

Sikringstiltak i Stokkbekken – effekter på vannkvalitet, bunndyr og fisk



Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

HovedkontorØkernveien 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 33Internett: www.niva.no

| | | |
|--|--------------------------------|-----------------------|
| Tittel Sikringstiltak i Stokkbekken – effekter på vannkvalitet, bunndyr og fisk | Løpenummer 7889-2023 | Dato 08.09.2023 |
| Forfatter(e) Asle Økelsrud, Emelie Forsman, Tor Erik Eriksen, Ivana Huskova, Morten Andre Bergan, Hans Christian Teien, Ole Christian Lind, Jakub Jaroszewicz | Fagområde Forurensninger | Distribusjon Åpen |
| | Geografisk område Trøndelag | Sider 62 + vedlegg |

| | |
|---|--|
| Oppdragsgiver(e) Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) | Kontaktperson hos oppdragsgiver Arne Jørgen Kjøsnes |
| | Utgitt av NIVA Prosjektnummer 220051 |

Sammendrag

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) utførte sikringstiltak mot erosjon i ravinedaler med bekkeløp i kvikkleiresoner på Rødde i 2021 og 2022. Sikringsarbeidet inkluderte erosjonssikring av to bekker, Stokkbekken og Hørsdalsbekken. Sprengsteinen ble hentet fra et lokalt pukkverk på Sjøla, og besto i all hovedsak av lokal grønnstein. NIVA utførte, i 2022, en undersøkelse med formål om å kvantifisere mengden partikler, beskrive partikkelmorfologi, utlekking av nitrogen (nitrat/ammonium) og metaller, samt undersøke endringer i bunndyrsamfunnet og mulige fysiologiske skader på fisk. Resultatet indikerer at innslaget av sprengsteinpartikler utgjør en liten andel av den totale partikelmengden på stasjon nedstrøms sikringsarbeid. Resultater både fra bekken og et forsøk på utlekking av nitrogen og metaller fra sprengstein, viser at konsentrasjonene avtar raskt nedstrøms, og utgjør liten risiko for toksiske effekter på fisk og bunndyr. Det var ingen tydelige effekter på fisk målt som hemoglobinverdier (proxy for oksygenopptak), avsetning av partikler på gjeller eller histopatologiske endringer på gjeller (mekaniske skader) på stasjon nedstrøms sikringsarbeid. Arbeidene med erosjonssikring i vassdragene vil trolig ha en forbigående effekt på bunndyrsamfunnene, hvor tidligere sikrede deler av bekken raskt koloniseres fra oppstrøms upåvirkede bekkestrekninger. Med bakgrunn i de innsamlede data, framstår effektene på bunndyr og fisk som følge av erosjonssikringen av Stokkbekken/Hørsdalsbekken som marginale og forbigående.

| | |
|---------------------------------|--|
| Fire emneord | Four keywords |
| 1. Erosjonssikring i bekkedaler | 1. Mitigation measures in ravine valleys |
| 2. Sprengstein | 2. Blasting rock |
| 3. Grønnstein | 3. Greenstone |
| 4. Effekter på fisk og bunndyr | 4. Effects on fish and benthic invertebrates |

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

Prosjektleder/Hovedforfatter

Asle Økelsrud

Kvalitetssikrer

Sondre Meland

Forskningsleder

Morten Jartun

ISBN 978-82-577-7625-1

NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

Sikringstiltak i Stokkbekken

– effekter på vannkvalitet, bunndyr og fisk

Forord

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) utførte sikringstiltak mot erosjon i ravinedaler med bekkeløp i kvikkleiresoner på Rødde i 2021 og 2022. Sikringsarbeidet inkluderte erosjonssikring av to bekker, Stokkbekken og Hørsdalsbekken. Det ble benyttet sprengstein fra et lokalt pukkverk. På oppdrag fra NVE, utførte NIVA en undersøkelse i bekkene i 2022, med formål om å kvantifisere mengden partikler, beskrive partikkelmorfologi, utlekking av nitrogen (nitrat/ammonium) og metaller, samt undersøke endringer i bunndyr-samfunnet og potensielle fysiologiske skader på fisk.

Feltarbeid, inkludert prøvetaking av enkeltprøver for analyse av vannkjemiske parametere og partikkelsammensetning og opparbeiding av fiskeprøver i felt ble utført av NIVA ved Emelie Forsman, Ann Louise Ribeiro, og Asle Økelsrud. Utplassering av vannføringsproporsjonale prøvetakere og loggere ble utført av Odd Arne Segtnan (NIVA) og Øyvind Garmo (tidligere NIVA). Innsamling av fisk, ved El-fiske ble utført av Morten Andre Bergan (NINA). Tor Erik Eriksen (NIVA) og Morten Andre Bergan (NINA) utførte bunndyrundersøkelser i Stokkbekken, og i nabobekken mot sør, Langbekken. Tor Erik Eriksen har analysert bunndyr og sammenstilt til rapport.

Forsøket på utlekking av partikler, metaller og nitrogen fra sprengstein ble utført av Stein Kristian Nordsveen (timeansatt i NIVA), Øyvind Garmo (tidligere NIVA), og Asle Økelsrud.

Morfologiske analyser av partikler ble utført av David Jaramillo Vogel og Juanita Rausch ved Particle Vision i Sveits. μ XRF analyse og μ CT analyse av gjeller ble utført ved NMBU av Hans Christian Teien, Ole Christian Lind og Jakub Jaroszewicz. Histopatologi av gjeller ble utført av Veterinærinstituttets avdeling i Tromsø. Vannføringsdata ble tolket av Ivana Huskova (NIVA). Vannkjemiske analyser ble utført ved NivaLab.

Emelie Forsman har utført det meste av databehandling og statistikk, mens Asle Økelsrud har sammenstilt rapporten.

Vi takker oppdragsgiver NVE for et spennende oppdrag. Og en spesiell takk til vår kontaktperson i NVE, Arne Jørgen Kjøsnes, for meget godt samarbeid.

Hamar, 04.09.2022

Asle Økelsrud

Innholdsfortegnelse

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introduksjon..... | 9 |
| 1.1 | Bakgrunn | 9 |
| 1.2 | Formål | 11 |
| 2 | Metode | 12 |
| 2.1 | Områdebeskrivelse og anleggsvirksomhet | 12 |
| 2.1.1 | Geologi og løsmasser..... | 12 |
| 2.1.2 | Nedbørsfelt og hydrologi..... | 13 |
| 2.1.3 | Anleggsvirksomhet | 14 |
| 2.2 | Prøvetaking | 15 |
| 2.3 | ISCO-prøvetakere, loggere og vannprøver | 15 |
| 2.3.1 | ICP-MS analyser av ISCO vannprøver | 17 |
| 2.4 | Måling av vannføring | 17 |
| 2.5 | Fiskeundersøkelser og enkeltprøver av vann | 17 |
| 2.5.1 | ICP-MS analyse | 18 |
| 2.5.2 | μXRF analyse..... | 19 |
| 2.5.3 | μCT analyse..... | 19 |
| 2.5.4 | Histopatologi gjeller | 19 |
| 2.5.5 | Morfologiske analyser av vannprøver | 19 |
| 2.6 | Bunndyrundersøkelser..... | 20 |
| 2.7 | Utlekkingsforsøk | 21 |
| 2.7.1 | Forsøksoppsett og drift | 21 |
| 2.7.2 | Prøvetaking og logging av turbiditet | 22 |
| 2.7.3 | Estimert utlekking av nitrogen, partikkelmengde og metaller i erosjonssikring..... | 23 |
| 2.7.4 | ICP-MS analyser | 23 |
| 2.7.5 | Størrelsesfordeling av partikler | 23 |
| 2.7.6 | Morfologiske analyser | 24 |
| 2.8 | Databehandling og statistikk | 24 |
| 3 | Resultater med drøfting..... | 25 |
| 3.1 | Utlekkingsforsøk med sprengsteinmasse (grønnstein) | 25 |
| 3.1.1 | Målte konsentrasjoner av nitrogen, partikler og metaller | 25 |
| 3.1.2 | Estimert utlekking av nitrogen, partikkelmengde og metaller i erosjonssikring..... | 25 |
| 3.1.3 | Størrelsesfordeling av partikler i utlekkingsforsøket | 27 |
| 3.1.4 | ICP-MS | 28 |
| 3.2 | Resultater fra loggere | 31 |
| 3.2.1 | Vannføring | 31 |
| 3.3 | Turbiditet | 32 |
| 3.4 | Konduktivitet | 33 |
| 3.4.1 | Partikkelmorfologi | 35 |
| 3.5 | Vannmålingsdata fra felt (ISCO og enkeltprøver)..... | 39 |
| 3.5.1 | Utlekking av uomsatt nitrogen fra sprengstoff | 40 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.5.2 | Grunnstoffer i vannprøver – total fraksjon i prøver fra bekk og utlekkingsforsøk | 40 |
| 3.5.3 | Grunnstoffer i vannprøver – total og løst fraksjon i prøver fra bekk og utlekkingsforsøk | 42 |
| 3.6 | Fisk | 44 |
| 3.6.1 | Partikkelopptak i fisk | 44 |
| 3.7 | Avsetning av partikler på gjeller - μ XRF analyse | 49 |
| 3.8 | Avsetning av partikler på gjeller - μ CT analyse | 50 |
| 3.9 | Histopatologi gjeller | 51 |
| 3.10 | Bunndyr | 53 |
| 4 | Konklusjon | 56 |
| 5 | Referanser | 58 |
| | Bunndyrdata | 67 |
| | Målte ASPT-verdier i 2022. | 70 |
| | Stasjonsbilder | 71 |
| | Referanser i Vedlegg C | 77 |

Sammendrag

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) utførte sikringstiltak mot erosjon i ravinedaler med bekkeløp i kvikkleiresoner på Rødde i 2021 og 2022. Sikringsarbeidet inkluderte erosjonssikring av to bekker, Stokkbekken og Hørsdalsbekken. Sprengsteinen ble hentet fra et lokalt pukkverk på Sjøla, og besto i all hovedsak av lokal grønnstein. De aktuelle bekkene, med utløp til Gaula, er viktige naturlige gyte- og oppvekstområder for sjøørret.

Kunnskapen om påvirkninger på fiskebestander som følge av utlegging av samfengte sprengsteinmasser er begrenset. På oppdrag fra NVE, har NIVA utført en undersøkelse med formål om å kvantifisere mengden partikler, beskrive partikkelmorfologi, utlekking av nitrogen (nitrat/ammonium) og metaller, samt undersøke endringer i bunndyrsamfunnet og potensielle fysiologiske skader på fisk.

I mai 2022, ble vannføringsproporsjonale prøvetakere plassert oppstrøms og nedstrøms pågående sikringsarbeid i øvre deler av Stokkbekken, og i Hørsdalsbekken. Det ble samlet inn vannprøver for vannkjemiske parametere (ammonium, nitrat, pH, konduktivitet og utvalgte metaller). Samtidig ble det utplassert sensorer for kontinuerlig logging av turbiditet, konduktivitet og pH på stasjoner oppstrøms og nedstrøms pågående sikringsarbeid og tidligere sikrede deler av bekkene. 1. juni 2022, ble det samlet inn fisk fra stasjon nedstrøms sikringsarbeid, samt på en stasjon oppstrøms sikringsarbeid (referansestasjon). Samme dag ble det også tatt enkeltprøver av vann for analyse av vannkjemisk samt beskrivelse av partikler. I tillegg ble det utført et forsøk med lokal sprengstein på utlekking av nitrogen og metaller og beskrivelse av partikler høsten 2022. Vår og høst 2022, ble det utført bunndyrundersøkelser på stasjoner oppstrøms og nedstrøms pågående sikringsarbeid og tidligere sikrede deler av bekkene.

Morfologi og semikvantitativ overflatekemi av partikler ble analysert med SEM-EDX, og grunnstoffer i vannprøver (fra felt, og fra utlekkingsforsøket), både total og løst fraksjon, ble analysert med ICP-MS. For å spore partikkelopptak i fisk ble grunnstoffer, inkludert sjeldne jordarter, analysert med ICP-MS i gjeller og mageinnhold, mens partikkelavsetning på gjeller ble undersøkt med μ XRF og μ CT. Det ble også utført histopatologiske undersøkelser av gjeller, for å avdekke eventuelle mekaniske skader som følge av partikkelpåslag. For å avdekke eventuelle forskjeller i fysiologisk stress, mellom stasjon nedstrøms og oppstrøms sikringsarbeid, ble ulike blodkjemiparameter i fisk undersøkt, samt ulikheter i kondisjonsfaktor.

Undersøkelsen viser at partikkelsammensetningen på nedstrøms stasjon sannsynligvis reflekterer en kombinasjon av naturlige eroderte partikler, med innslag av sprengsteinpartikler. Partiklene på nedstrøms stasjon er mer sammenlignbare med partikler fra utlekkingsforsøket når det gjelder størrelse, form og mønster for sjeldne jordarter og andre metaller, enn med partikler fra referansestasjonen. Resultatet indikerer at dette innslaget av sprengsteinpartikler utgjør en liten andel av den totale partikkelmengden.

Til tross for økte konsentrasjoner av partikler, metaller, nitrogen (ammoniakk og nitrat), på nedstrøms stasjon sammenlignet med oppstrøms referansestasjon, finner vi ingen tydelige effekter på fisk målt som hemoglobinverdier (proxy for oksygenopptak), avsetning av partikler på gjeller eller histopatologiske endringer på gjeller (mekaniske skader).

Det var små variasjoner i blodkjemisk, med noe høyere verdier av natrium, kalsium og magnesium på fisk fra referansestasjon sammenlignet med nedstrøms stasjon, og motsatt for kalium. Dette antyder noe

større fysiologisk stress hos fisk på nedstrøms stasjon relatert til ioneregulering. Effekten kan allikevel skyldes andre forhold i bekken enn oppstrøms erosjonssikring, slik som naturlige variasjoner i nedbørsfeltet, og ulik grad av avrenning fra landbruk.

På både nedstrøms stasjon og referansestasjon framstår fisken som jevnt over i god kondisjon, med noe bedre kondisjon på fisk på referansestasjonen. Dette skyldes trolig periodevis forhøyet turbiditet på nedstrøms stasjon som følge av oppstrøms gravearbeid, som vil kunne redusere siktbarhet for fisk som beiter bunndyr. Undersøkelsen av bunndyr viser allikevel at det generelt er mye byttedyr for fisk i vassdragene, på tross av pågående arbeid med erosjonssikring. Resultatene viser at stasjoner som var ferdigsikret ett og to år forut for undersøkelsen har god tilstand mht. antall og sammensetning. Arbeidene med erosjonssikring i vassdragene vil trolig ha en forbigående effekt på bunndyrsamfunnene, hvor tidligere sikrede deler av bekken raskt koloniseres fra oppstrøms upåvirkede bekkestrekninger.

Med bakgrunn i de innsamlede data, framstår effektene på bunndyr og fisk som følge av erosjonssikringen av Stokkbekken/Hørsdalsbekken som marginale og forbigående.

Summary

Title: Landslide mitigation in Stokkbekken using blasting stone - effects on water quality and fish
Year:2023

Author(s): Asle Økelsrud, Emelie Forsman, Tor Erik Eriksen, Sondre Meland, Ivana Huskova, Andre Bergan, Hans Christian Teien, Ole Christian Lind, Jakub Jaroszewicz

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7625-1

The Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE) carried out landslide mitigation measures in ravine valleys with stream courses in quick clay zones on Rødde in 2021 and 2022. The protection work included erosion mitigating of two streams, Stokkbekken and Hørsdalsbekken. The blasting stone was taken from a local crushing plant in Sjøla, and mainly consisted of local greenstone. The streams in question, with outlet to Gaula, are important natural spawning and rearing areas for sea trout.

Knowledge of the effects on fish stocks because of the use of aggregated blasting stone masses is limited. Commissioned by NVE, NIVA has carried out a survey with the aim of quantifying the amount of particles, describing particle morphology, leaching of nitrogen (nitrate/ammonium) and metals, as well as investigating changes in the benthic community and potential physiological damage to fish.

In May 2022, flow-proportional samplers were placed upstream and downstream of ongoing protection work in the upper parts of Stokkbekken, and in Hørsdalsbekken. Water samples were collected for water chemical parameters (ammonium, nitrate, pH, conductivity, and selected metals). At the same time, sensors were deployed for continuous logging of turbidity, conductivity, and pH at stations upstream and downstream of ongoing construction work and previously mitigated parts of the streams. On 1 June 2022, fish were collected from a station downstream of construction work, as well as at a station upstream of construction work (reference station). On the same day, individual samples of water were also taken for analysis of water chemistry and analysis of particles. In addition, an experiment was carried out with local blasting stone on the leaching of nitrogen and metals and analysis of particles in autumn 2022. In spring and autumn 2022, benthic surveys were carried out at stations upstream and downstream of ongoing construction work and previously mitigated parts of the streams.

Morphology and semi-quantitative surface chemistry of particles were analyzed with SEM-EDX, and elements in water samples (from the field and from the leaching experiment), both total and dissolved fraction, were analyzed with ICP-MS. To track particle uptake in fish, elements, including rare earth elements, were analyzed with ICP-MS in gills and stomach contents, while particle deposition on gills was investigated with μ XRF and μ CT. Histopathological examinations of gills were also carried out, to reveal any mechanical damage as a result of particle impact. In order to uncover any differences in physiological stress, between stations downstream and upstream mitigating work, various blood chemistry parameters in fish were examined, as well as differences in fish condition.

The investigation shows that the particle composition at the downstream station probably reflects a combination of natural eroded particles, with elements of blasting stone particles. The particles at the downstream station are more comparable to particles from the leaching experiment in terms of size, shape and pattern for rare earths and other metals than to particles from the reference station. The result indicates that this component of blasting stone particles makes up a small proportion of the total amount of particles.

Despite increased concentrations of particles, metals, nitrogen (ammonia and nitrate), at the downstream station compared to the upstream reference station, we find no conclusive effects on fish, measured as hemoglobin values (proxy for oxygen uptake), deposition of particles on gills or histopathological changes on gills (mechanical damage).

There were small variations in blood chemistry, with slightly higher values of sodium, calcium, and magnesium in fish from the reference station compared to the downstream station, and the opposite for potassium. The latter may indicate somewhat greater physiological stress in fish at a downstream station related to ion regulation. The effect may still be due to conditions in the stream other than upstream construction work, such as natural variations in the catchment area, and varying degrees of runoff from agriculture.

At both the downstream station and the reference station, the fish appear to be generally in good condition, with slightly better condition of fish at the reference station. This is probably due to periodically increased turbidity at the downstream station because of upstream construction work, which could reduce visibility for fish grazing on benthic animals. The survey of benthic animals nevertheless shows that there is generally a lot of prey for fish in the waterways, despite ongoing work on mitigation against erosion and landslides. The results show that stations that were fully mitigated one and two years before the survey are in good condition regarding number and composition. The work on landslide mitigation in the waterways will probably have a temporary effect on the benthic communities, where previously mitigated parts of the stream are quickly colonized from upstream unaffected stream stretches.

Based on the collected data, the effects on benthic animals and fish as a result of the construction work of the Stokkbekken/Hørstdalsbekken appear to be marginal and transient.

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Som en del av Norges vassdrags- og energidirektorats (NVE) program for økt sikkerhet mot leirskred har Norges Geotekniske Institutt (NGI) utredet skredfaren i bl.a. Rødde, Melhus kommune i Trøndelag (NVE, 2019). Med bakgrunn i denne utredningen har NVE utarbeidet en tiltaksplan for sikringstiltak mot kvikkleireskred ved Rødde (NVE, 2021). I henhold til planen ble det utført sikringstiltak mot erosjon i ravedaler med bekkeløp i kvikkleiresoner på Rødde i 2021 og 2022. Sikringsarbeidet inkluderte erosjonssikring av to bekker, Stokkbekken (som nedstrøms heter Ratbekken (122-77-R)) og Hørsdalsbekken som renner i Stokkbekken fra nordøst. Sprengsteinen er hentet fra et lokalt pukverk på Sjøla, og består i all hovedsak av lokal grønnstein (magmatisk bergart). Tilsvarende erosjonssikring er også tidligere utført i nabobekken mot sør, Langbekken (øvre løp er Kvamsbekken), som ble ferdigsikret i 2020.

Bekkene som drenerer ravinlandskapet på Rødde munner ut i Gaula, som er et vernet vassdrag. Bekkene er viktige naturlige gyte- og oppvekstområder for sjøørret, og Ratbekken/Stokkbekken og nabobekken i sør, Langbekken, hadde opprinnelig en anadrom strekning på til sammen 3 mil, noe som tilsvarte et produktivt areal på 56 000 m² med et produksjonsanslag på 5600 sjøørretsmolt (Bergan og Solem, 2018).

En rekke undersøkelser av ungfiskbestanden i Ratbekken fra 2013 til 2021 (Bergan og Solem, 2016; Bergan og Solem, 2018; Bergan og Solem, 2020; m.fl.), har tydeliggjort at de kraftige avvikene fra det opprinnelige potensialet for sjørettproduksjon, skyldes en rekke fysiske inngrep som endringer i kulverter, veirelaterte inngrep, sperre-rister med for smale åpninger til gytefisk, samt redusert vannkvalitet som følge av utretting, senking og avrenning fra landbruk. Spesielt de midtre og nedre delene av bekken er belastet med avrenning fra landbruk, og har høye målte konsentrasjoner av fosfor, og spesielt nitrogen, tilsvarende hhv. moderat og svært dårlig økologisk tilstand (vann-nett.no). Avbøtende tiltak som etablering av fisketrapp i kulvert ved E6, utlegging av gytegrus og åpning av ødelagte kulverter, har hatt positiv effekt på ungfisktettheten i bekken (Bergan og Solem 2020; Bergan og Solem, 2021; Bergan og Solem, 2022). I de øvre delene av bekken, på strekningen ovenfor Stokkaunet, er det lengre partier med egnet gytehabitat som anses som nøkkelområder for sjøørretproduksjonen i vassdraget, men adkomsten for gytefisk er utsatt for endringer fra år til år som skyldes både menneskeskapte hindringer og naturlige utrasinger og tettinger etter flom (Bergan og Solem, 2022).

Parallelt med fiskeundersøkelser, er det utført undersøkelser av bunndyr i Ratbekken (Berger mfl. 2008, Bergan og Arnekleiv, 2009; Bergan 2015, Bergan og Solem 2018). Disse undersøkelsene har i stor grad vært utført i nedre deler av bekken, og økologisk tilstand beregnet utfra ulike indekser (ASPT, EPT etc.) har vært satt fra moderat til svært dårlig. Kombinasjonen av nedslamming i forbindelse med oppstrøms aktivitet og økt avrenning av gjødselstoffer fra landbruk vil kunne påvirke bunndyrsamfunnet negativt og gi reduksjon i biologisk mangfold og antall bunndyr.

Det er dokumentert negative økologiske effekter, inkludert endringer i bunndyrsamfunnet, ved høye konsentrasjoner av naturlige uorganiske partikler og påfølgende sedimentering (Wood og Armitage, 1997; Kefford et al., 2010). Ulike antropogene aktiviteter i nedbørsfeltet vil kunne øke partikkelkonsentrasjonen i bekkene utover det naturlige bakgrunnsnivået. Nedslamming av bunns substratet (Bækken og Tjomsland 2005), vil bl.a. kunne ødelegge det naturlige habitatet for

bunndyr med påfølgende redusert bunndyrtetthet, og dermed redusert næringstilgang for fisk. I tillegg vil tilslamming av gyteområder kunne føre til redusert kvalitet på gytehabitat, og dette sammen med den begrensede næringstilgangen, redusert potensiale for fiskeproduksjon (Pabst m.fl., 2015). Hessen m.fl. (1989) påviste redusert tetthet og mangfold i bunndyrsamfunnet ved høye partikkelkonsentrasjoner (opptil 700 mg/l) i forbindelse med anleggsarbeid i Vetlefjordelva i Sogn og Fjordane. Reduksjonen var spesielt tydelig på steinfluer og døgnfluer (viktig føde for bl.a. laksefisk). Undersøkelsen viste også bunndyrsamfunnet fikk en mer normal sammensetning etter at den flerårige partikkelpåvirkningen opphørte.

