasjoner på stasjon HUS 1 og HUS5. Analyserte metallnivåer bekrefter derfor det komplekse strømbildet i Husnesvågen (**Figur 2**).



Figur 10. Fordeling av målte aluminiumkonsentrasjoner (mg/kg t.v.) i sediment fra Norskekysten etter år 2000 ($n = 181$, data fra Vannmiljø). Stiplede linjer indikerer hhv. lavest og høyest aluminiumkonsentrasjon målt i suspendert stoff fra sedimentfeller i den aktuelle undersøkelsen. Rødt, skygget område markerer forurenset nivå av aluminium.

Samlet vurdering og konklusjon

Hydro Husnes har et pågående, forhøyet utslipp av suspendert stoff (SS) til Husnesfjorden. Utslipet består i overveiende grad av aluminiumoksid (Al_2O_3) med spor av kryolitt (Na_3AlF_6), som tilsettes renseanleggene for våtvasking av svoveldioksid. Ved normal drift samles SS opp og tilbakeføres hydrolysehallerne. Etter flere posebrudd i renseanleggene har det siden Q1 2022 blitt sluppet ut ca. 11-36 kg SS pr time i Husnesfjorden. Til sammenligning har Hydro tillatelse å slippe ut opptil 6 kg SS pr time på månedsbasis, og opptil 4 kg SS pr time på årsbasis. Kjemisk analyse av utslippsvannet gir en forventning om overskridelse av bedriftens utslippsgrenser for bly, kadmium, arsen, krom og nikkel med en faktor 2-15x.

Utslipet er sjøvannsbasert men har overtemperatur (delta T ca. 11°C) og derfor sterk oppdrift mot sjøoverflaten fra utslippsdyp 9 meter. Sedimentasjonsrate er beregnet fra mengden oppsamlet materiale i sedimentfeller som har vært utplassert i partiklenes forventede nedfallsområde. På stasjonen nærmest utslippet (avstand 70 meter) er sedimentasjonsrate beregnet til å være 4,2 kg tørrvekt pr m^2 og år. Basert på målt vanninnhold i oppsamlet materiale, og en generell densitet for silt og leire på 2,8 kg pr liter tilsvarer beregnet rate ca. 5 mm våtvekt pr m^2 og år. Høyest sedimentasjonsrate er beregnet for stasjon HUS5 i utkant av kaiområdet, men kjemiske analyser viser at HUS5 påvirkes mer av skipstrafikk enn av utslippet fra Hydro. Beregnede sedimentasjonsrater ligger for alle stasjoner under terskelverdien for akutt tildekking av sjøbunnsorganismer. Kjemisk analyse bekrefter at utslippet spres over store deler av Husnesvågen, hovedretningen er imidlertid nordvest i utslippsrørets forlenging.

Influensområde for aluminium strekker seg minst 600 meter ut fra utslippet. Aluminiumoksidpartiklene er i gjennomsnitt større enn de partikler som allerede finnes på sjøbunnen, og det forventes imidlertid ingen toksisk effekt av aluminium.

Utslipet er også kilde til nikkelforurensning i store deler av Husnesvågen, og influensområdet for nikkel strekker seg mer enn 800 meter fra utslippet.

Kobber er målt i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 5 i sediment på samtlige stasjoner unntatt på stasjonen som påvirkes av skipstrafikk (HUS5). Kobber kan imidlertid ikke kobles til utslippet fra Hydro. Regresjonsanalyser viser at også kvikksølv og krom tilføres til undersøkelsesområdet fra andre utslippskilder.

Som konklusjon forventes ikke det pågående utslippet fra Hydro å ha påvirket resipienten negativt siden Q1 2022. Hvis utslippet vedvarer over tid vil derimot store deler av Husnesvågen etter hvert dekkes av aluminiumoksidpartikler som gir endrede livsvilkår for bunnlevende organismer, og med et nikkelinhold over EQS-verdien.

5. Referanser

Smit MGD, Holthaus KIE, Trannum HC, Neff JM, Kjeilen-Eilertsen G, Jak RG, Singaas I, Huijbregts MAJ, Hendriks AJ (2008). Species sensitivity distributions for suspended clays, sediment burial, and grain size change in the marine environment. *Environmental Toxicology and Chemistry* 27(4):1006-12 (DOI:10.1897/07-339.1).

Trannum HC og Øxnevad S (2016). Tiltaksrettet overvåking av Husnesfjorden i henhold til vannforskriften, 2015. Overvåking for Sør-Norge Aluminium AS. NIVA-rapport 6978-2016 (<http://hdl.handle.net/11250/2382664>).

Øxnevad S og Håvardstun J (2022). Tiltaksorientert overvåking av Husnesfjorden i 2021. Overvåking for Hydro Aluminium Husnes. NIVA-rapport 7717-2022 (<https://hdl.handle.net/11250/2982355>).

Vedlegg A - Kjemiske analyser



Økernveien 94
0579 Oslo
Tel: 02348 / (+47) 22 18 51 00
E-post: niva@niva.no

ANALYSERAPPORT

RapportID: 17863

Kunde: Henrik Jonsson
Prosjektnummer: O 220269 - Miljøkonsekvensvurdering av økte tørrstoffutslipp til Husnesfjorden

08.05.2023 SIJ: Hg utgår da det ikke er nok vann til å utføre analysen.	Analyscopdrag:	1330-12297
	Versjon:	1
	Dato:	12.05.2023

Prøvenr.: NR-2023-04622 **Prøvemerking:** Utslipp Utslipp prøve 1
Prøvetype: AVLØPSVANN
Prøvetakningsdato: 03.03.2023
Prøve mottatt dato: 18.04.2023
Analyseperiode: 27.04.2023 - 04.05.2023

Kommentar:

Analyse / Parameter	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	LOQ	Underlev.
METALLER_ICPMS					
c) Aluminium	SS-EN ISO 17294-2:2016	970	µg/l	1	EUROFINS
c) Arsen	SS-EN ISO 17294-2:2016	1,8	µg/l	0,02	EUROFINS
c) Bly	SS-EN ISO 17294-2:2016	0,67	µg/l	0,01	EUROFINS
c) Kadmium	SS-EN ISO 17294-2:2016	0,016	µg/l	0,004	EUROFINS
c) Kobber	SS-EN ISO 17294-2:2016	<0,50	µg/l		EUROFINS
c) Krom	SS-EN ISO 17294-2:2016	0,47	µg/l	0,05	EUROFINS
c) Nikkel	SS-EN ISO 17294-2:2016	8,3	µg/l	0,05	EUROFINS
c) Sink	SS-EN ISO 17294-2:2016	<2,0	µg/l		EUROFINS

Utførende laboratorium / Underleverandør:

c) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC. 1125

Prøvenr.: NR-2023-04623 **Prøvemerking:** Utslipp Utslipp prøve 2
Prøvetype: AVLØPSVANN
Prøvetakningsdato: 30.04.2023
Prøve mottatt dato: 18.04.2023
Analyseperiode: 27.04.2023 - 04.05.2023

Tegnforklaring:

* : Ikke akkreditert, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2),
LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v. (TS): tørrvekt, v.v.: våtvekt.

Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet. All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvemerking, er oppgitt av oppdragsgiver. Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 1 av 2

Kommentar:

Analyse / Parameter	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	LOQ	Underlev.
METALLER_ICPMS					
c) Aluminium	SS-EN ISO 17294-2:2016	610	µg/l	1	EUROFINS
c) Arsen	SS-EN ISO 17294-2:2016	2,0	µg/l	0,02	EUROFINS
c) Bly	SS-EN ISO 17294-2:2016	0,74	µg/l	0,01	EUROFINS
c) Kadmium	SS-EN ISO 17294-2:2016	0,021	µg/l	0,004	EUROFINS
c) Kobber	SS-EN ISO 17294-2:2016	<0,50	µg/l		EUROFINS
c) Krom	SS-EN ISO 17294-2:2016	0,28	µg/l	0,05	EUROFINS
c) Nikkel	SS-EN ISO 17294-2:2016	9,4	µg/l	0,05	EUROFINS
c) Sink	SS-EN ISO 17294-2:2016	<2,0	µg/l		EUROFINS

Utførende laboratorium / Underleverandør:

c) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

NIVA

Norsk institutt for vannforskning

Veronica Eftevåg

Overingeniør

Rapporten er elektronisk signert

Tegnforklaring:

* : Ikke akkreditert, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2),

LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v. (TS): tørrvekt, v.v.: våtvekt.

Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet. All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvemerkning, er oppgitt av oppdragsgiver. Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 2 av 2



Økernveien 94
0579 Oslo
Tel: 02348 / (+47) 22 18 51 00
E-post: niva@niva.no

ANALYSERAPPORT

RapportID: 17935

Kunde: Henrik Jonsson
Prosjektnummer: O 220269 - Miljøkonsekvensvurdering av økte tørrestoffutslipp til Husnesfjorden

09.06.2023 TBR: Kornfordeling på NR-2023-02528 hadde en del synlige salter som vil bidra til fraksjonen <63 µm.	Analyscopdrag:	1330-12201
	Versjon:	1
	Dato:	09.06.2023

Provenr.: NR-2023-02522
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakingsdato: 30.03.2023
Prøve mottatt dato: 13.04.2023
Analyseperiode: 18.04.2023 - 16.05.2023

Prøvemerkning: HUS1 HUS1
Stasjon : HUS1 HUS1
KjerneID/Replikant : A
Prøvetakingsdyp : 0,00 m Snitt: 0,00-0,00 cm
Prøvetakingsmetode: Sedimentfelle

Kommentar:

Analyse / Parameter	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	LOQ	Underlev.
KORNFORDELING					
* <63 µm	Intern metode (INTERN_NIVA)	54	% t.v.		
KVIKKSØLV					
c) Kvikksølv	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	0,032	mg/kg TS	0,0031	EUROFINS
METALLER_ICPMS					
c) Aluminium	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	87000	mg/kg TS	10	EUROFINS
c) Arsen	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	2,0	mg/kg TS	1,5	EUROFINS
c) Bly	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	16	mg/kg TS	1,5	EUROFINS
c) Kadmium	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	<0,031	mg/kg TS		EUROFINS
c) Kobber	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	740	mg/kg TS	1,5	EUROFINS
c) Krom	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	4,3	mg/kg TS	1,5	EUROFINS
c) Nikkel	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	110	mg/kg TS	1,5	EUROFINS
c) Sink	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	390	mg/kg TS	6,8	EUROFINS
NITROGEN_KARBON_APN					
Akv) Totalt organisk karbon	DIN 19539:2016 (TOC/TC) og NS-EN 16168:2012 (Tot N)	11 ±1,1	mg/g t.v.		AKVAPLAN_NIVA
TTS_TGR					

Tegnforklaring:

* : Ikke akkreditert, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2),

LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v. (TS): tørvekt, v.v.: våtvekt.

Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet. All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvemerkning, er oppgitt av oppdragsgiver. Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 1 av 7

c) Torrstoff %	SS-EN 12880:2000 mod.	29,2	%	0,1	EUROFINS
----------------	-----------------------	-------------	---	-----	----------

Utførende laboratorium / Underleverandør:

Akv) Akvaplan-niva, Framsenteret, 9296 Tromsø, NS/EN ISO/IEC 17025:2017 NA TEST 079
 c) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Prøvenr.:	NR-2023-02523	Prøvemerkning:	HUS2 HUS2
Prøvetype:	SEDIMENT	Stasjon	: HUS2 HUS2
Prøvetakningsdato:	30.03.2023	KjerneID/Replikant	: A
Prøve mottatt dato:	13.04.2023	Prøvetakingsdyp	: 0,00 m Snitt: 0,00-0,00 cm
Analyseperiode:	18.04.2023 - 16.05.2023	Prøvetakingsmetode:	Sedimentfelle

Kommentar:

Analyse / Parameter	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	LOQ	Underlev.
KORNFORDELING					
* <63 µm	Intern metode (INTERN_NIVA)	65	% t.v.		
KVIKKSØLV					
c) Kvikksølv	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	0,072	mg/kg TS	0,015	EUROFINS
METALLER_ICPMS					
c) Aluminium	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	61000	mg/kg TS	10	EUROFINS
c) Arsen	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	<7,4	mg/kg TS		EUROFINS
c) Bly	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	22	mg/kg TS	7,4	EUROFINS
c) Kadmium	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	<0,15	mg/kg TS		EUROFINS
c) Kobber	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	230	mg/kg TS	7,4	EUROFINS
c) Krom	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	8,3	mg/kg TS	7,4	EUROFINS
c) Nikkel	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	130	mg/kg TS	7,4	EUROFINS
c) Sink	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	170	mg/kg TS	33	EUROFINS
NITROGEN_KARBON_APN					
Akv) Totalt organisk karbon	DIN 19539:2016 (TOC/TC) og NS-EN 16168:2012 (Tot N)	17 ±1,7	mg/g t.v.		AKVAPLAN_NIVA
TTS_TGR					
c) Torrstoff %	SS-EN 12880:2000 mod.	6,1	%	0,1	EUROFINS

Utførende laboratorium / Underleverandør:

Akv) Akvaplan-niva, Framsenteret, 9296 Tromsø, NS/EN ISO/IEC 17025:2017 NA TEST 079
 c) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Tegnforklaring:

Side 2 av 7

* : Ikke akkreditert, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2),
 LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v. (TS): tørrvekt, v.v.: våtvekt.

Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet. All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvemerkning, er oppgitt av oppdragsgiver. Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Provenr.:	NR-2023-02524	Prøvemerkning:	HUS3 HUS3
Prøvetype:	SEDIMENT	Stasjon	: HUS3 HUS3
Prøvetakningsdato:	30.03.2023	KjerneID/Replikant	: A
Prøve mottatt dato:	13.04.2023	Prøvetakingsdyp	: 0,00 m Snitt: 0,00-0,00 cm
Analyseperiode:	18.04.2023 - 16.05.2023	Prøvetakingsmetode:	Sedimentfelle

Kommentar:

Analyse / Parameter	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	LOQ	Underlev.
KORNFORDELING					
* <63 µm	Intern metode (INTERN_NIVA)	92	% t.v.		
KVIKKSØLV					
c) Kvikksølv	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	0,10	mg/kg TS	0,017	EUROFINS
METALLER_ICPMS					
c) Aluminium	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	48000	mg/kg TS	10	EUROFINS
c) Arsen	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	<8,5	mg/kg TS		EUROFINS
c) Bly	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	28	mg/kg TS	8,5	EUROFINS
c) Kadmium	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	<0,17	mg/kg TS		EUROFINS
c) Kobber	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	480	mg/kg TS	8,5	EUROFINS
c) Krom	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	11	mg/kg TS	8,5	EUROFINS
c) Nikkel	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	68	mg/kg TS	8,5	EUROFINS
c) Sink	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	280	mg/kg TS	38	EUROFINS
NITROGEN_KARBON_APN					
Akv) Totalt organisk karbon	DIN 19539:2016 (TOC/TC) og NS-EN 16168:2012 (Tot N)	27 ±2,7	mg/g t.v.		AKVAPLAN_NIVA
TTS_TGR					
c) Torrstoff %	SS-EN 12880:2000 mod.	5,3	%	0,1	EUROFINS

Utførende laboratorium / Underleverandør:

Akv) Akvaplan-niva, Framsenteret, 9296 Tromsø, NS/EN ISO/IEC 17025:2017 NA TEST 079
 c) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Provenr.:	NR-2023-02525	Prøvemerkning:	HUS4 HUS4
Prøvetype:	SEDIMENT	Stasjon	: HUS4 HUS4
Prøvetakningsdato:	30.03.2023	KjerneID/Replikant	: A
Prøve mottatt dato:	13.04.2023	Prøvetakingsdyp	: 0,00 m Snitt: 0,00-0,00 cm
Analyseperiode:	18.04.2023 - 16.05.2023	Prøvetakingsmetode:	Sedimentfelle

Kommentar:

Tegnforklaring:

* : Ikke akkreditert, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2),

LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v. (TS): tørrvekt, v.v.: våtvekt.

Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet. All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvemerkning, er oppgitt av oppdragsgiver. Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 3 av 7

Analyse / Parameter	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	LOQ	Underlev.
KORNFORDELING					
* <63 µm	Intern metode (INTERN_NIVA)	84	% t.v.		
KVIKKSØLV					
c) Kvikksølv	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	0,23	mg/kg TS	0,011	EUROFINS
METALLER_ICPMS					
c) Aluminium	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	60000	mg/kg TS	10	EUROFINS
c) Arsen	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	9,1	mg/kg TS	5,5	EUROFINS
c) Bly	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	50	mg/kg TS	5,5	EUROFINS
c) Kadmium	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	<0,12	mg/kg TS		EUROFINS
c) Kobber	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	580	mg/kg TS	5,5	EUROFINS
c) Krom	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	25	mg/kg TS	5,5	EUROFINS
c) Nikkel	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	72	mg/kg TS	5,5	EUROFINS
c) Sink	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	420	mg/kg TS	24	EUROFINS
NITROGEN_KARBON_APN					
Akv) Totalt organisk karbon	DIN 19539:2016 (TOC/TC) og NS- EN 16168:2012 (Tot N)	53 ±5,3	mg/g t.v.		AKVAPLAN_NIVA
TTS_TGR					
c) Torrstoff %	SS-EN 12880:2000 mod.	8,2	%	0,1	EUROFINS