Ratbekken (og Langbekken) er turbid på grunn av den naturlige leirpåvirkningen, med periodisk økt turbiditet spesielt i forbindelse med økt avrenning, episoder med utrasinger og kanterosjon og høy vannføring (typisk forhøyet i begynnelsen av flomepisoder). Leirelver i Norge er i dag definert til å ha mer enn 10 mg/L totalt suspendert stoff (TST), målt som gjennomsnittlige månedlige eller fjortende dagers vannprøver tatt over ett år med jevne mellomrom. (Direktoratsgruppen for Vanndirektivet, 2018). Rapporterte skadevirkninger på laksefisk som følge av forhøyede partikkelkonsentrasjoner ser ut til å variere betydelig med livsstadium og lokalitet, også innen en og samme art, f.eks. er det registrert 13 % dødelighet hos plommesekk-yngel hos harr ved så lav konsentrasjon som 20 mg/L og 20 % dødelighet hos 0+ harr ved så høy konsentrasjon som 100000 mg/L. Spesielt ved kortvarig eksponering ser det ut til at laksefisk (Coho laks) kan overleve høye partikkelkonsentrasjoner (opptil 100000 mg/L avhengig av type sediment/partikler), selv om det da påvises tilfeller av gjelleskader fra 41000 mg/L (Lake & Hinch 1999). Det er rimelig å anta at sjøørreten i leirpåvirkede vassdrag er tilpasset naturlig turbid vann. Hessen (1992) konkluderte etter undersøkelser av effekter på fisk og dyreplankton, samt gjennomgang av tilgjengelige kilder, at brunørret kan tåle akutt partikkeleksponering opp til 1000 mg/L uten påvist dødelighet eller gjelleskader, med unntak av fiberaktige partikler.

Studier har konkludert med at gjelleskader hos laksefisk opptrer mer hyppig når partikler øker i størrelse og blir mer kantede (Servizi and Martens, 1987). Sprengstein er spissere og har mer fibrige mineralkorn enn naturlig eroderte partikler (Forsman et al., 2023), og antas derfor ha større skadepotensiale for akvatisk biota som f.eks. direkte fysisk skade på gjeller hos fisk og evertebrater, redusert respirasjon, problemer med ioneregulering, og generelt økt stressnivå hos eksponerte individer (Jacobsen m.fl., 1987; Hessen m.fl., 1989; Bjerknes og Aanes 1990; Bilotta & Brazier 2008; Pabst m.fl., 2015), men her er kunnskapsmangelen stor (Pabst m.fl., 2015). Grønnstein er en bergart som inneholder mineraler som amfibol (ngu.no), som kan danne nålformede fibrige mineralkorn (Pabst m.fl., 2015).

Sprengstein inneholder vanligvis sprengstoffrester i form av nitrat og ammonium, i forholdet 60 % nitrat og 40 % ammonium (Roseth m.fl., 2022). Andelen ammonium vil vanligvis avta raskt nedover i et bekkeløp som følge av nitrifikasjon, binding til partikler og opptak i planter. Etter klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppen for Vanndirektivet, 2018) er klassegrensen mellom god og moderat for total ammonium satt til 60 µg/L men denne gjelder kun ved pH over 8 og temperatur over 25 °C. Andelen av ammoniakk vil da være ca. 5 %. Forholdet mellom ammoniakk og ammonium øker 10 ganger per pH-enhetsøkning og omtrent 2 ganger for hver 10°C økning i området 0–30°C (Erickson 1985). Ved høy pH (pH > 8) kan derfor totalt ammonium være potensielt toksisk for fisk (Thurston 1975; Erickson, 1985) ved lave konsentrasjoner, på grunn av den økende andelen av den mer toksiske ammoniakken (US EPA, 1998). Ved pH 8 vil total ammonium nitrogen være dødelig for fisk mellom 3,9 og 190 mg/l avhengig av art og livsstadium (US EPA, 1999). Laksefisk er spesielt sensitive mot ammoniakkgiftning (Thurston and Russo, 1983; Solbe` and Shurben, 1989).

En bergart som inneholder relativt høye konsentrasjoner av metaller i potensielt løselige former, kan gi høy avrenning av metaller til vann. Løseligheten ved de aktuelle geokjemiske betingelsene har imidlertid større betydning enn metallinnholdet (Pabst m.fl., 2015). En undersøkelse av tungmetaller i slam fra sprengt og knust grønnstein viste konsentrasjoner over tilstandsklasse II for kobber, krom, nikkel og sink (Moen m.fl., 2020). I vannfase, var kun kobber over tilstandsklasse II. I henhold til fastsatte grenseverdier etter Vannforskriften vil konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse III kunne gi kroniske effekter på ferskvannsorganismer ved langtidseksposering (Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vanndirektivet, 2018; veileder M-608, 2016 - revidert 31.10.2020).

1.2 Formål

Kunnskapen om påvirkninger på fiskebestander som følge av utlegging av samfengte sprengsteinmasser er begrenset. Tidligere undersøkelser har i all hovedsak sett på effekter av sprengstein på vannkjemiske og biologiske parametere enkeltvis (som omtalt i 1.1), men lite kunnskap eksisterer om den samlede effekten av sprengstein på endringer i vannkjemiske parametere som pH, turbiditet, ledningsevne, nitrogen (ammonium og nitrat), metaller, og selve partiklenes effekt på bunndyrsamfunn og fiskehelse. Formålet med denne undersøkelsen er å dokumentere endringer i vannkemi og bunndyrsamfunn, og spesifikt å undersøke potensielle skadevirkninger hos laksefisk i en bekk som er erosjonssikret med sprengstein.

Med bakgrunn i eksisterende litteratur kan det forventes at grønnstein ved partikkelkonsentrasjoner som ellers ikke er skadelig for fisk potensielt vil kunne gi mekanisk skade på fiskegjeller, på grunn av mer kantete (nålformede) form. Det er allikevel kunnskapsmangel på området. Det er også dokumentert at grønnstein inneholder tungmetaller som potensielt kan gi kroniske effekter på ferskvannsorganismer ved langtidseksposering.

NIVA har utført en undersøkelse av disse effektene med formål om å kvantifisere mengden partikler, partikkelmorfologi, og utlekking av nitrogen (nitrat/ammonium) og metaller, samt undersøke endringer i bunndyrsamfunnet og potensielle fysiologiske skader på fisk. Med bakgrunn i lignende undersøkelser ble følgende hypoteser formulert:

Bruk av uvaskede sprengsteinmasser til erosjonssikring av bekk vil under og etter tiltaket medføre:

1. Utlekking av uomsatt nitrogen fra sprengstoff
2. Reaksjoner som påvirker vannkjemien i bekken
3. Utlekking av løste metall(oid)er når vann eksponeres for nybrutt stein
4. Utvasking av partikler som i perioder gir høy konsentrasjon og massetransport av partikler
5. Utvasking partikler som har ulik størrelsesfordeling og form enn partiklene som fins i leirvassdraget fra før
6. Utvasking av partikler som tas opp i fisken (gjeller og andre organer)
7. Stress hos fisken som gir utslag i endringer i blodkemi
8. Negativ påvirkning på mengde og sammensetning av bunndyrfauna

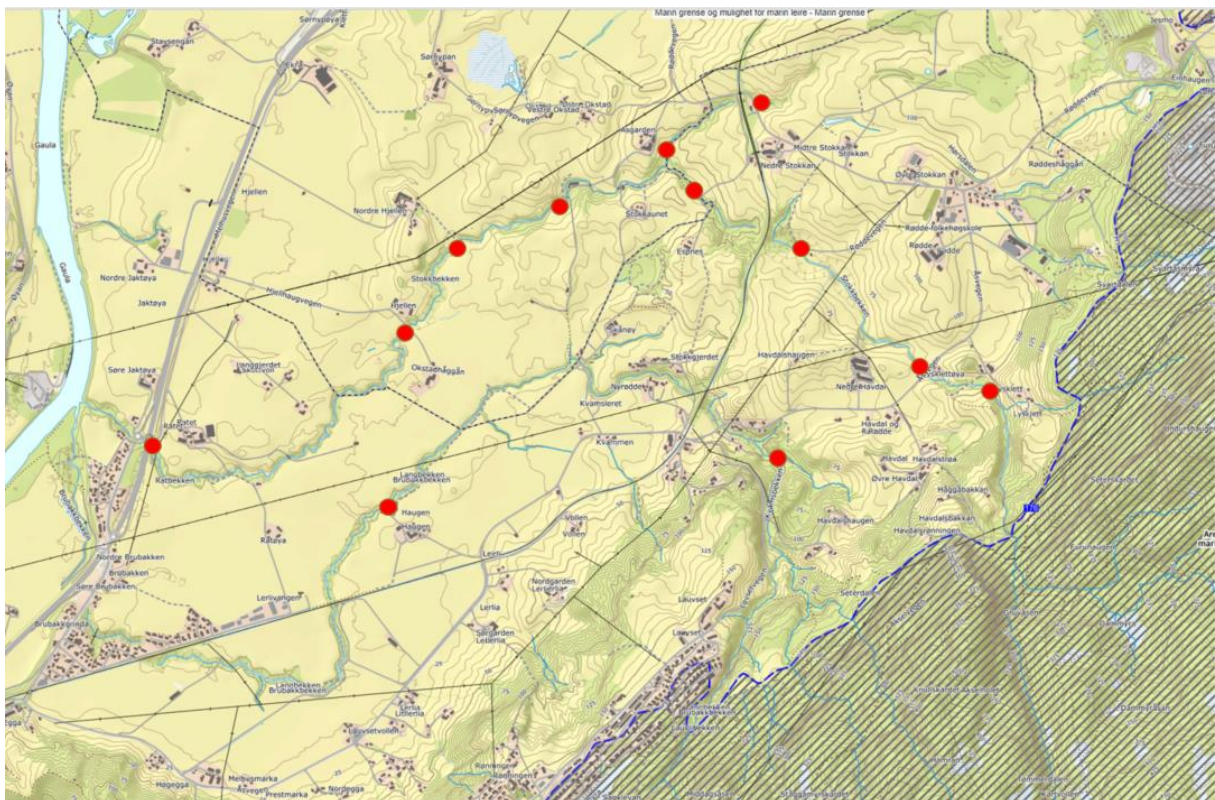
2 Metode

2.1 Områdebeskrivelse og anleggsvirksomhet

2.1.1 Geologi og løsmasser

Nedre deler av Stokkbekken (Ratbekken) ligger under marin grense (figur 1), og 41,5 % av hele nedbørsfeltet er dekket av leirmasser (figur 1). Som beskrevet i introduksjonen er ravnedalene utsatt for leirskred på grunn av kvikkeleiredannelse. Over marin grense er det usammenhengende eller tynt dekke med morenemateriale over berggrunnen. Berggrunnen består i all hovedsak av basaltiske bergarter som gabbro og metamorfe bergarter som grønnstein, med diabasganger i deler av feltet.

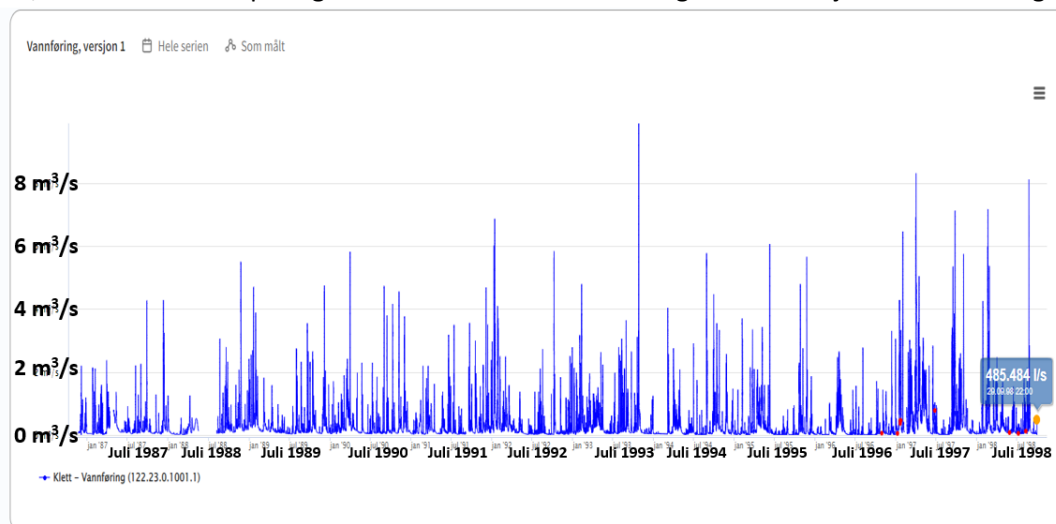
Sprengsteinmasser benyttet ved erosjonssikring i Stokkbekken og Hørdalsbekken kommer fra det lokale steinbruddet ved Skjøla (Pers. kom. Ove Bjørhusdal, Ramlo Sandtak, avd. Sjøla Pukkverk). Steinbruddet ligger i et område som består hovedsakelig av gabbro, middels- til grovkornet, omvandlet, stedvis intrudert av diabasganger. Steinbruddet ligger delvis i et område bestående av konglomerat, polymikt, stedvis med storboller, fragmenter og blokker av grønnstein, gabbro, trondhemitt, jaspis og hvit marmor i en grønn fyllittgrunnmasse (https://geo.ngu.no/kart/arealis_mobil/). Ifølge pukkdatabasen består forekomsten av middels til finkornet grønnstein med innslag av gabbro (https://geo.ngu.no/kart/grus_pukk_mobil/).



Figur 1. Plassering av målestasjoner i forhold til marin grense (markert med blå stiplet linje hvor område over marin grense er skravert). Alle målestasjoner er markert med rød sirkel. De enkelte målestasjonene er beskrevet under, kp.2.2. Kilde: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/

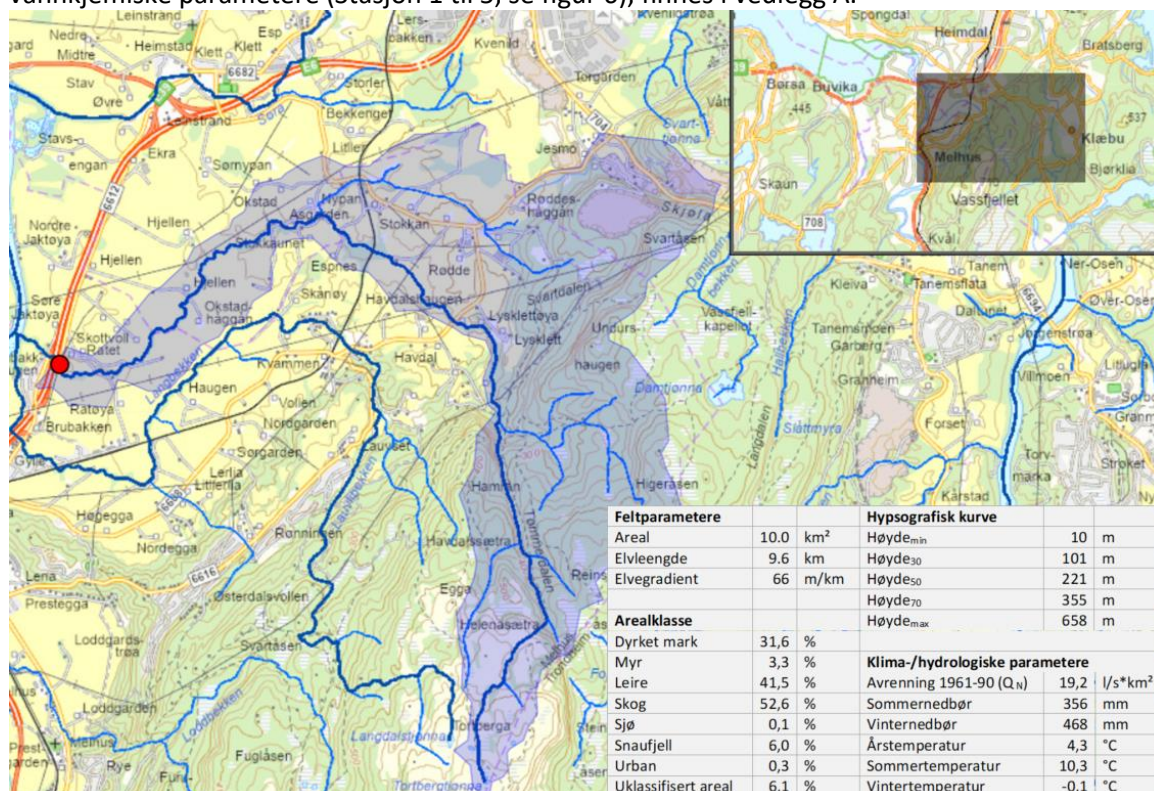
2.1.2 Nedbørsfelt og hydrologi

Ut fra de genererte feltparametere, tilsvarer normal vannføring i nedre del av Ratbekken (ved E6), ca. 190 l/s (Figur 3.). NVE har beregnet flomnivå for 200 års flom i Stokkbekken ved Stokkaunet til 17,9 m³/s med 20 % klimapåslag. Bekker i området har naturlig store variasjoner i vannføring (Figur 2).



Figur 2. Vannføringskurve fra nærmeste målestasjon ved Klett (nedlagt 1998)

Det modellerte nedbørsfeltet for bekkesystemet Tømmerdalen/Hørsdalsbekken/Stokkbekken/Ratbekken er vist under (figur 3). Punktet for den nederste målestasjonen, ved E6, tilsvarer den samlede avrenning til dette bekkesystemet. De enkelte delnedbørsfelt til målestasjoner for vannkjemiske parametere (Stasjon 1 til 5, se figur 6), finnes i vedlegg A.



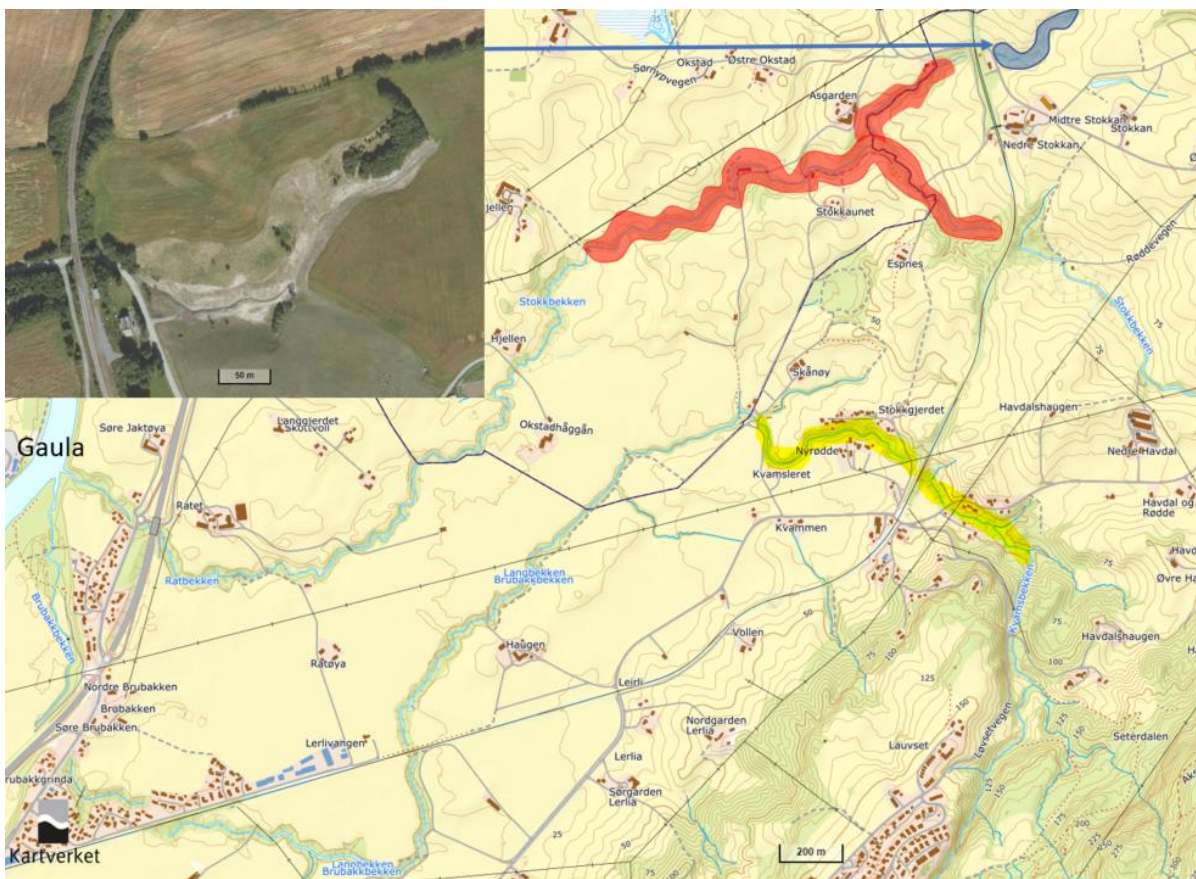
Figur 3. Modellert nedbørsfelt for Ratbekken (nedre deler av Stokkbekken), med nedbørsfeltparametere. Kart er hentet fra nevina.no (NVE).

Som det framgår av figur 3, utgjør leire 41,5 % av arealet i det samlede nedbørsfeltet til nederste målestasjon. Andelen leire varierer fra 4,5 % (delnedbørsfelt til stasjon 1, ved Aasvegen) til 41,2 % (delnedbørsfelt til målestasjon 3, ved jernbanen) i de respektive delnedbørsfeltene til de fire andre målestasjonene.

2.1.3 Anleggsvirksomhet

Gjennom sikringsarbeidet er bekkene hevet med samfengt sprengstein 1 til 1,5 meter over opprinnelig nivå for bekkedunn. I henhold til planen er det benyttet ca. 30 000 lm^3 samfengt sprengstein (ca. 45 000 tonn) til heving av bekkeløp. Sprengsteinen er hentet fra et lokalt pukkverk på Sjøla, og består i all hovedsak av lokal grønnstein (https://geo.ngu.no/kart/grus_pukk_mobil/). Over sprengsteinmassene i bekkeløpet, er det tilført et lag med lokal usortert naturgrus som er komprimert med gravemaskin for å unngå at bekevannet trenger ned (perkolering) i de underliggende sprengsteinmasser. I etterkant er bekkene med tilgrensende ravinelandskap tilbakeført til mest mulig opprinnelig tilstand, gjennom ulike avbøtende tiltak, som inkluderer bekkemorfologi og planting av ungrær (NVE, 2021; <https://www.youtube.com/watch?v=I3sw46xgHHw>).

Erosjonssikring og medfølgende anleggsarbeid ble utført i Langbekken og Stokkbekken i perioden 2020-2022. Bekkestrekningen markert med gult i Stokkbekken var ferdigsikret i 2020, mens den øvre delen av Stokkbekken, også kalt Hørsdalsbekken markert med blått var ferdigsikret i 2021. I 2022, ble det foretatt sikringsarbeid på bekkestrekningen som er markert med rødt, som utgjør øvre deler av Stokkbekken, samt nedre deler av Hørsdalsbekken (Figur 4).



Figur 4. Kart, viser anleggsvirksomhet i perioden 2020 til 2022. Bekkestrekning markert med gult ble ferdigstilt i 2020, bekkestrekning markert med blått i 2021, og bekkestrekning markert med rødt ble ferdigstilt i 2022. Innfelt bilde viser flyfoto av området som ble ferdigsikret i 2021.

Det var med andre ord pågående anleggsarbeid i Stokkbekken i perioden for prøvetaking som denne rapporten omhandler. Prøvetaking foregikk i mai 2022, og figur 5, viser hvilke aktiviteter som foregikk i øvre deler av Stokkbekken og nedre deler av Hørdsalsbekken i denne perioden.



Figur 5. Anleggsarbeid i Stokkbekken og Hørdsalsbekken i mai 2022

2.2 Prøvetaking

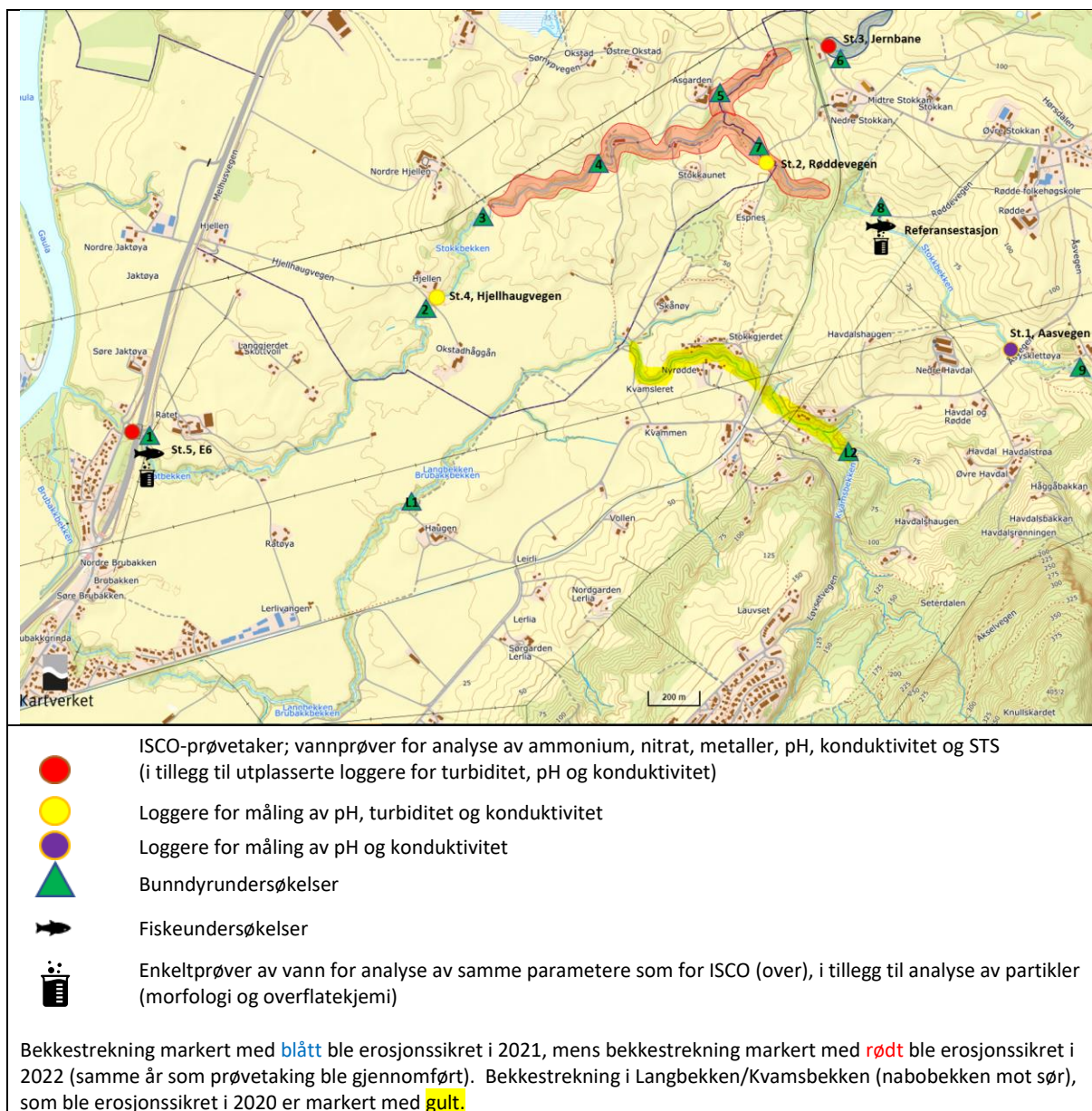
Undersøkelser av biologi (fisk og bunndyr) og fysiokjemiske parametere (vannkjemidata og vannføring) ble utført i løpet av våren og høsten 2022. De enkelte undersøkelsene og påfølgende analyser er beskrevet i mer detalj i de påfølgende delkapitlene. Figur 6 viser lokaliseringen av de ulike undersøkelsene. I tillegg ble det gjort et utlekkingsforsøk, med tilsvarende sprengstein som benyttet ved erosjonssikring i Stokkbekken og Hørdsalsbekken. Dette forsøket ble gjort for å kvantifisere utlekking av metaller og nitrogen, samt beskrivelse av partikkelmengde og morfologi (Kp.2.7, s.20).

2.3 ISCO-prøvetakere, loggere og vannprøver

To ISCO-prøvetakere ble plassert ut, en i den nedre del av Ratbekken (ved E6), heretter kalt nedstrøms stasjon, og en oppstrøms erosjonssikringsområde i Hørdsalsbekken, heretter kalt oppstrøms stasjon (Se figur 11). Den øverste ISCO-prøvetakerne var plassert nedstrøms området som ble erosjonssikret i 2021. Det gamle opprinnelige bekkeløpet er mer eller mindre tørrlagt, slik at vannet i bekken her i stor grad kommer inn fra sørøst gjennom bekkeløpet som går gjennom Hørdsalen. Med andre ord så er det kun den nederste delen av sikringen som berøres av bekkevann (Arne Jørgen Kjøsnes, pers. med.).

Begge ISCO-prøvetakerne ble programmert til å ta 1 prøve per dag i perioden 10. mai til 1. juni. På grunn av batterisvikt ble det kun tatt prøver fra 9. mai til 16. mai på oppstrøms stasjon, og fra 9. mai til 16. mai på nedstrøms stasjon. Prøver ble hentet ut av begge prøvetakere 1. juni og fraktet til Oslo for analyse. Her ble de lagret ved 4°C, før de ble analysert.

I tillegg ble det tatt enkeltprøver av vann 1. juni ved stasjon 5 (E6) og øverst oppe i Stokkbekken, Referansestasjon (se kp. 2.5). Disse ble analysert for de samme parametere som beskrevet under for ISCO-prøvene.



Figur 6. Viser stasjonsnett for undersøkelser i Stokkbekken og Hørdalsbekken, bekkestrekning opp mot venstre, nordøst) i 2022. Stasjoner for ISCO-prøvetakere og loggere har stasjonsnummer 1-5 og lokalitetsnavn. Oppstrøms stasjon for fiskeundersøkelser og en enkeltelprøve av vann er benevnt Referansestasjon. Stasjoner for bunndyrundersøkelser er nummerert 1-9 fra nedstrøms til oppstrøms, se også resulater kp. 3.10. tillegg viser kartet to stasjoner for bunndyrprøvetaking (referansestasjoner) i Langbekken, nabobekken mot sør. Kartkilde: Norgeskart 2022.

Det ble plassert loggere for turbiditet, konduktivitet, pH og temperatur ved stasjon 1, 2, 3 og 4 og 5 (figur 6). Loggerne sto ute i én måned (samme periode som ISCO-prøvetakere). Dette ga kontinuerlige fysiokjemiske data og proxy for partikkelkonsentrasjoner.

Prøvene ble analysert for:

- pH, konduktivitet, alkalitet, ammonium, nitrat, STS, SGR
- Al, As, Pb, Cd, Cu, Cr, Ni, Zn (i filtrerte prøver).

Det ble også tatt ut delprøver fra de ulike datoene, til oppslutning av partikler fra bekk for bestemmelse av utvalgte sporstoffer (inkludert sjeldne jordartsmetaller).

2.3.1 ICP-MS analyser av ISCO vannprøver

Det ble tatt ut ISCO vannprøver for analyse av grunnstoffer med ICP-MS. ISCO vannprøver fra ulike datoer fra oppstrøms (St. 3, Jernbane) og nedstrøms (St. 5, E6) ble slått sammen til 3 samleprøver per stasjon. For stasjon 3, ble 1-5, 6-9 og 10-11 slått sammen, og for stasjon 5 ble 1-6, 7-10 og 11 brukt. Samleprøvene ble konserverte med konsentrert HNO₃ (5% v/v) og oppbevart kjølig (4°C) frem til videre prosessering for ICP-MS analyse. Opparbeiding og analysene ble utført som beskrevet i 2.5.1.

2.4 Måling av vannføring

Nedstrøms-ISCO ble montert med utstyr for å registrere vannføring. Dette ble montert i et betongrør med diameter på 240 cm, som går under E6. Her ble det montert en sensor for måling av vannstrøm og vannstand. Vannføring ble beregnet utfra vannstrøm, vannstand og diameter på betongrøret, ved bruk av programmet «calcflow». På grunn av tekniske problemer med batterier ble det ikke målt for hele mai, men kun for perioden 4. til 16. mai. Den beregnede vannføringskurven er derfor også sammenlignet med vannføringsdata på en målestasjon i Nidelva ved Rate, som i luftlinje ligger ca. 10 km nordøst (sildre.nve.no), samt nedbørsdata i Trondheim for den aktuelle perioden (yr.no).

I den beregnede vannføringskurven var det en del «støy» i deler av måleperioden, slik at det var nødvendig å benytte en algoritme for å redusere «støyen» for disse periodene. Den "mest passende" algoritmen for å jevne ut «støyen», var en regresjon som forutsier måleverdier ved lokal interpolering av målene knyttet til de nærmeste naboeverdier (dvs. beregnede gjennomsnittet av verdiene til det opprinnelige punktets naboerdi). To alternativer, med 30 og 100 naboeverdier ble benyttet, hvorav resultatet fra den første framsto som mest realistisk. Beregninger og grafikk er utført i statistikkprogrammet R. Den beregnede vannføringskurven er også sammenlignet med vannføringsdata på en målestasjon i Gaua, som i luftlinje ligger ca. 22 km sørvest (sildre.nve.no), samt nedbørsdata i Trondheim for den aktuelle perioden (yr.no).

2.5 Fiskeundersøkelser og enkeltprøver av vann

Det ble el-fisket ved nedstrøms stasjon (St. 5, E6) og oppstrøms Referansestasjon (figur 6) 1. juni 2022, der 20 ungfisk av sjøørret på hver av de to stasjonene ble innsamlet for videre analyse. Før el-fiske ble 4-liter vannprøver tatt fra stasjonene oppstrøms og nedstrøms. Sikringsarbeid foregikk samtidig oppstrøms stasjon 4 (se figur 5, s.14).

Fisk ble holdt levende i bøtter med bekkevann, som ble skiftet regelmessig. Fisk ble deretter overført enkeltvis til en bøtte med bedøvelsesmiddel oppkonsentrert til dødelig dose (Finquel 5g/L med tilsvarende dose natriumbikarbonat). Alle fisk ble tatt bilder av og målt (total-lengde i cm og vekt i gram) for beregning av Fultons kondisjonsfaktor (Nash mfl. 2006; Ricker 1975). Deretter ble halen bak gattfinnen på fisken kuttet med skalpell og bloddråpene ble tatt opp i HemoCue Hb 201+ mikrokuvette for *in situ* analyse av hemoglobin med HemoCue 201+ Analyzer. Resterende bloddråper fra fisken ble oppsamlet i 1,5ml eppendorf rør med 2µl litium heparin og separert i røde blodceller og plasma med laboratoriesentrifuge (5000 RPM, 10 min). Plasma ble oppsamlet med pipette i 1,5ml eppendorf rør for analyse av grunnstoffer med induktivt koblet plasmamassespektrometri (ICP-MS). Etter det ble de tre første gjellebuene på høyre side samt tredje og fjerde gjellebuen på venstre side klippet ut og

oppbevart i henholdsvis 5ml Sarstedtrør for analyse av grunnstoffer med ICP-MS og i 20ml plastrør for analyse av henholdsvis partikkelmorfologi med mikrocomputertomografi (μ CT) og romlig fordeling av overflatekjemi med mikrorøntgenfluorescens (μ XRF). I tillegg ble andre gjellestav på høyre side fra hver fisk dissekert ut, og lagt i formalin (10 x formalin, 20 ml plastrør), for senere histopatologiske undersøkelser.

Vannprøver, gjeller, resterende fisk og plasma ble oppbevart kjølig (4°C) frem til ankomst ved NIVA i Oslo. Fisk, gjeller og plasma ble fryst ved -20°C, deretter ble gjellebuene frysetørket.

Vannprøver ble splittet til analyse av grunnstoffer med ICP-MS og morfologi og semikvantitativ overflatekjemi av partikler med sveipelektronmikroskop med energidispersivt spektrometer (SEM-EDX, eng. *Scanning Electron Microscope with Energy Dispersive Spectroscopy*).

Vannprøver til ICP-MS ble splittet i to, der den ene delprøven ble filtrert med 0,45 μ m sprøytefilter (32mm, PALL Acrodisc med Supor Membran) og den andre ble beholdt som total prøve. Begge delprøvene ble konserverte med konsentrert salpetersyre (HNO₃; 5% v/v) og oppbevart kjølig (4°C) frem til videre prosessering. Vannprøver til morfologi ble fryst ved -20°C, frysetørket og oppbevart tørt i romtemperatur frem til videre prosessering.

Fisken ble tint i romtemperatur, deretter ble magen klippet opp fra anal åpningen til gjellene og dissekeringsutstyret ble vasket med 70 % etanol. Tarmen ble klippet ut, og ved å bruke en pinsett ble mageinnholdet trykket ut og oppbevart i 5ml Sarstedt rør, fryst ved -20°C og frysetøret for analyse av grunnstoffer med ICP-MS.

2.5.1 ICP-MS analyse

Konsentrert HNO₃ (0,6-1 ml til gjeller og 1-1,5ml til mageinnhold) ble tilsatt de frysetørkede gjellene (19,4 \pm 9,4mg) og mageinnhold (57,3 \pm 14,3mg), mens 10 ml av oppristet vannprøve ble tørket i laboratorieovn (80°C, 2-4 døgn) før tilsetning av 1 ml HNO₃. Deretter ble prøvene utsatt for en mikrobølgeassistert dekomponering ved bruk av en AutoClave (Milestone, program: 2 min oppvarming til 50°C, 30 min oppvarming til 260°C og 30 min fordøyelse ved 260°C). Etter dekomponering ble gjeller, mageinnhold og vannprøver fortynnet med destillert vann (henholdsvis 6,2 \pm 0,7ml; 138 \pm 21ml og 10 ml). Plasmaprøver ble tint i romtemperatur og fortynnet med 6,3 \pm 0,1 ml BENT løsning (ammoniakk 110 ml, butanol 250 ml, H₄EDTA 5g, Triton X- 100 5g og destillert vann opp til 5l) og veid (1,1 \pm 0,002g). Grunnstoffer i prøvene ble analysert med Agilent 8900, ICP-MS (oxygen and helium gas modes, online interne standarder: ¹¹⁵In and ¹⁰³Rh for vannprøver, gjeller og mageinnhold og V, Se and ¹²⁹I for plasmaprøver). Deteksjonsgrensen (LOD, eng. *limit of detection*) ble satt til 3 ganger standardavviket av blankprøvene. For å sikre god kvalitet på analysene, ble prøvene analysert sammen med blankprøver og fem sertifiserte referansematerialer (SRM); Dorm-3 National Research Council, Canada (fiskeprotein), 1577c Bovine Liver National Institute of Standards and Technology (lever), ZC73007 China national analysis centre for Iron and steal (jord), DC73349 China national analysis centre for Iron and steal (busk og løv) og husstandard.

2.5.2 μ XRF analyse

Seks gjellebuer (fjerde på venstre side av fisken; M_RG2_1, M_RG2_19, M_RG2_20, Ref_RG2_4, Ref_RG2_10, Ref_RG2_15) per stasjon ble valgt ut til mikro-XRF analyse (M4 Tornado, Bruker, Germany). Gjellebuen ble montert på en Mylar film som var strukket over en x-cell (31 mm Double Open-Ended X-CELL®). Et rhodium (Rh) røntgenrør (50 kV and 600 μ A) og polykapillæroptikk sørget for en røntgenstråle med diameter \approx 25 μ m. Fluorescence røntgenfotoner ble detektert ved hjelp av 2 XFlash® silicon drift detectors under normalt trykk (ingen vakuum). Røntgenspektra ble analysert med programvaren ESPIRIT (Bruker, Germany). For mer informasjon om metode, se Byrnes m.fl., 2020.

2.5.3 μ CT analyse

To gjellebuer (tredje på venstre side av fisken; M 3, ref 3) ble valgt ut til 2D og 3D høyoppløselig røntgen absorpsjonstomografianalyse ved hjelp av et XRADIA MicroXCT-400 instrument (Carl Zeiss AG, Oberkochen, Germany; 40 kV) med henholdsvis 15 μ m (overview) og 1 μ m (zoomed in) oppløsning. Volumetrisk rekonstruksjon (2 μ m³ 3D bildeelement) av resultatene ble utført ved hjelp av Bruker programvare (CTVOX, CTVOL, CTAN; Bruker Nano GmbH, Berlin, Germany). For mer informasjon om metode, se Byrnes m.fl., 2023.

2.5.4 Histopatologi gjeller

Det ble gjort et utvalgt på fem fisk fra hver stasjon, på nedstrøms stasjon, St. 5 ved E6 (individer M1, M5, M10, M15 og M20 og ved oppstrøms referansestasjon (individer Ref 1, Ref 5, Ref 10, Ref 15 og Ref 20). Disse er merket med fet skrift i oversikten på morfologiske data for fisk (vedlegg B).

Prøvematerialet (gjeller) ble rutinemessig prosessert for produksjon av hematoksylin og eosin (HE)-fargede vevssnitt etter egen intern prosedyre (ME01_077) hos Veterinærinstituttet i Harstad. Vevssnittene ble så digitalskannet og histologisk avlest av patolog ved bruk av programvaren NDP.view2 (Hamamatsu, Japan). Histopatologiske forandringer og eventuelle mikrobiologiske agens (som bakterier) i prøvene blir så observert og subjektivt gradert etter utbredelse og omfang (sparsom, moderat eller rikelig/uttalt) i vevssnittene.

2.5.5 Morfologiske analyser av vannprøver

Frysetørkede vannprøver fra stasjon 1 (referansestasjon) og 5 ble sendt til Particle Vision i Sveits for analysering av morfologi og semikvantitativ overflatekjemi av partikler med SEM-EDX.

1. Prøver ble vasket med demineralisert vann og deretter filtrert på polykarbonat (PC) filtre (0,8 μ m \emptyset porestørrelse) ved bruk av et vakuumfiltreringsoppsett laget av glass.

2. Filtrene ble plassert i petriskåler og ovnstørket ved 40°C i 48 timer.

3. En delprøve av materialet på det tørkede filteret (1-3 mm³ volum) ble tatt fra filteroverflaten med en ren spatel og fordelt med trykkluft ved bruk av Morphology G3ID-enheten produsert av Malvern. Fordelingen ble utført på et borsubstrat produsert av Particle Vision, som gir muligheten til å karakterisere og kvantifisere karbonholdige partikler som dekkslitasje, bitumen, veimerking, karbonater og biologiske/organiske partikler. Dette er mulig fordi borsubstratet ikke inneholder

grunnstoffet karbon som vanlige substrater for SEM-analyse. For flere detaljer om borsubstrater, se Rausch et al., 2022.

4. De fordelte partiklene ($> 1 \mu\text{m}$ i geometrisk diameter) ble analysert ved automatisert SEM/EDX enkeltpartikkelanalyse. For dette formålet ble en Zeiss Gemini 300 Field Emission Gun (FEG)-SEM utstyrt med en Oxford X-MAX EDS-detektor med et 80 mm²-vindu, en høyeffektiv 4-kvadrant backscatter elektron (BSE)-detektor og partikkelanalyseprogramvaren AZtecFeature (©Oxford Instruments) brukt ved Particle Vision lab (Fribourg, Sveits). For hver partikkel ble det tatt et BSE-bilde og EDX-analyse ble utført. Analysene ble utført ved 12 kV, med en 60 μm blenderåpning og ca. 3,4 nA strålestrøm målt med en Farraday-kopp. Bildepikselstørrelsen for analysen var 0,037 μm (750 \times forstørrelse og oppløsning på 4096 \times 3072 piksler per bilde). Partikler på borsubstratet ble gjenkjent av gråverditerskelverdien (dvs. BSE-intensitet). EDX-analyser ble utført for hver gjenkjent partikkel med AZtecFeature-programvaren (©Oxford Instruments). Sammen med grunnstoffsammensetningen ble ni grunnleggende morfologiske parametere for hver analyserte partikkel automatisk bestemt av AZtecFeature-programvaren.

5. Datasettene hentet fra AZtecFeature-programvaren ble eksportert og deretter behandlet med en maskinlæring (ML)-basert algoritme (beskrevet i detalj i Rausch et al., 2022). Foruten de kjemiske og "standard" morfologiske (størrelse, sirkularitet, sideforhold, etc.) parametere levert av AZtecFeature-programvaren, ble ML-algoritmen opprinnelig utviklet for luftprøver (Rausch et al., 2022) og tilpasset for veiprøver (Järilskog et al., 2022) trekker ut og beregner automatisk 21 komplementære morfologiske og teksturelle (backscatter-signalbaserte) parametere (f.eks. fraktale dimensjoner, konveksitet, grå kurtose, modifiserte Ripleys K-funksjoner). For partikkelklassifiseringen er alle tilgjengelige kjemiske og morfo-teksturelle deskriptorer (totalt 67) kombinert i en "tilfeldig skog"-modell med $> 100\ 000$ partikler fra forskjellige miljøer.

For å beskrive form («rundhet») på partikler, ble «aspect ratio» beregnet. Dette sier noe om hvor avlang eller sirkulær en partikkel er. Aspect ratio ble konvertert til å bli dimensjonsløs: $1/\text{aspect ratio}$, slik at alle tall ble mellom 0 og 1, hvor 0 beskriver en avlang partikkel og 1 beskriver en helt rund partikkel.

For å beskrive størrelsen på en partikkel, ble diameter av en sirkel med likt projeksjonsareal / EQPC («equal projection area»); Dette er diameteren til en sirkel som har samme areal som projeksjonsområdet til partikkelen. Den er mye brukt for evaluering av partikkelstørrelser fra projeksjonsområdet A til en ikke-sfærisk partikkel, se formel under.

$$x_{EQPC} = 2\sqrt{A/\pi}$$

2.6 Bunndyrundersøkelser

Bunndyrprøver ble samlet inn fra elleve stasjoner ved to anledninger, med prøvetaking 19.–20. mai (vår) og 19. oktober (høst). Ni stasjoner var i Ratbekken/Stokkbekken og to stasjoner var i Langbekken. Bunndyrprøvene ble samlet inn ved hjelp av sparkeprøvemethoden (Direktoratsgruppa, 2018). Prøvene

om våren ble samlet av NINA ved M. Bergan og om høsten av NIVA ved T. E. Eriksen. Bunndyrprøvene er analysert av NIVA, og er vurdert på bakgrunn av avvik fra forventet ASPT-verdi, EPT-mangfold og relativ bunndyr-sammensetning. Stasjonsbilder, koordinater, taksalister og metoder er nærmere beskrevet i **Vedlegg C**.

2.7 Utlekkingsforsøk

2.7.1 Forsøksoppsett og drift

For å kvantifisere utlekking av metaller og nitrogen, samt beskrive partikler og sedimentasjonshastighet, ble det gjennomført et utlekkingsforsøk med samfengt sprengmasse fra Ramlo avdeling Sjøla. Sprengsteinen som ble benyttet i forsøket er fra samme forekomst som benyttet ved erosjonssikringen i Stokkbekken. Steinen er hentet fra samme salva ved pukkverket, det vil si innenfor en radius på ca. 50 m. Selv om den er fra samme forekomst, kan det være noe variasjoner i forekomsten, det vil si den ikke nødvendigvis er homogen (Pers. kom. Ove Bjørhusdal, Ramlo Sandtak, avd. Sjøla Pukkverk). Ca. 8 m³ masse ble fraktet fra Skjøla til Hamar i kontainer med presenning (for å hindre at finpartikler blåste av). Forsøket ble gjennomført mellom 4 og 13 september i nærheten av NIVAs kontor i Innlandet, ved Hamar.

Forsøket besto av en kontainer med sprengstein, tilkoblet fem 1000 liters IBC tanker i et nedstrøms system for resirkulering av vannmasser (se bilder figur 6). Alle IBC tankene ble vasket grundig med rent springvann før de ble fylt opp med springvann. Til sammen sirkulerte 10 000 liter, hvorav de fem IBC tankene utgjorde halve volumet (disse ble fylt opp før forsøksstart). De resterende 5000 liter ble påført sprengsteinmasser før forsøket startet. De fem IBC tankene skulle fungere som sedimentasjonsfeller i et nedstrøms system med fall, og mekanisk pumping fra nederste tank opp i kontainer øverst (Figur 7).