Utførende laboratorium / Underleverandør:

Akva) Akvaplan-niva, Framsenteret, 9296 Tromsø, NS/EN ISO/IEC 17025:2017 NA TEST 079

c) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Prøvenr.:	NR-2023-02526	Prøvemerkning:	HUS5 HUS5
Prøvetype:	SEDIMENT	Stasjon	: HUS5 HUS5
Prøvetakningsdato:	30.03.2023	KjerneID/Replikant	: A
Prøve mottatt dato:	13.04.2023	Prøvetakingsdyp	: 0,00 m Snitt: 0,00-0,00 cm
Analyseperiode:	18.04.2023 - 16.05.2023	Prøvetakingsmetode:	Sedimentfelle

Kommentar:

Analyse / Parameter	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	LOQ	Underlev.
KORNFORDELING					
* <63 µm	Intern metode (INTERN_NIVA)	14	% t.v.		
KVIKKSØLV					
c) Kvikksølv	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	0,051	mg/kg TS	0,0023	EUROFINS
METALLER_ICPMS					

Tegnforklaring:

* : Ikke akkreditert, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2),

LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v. (TS): tørrvekt, v.v.: våtvekt.

Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet. All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvemerkning, er oppgitt av oppdragsgiver. Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 4 av 7

c) Aluminium	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	13000	mg/kg TS	10	EUROFINS
c) Arsen	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	2,0	mg/kg TS	1,2	EUROFINS
c) Bly	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	11	mg/kg TS	1,2	EUROFINS
c) Kadmium	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	0,028	mg/kg TS	0,023	EUROFINS
c) Kobber	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	84	mg/kg TS	1,2	EUROFINS
c) Krom	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	6,8	mg/kg TS	1,2	EUROFINS
c) Nikkel	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	14	mg/kg TS	1,2	EUROFINS
c) Sink	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	89	mg/kg TS	5,1	EUROFINS
NITROGEN_KARBON_APN					
Akv) Totalt organisk karbon	DIN 19539:2016 (TOC/TC) og NS- EN 16168:2012 (Tot N)	9.3 ±0,93	mg/g t.v.		AKVAPLAN_NIVA
TTS_TGR					
c) Torrstoff %	SS-EN 12880:2000 mod.	38,9	%	0,1	EUROFINS

Utførende laboratorium / Underleverandør:

Akvi) Akvaplan-niva, Framsenteret, 9296 Tromsø, NS/EN ISO/IEC 17025:2017 NA TEST 079

c) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Prøvenr.:	NR-2023-02527	Prøvemerkning:	HUS6 HUS6
Prøvetype:	SEDIMENT	Stasjon	: HUS6 HUS6
Prøvetakingsdato:	30.03.2023	KjerneID/Replikant	: A
Prøve mottatt dato:	13.04.2023	Prøvetakingsdyp	: 0,00 m Snitt: 0,00-0,00 cm
Analyseperiode:	18.04.2023 - 16.05.2023	Prøvetakingsmetode:	Sedimentfelle

Kommentar:

Analyse / Parameter	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	LOQ	Underlev.
KORNFORDELING					
* <63 µm	Intern metode (INTERN_NIVA)	90	% t.v.		
KVIKKSØLV					
c) Kvikksølv	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	0,23	mg/kg TS	0,013	EUROFINS
METALLER_ICPMS					
c) Aluminium	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	23000	mg/kg TS	10	EUROFINS
c) Arsen	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	8,3	mg/kg TS	6,7	EUROFINS
c) Bly	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	37	mg/kg TS	6,7	EUROFINS
c) Kadmium	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	<0,14	mg/kg TS		EUROFINS
c) Kobber	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	710	mg/kg TS	6,7	EUROFINS

Tegnforklaring:

* : Ikke akkreditert, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2),

LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v. (TS): tørrvekt, v.v.: våtvekt.

Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet. All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvemerkning, er oppgitt av oppdragsgiver. Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 5 av 7

c) Krom	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	250	mg/kg TS	6,7	EUROFINS
c) Nikkel	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	50	mg/kg TS	6,7	EUROFINS
c) Sink	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	340	mg/kg TS	30	EUROFINS
NITROGEN_KARBON_APN					
Akv) Totalt organisk karbon	DIN 19539:2016 (TOC/TC) og NS- EN 16168:2012 (Tot N)	32 ±3,2	mg/g t.v.		AKVAPLAN_NIVA
TTS_TGR					
c) Torrstoff %	SS-EN 12880:2000 mod.	6,7	%	0,1	EUROFINS

Utførende laboratorium / Underleverandør:

Akv) Akvaplan-niva, Framsenteret, 9296 Tromsø, NS/EN ISO/IEC 17025:2017 NA TEST 079

c) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Provenr.:	NR-2023-02528	Prøvemerking:	REF Referansestasjon
Prøvetype:	SEDIMENT	Stasjon	: REF Referansestasjon
Prøvetakingsdato:	04.05.2023	KjerneID/Replikant	: A
Prøve mottatt dato:	11.05.2023	Prøvetakingsdyp	: 0,00 m Snitt: 0,00-0,00 cm
Analyseperiode:	31.05.2023 - 09.06.2023	Prøvetakingsmetode:	Sedimentfelle

Kommentar:

Analyse / Parameter	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	LOQ	Underlev.
KORNFORDELING					
* <63 µm	Intern metode (INTERN_NIVA)	100	% t.v.		
KVIKKSØLV					
c) Kvikksølv	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	0,27	mg/kg TS	0,026	EUROFINS
METALLER_ICPMS					
c) Aluminium	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	3000	mg/kg TS	10	EUROFINS
c) Arsen	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	<13	mg/kg TS		EUROFINS
c) Bly	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	15	mg/kg TS	13	EUROFINS
c) Kadmium	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	<0,26	mg/kg TS		EUROFINS
c) Kobber	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	280	mg/kg TS	13	EUROFINS
c) Krom	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	130	mg/kg TS	13	EUROFINS
c) Nikkel	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	<13	mg/kg TS		EUROFINS
c) Sink	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	410	mg/kg TS	57	EUROFINS
NITROGEN_KARBON_APN					
Akv) Totalt organisk karbon	DIN 19539:2016 (TOC/TC) og NS- EN 16168:2012 (Tot N)	24	mg/g t.v.		AKVAPLAN_NIVA
TTS_TGR					

Tegnforklaring:

* : Ikke akkreditert, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2),

LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v. (TS): tørrvekt, v.v.: våtvekt.

Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet. All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvemerkning, er oppgitt av oppdragsgiver. Analyserapporten må kun gi en helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 6 av 7

c) Torrstoff %	SS-EN 12880:2000 mod.	3,5	%	0,1	EUROFINS
----------------	-----------------------	-----	---	-----	----------

Utførende laboratorium / Underleverandør:

Akv) Akvaplan-niva, Framsenteret, 9296 Tromsø, NS/EN ISO/IEC 17025:2017 NA TEST 079

c) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125



Norsk institutt for vannforskning

Veronica Eftevåg

Overingeniør

Rapporten er elektronisk signert

Tegnforklaring:

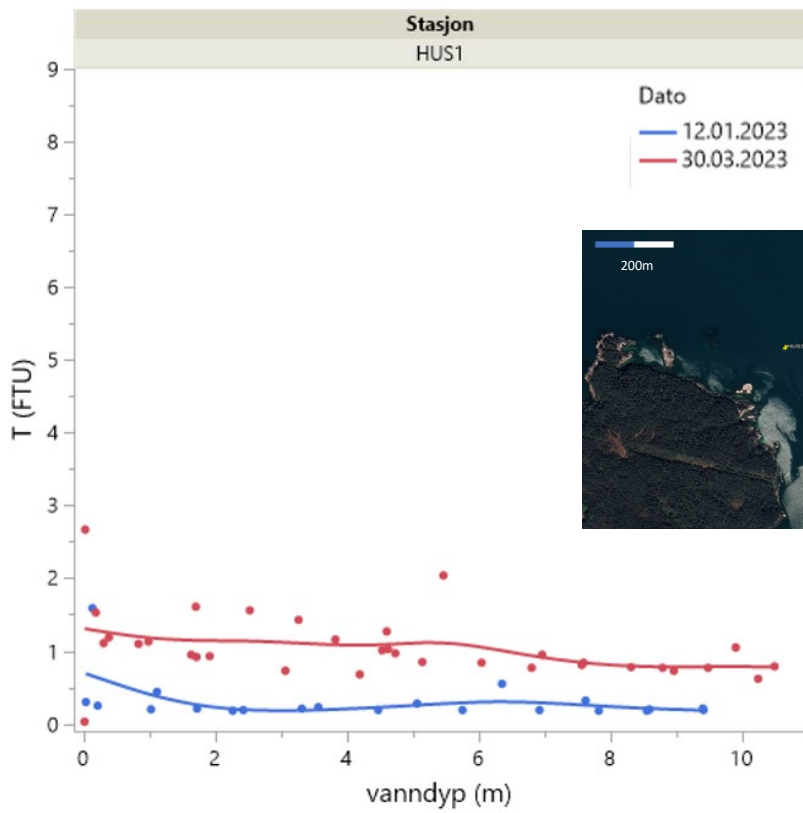
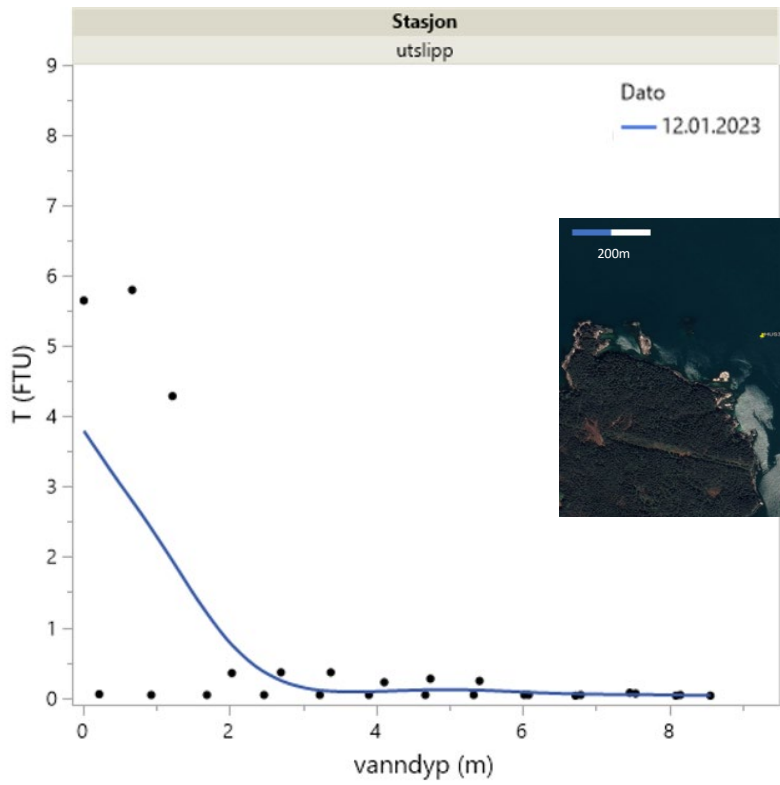
* : Ikke akkreditert, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2),