Pumpen som sirkulerte vannmassene hadde en kapasitet på ca. 100 liter per minutt, dvs. at hele vannmassen på ca. 10 000 liter sirkulerte gjennom systemet per halvannen time. Pumpen var plassert i nederste tank, tank 5, og pumpet vannet tilbake over steinmassene i kontaineren, hvoretter vann gikk på fall i nedstrøms tank 1 til 5. Pumpen ble startet søndag 4 september kl. 13.15, og avsluttet mandag 5 september kl. 0915. Forsøket med sirkulasjon ble avsluttet tidligere enn planlagt pga. utlekking av ca. 2000 liter med vann fra kontainer, og dermed ble vannstand i nederste tank for lav til pumpedrift.



Figur 7. Forsøksoppsett; kontainer med 8 m³ samfengt sprengsein og fem 1000 liters IBC tanker tilført vannmasser som sirkulerer gjennom mekanisk pumpe og fall. Foto Øyvind Garmo.

2.7.2 Prøvetaking og logging av turbiditet

Det ble tatt 1 liter prøver fra alle fem IBC-tankene, for analyse av metaller, Al, As, Pb, Cd, Cu, Cr, Ni, Zn (i filtrerte prøver), ammonium, nitrat og STS rett etter oppstart av sirkulasjon mellom kontainer og de fem IBC tankene (for å undersøke en forventet økning i partikkelkonsentrasjon, nitrogen og metaller, en såkalt «first flush»). I tillegg ble det tatt en prøve fra tilkjørte vannmasser (dette var kommunalt vann fylt på IBC-tanker), som skulle representere bakgrunnsverdier (testvann). Ca. seks timer etter at forsøket ble startet (sirkulering med pumpe og fall), ble det tatt prøver i den midterste av de fem IBC tankene, tank 3. Sirkulasjon av vannmasser ble holdt gående i underkant av 1 døgn, fram til 5 september kl.0910. Tre dager etter at sirkulasjon ble stanset ble det tatt en 1 liters prøve fra den øverste av de fem tankene (tank 1), for de samme parametere som over. Det gjøres oppmerksom på at det ikke er fullstendig samsvar mellom tittel på prøver i resultatdelen og i de akkrediterte analyserapportene (benevnelsen før forsøk samsvarer med oppstart forsøk), se vedlegg D.

Etter at forsøket ble stanset ble IBC tankene isolert enkeltvis, uten tilførsel fra oppstrøms tanker eller kontainer. 13 september, dvs. 9 dager etter forsøksstart og 8 dager etter at sirkulasjon ble avsluttet, ble det tatt prøver av alle fem IBC for ulike analyser av partikler i tillegg til prøve fra selve kontaineren. Det ble tatt prøver i forkant av miksing med en sementblander påmontert en drill og rett etter miksing (oppslemmede prøver), se under (kp. 2.7.4 og 2.7.5).

2.7.3 Estimert utlekking av nitrogen, partikkelmengde og metaller i erosjonssikring

Turbiditet ble målt i alle fem tanker med en YSI EXO sonde i forkant av forsøk (oppstart av sirkulasjon av vannmasser), underveis og ved oppslemming (miksing av prøver). Turbiditet ble også målt kontinuerlig i den midterste tanken, tank 3, under forsøket.

Ut fra målte konsentrasjoner av nitrat og ammonium (bestanddeler i uomsatt sprengstoff) ble det gjort en beregning av utlekket volum av disse fra de 8 m³ sprengsteinmasse benyttet i forsøket, og videre en oppskalering til hva dette vil utgjøre samlet under erosjonssikringen i Stokkbekken.

Det ble også gjort en beregning av mengden partikler frigjort under utlekkingsforsøket. Beregningen er basert på målte partikkelkonsentrasjoner (STS) og målt turbiditet under forsøkets sirkulasjonsperiode med bakgrunn i forholdet mellom STS og turbiditet (Rügner m.fl., 2013). Dette forholdet ble benyttet til å beregne STS, ut fra målt turbiditet, under oppslemming av tanker etter sirkulasjon. Beregnede konsentrasjoner av partikler ble deretter brukt til å estimere samlet utslipp partikler under erosjonssikringen i Stokkbekken.

2.7.4 ICP-MS analyser

Det ble tatt ut vannprøver fra kontainer, tank 1 og 5 før og etter miksing for analyse av grunnstoffer med ICP-MS. Prøven fra kontaineren ble splittet i tre replikater og hver replikat ble splittet i to, der den ene delprøven ble filtrert med 0,45µm sprøytefilter (32mm, PALL Acrodisc med Supor Membran) og den andre ble beholdt som total prøve. Vannprøvene ble konserverte med konsentrert HNO₃ (5% v/v) og oppbevart kjølig (4°C) frem til videre prosessering for ICP-MS analyse. Opparbeiding og analysene ble utført som beskrevet i 2.5.1.

2.7.5 Størrelsesfordeling av partikler

Det ble tatt vannprøver fra kontainer, samt tank 1 og 5 før og etter miksing for analyse av størrelsesfordeling av partikler med partikkelmåler PCSS fluid lite partikkelteller. Prøvene ble tatt fra den øverste delen av tanken, da det var viktig å unngå oppvirvling av sedimenterte partikler. Prøvene for partikkelstørrelsesfordeling (PSD – particle size distribution) behandles og analyseres med en PCSS fluid lite partikkelteller (Markus Klotz GmbH, Bad Libenzell, Tyskland, <https://www.fa-klotz.de/particlecounters/>). Alle vannprøver ble analysert fire ganger. Dette instrumentet måler partikler innenfor størrelsesområdet 0,8-400 µm. Instrumentet er utstyrt med en LDS 45/50-sensor, som måler partikler ved en bølgelengde på 780 nm. Partikkeltelleren kan måle opptil 60 000 - 200 000 partikler/ml i hver prøve. Dette avhenger av hvor mange partikler som er målt i første størrelsesklasse. Er antallet over dette, må prøven fortynnes for å sikre høy reproduserbarhet og god oppløsning. PCSS er utstyrt med en integrert dobbel stempelpumpe som fungerer uavhengig av innløpstrykk og viskositet til mediet og kan analysere partikkelfordeling i løsninger, direkte fra kilden eller i vannprøver.

Dataene for hver prøve vises deretter og eksporteres med programvaren ProTrend 2017, v.2.9.0.0 (Markus Klotz GmbH, Bad Libenzell, Tyskland, <https://www.fa-klotz.de/particlecounters/>). ProTrend har kapasitet til å definere opptil 64 størrelsesklasser innenfor deteksjonsområdet til den optiske sensoren: 0,8-400 µm, og kalibrert med Duke standards TM uniforme polymermikrosfærer (Thermo Fisher Scientific TM, Fremont, California, USA, <https://www.thermofisher.com/no/en/home.html>).

2.7.6 Morfologiske analyser

Vannprøve fra kontainer ble fryst ved -20°C , frysetørket og oppbevart tørt i romtemperatur frem til videre prosessering. Frysetørket vannprøve fra kontainer ble sendt til Particle Vision i Sveits for analyse av morfologi og semikvantitativ overflatekjemi av partikler med SEM-EDX med samme metode som beskrevet i 2.5.3.

2.8 Databehandling og statistikk

Signifikante effekter ble bestemt med bakgrunn i en p-verdi på 0,05.

Molybden (Mo), uran (U), tinn (Sn), bly (Pb) og vismut (Bi) i gjeller og mageinnhold (biotisk datasett) og Sn, fosfor (P) og sink (Zn) i enkeltprøver av vann fra fiskeundersøkelser, utlekkingsforsøk og vannprøver fra ISCO prøvetakeren (abiotisk datasett) hadde $<35\%$ detekterte verdier over LOD og ble derfor ekskluderte fra de respektive datasettene. I tillegg ble aluminium (Al), P, titan (Ti), jern (Fe), nikkel (Ni), kobber (Cu), Zirkonium (Zr), Niob (Nb) og kadmium (Cd) fra det biotiske datasettet ekskludert da de ikke kunne bekreftes med SRM. Al, Ti, Fe, Ni, Cu, Zr, Nb, Mo, Cd og U ble ekskluderte fra det abiotiske datasettet da de ikke kunde bekreftes med SRM.

De gjenstående grunnstoffene for begge datasettene var følgende; magnesium (Mg), svovel (S), kalium (K), kalsium (Ca), scandium (Sc), vandium (V), krom (Cr), mangan (Mn), kobolt (Co), arsen (As), selen (Se), strontium (Sr), yttrium (Y), sølv (Ag), cesium (Cs), barium (Ba), lantan (La), cerium (Ce), praseodym (Pr), neodym 8Nd), samarium (Sm), europium (Eu), gadolinium (Gd), terbium (Tb), dysprosium (Dy), holmium (Ho), erbium (Er), thulium (Tm), ytterbium (Yb), lutetium (Lu), thallium (Tl), thorium (Th) og i tillegg Zn for det biotiske datasettet og Pb og Bi for abiotiske datasettet (rådata i vedlegg E og F).

Dette medførte at totalt 33 og 34 grunnstoffer for henholdsvis det biotiske (gjeller og mageinnhold) og abiotiske (enkeltpøver av vann fra fiskeundersøkelser, utlekkingsforsøk og vannprøver fra ISCO prøvetakeren) datasettene ble inkludert i videre analyser. For disse grunnstoffene ble verdier under LOD erstattet med verdier mellom null og LOD med en multipel imputasjons metode (antar beta fordeling (1,5)).

Statistiske analyser og deskriptiv statistikk for data fra ICP-MS analyser av gjeller, mageinnhold, plasmaprøver, vannprøver fra fiskeundersøkelser og fra utlekkingsforsøk samt hemoglobinmålinger, Fultons kondisjon faktor, morfologiske analyser og størrelsesfordeling av partikler ble gjort med statistikkprogrammet R (4.2.2, R core team 2022).

Testing av normalitet og varians ble gjort med henholdsvis Shapiro-Wilks test og Levenes test før bruk av parametriske eller ikke-parametriske tester. Data ble log-transformert ved behov for å møte kravene til testene. Ved normalfordelte data med lik varians, ble Students t-test brukt, ved normalfordelt data med ulik varians ble Welch's t-test brukt, og der data ikke var normalfordelt, og eller lik varians ble Wilcoxon signed-rank test brukt. Før ordinasjonsanalyser (av komposisjoner) ble konsentrasjoner av grunnstoffer ($\mu\text{g/g}$ tørrvekt (t.v.) og $\mu\text{g/l}$) fra ICP-MS omgjort til komposisjons data, og log-ratio transformert (Aitchison, 1986; Aitchison & Greenacre, 2002) ved å bruke funksjonen `clr` i `compositions`-pakken i R (Van den Boogaart & Tolosana-Delgado, 2013), som muliggjør bruk av ordinasjon med komposisjonsdata (Greenacre, 2018; Wheeler mfl., 2021). Før ordinasjonsanalyser av konsentrasjoner av grunnstoffer ($\mu\text{g/g}$ tørrvekt (t.v.) og $\mu\text{g/l}$) fra ICP-MS, ble konsentrasjonene log-transformert ($\log_{10}(x+1)$) og sentrert. Hovedkomponentanalyse (PCA, eng. Principal component analysis) ble brukt på ICP-MS data (konsentrasjoner og komposisjoner) for å studere trender i datasettene. Verdier fra måling av hemoglobin er justert i henhold til Clark mfl. (2008).

3 Resultater med drøfting

3.1 Utlekkingsforsøk med sprengsteinmasse (grønnstein)

3.1.1 Målte konsentrasjoner av nitrogen, partikler og metaller

En tydelig første påvirkning kommer rett etter oppstart kl.13.15 (innen fem minutter), ved en tydelig økning i STS i tank 1 fra < 1 mg/l (testvann) til 108 mg/l (tabell 1). STS øker i nedstrøms tanker utover i forsøket, noe som også er tydelig i den kontinuerlige turbiditetsmålingene i den midterste tanken, tank 3 (Figur 8). De høyeste målte konsentrasjoner for STS, nitrat og ammonium forekommer i tank 1 rett etter oppstart. Av metallene er aluminium, arsen, kobber og sink forhøyet sammenlignet med testvann. De høyest konsentrasjonene av aluminium, arsen og nikkelt avtar noe nedstrøms og i løpet av forsøket som målt i tank 3 etter 7 timers drift. Forsøket tydeliggjør at den benyttede sprengsteinen (grønnstein) bidrar hovedsakelig med metallene aluminium, arsen og nikkelt.

Med bakgrunn i målt konsentrasjon av nitrat i testvann (fra kommunal kilde) er det en beskjeden økning i nitrat etter utlekking fra sprengstein. Bakgrunn på nitrat er ca. 4300 µg N/L. I forsøket ca. 4400 µg N/L, dvs. en økning på ca. 100 µg N/L. Mens ammonium øker fra 17 µg N/L i tilført testvann til opp mot 200 µg N/L i tank 1. Dette stemmer ikke helt med forholdet i sprengstein, på ca. 60/40 nitrat og ammonium (Roseth m.fl, 2022), men det kan også forekomme variasjoner som ikke fanges opp i de få prøvene som ble tatt. Ammonium konsentrasjonen avtar nedover i tankene sannsynligvis pga. nitrifisering.

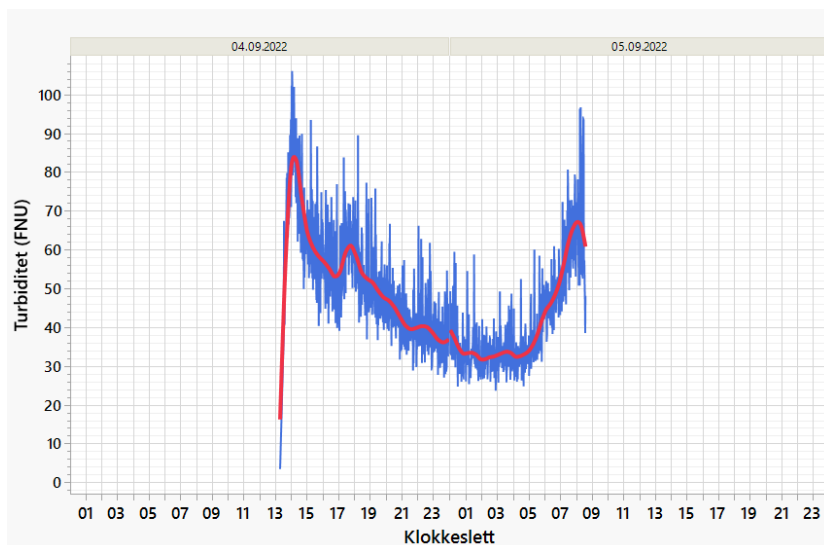
Resultatene viser liten eller ingen økning i konduktivitet i forhold til testvann (kommunal vannkilde, vedlegg D, nederst). Sprengsteinen benyttet tilfører lite salt. pH stabiliserte seg på ca. 8,5 etter oppstart med sirkulasjon. Testvannet hadde i utgangspunktet en pH på ca. 8,1 (se vedlegg D).

Tabell 1. Målte konsentrasjoner i utlekkingsforsøk, på filtrerte prøver (løst fraksjon).

| | Dato | Ammonium µg N/L | Nitrat µg N/L | STS mg/L | Al µg /L | As µg /L | Pb µg /L | Cd µg /L | Cu µg /L | Ni µg /L | Zn µg /L |
|------------------------|------------|--------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Bakgrunn | 04.09.2022 | 17 | 4300 | <1 | 2,2 | 0,64 | 0,029 | 0,031 | 0,47 | 0,14 | 11,8 |
| Tank 1 oppstart forsøk | 04.09.2022 | 200 | 4390 | 108 | 12,7 | 4,25 | 0,006 | 0,004 | 0,59 | 0,37 | 1,6 |
| Tank 2 oppstart forsøk | 04.09.2022 | 57 | 4080 | 9,8 | 6,4 | 1,16 | 0,008 | 0,004 | 0,73 | 0,13 | 2,8 |
| Tank 3 oppstart forsøk | 04.09.2022 | 19 | 4080 | 1,8 | 3,4 | 0,73 | 0,017 | 0,003 | 0,47 | 0,24 | 5,7 |
| Tank 4 oppstart forsøk | 04.09.2022 | 3 | 3880 | 0,8 | 3,6 | 0,71 | 0,036 | 0,003 | 0,40 | 0,08 | 5,7 |
| Tank 5 oppstart forsøk | 04.09.2022 | 4 | 4120 | 1,7 | 2,7 | 0,72 | 0,016 | 0,003 | 0,36 | 0,04 | 6,3 |
| Tank 3 under forsøk | 04.09.2022 | 12 | 4260 | 53,8 | 10,4 | 3,74 | <0.005 | 0,004 | 0,41 | 0,23 | 0,56 |
| Tank 1 etter forsøk | 08.09.2022 | 170 | 4230 | 17,2 | 11,5 | 5,41 | 0,008 | 0,003 | 0,61 | 0,35 | 2,2 |

3.1.2 Estimert utlekking av nitrogen, partikkelmengde og metaller i erosjonssikring

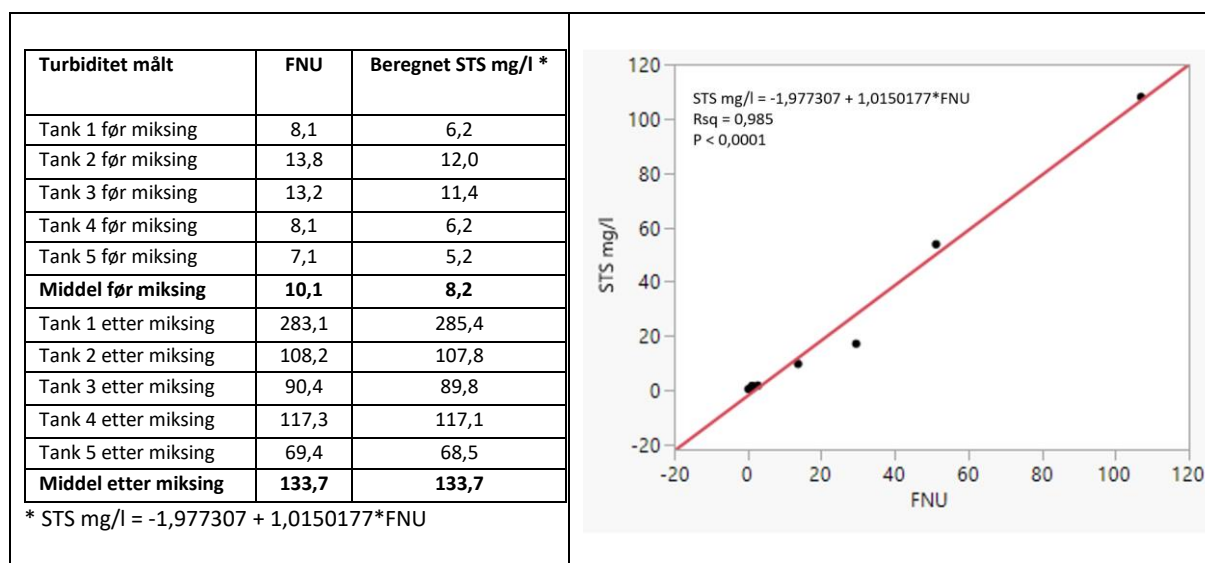
Med bakgrunn i målte verdier av STS, nitrogen (nitrat og ammonium) og metaller har vi gjort en grov beregning på samlet utslipp av disse parameterne i forbindelse med erosjonssikringen av Stokkbekken og Hørdalsbekken. Målte konsentrasjoner av STS er sammenlignet med målt turbiditet under forsøkets første del (tabell 2), og ble benyttet til å beregne partikkelkonsentrasjon (STS) etter oppslemming utfra forholdet mellom de to parameterne (figur 9).



Figur 8. Forsøk med sirkulering av vann over sprengsteinmasser med fem sedimentasjonstanker i et nedstrøms resirkuleringsanlegg. Tank 3, turbiditet.

Tabell 2. Forholdet mellom FNU og STS i målinger av turbiditet og STS i tank 1 til 5 under forsøk med sirkulering, samt i prøve av testvann (bakgrunn).

| STS målt/turbiditet målt | STS | FNU |
|---|------|-------|
| Tank 1 før forsøk | 108 | 107 |
| Tank 2 før forsøk | 9,8 | 13,7 |
| Tank 3 før forsøk | 1,8 | 2,77 |
| Tank 4 før forsøk | 0,8 | 0,69 |
| Tank 5 før forsøk | 1,7 | 1,20 |
| Bakgrunn | 0,5 | 0,21 |
| Tank 3 under forsøk kl. 2030 | 53,8 | 51,25 |
| Tank 1 etter forsøk tank 1, 8 sept. Kl.1915 | 17,2 | 29,5 |



Figur 9. Beregnede konsentrasjoner av STS mg/l i tanker etter miksing (oppslemming), etter det lineære forholdet mellom målt turbiditet og STS (til høyre).

Erosjonssikringen av Stokkbekken og Hørdalsbekken utgjorde til sammen 30000 lm^3 samfengt sprengstein. Grønnsteinen benyttet har en densitet på 2,3 (beregnet), og med en egenvekt til sprengstein 0-500 mm på ca. 1,5 dvs. ca. 1,5 t/m^3 . Dermed vil 30000 lm^3 med grønnstein ha en vekt på ca. 45 000 tonn.

De høyeste målingene av nitrat (4390 $\mu\text{g N/L}$) og ammonium (200 $\mu\text{g N/L}$) gjort i tank 1, er benyttet til å beregne total mengde nitrogenutlekking fra den benyttede sprengsteinen, siden dette illustrerer utlekking helt nær en fylling. Økning fra bakgrunnskonsentrasjoner for nitrat og ammonium er hhv. ca. 100 $\mu\text{g N/L}$ og ca. 183 $\mu\text{g N/L}$. Samlet for utlekkingsforsøket vil dette utgjøre for nitrat ca. 1 gram N og for ammonium ca. 2 gram N. Oppskalert til sikringen av Stokkbekken/Hørdalsbekken betyr dette et estimert samlet utslipp av 5,6 kg nitrat og 11 kg ammonium.

Høyeste konsentrasjon, i tank 1 (STS = 285,4 mg/l) etter miksing er likedan benyttet til å beregne samlet bidrag av partikler fra sprengsteinen benyttet i forsøket. Samlet partikkelutslipp beregnet ut fra forsøket vil da være 2,85 kg. Dette illustrerer da samlet partikkelbidrag i nærområdet til en fylling, med nedstrøms sedimenteringsrate avhengig av strømhastighet. Overført til erosjonssikring av Stokkbekken/Hørdalsbekken vil dette gi et estimert partikkelutslipp på ca. 16 tonn fra benyttet sprengstein. Det er mange faktorer som spiller inn på realismen i dette estimatet, f.eks. omroting av steinmasser under sikringsarbeid, vannføring og strømhastighet.

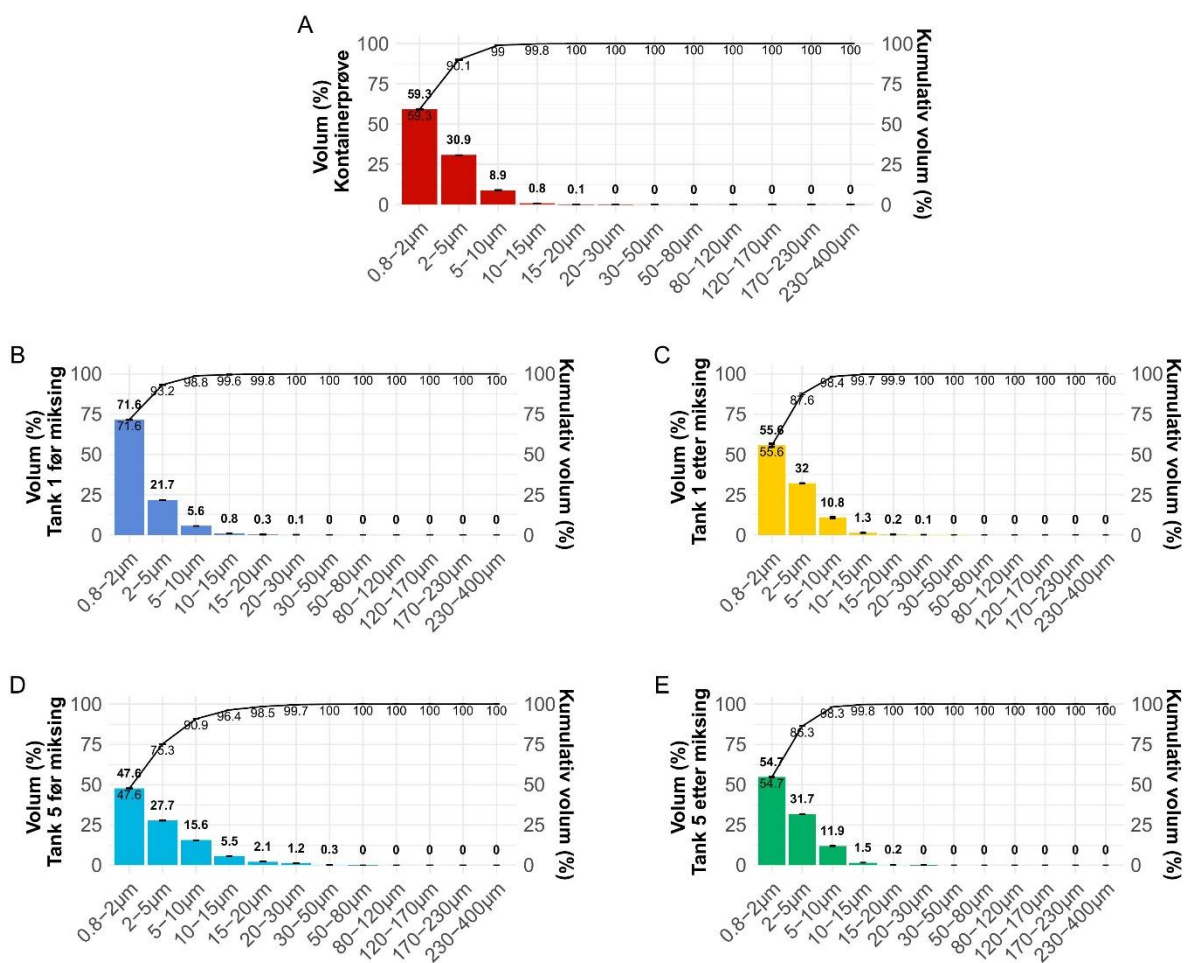
Av metallene er det kun målt konsentrasjoner av As som overskrider tilstandsklasse II, med konsentrasjoner som tilsvarer tilstandsklasse III, moderat tilstand (som kan gi kroniske effekter hos ferskvannsorganismer ved langtidseksposering (Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vandirektivet, 2018; veileder M-608, 2016 - revidert 31.10.2020). Generelt er det lave konsentrasjoner av metaller, tilsvarende tilstandsklasse I (bakgrunn) og tilstandsklasse II (god). Dette betyr at disse sprengsteinmassene i liten grad avgir metaller når de eksponeres for vann.

Som understreket under (kp.3.1.3), alle partikler som ble frigjort fra sprengsteinmassene under forsøket kommer ikke nødvendigvis fra selve sprengsteinen.

3.1.3 Størrelsesfordeling av partikler i utlekkingsforsøket

Alle vannprøver fra utlekkingsforsøk viser at 48% eller mer av partiklene har samme størrelse som leirpartikler (opptil $2\mu\text{m}$; fig 10). Vannprøver som ble tatt i den øverste delen av tanken før miksing representerer i teorien partikler som ikke har sedimentert ut, etter en åtte dagers periode. I tank 1 før miksing ser vi at andelen av de minste partiklene er høyere før enn etter miksing, og at andelen større partikler øker etter miksing (spesielt partikler i størrelsen 2-5 μm). Vi ser ikke det samme forholdet i tank 5. Årsaken til dette er uvis.

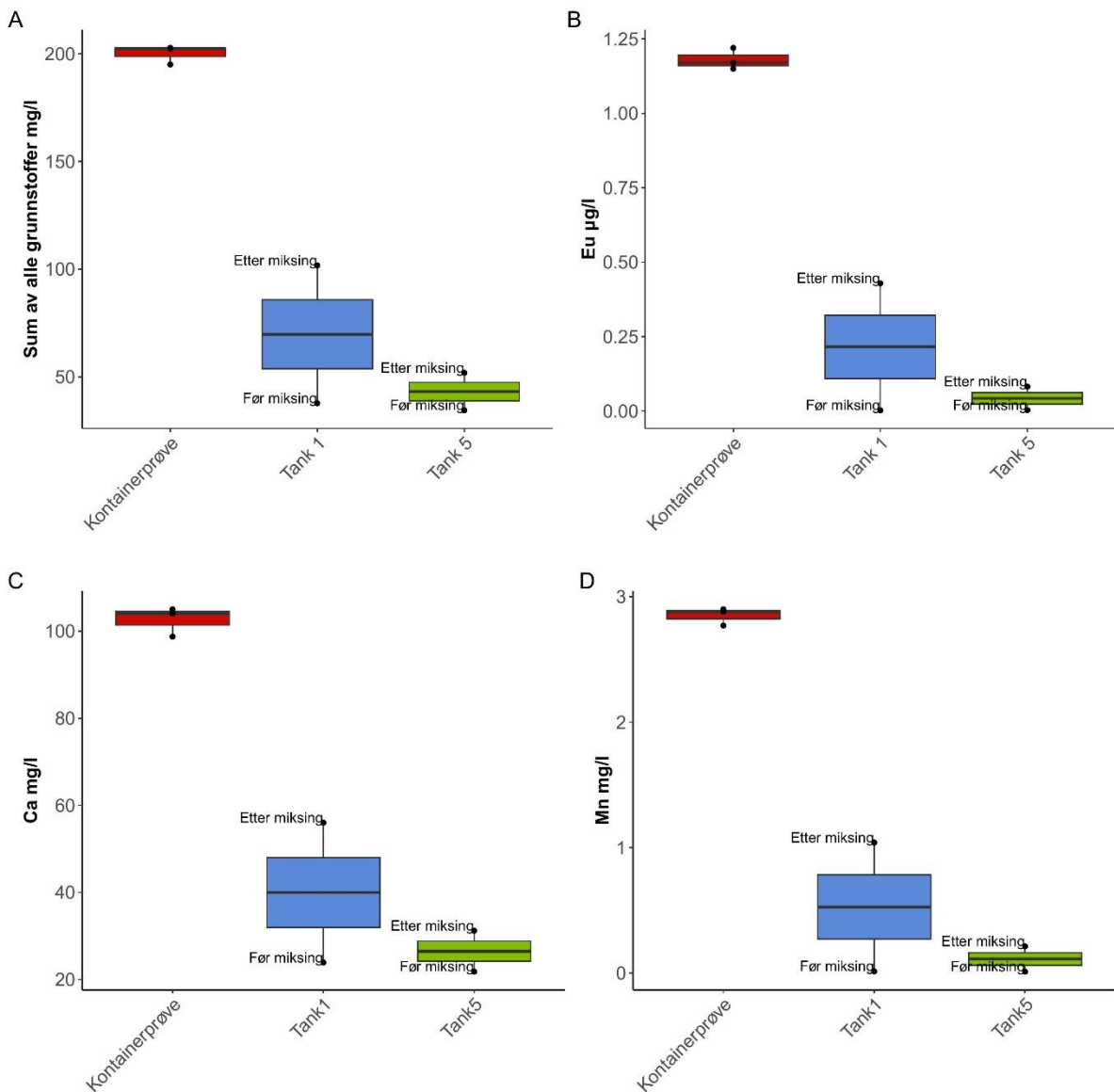
Vi ser allikevel en liten økning også i tank 5 for størrelsesgruppen 2-5 μm , og målingen av turbiditet før og etter miksing (figur 9) støtter observasjonen at det var en vesentlig sedimentering av partikler i alle tankene, og tydeligst i den første tanken. Resultater fra turbiditetsmålingene viser også at de minste partiklene forblir i suspensjon i lang tid etter at sirkulasjon har opphørt. Ut fra disse resultatene kan vi med rimelig høy sikkerhet fastslå at de minste partiklene ($< 2\mu\text{m}$), er partikler som ikke sedimenterer i bekken, og blir med bekken ut i nedstrøms resipient (Gaula).



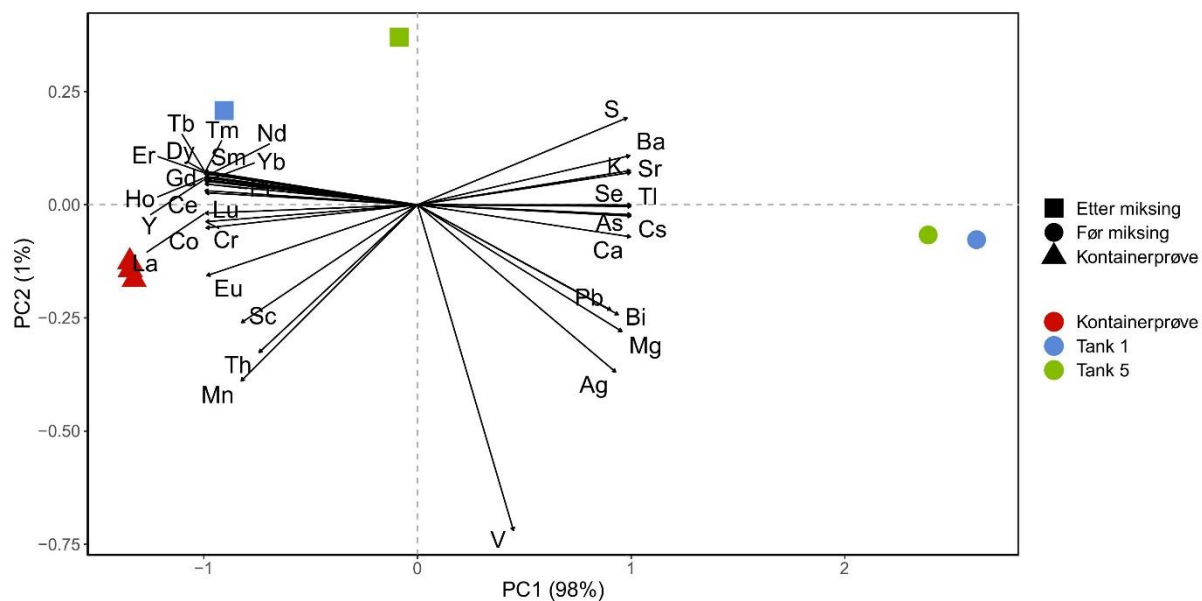
Figur 10. Stolpediagram av volum og kumulativ volum (%) av størrelsesfordeling av partikler analysert med PCSS fluid lite partikkelteller i kontainerprøve (A), tank 1 før miksing (B), tank 1 etter miksing (C), tank 5 før miksing (D) og tank 5 etter miksing (E) fra utlekkingsforsøket. Hver vannprøve ble analysert fire ganger, volumet og de kumulative volumene representerer gjennomsnittet av disse analysene.

3.1.4 ICP-MS

Konsentrasjoner og mønster av grunnstoffer i vannprøvene fra kontainer, tank 1 og tank 5 fra utlekkingsforsøket viste at grunnstoff-nivåene økte etter miksing (fig 11), og mønstret for grunnstoffer blir mere sammenlignbart med kontainerprøven (fig 12). Det er høyere nivåer av grunnstoffer i kontainerprøven enn i tankene, og tank 1 har høyere nivåer enn tank 5. Dette skyldes variasjoner i turbiditet og partikkelkonsentrasjon (Figur 9, over).



Figur 11. Boksploott av summen av alle grunnstoffer i mg/l (A), og et utvalg av grunnstoffer Eu µg/l (B), Ca mg/l (C), Mn mg/l (D) i vannprøver (**total fraksjon**) fra henholdsvis kontainerprøve (rød), tank 1 (blå) og tank 5 (grønn) fra utlekkingsforsøket. Midtlinjen i hver boks er medianen, mens boksens bunn- og toppstrek viser til 25 og 75 %- kvartilene. De svarte punktene er individuelle målinger.

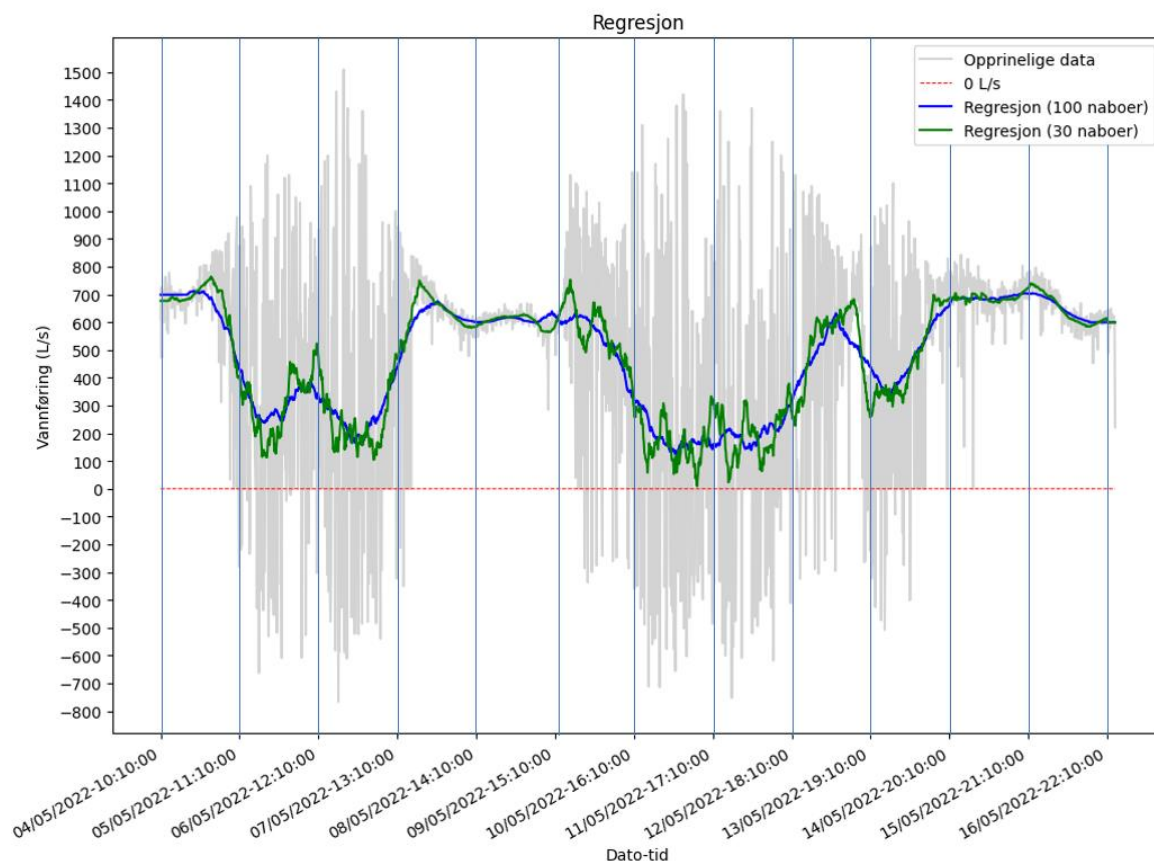


Figur 12. PCA basert på komposisjonsdata av grunnstoffer (total fraksjon) fra ICP-MS analyser av vannprøver fra utlekkingsforsøket; i) Kontainer prøver (rød, trekant), ii) tank1 (blå, før miksing sirkel, etter miksing firkant) og iii) tank5 (grønn, før miksing sirkel, etter miksing firkant).

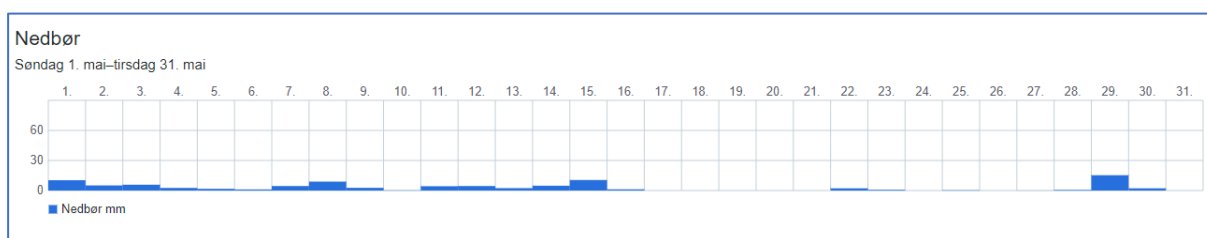
3.2 Resultater fra loggere

3.2.1 Vannføring

Vannføringen fluktuerte kraftig gjennom måleperioden, fra 4. mai til 16. mai 2022 (figur 13). Dette sammenfaller til dels med vannføringsmålinger i Nidelva ved Rate i første del av måleperioden. Men det må legges til grunn at Nidelva er en stor elv sammenlignet med Stokkbekken, og dermed fluktuerer mindre hyppig. Derimot stemmer den beregnede vannføringen i Stokkbekken relativt bra med nedbørsdata fra Trondheim i samme periode (Figur 14). Økt nedbør og vannføring fører generelt til økning av partikler i vannet, og dermed økt turbiditet, spesielt i begynnelsen av perioden (kp.3.3).



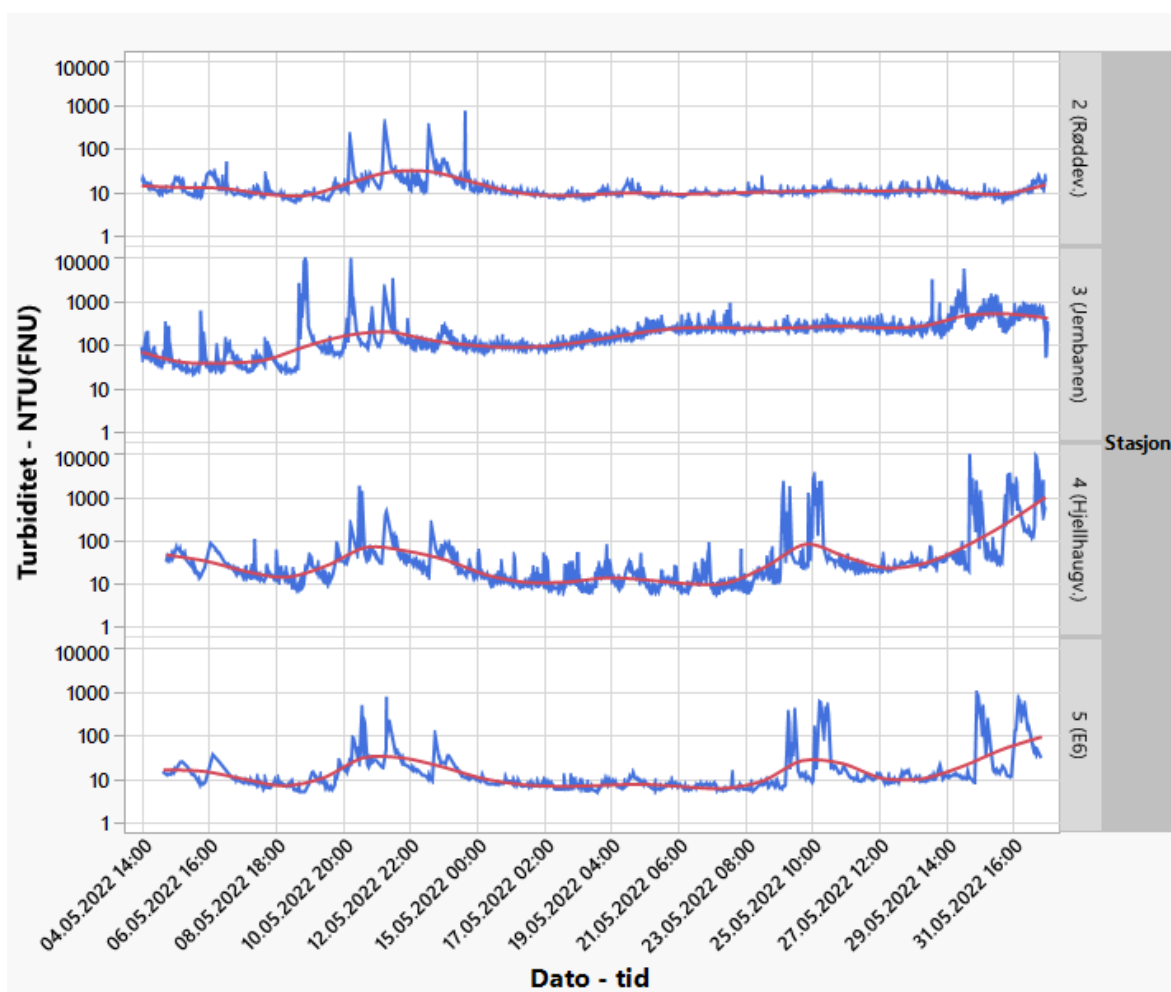
Figur 13. Beregnet vannføringskurve for nedre del av Stokkbekken (Ratbekken) for perioden 4.mai til 16. mai 2022.



Figur 14. Nedbørsdata for Trondheim i mai måned 2022 (<https://www.yr.no/>).

3.3 Turbiditet

Den høyeste turbiditeten gjennom perioden ble målt ved stasjon 3 ved jernbanen (figur 15), hvilket også sammenfaller med resultater for STS fra ISCO-prøvene, hvor STS var jevnt over høyere her sammenlignet med nedstrøms stasjon 5, ved E6 (Kp. 3.5, tabell 4 og 5). Det vil si at de høyeste målingene av turbiditet vanskelig kan knyttes opp mot pågående anleggsvirksomhet (Figur 5), siden det i perioden ikke foregår anleggsvirksomhet oppstrøms stasjon 3. Denne stasjonen ligger nedstrøms bekkestrekning som var ferdigsikret i 2021. Utfra andelen arealet for sikringen utgjør av det samlede delnedbørsfeltet er det sannsynlig at dette vil påvirke målinger av turbiditet, og andre parametere. Det er også en forholdsvis ny sikring slik at vegetasjonen i nærområdet er relativt nyetablert og hovedsakelig består av ulike gressarter, og at avrenning av partikler er stor fra omkringliggende landskap.



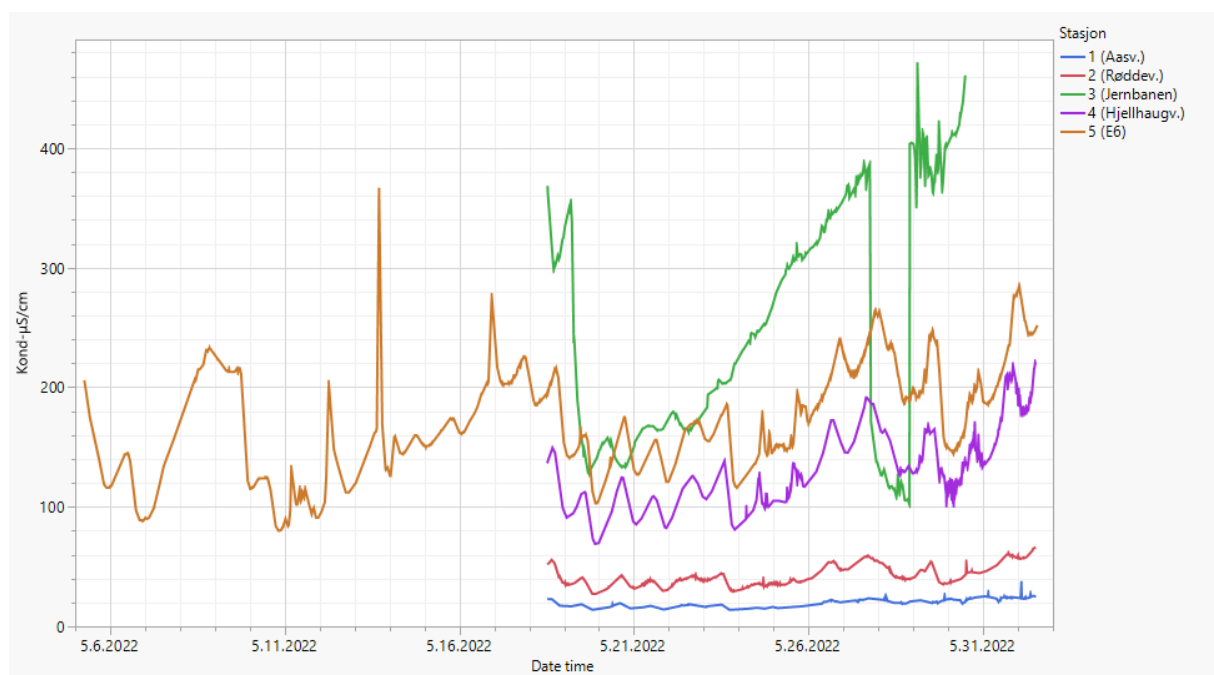
Figur 15. Turbiditet målt ved fire stasjoner i Stokkbekken/Ratbekken og Hørdalsbekken i perioden 4. mai til 1.juni 2022.