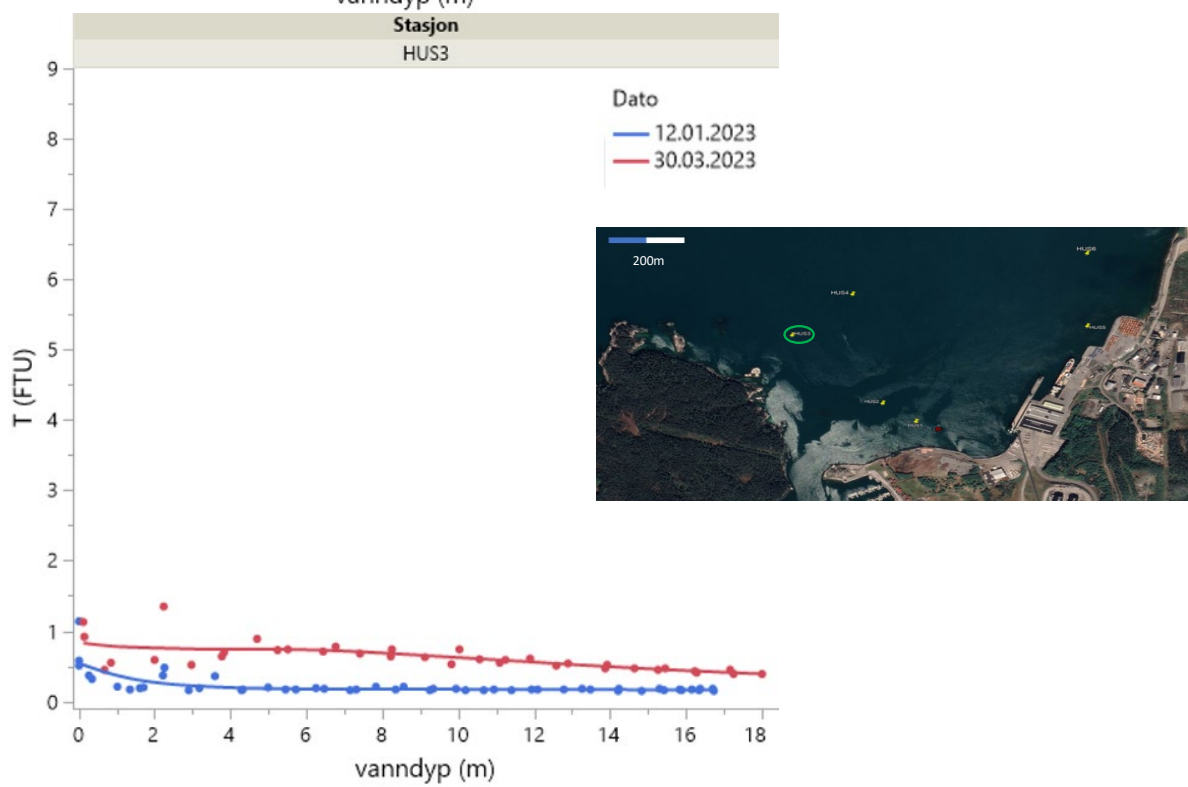
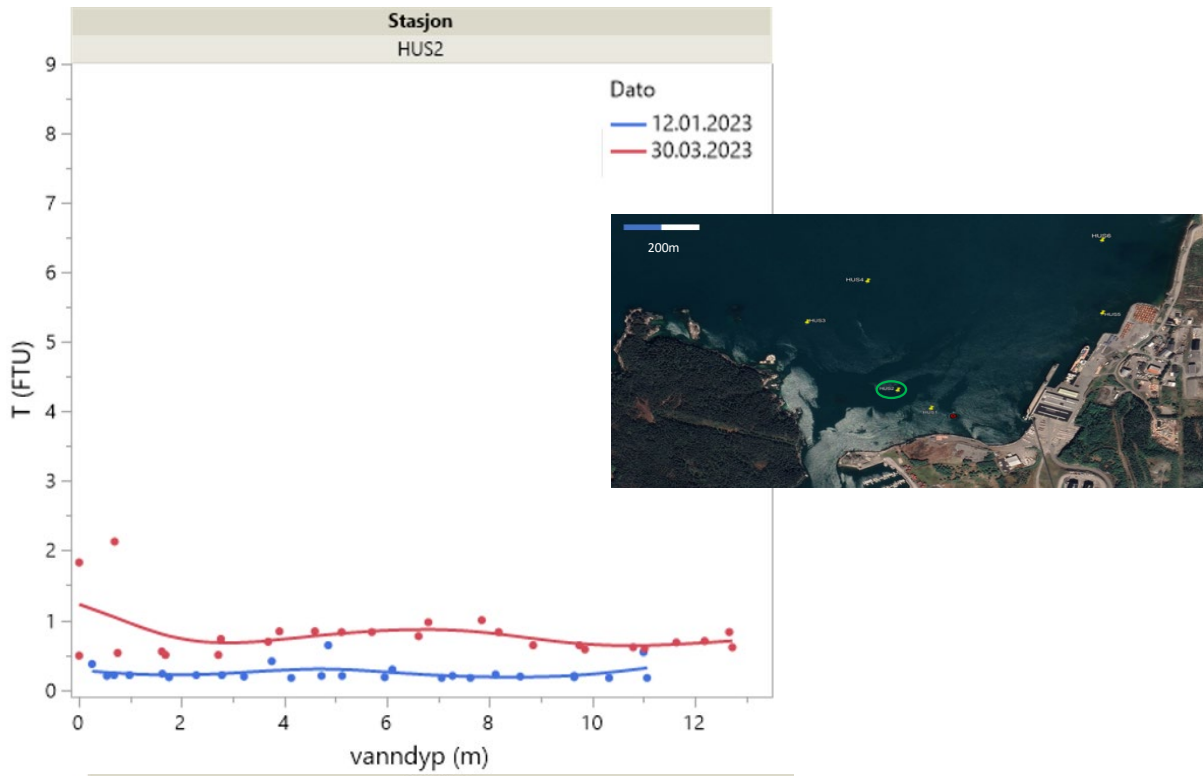
LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v. (TS): torrvekt, v.v.: våtvekt.

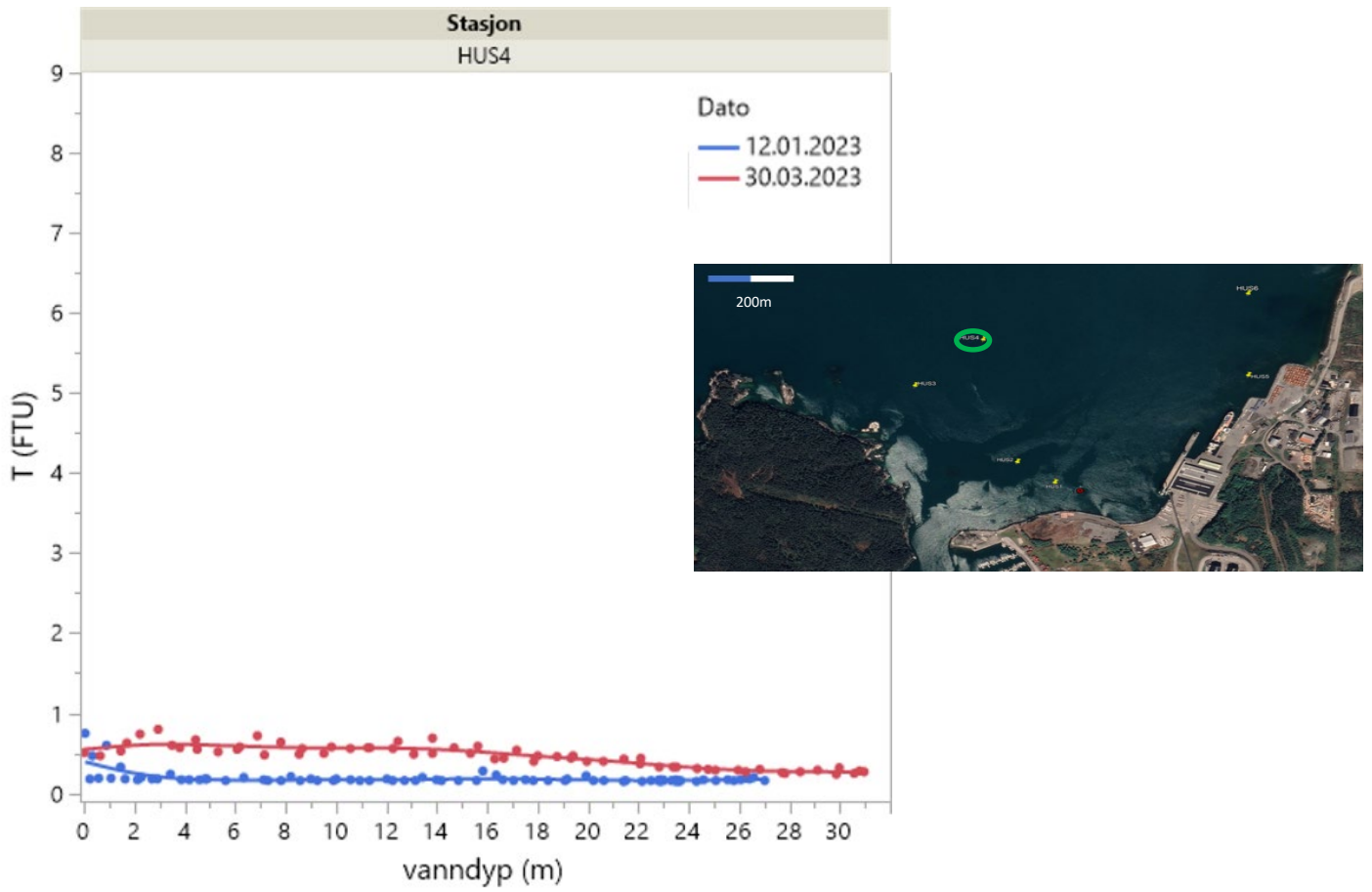
Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet. All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvemerking, er oppgitt av oppdragsgiver. Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