Gjennom måleperioden ser vi en økning i turbiditet som sammenfaller relativt bra med økt nedbør og vannføring. Økningen i turbiditet ved alle stasjoner rundt den 9. mai er derfor høyst sannsynlig relatert til økt avrenning på grunn av nedbør. Dessverre hadde vi ikke data til å beregne vannføring etter 16. mai, men gitt at vannføringen ser ut til å øke ganske raskt etter nedbørsepisoder, kan vi anta at det er relativt lav vannføring rundt 25.mai, hvor det også er en tydelig økning i turbiditet på to av stasjonene, ved stasjon 4 Hjellhaugvegen, og ved stasjon 5 ved E6. Dette sammenfaller med gravearbeid

oppstrøms ved samløpet Hørdalsbekken og Stokkbekken (Figur 5). Det er en tydelig likhet mellom turbiditetskurven rundt denne datoen, ved oppstrøms stasjon 4 og nedstrøms stasjon 5, med en liten tidsmessig og naturlig forsinkelse på nedstrøms stasjon på kurvetoppene. Det er også en tydelig fortykning nedstrøms, med lavere verdier. Noe av det samme mønsteret gjentar seg rundt 30.mai, som sammenfaller med fortsettelse av bekkefylling nedstrøms Stokkaunet (i nærheten av samløpet mellom Stokkbekken og Hørdalsbekken).

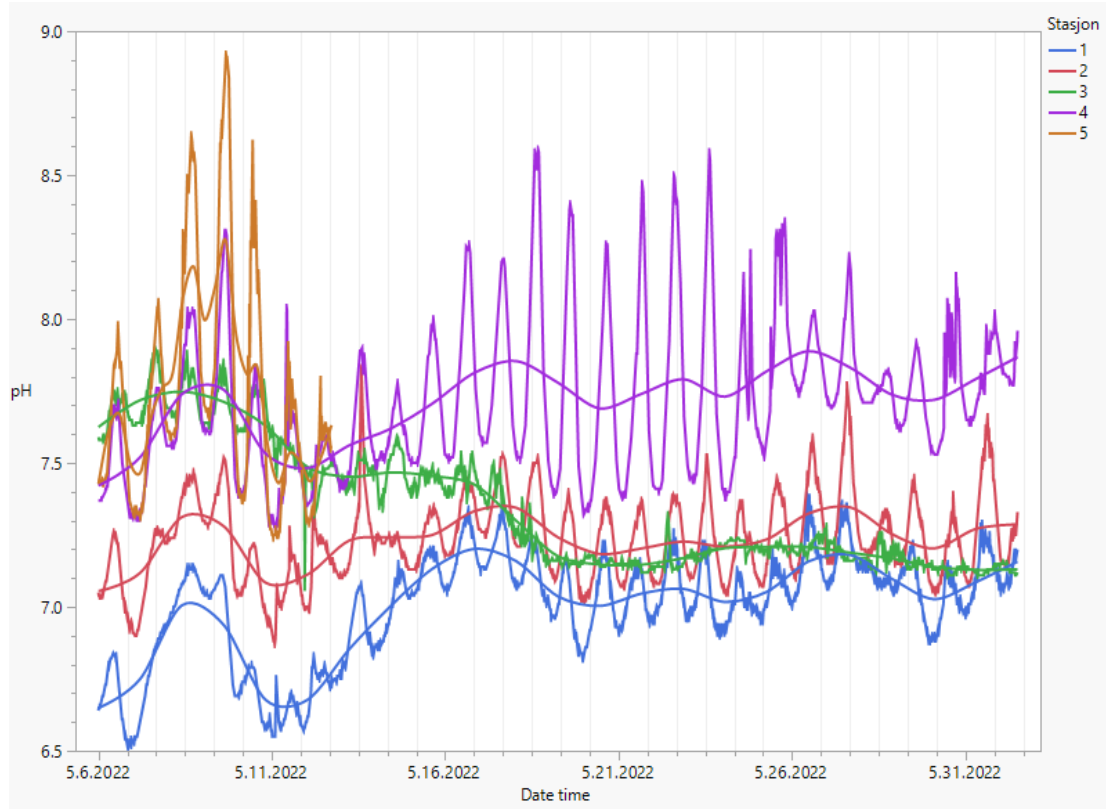
3.4 Konduktivitet

Den tydelige forskjellen i konduktivitet mellom de to oppstrøms stasjonene, stasjon 1 (Åsvegen) og stasjon 2 (Røddevegen) og stasjon 3 ved jernbanen, samt de to nedstrøms stasjonene, stasjon 4 (Hjellhaugvegen) og 5 (E6), kan forklares med vesentlig mindre andel av nedbørsfeltet under marin grense sammenlignet med de andre stasjonene (figur 16). Som det framgår av nedbørsfeltparametere for de ulike nedbørsfeltene til stasjonene (vedlegg A), øker andelen leire i de respektive delnedbørsfeltene fra 4,5 % og 22,7 % ved hhv. stasjon 1 og 2, til 36,3 %, 41,2 %, og 41,5 % ved hhv. stasjon 4, 3 og 5. Dette betyr at økningen i konduktivitet øker med andel leire, og i all hovedsak kan knyttes opp mot en økt andel tilførte ioner (Na og Cl fra) fra den marine leiren.



Figur 16. Konduktivitet målt ved fem stasjoner i Stokkbekken/Ratbekken og Hørdalsbekken i mai 2022. Som figuren viser, er konduktivitet målt ved st.5 (E6) fra 5. mai til 1.juni, mens det ved de andre 4 stasjonene er målt fra 18.mai til 1.juni, bortsett fra ved st.3, hvor det kun ble målt fram til 30. mai.

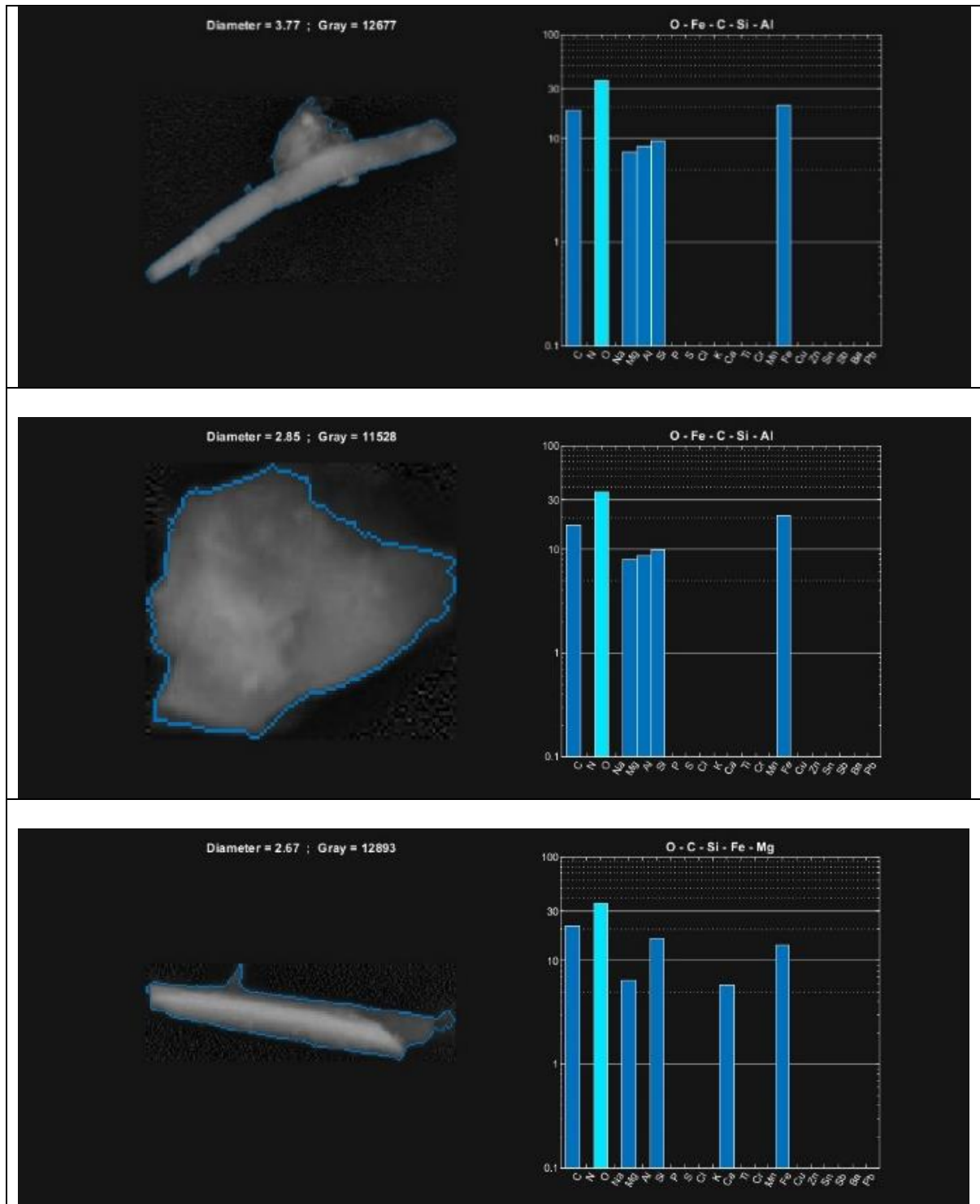
I utlekkingsforsøket var det liten endring i konduktivitet, fra testvann til vann sirkulert over sprengstein, noe som tyder på at det er liten økning i saltkonsentrasjon som følge av erosjonssikring med grønnstein. Det er derfor nærliggende at variasjoner i konduktivitet, i all hovedsak er knyttet opp mot naturlige variasjoner i avrenning, turbiditet og påfølgende variasjoner i konduktivitet. pH fluktuierer mye, spesielt på de nederste stasjonene, st. 4 og 5 (figur 17). En økning i pH kan skyldes oppstrøms gravearbeid. I resirkuleringsforsøket var det ca. en halv pH-grads økning fra testvann til vann sirkulert over sprengsteinsmassene. pH er avgjørende mht. ammoniakk-toksisitet (se kp. 3.5.1).

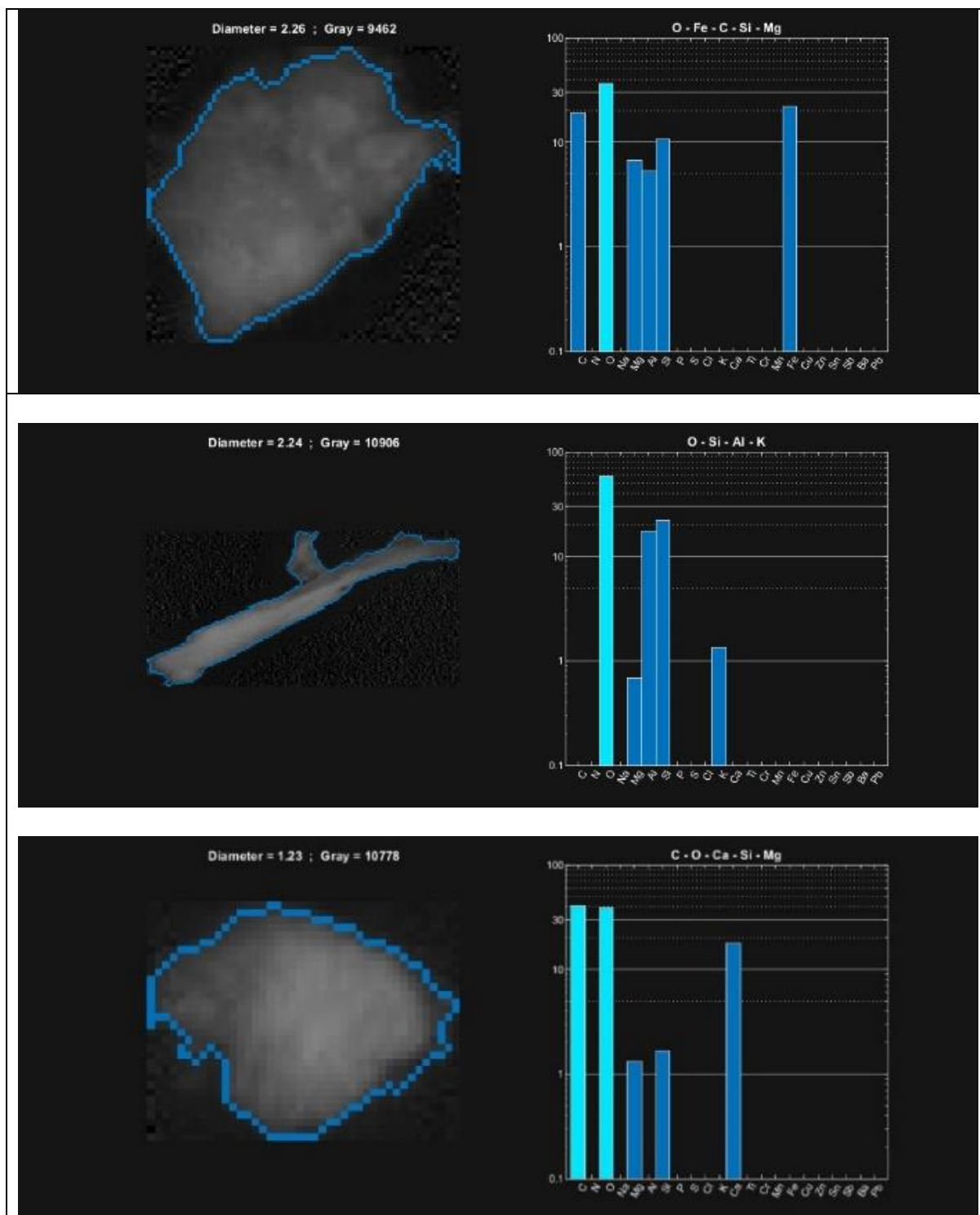


Figur 17. pH-målinger ved fem stasjoner i Stokkbekken/Ratbekken og Hørdalsbekken i mai 2022.

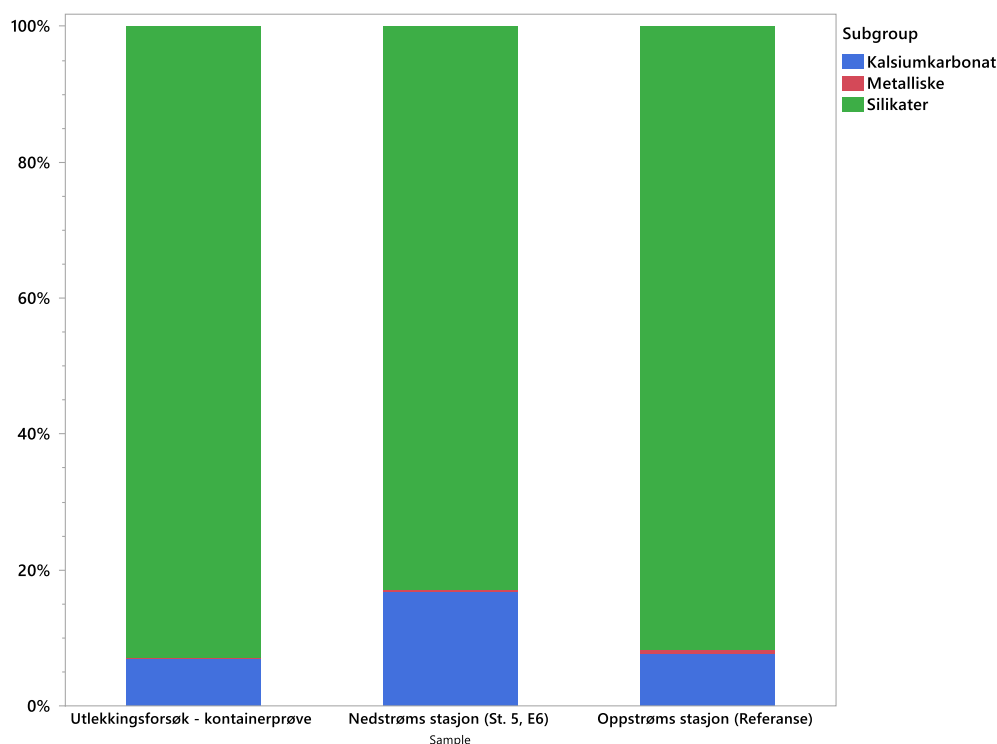
3.4.1 Partikkelmorfologi

I alt ble 6391 partikler analysert mht. størrelse og form, fra hhv. utlekkingsforsøket (915 partikler), oppstrøms stasjon, referanse (2886 partikler) og nedstrøms stasjon (2590 partikler). Figur 18 viser variasjoner i partikkelform for et lite utvalg av partikler fra analysen, som. Partiklene ble delt inn i tre ulike underkategorier; kalsiumkarbonat, metalliske partikler, og silikater (figur 19). Resterende bilder av alle partikler er gitt som elektronisk vedlegg, E1 [Elektronisk vedlegg E1 partikkelmorfologi](#)



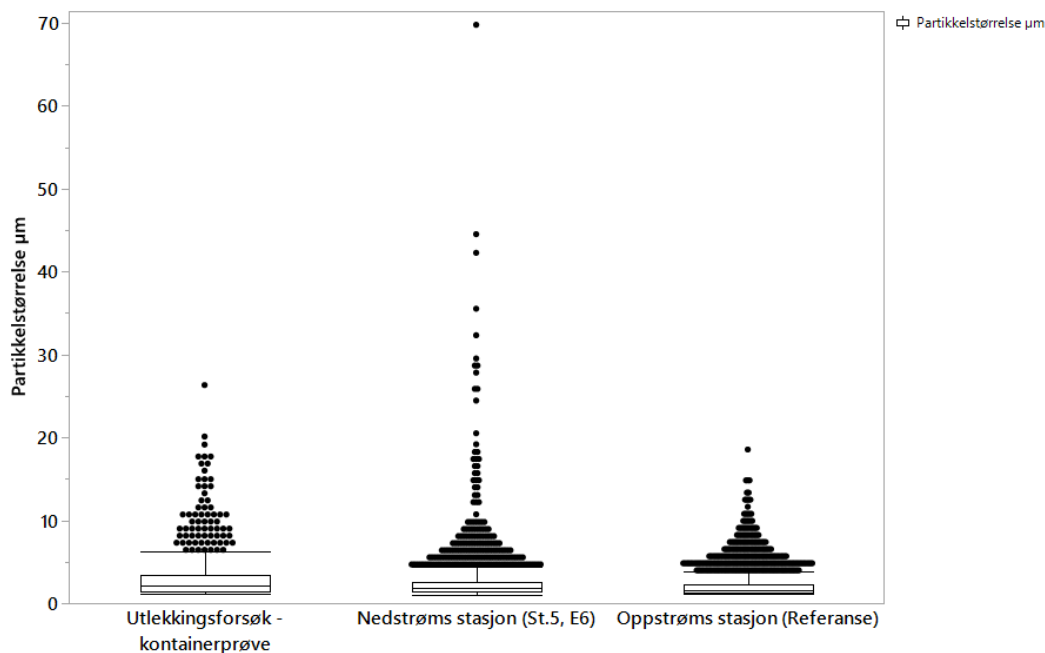


Figur 18. Partikler fra utlekkingsforsøket (to øverste), nedstrøms stasjon (to midterste) og oppstrøms stasjon to (nederste). Alle partikler over er silikater.



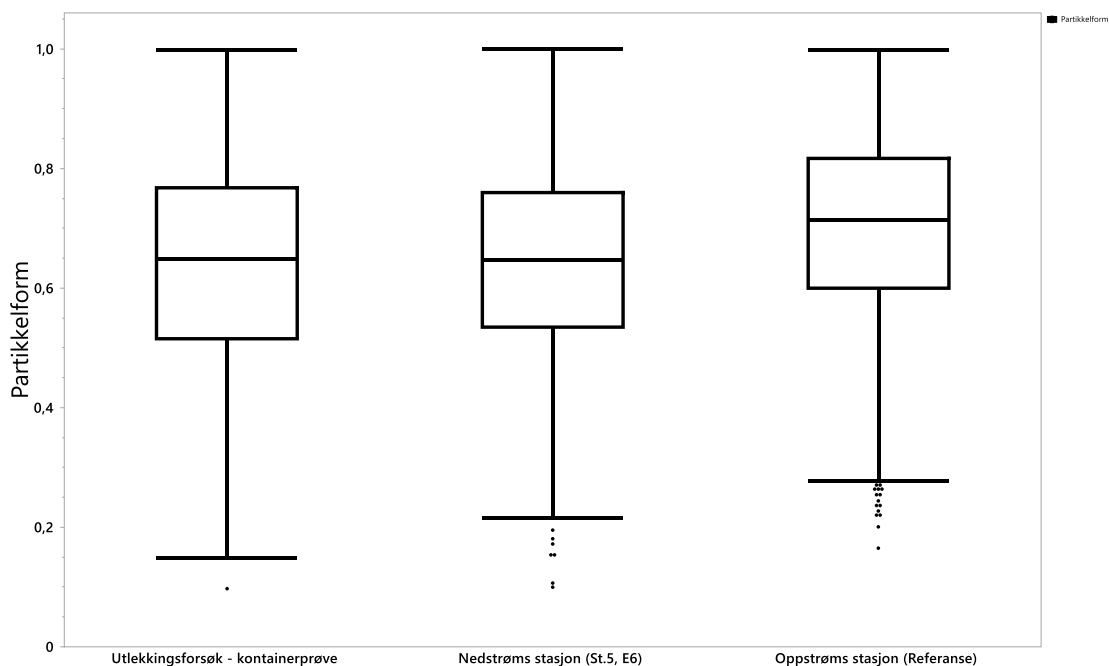
Figur 19. Prosentvis fordeling av tre partikkelkategorier analysert fra utlekkingsforsøket, og nedstrøms og oppstrøms stasjoner i Stokkbekken.

Resultatene viser at det er signifikante forskjeller ($p < 0,05$) i gjennomsnittsstørrelse på partiklene fra utlekkingsforsøket ($3,0 \mu\text{m}$) nedstrøms stasjon ($2,47 \mu\text{m}$) og oppstrøms stasjon, referanse ($2,12 \mu\text{m}$) (figur 20).



Figur 20. Størrelsesfordeling på partikler fra utlekkingsforsøket, og nedstrøms og oppstrøms stasjoner i Stokkbekken. Midtlinjen i hver boks er medianen, mens boksens bunn- og toppstrek viser til 25 og 75 %- kvartilene.

Partiklene fra oppstrøms stasjon er mer avrundet (målt som «aspect ratio»), med signifikante forskjeller ($p < 0,05$) i rundhet mellom oppstrøms stasjon, referanse (= 0,702) og partikler fra både fra nedstrøms stasjon (= 0,645) kontainerprøven (= 0,635) (figur 21). Dette korresponderer med resultater fra en undersøkelse av geokjemisk sammensetning og morfologi på partikler fra ulike lokaliteter for tunneldriving i Norge, hvor undersøkte partikler fra naturlige elvesedimenter var signifikant mer avrundet enn undersøkte partikler produsert ved boring og sprenging i tunell (Forsman m.fl., 2023). Resultatet indikerer derfor at partiklene på nedstrøms stasjon består av en blanding av naturlige partikler og partikler fra sprengstein.



Figur 21. Partikkelform (aspect ratio) viser variasjonen i partikkelform fra avlang (0) til helt sirkulær (1) på prøver fra hhv. utlekkingsforsøket (kontainerprøve), og nedstrøms og oppstrøms stasjoner i Stokkbekken. Midtlinjen i hver boks er medianen, mens boksens bunn- og toppstrek viser til 25 og 75 %- kvartilene.

3.5 Vannmålingsdata fra felt (ISCO og enkeltprøver)

Resultatene viser at STS varierer relativt mye på de to stasjonene gjennom måleperioden, dette samsvarer med målte variasjoner i turbiditet (se figur 15). Både STS (tabell 3) og turbiditet (figur 15) er høyere ved stasjon 3 ved jernbanen sammenlignet med ved stasjon 5 ved E6. Konsentrasjoner av ammonium og nitrat er vesentlig høyere på oppstrøms stasjon 3 ved jernbanen (hhv. middel 2,8 µg N/l og 2400 µg N/l) enn på nedstrøms stasjon 5 ved E6 (hhv. middel 2 µg N/l og 520 µg N/l). Andelen av nedbørsfeltet til stasjon 5 ved E6 er på 31,6 %, mens andelen av nedbørsfeltet til stasjon 3 ved jernbanen er noe mindre, med 26,6 % av arealet som dyrket mark. Dette kan tyde på noe utlekking av nitrogen fra den årsgamle sikringen rett ovenfor stasjon 3. Analyserapport finnes i vedlegg G.

Av metallene er det arsen (As) som skiller seg ut med vesentlig høyere målte konsentrasjoner på stasjon 3 sammenlignet med stasjon 5. Målte konsentrasjoner av As ved stasjon 3 tilsvarer moderat tilstand etter vannforskriften (M-608, 2016 - revidert 31.10.2020 (Miljødirektoratet, 2016)).

Tabell 3. Analyseresultater fra ISCO-prøver fra stasjon 3 ved jernbanen. Målte konsentrasjoner av metaller er gjort på filtrerte prøver (løst fraksjon).

| Stasjon | dato | pH | Alkalitet mmol/L | Konduktivitet mS/m | Ammonium µg N/L | Nitrat µg N/L | STS mg/l | SGR mg/l | Al µg/L | As µg/L | Pb µg/L | Cd µg/L | Cu µg/L | Cr µg/L | Ni µg/L | Zn µg/L |
|-----------------|------------|-------------|---------------------|-----------------------|--------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 3 (Jernbane) | 09.05.2022 | 7,87 | 1,59 | 56,6 | 2,0 | 2390 | 193,0 | 184,0 | 33,7 | 3,84 | 0,020 | <0,0030 | 2,86 | 0,17 | 2,84 | 1,8 |
| 3 (Jernbane) | 10.05.2022 | 7,86 | 1,61 | 57,8 | <2 | 2630 | 52,7 | 46,7 | 22,1 | 3,12 | 0,013 | <0,0030 | 2,22 | 0,15 | 1,61 | 0,98 |
| 3 (Jernbane) | 11.05.2022 | 7,78 | 1,44 | 48,6 | 2,0 | 2030 | 119,0 | 109,0 | 36,0 | 2,76 | 0,015 | <0,0030 | 2,65 | 0,22 | 1,69 | 1,6 |
| 3 (Jernbane) | 12.05.2022 | 7,80 | 1,36 | 42,0 | 5,0 | 2360 | 73,3 | 66,7 | 28,9 | 2,21 | 0,026 | 0,003 | 2,99 | 0,28 | 2,23 | 1,5 |
| 3 (Jernbane) | 13.05.2022 | 7,94 | 1,46 | 50,0 | 3,0 | 2400 | 36,0 | 31,3 | 28,0 | 2,74 | 0,016 | 0,004 | 2,32 | 0,25 | 1,80 | 1,3 |
| 3 (Jernbane) | 14.05.2022 | 8,02 | 1,47 | 51,2 | <2 | 2540 | 25,3 | 22,0 | 28,7 | 3,43 | 0,015 | 0,004 | 2,30 | 0,21 | 1,79 | 1,7 |
| 3 (Jernbane) | 15.05.2022 | 7,88 | 1,49 | 25,3 | 2,0 | 2450 | 33,3 | 31,3 | 24,1 | 3,97 | 0,013 | <0,0030 | 2,26 | 0,24 | 2,04 | 2,0 |
| 3 (Jernbane) | 16.05.2022 | 7,92 | 1,58 | 74,1 | <2 | N/A | 34,0 | 28,0 | 20,0 | 3,24 | 0,014 | <0,0030 | 2,22 | 0,18 | 1,87 | 2,0 |
| Gj.snitt | | 7,88 | 1,50 | 50,70 | 2,80 | 2400,0 | 70,83 | 64,88 | 27,69 | 3,16 | 0,02 | 0,003 | 2,48 | 0,21 | 1,98 | 1,61 |

Tabell 4. Analyseresultater fra ISCO-prøver fra stasjon 5 ved E6. Målte konsentrasjoner av metaller er gjort på filtrerte prøver (løst fraksjon).

| Stasjon | dato | pH | Alkalitet mmol/L | Konduktivitet mS/m | Ammonium µg N/L | Nitrat µg N/L | STS mg/l | SGR mg/l | Al µg/L | As µg/L | Pb µg/L | Cd µg/L | Cu µg/L | Cr µg/L | Ni µg/L | Zn µg/L |
|-----------------|------------|-------------|---------------------|-----------------------|--------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 5 (E6) | 09.05.2022 | 7,64 | 0,87 | 22,3 | <2 | 550 | 4,7 | <2,7 | 53,8 | 1,16 | 0,023 | 0,003 | 2,01 | 0,23 | 1,14 | 2,6 |
| 5 (E6) | 10.05.2022 | 7,47 | 0,53 | 13,4 | <2 | 240 | 8,7 | 4,7 | 62,3 | 0,79 | 0,029 | 0,004 | 1,65 | 0,21 | 0,75 | 3,7 |
| 5 (E6) | 11.05.2022 | 7,37 | 0,52 | 11,5 | <2 | 260 | 129,0 | 121,0 | 64,8 | 0,80 | 0,049 | 0,004 | 2,85 | 0,28 | 0,92 | 2,2 |
| 5 (E6) | 12.05.2022 | 7,51 | 0,66 | 14,2 | <2 | 980 | 25,3 | 20,0 | 64,4 | 0,77 | 0,052 | 0,003 | 2,67 | 0,25 | 1,54 | 3,1 |
| 5 (E6) | 13.05.2022 | 7,63 | 0,71 | 16,1 | <2 | 490 | 8,7 | 6,0 | 56,5 | 0,87 | 0,023 | 0,003 | 1,79 | 0,20 | 1,06 | 3,4 |
| 5 (E6) | 14.05.2022 | 7,54 | 0,67 | 15,5 | 2,00 | 600 | 13,3 | 9,3 | 46,0 | 0,83 | 0,021 | 0,005 | 2,15 | 0,17 | 1,13 | 2,9 |
| Gj.snitt | | 7,53 | 0,66 | 15,50 | 2,00 | 520,0 | 31,62 | 32,20 | 57,97 | 0,87 | 0,03 | 0,004 | 2,19 | 0,22 | 1,09 | 2,98 |

Tabell 5. analyseresultater fra enkeltprøver ved oppstrøms stasjon (stasjon 1 ved Aasvegen) og nedstrøms stasjon (stasjon 5 ved E6). Målte konsentrasjoner av metaller er gjort på filtrerte prøver (løst fraksjon).

| Stasjon | dato | pH | Alkalitet mmol/L | Konduktivitet mS/m | Ammonium µg N/L | Nitrat µg N/L | STS mg/l | SGR mg/l | Al µg/L | As µg/L | Pb µg/L | Cd µg/L | Cu µg/L | Cr µg/L | Ni µg/L | Zn µg/L |
|--------------|------------|------|---------------------|-----------------------|--------------------|------------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 (Aasvegen) | 01.06.2022 | 7,51 | 0,42 | 7,5 | <2 | 100 | 4,0 | <2,7 | 63,7 | 0,18 | 0,015 | <0,0030 | 1,02 | 0,23 | 0,58 | 2,7 |
| 5 (E6) | 01.06.2022 | 7,68 | 1,22 | 26,7 | 13,0 | 410 | 35,3 | 31,3 | 39,7 | 1,60 | 0,013 | <0,0030 | 3,49 | 0,15 | 1,05 | 1,7 |

Det er også høyere konsentrasjoner av nikkell ved samtlige av målingene på sammenfallende datoer. Kobber (Cu) og nikkell (Ni), er også noe høyere ved oppstrøms stasjon. For de andre metallene er det små variasjoner, men en svak økning i middelkonsentrasjoner fra oppstrøms til nedstrøms stasjon for

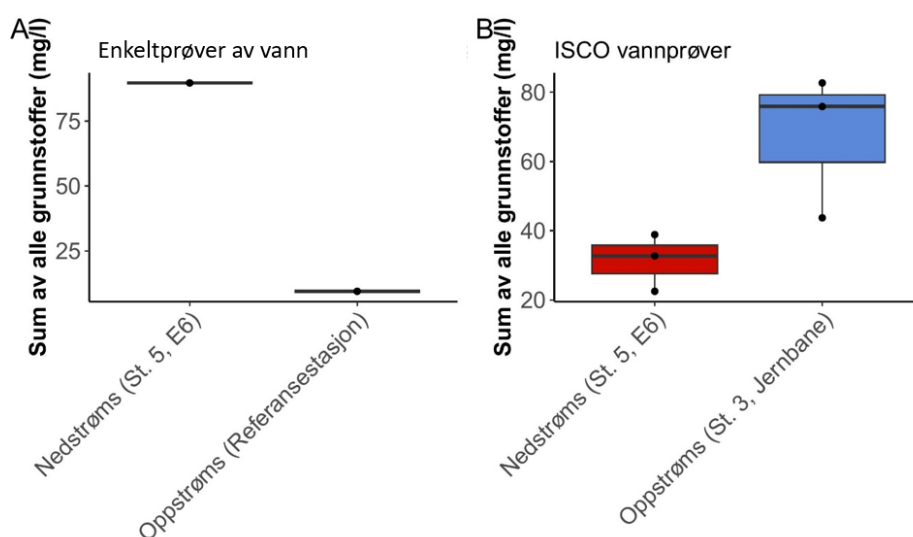
metallene bly (Pb), kadmium (Cd), krom (Cr) og sink (Zn), mens middelkonsentrasjonen av aluminium (Al) er om lag det dobbelte på nedstrøms stasjon.

3.5.1 Utlekking av uomsatt nitrogen fra sprengstoff

Ved stasjon 5 ved E6 er sammenfaller den høyeste målte konsentrasjonen av ammonium ($13 \mu\text{g N/L}$), den 1. juni (tabell 3), med oppstrøms bekkefylling nedstrøms brua ved Stokkaunet (i nærheten av samløpet Stokkbekken og Hørdalsbekken). Dette er langt under klassegrensen mellom god og moderat for total ammonium på $60 \mu\text{g/l}$ (Direktoratsgruppen for Vanddirektivet, 2018). Det er også ved «et verste tenkt-tilfelle» med pH opp mot 9, langt under konsentrasjoner som ville kunne gi akutt toksisitet hos laksefisk (Knoph, 1992; USEPA., 1999). Selv kroniske effekter måles først ved konsentrasjoner langt over dette på egg og yngel (hos regnbueørret) etter tre måneders eksponering (Brinkman m.fl., 2009). Hvis det antas at dette skyldes oppstrøms sikringsarbeid, er det sannsynlig at det vil ha vært høyere konsentrasjoner lenger oppstrøms. I utlekkingsforsøket på sprengstein (tilsvarende grønnstein som brukt i sikringen), var den høyeste konsentrasjonen målt $200 \mu\text{g N/l}$. Konsentrasjonen som er målt i utlekkingsforsøket er i et lukket system, og tilsvarer en andel sprengstein i forhold til vann på $0,8 \text{ kg per liter}$, hvilket tilsier at det er lite sannsynlig at det vil være tilsvarende høye konsentrasjoner annet enn helt lokalt ved sikringen, da det vil foregå en naturlig rask fortykning nedstrøms.. Det anses derfor at ammoniakkgiftighet i liten grad har vært en relevant trussel for laksefisk i forbindelse med bruk av den lokale grønnsteinen benyttet i sikringen av Stokkbekken.

3.5.2 Grunnstoffer i vannprøver – total fraksjon i prøver fra bekk og utlekkingsforsøk

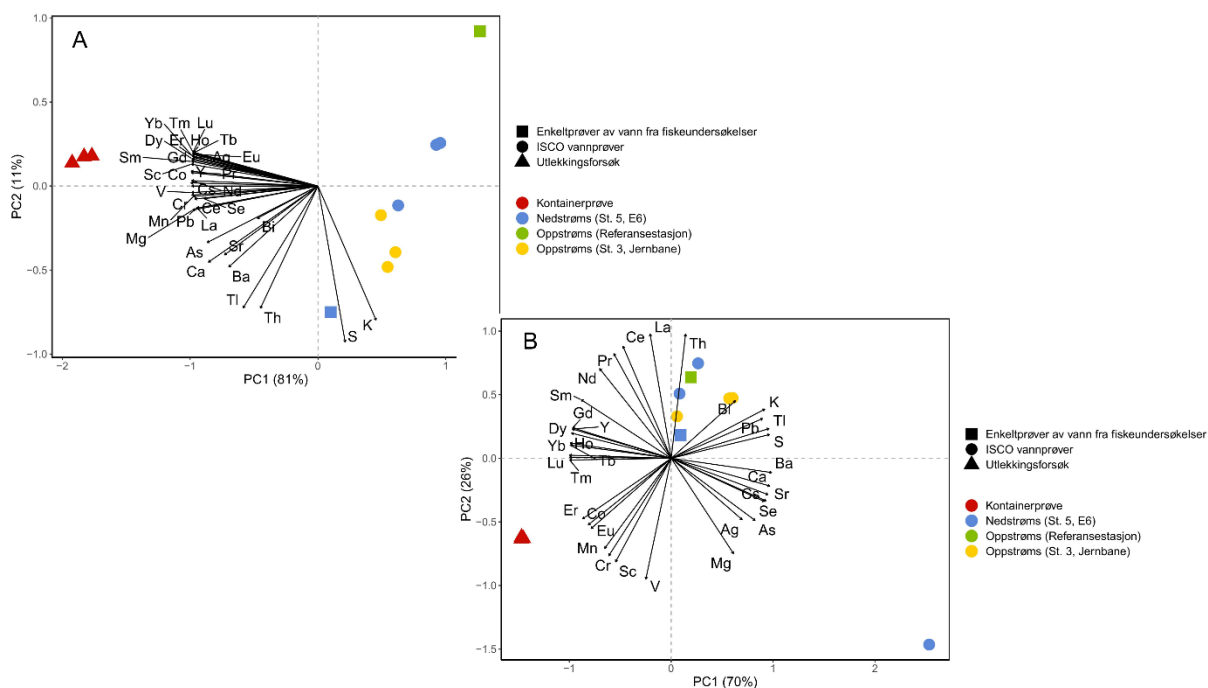
Summen av alle målte grunnstoffer ble sammenlignet i vannprøver (enkeltp prøver) ved Referansestasjon i Stokkbekken og nedstrøms stasjon (st.5 ved E6), i ISCO-vannprøver ved stasjon 3 ved jernbanen og stasjon 5 ved E6 (Fig 22). Målinger er gjort på total fraksjon av prøver, hvilket vil si at det måles både på grunnstoffer som er partikkelbundet og i løst form. Det er en tydelig sammenheng mellom konsentrasjonen av totalt suspendert tørrstoff (STS) i vannprøver (se tabell 3-5, over) og summen av målte grunnstoffer.



Figur 22. (A) Boksplott av summen av alle grunnstoffer (total fraksjon) i mg/l i vannprøver fra fiskeundersøkelser fra nedstrøms (St. 5, E6) og oppstrøms (Referansestasjon). (B) Boksplott av summen av alle grunnstoffer (total fraksjon) i mg/l i vannprøver fra ISCO prøvetakere fra nedstrøms (St. 5, E6) (rød) og oppstrøms (St. 3, Jernbane) (blå). Midtlinjen i hver boks er medianen, mens boksens bunn- og toppstrek viser til 25 og 75 %- kvartilene. De svarte punktene er individuelle målinger.

Ved å sammenligne kun ISCO-prøvene, som er prøver fra flere døgn slått sammen til tre delprøver, er summen av grunnstoffer høyere ved stasjon 3. Dette tyder på, som nevnt over, et relativt høyere bidrag av partikler fra området ved den årsgamle fyllingen, med en påfølgende nedstrøms fortytning.

Det samme mønsteret kan også observeres ved en sammenligning av ISCO vannprøver, enkeltprøver av vann (fra Referanse stasjon og stasjon 5 ved E6) i en PCA. Konsentrasjoner (Fig 23 A, PCA der de to første aksene forklarte 92% av den totale variansen) og mønster (fig 23 B, PCA der de to første aksene forklarte 96% av den totale variansen) av grunnstoffer oppstrøms (St. 3, Jernbane) fra ISCO vannprøver er mere like kontainerprøve enn nedstrøms vannprøver (St. 5, E6).



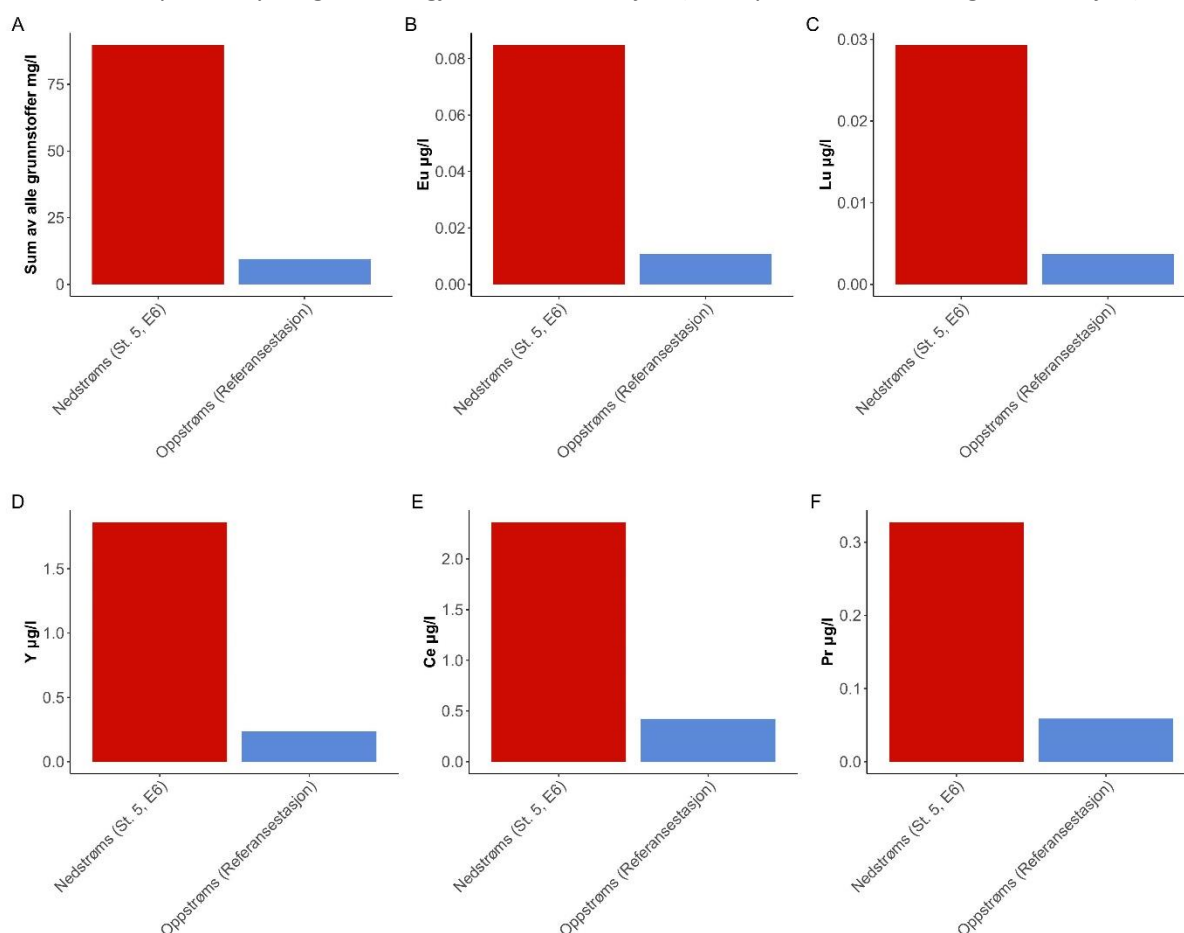
Figur 23. (A) PCA basert på konsentrasjonsdata av grunnstoffer (total fraksjon) fra ICP-MS analyser av vannprøver fra kontainer fra utlekkingsforsøk (trekant, rød), enkeltprøver av vann fra fiskeundersøkelser (firkant, blå nedstrøms (St. 5, E6)), grønn oppstrøms (Referansestasjon) og vannprøver fra ISCO prøvetakere (sirkel, blå nedstrøms (St. 5, E6) og grønn oppstrøms (St. 3, Jernbane)). (B) PCA basert på komposisjonsdata av grunnstoffer (total fraksjon) fra ICP-MS analyser av vannprøver fra kontainer fra utlekkingsforsøk (trekant, rød), enkeltprøver av vann fra fiskeundersøkelser (firkant, blå nedstrøms (St. 5, E6), grønn oppstrøms (Referansestasjon)) og vannprøver fra ISCO prøvetakere (sirkel, blå nedstrøms (St. 5, E6) og grønn oppstrøms (St. 3, Jernbane)).

3.5.3 Grunnstoffer i vannprøver – total og løst fraksjon i prøver fra bekk og utlekkingsforsøk

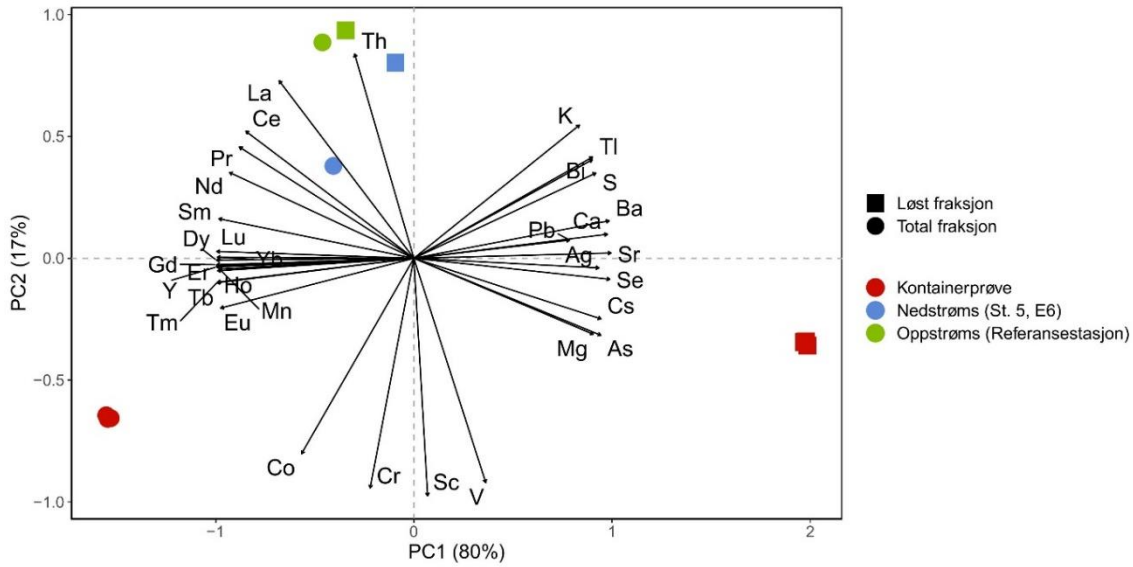
For å spore sprengsteinen brukt til erosjonssikring i bekk ble grunnstoffer analysert både i total og løst fraksjon i vannprøver tatt i forbindelse med utlekkingsforsøk fra kontainer (med sprengstein fra samme forekomst som brukt til erosjonssikring i bekk). Av de sjeldne jordartene (Y, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb og Lu) var >99,9% i partikkel-form. Vi brukte derfor disse grunnstoffene til å spore partikler i vannprøver tatt oppstrøms og nedstrøms av erosjonssikringen (enkeltp prøver tatt samtidig med fiskeundersøkelser) Resultatene viser at sjeldne jordarter i gjennomsnitt var 8 (± 1) ganger så høye nedstrøms (St. 5, E6) som oppstrøms (Referansestasjon) (fig 24).

I en PCA-plot fant vi i tillegg at mønsteret av grunnstoffer nedstrøms (St. 5, E6) var mer lik kontainerprøven enn det oppstrøms (Referansestasjon) vannprøven var (fig 25, PCA der de to første aksene forklarte 97% av den totale variansen).