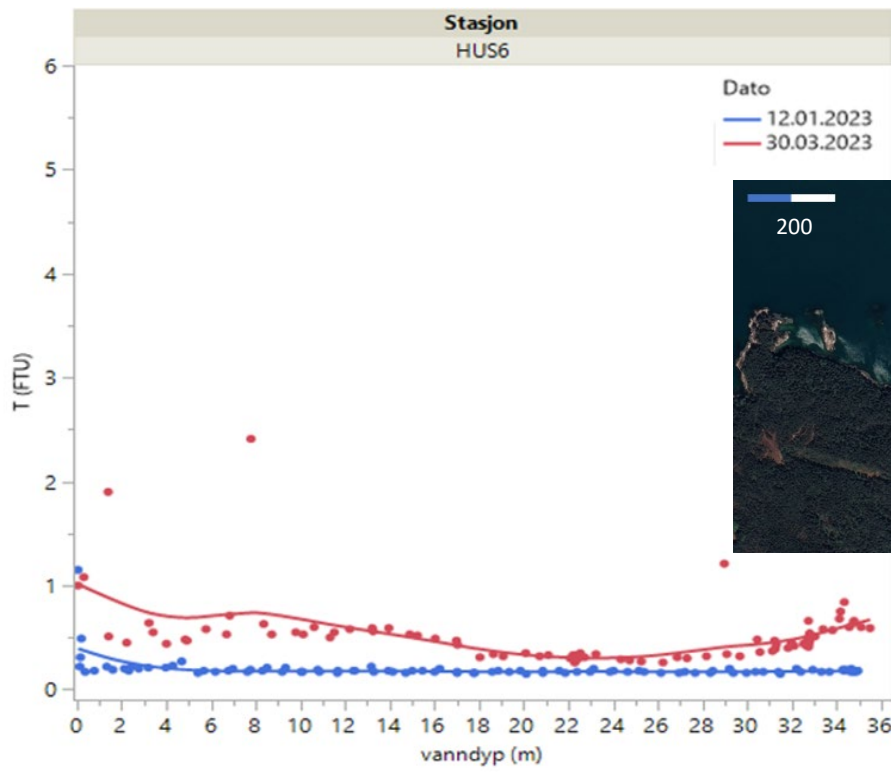
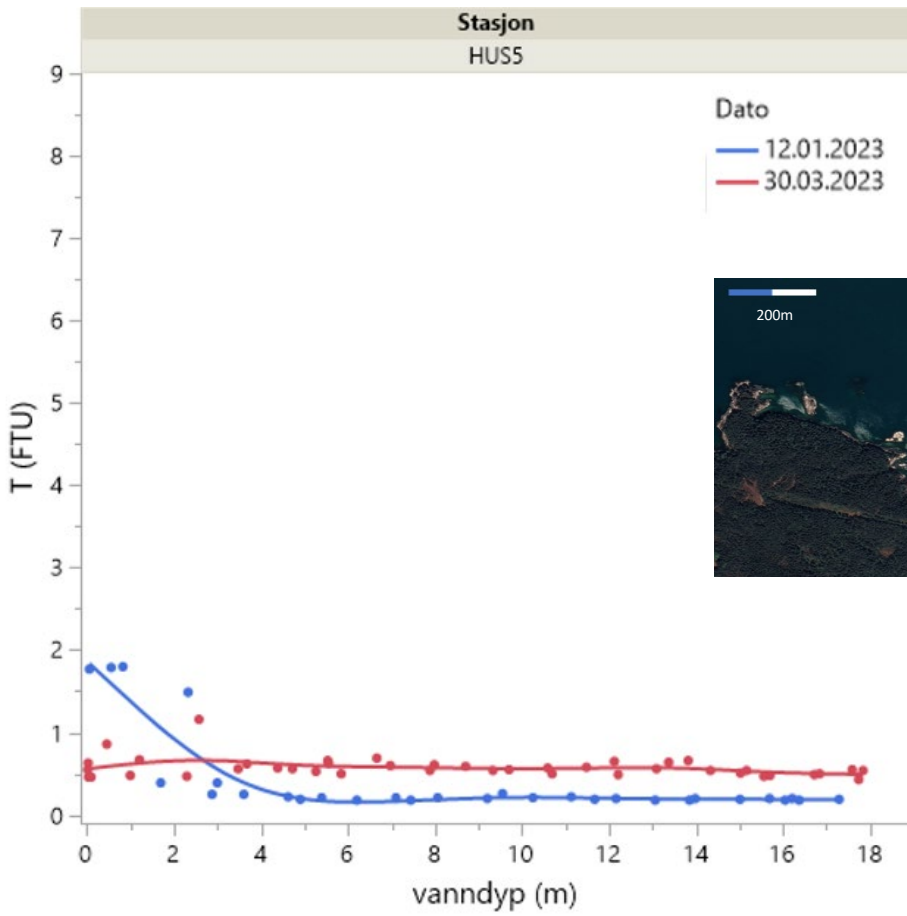
Side 7 av 7

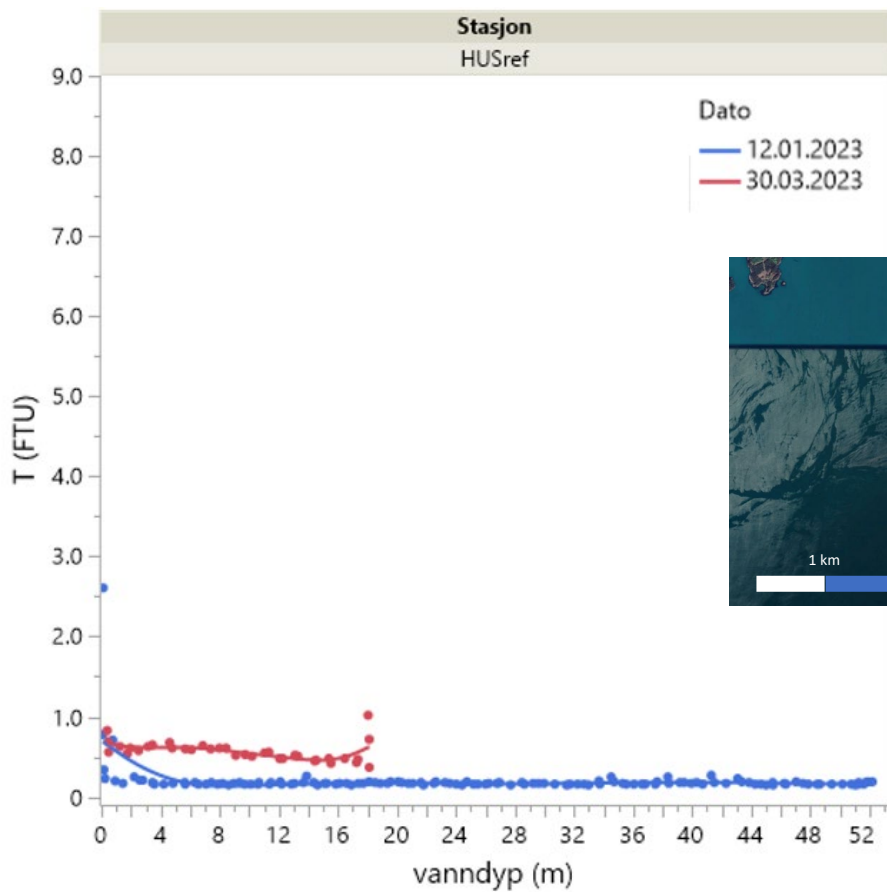
Vedlegg B - Turbiditetsmålinger











NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er Norges viktigste miljøforskingsinstitutt 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, overvåkning, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.



Norsk institutt for vannforskning

Økernveien 94 · 0579 Oslo
Telefon: 02348 · Faks: 22 18 52 00
www.niva.no · post@niva.no