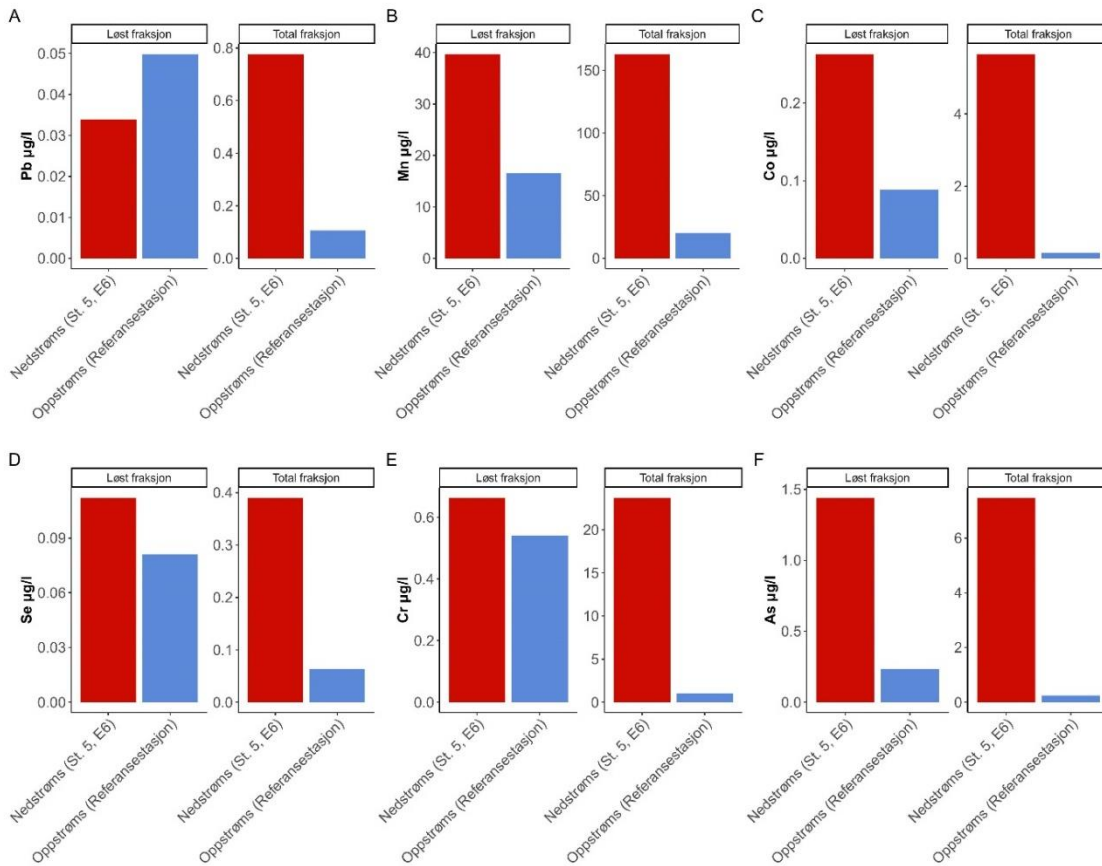
Konsentrasjoner av andre grunnstoffer, som metallene Pb, Mn, Co, Se, Cr, og As oppviste samme trender som sjeldne jordarter. I gjennomsnitt var total og løst fraksjonene av metallene henholdsvis 18 (± 13) og 2(± 2) ganger så høye nedstrøms (St. 5, E6) enn oppstrøms (Referansestasjon) (fig 26). Naturligvis bidrar de høyere partikkelmengdene, målt som STS (tabell 3-5), til høyere konsentrasjoner av metaller, spesielt tydelig når det gjelder total fraksjon (både partikkelbundet og løst fraksjon).



Figur 24. Stolpediagram av summen av alle grunnstoffer (A) i mg/l og et utvalg av sjeldne jordarter; Eu (B), La (C), Y (D), Ce (E) og Pr (F) i µg/l i vannprøver (total fraksjon) fra henholdsvis nedstrøms (St. 5, E6) (rød) og oppstrøms (Referansestasjon) (blå).



Figur 25. PCA basert på komposisjonsdata av grunnstoffer fra ICP-MS analyser av vannprøver fra kontainer fra utlekkingsforsøk (rød), vannprøver fra fiskeundersøkelser (blå nedstrøms (St. 5, E6), grønn oppstrøms (Referansestasjon)) for total fraksjon (sirkel) og løst fraksjon (firkant).

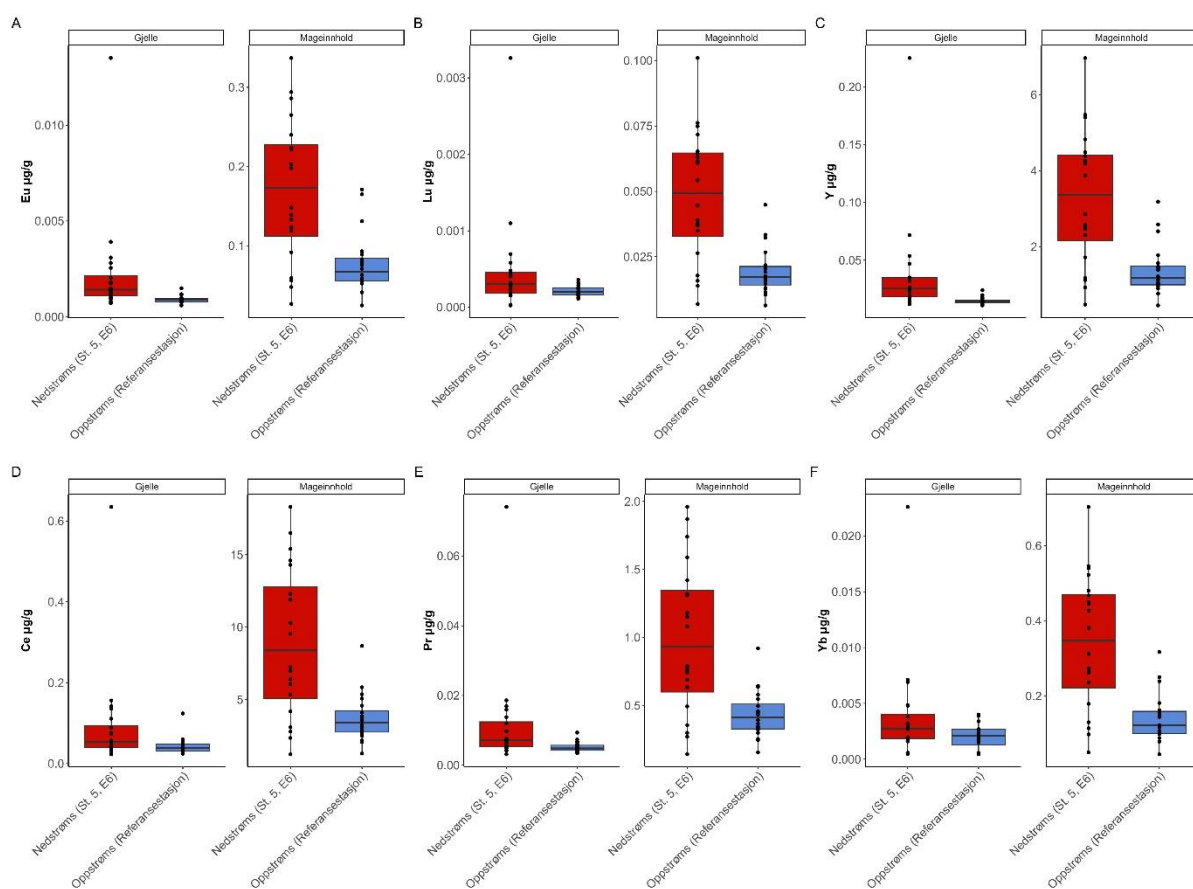


Figur 26. Stolpediagram av et utvalg av metaller; Pb (A), Mn (B), Co (C), Se (D), Cr (E) og As (F) i µg/l i vannprøver fra henholdsvis nedstrøms (St. 5, E6) (rød) og oppstrøms (Referansestasjon) (blå) fordelt på løst og total fraksjon.

3.6 Fisk

3.6.1 Partikkelopptak i fisk

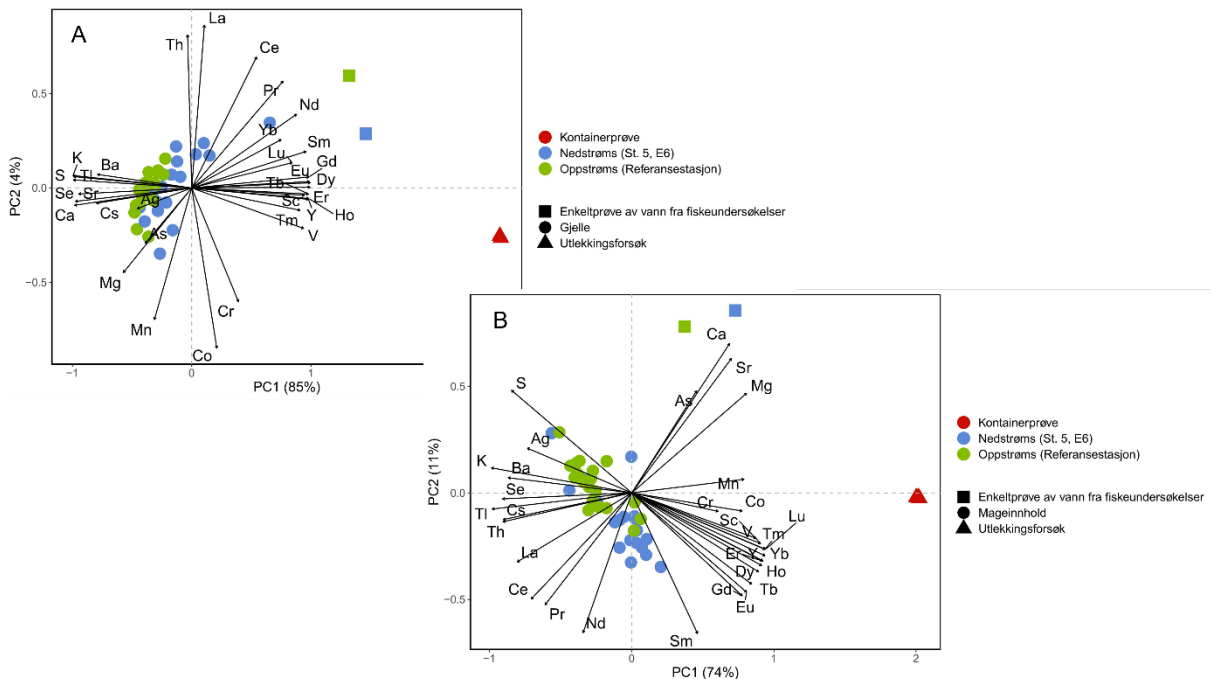
For å spore partikkelopptak i fisk har vi analysert grunnstoffer med ICP-MS i både total og løst fraksjon i vannprøver som ble tatt i forbindelse med utlekkingsforsøket fra kontaineren der sprengstein brukt i erosjonssikring av bekken ble benyttet. Her fant vi at mange sjeldne jordarter (Y, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb og Lu) var >99,9% i partikkel-form. Vi brukte derfor disse grunnstoffene til å spore partikler i gjeller og mageinnhold samt undersøkte om det var forskjeller mellom fisk oppstrøms (Referansestasjon) og nedstrøms stasjon (St. 5, E6). De sjeldne jordartene nevnt over, hadde i gjennomsnitt høyere konsentrasjoner på nedstrøms stasjon (St. 5, E6) sammenlignet med på oppstrøms stasjon (Referansestasjon) i både gjeller (p-verdi 0,02-0,00002) og mageinnhold (p-verdi <0,001), med unntak av Yb for gjeller (p-verdi 0.163). Den største forskjellen mellom stasjonene var i mageinnholdet (fig 27).



Figur 27. Bokplott av et utvalg av sjeldne jordarter; Eu (A), La (B), Y (C), Ce (D), Pr (E) og Yb (F) i µg/g t.v. i fisk fra henholdsvis nedstrøms (St. 5, E6) (rød) og oppstrøms (Referansestasjon) (blå) fordelt på gjeller og mageinnhold. Midtlinjen i hver boks er medianen, mens boksens bunn- og toppstrek viser til 25 og 75 %- kvartilene. De svarte punktene er individuelle målinger.

For å undersøke partikkelopptak i fisk nærmere, sammenlignet vi mønster av grunnstoffer i gjeller og mageinnhold med vannprøver tatt samtidig med fiskeundersøkelsene, samt fra kontainerprøven i utlekkingsforsøket (med sprengstein fra samme forekomst som benyttet til erosjonssikring i bekken). Lignende trender som nevnt over er tydelig også i PCA-plottet for gjeller, vannprøver fra

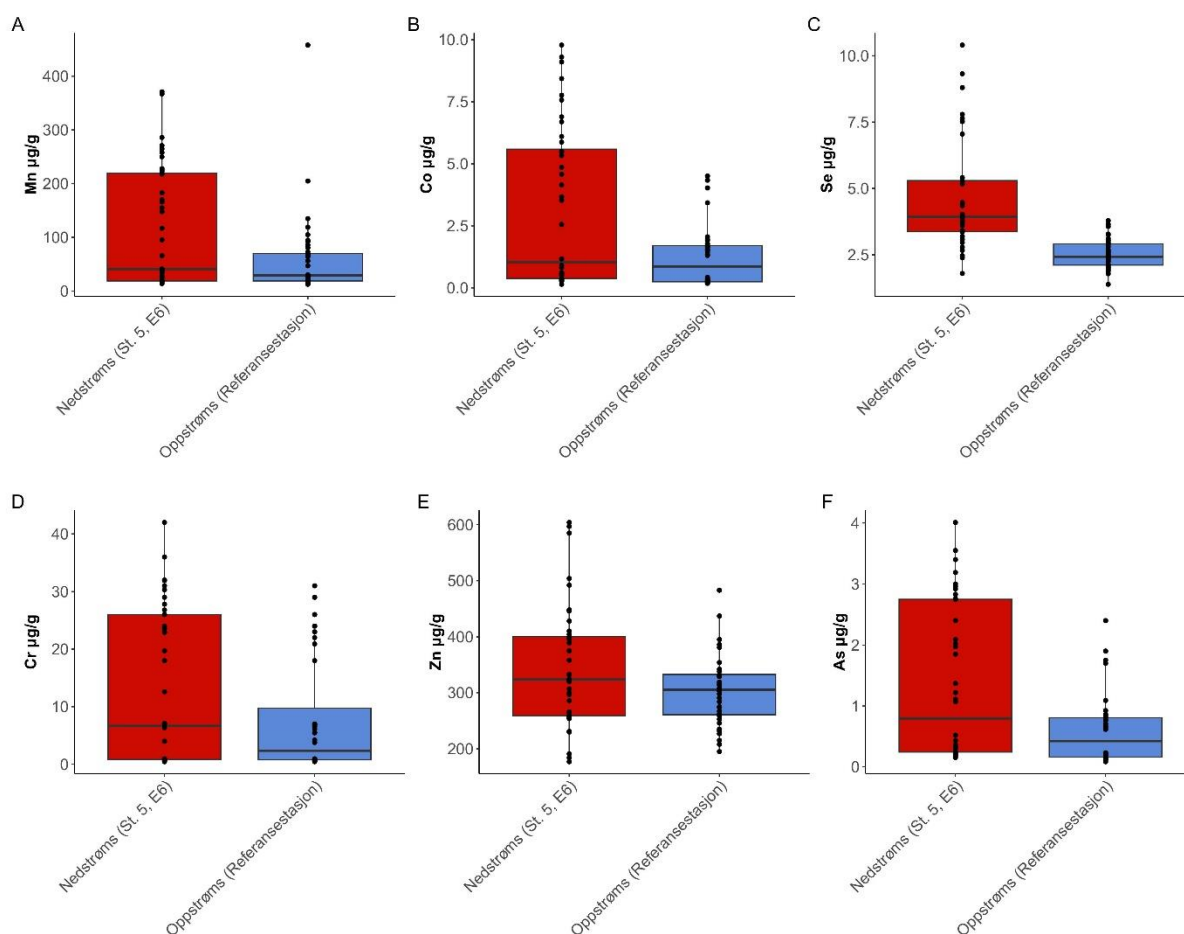
fiskeundersøkelser, og kontainer prøve (PCA, de to første aksene forklarte 89 % av den totale variansen). Komposisjonsmønsteret av grunnstoffer viser at gjeller fra fisk og vannprøver nedstrøms (St. 5, E6) og oppstrøms (Referansestasjon) danner to egne grupper, og at nedstrøms (St. 5, E6) gjeller og vannprøver er noe mere like kontainerprøven sammenlignet med oppstrøms prøver (Referansestasjon) (fig 28 A). Samme trender kan observeres for mageinnhold, vannprøver tatt samtidig med fiskeundersøkelsene, og prøve fra kontainer (PCA, to første aksene forklarte 85% av den totale variansen), men med litt større overlapp mellom nedstrøms (St. 5, E6) og oppstrøms stasjon (Referansestasjon) (fig 28 B).



Figur 28. (A) PCA basert på komposisjonsdata av grunnstoffer fra ICP-MS analyser av gjeller (sirkel, blå nedstrøms (St. 5, E6), grønn Oppstrøms (Referansestasjon)), enkeltprøver av vann fra fiskeundersøkelser (firkant, blå nedstrøms (St. 5, E6), grønn Oppstrøms (Referansestasjon)) og kontainerprøve fra utlekkingsforsøket (trekant, rød). (B) PCA basert på komposisjons data av grunnstoffer fra ICP-MS analyser av mageinnhold (sirkel, blå nedstrøms (St. 5, E6), grønn Oppstrøms (Referansestasjon)), enkeltprøver av vann fra fiskeundersøkelser (firkant, blå nedstrøms (St. 5, E6), grønn Oppstrøms (Referansestasjon)) og kontainerprøve fra utlekkingsforsøket (trekant, rød).

Resultatene viser at nedstrøms stasjon har et mønster av sjeldne jordarter som er mer sammenlignbart med kontainerprøven fra utlekkingsforsøket, enn det oppstrøms stasjon (referansestasjon) har, både når det gjelder vannprøver og biologiske prøver (gjeller og mageinnhold hos fisk). Som resultatene i kp.3.5.2 viste, er mønsteret av alle målte grunnstoffer, herunder sjeldne jordarter, mer likt mellom oppstrøms stasjon 3 og kontainerprøven, enn mellom nedstrøms stasjon og kontainerprøven. Resultatene tyder på at nedstrøms stasjon er påvirket av partikler fra sprengstein. Allikevel er ulikhetene i sammensetningen liten, noe som sannsynligvis skyldes det naturlige bidraget fra nedbørsfeltet.

Konsentrasjoner av andre grunnstoffer enn sjeldne jordarter i gjeller som metallene Mn, Co, Se, Cr, Zn og As oppviste samme trender som sjeldne jordarter, med gjennomsnittlig høyere konsentrasjoner nedstrøms (St. 5, E6) enn oppstrøms (Referansestasjon) (fig 29). Men signifikante forskjeller ble bare funnet for Co, Se, og As (p -verdier $<0,001$).



Figur 29. Boksplott av metaller Mn (A), Co (B), Se (C), Cr (D), Zn (E) og As (F) i $\mu\text{g/g}$ t.v. i gjeller fra hhv. nedstrøms (St. 5, E6) (rød) og oppstrøms (Referansestasjon) (blå). Midtlinjen i hver boks er medianen, mens boksens bunn- og toppstrek viser til 25 og 75 %- kvartilene. De svarte punktene er individuelle målinger.

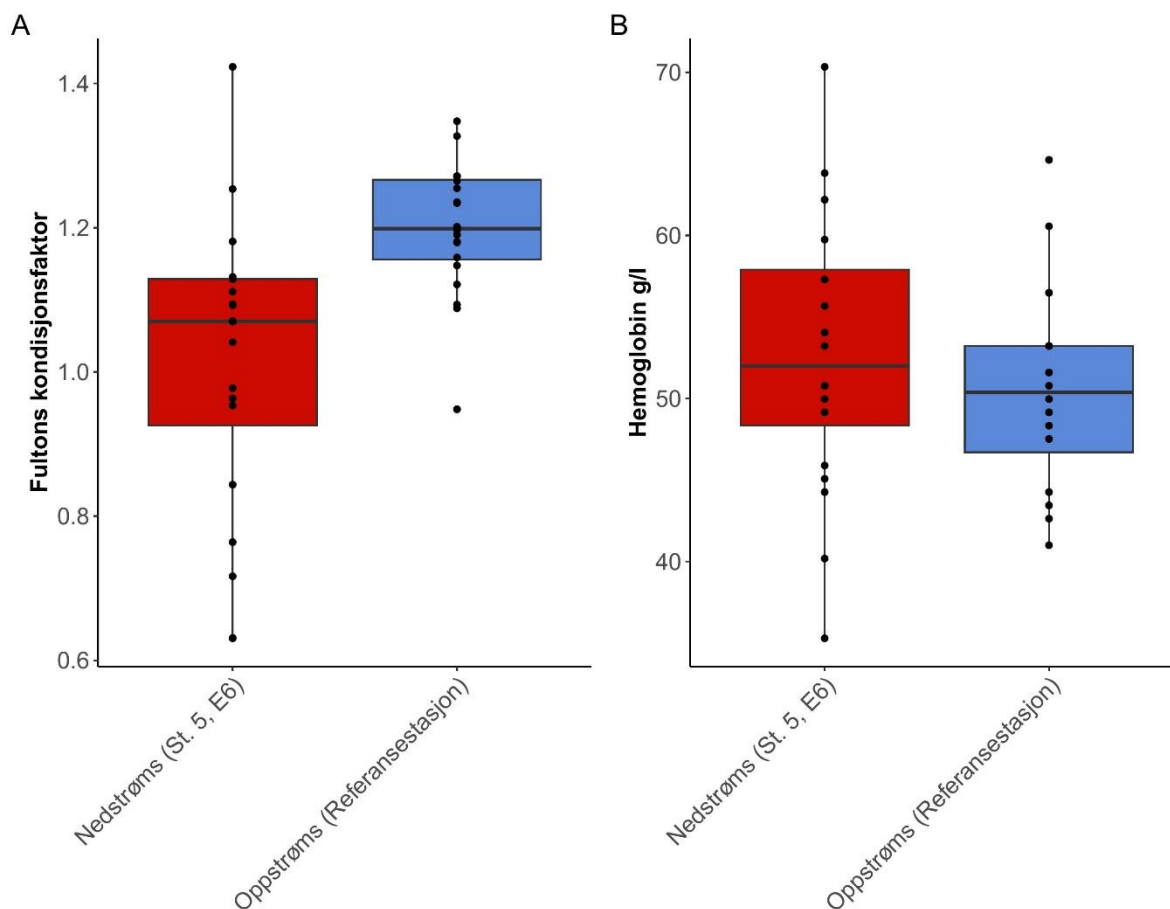
Økning av Se i gjeller på nedstrøms stasjon skyldes sannsynligvis økende tilførsel fra den marine leiren som utgjør en proporsjonalt økende andel av tilførselen av metaller nedover i bekken. Av de undersøkte metallene er As det metallet som mest sannsynlig kan tilskrives påvirkning fra sprengstein (grønnstein).

Co ligger naturlig høyt (16,7 mg/kg) i flomsedimenter i Trondheimsområdet (Ottesen m. fl, 2000). Sammenlignet med konsentrasjoner målt i gjeller på ørret i urbane Oslo-elver (Garmo m.fl., 2020) og i Nitelva ved Lillestrøm,

Det finnes ikke grenseverdier for gjeller i fisk, men det er tidligere klassifisert tilstand for blåskjell, som kan gi en pekepinn: her er < 10 mg/kg klassifisert som ubetydelig - lite forurenset (Molvær m.fl., 1997). Vi ser en sammenheng mellom økte konsentrasjoner av As i vann ved stasjon 3 (jernbane), som sannsynligvis delvis måler på en gammel sikring (2021), og økte konsentrasjoner i gjeller på nedstrøms fisk, som ikke gjenspeiles i gjeller på oppstrøms stasjon (referanse fisk). Konsentrasjoner på mellom 10 til 50 $\mu\text{g As/L}$ ser ut til å kunne føre til fysiologiske endringer i fisk, spesielt ved langvarig eksponering (Venture-Lima m.fl., 2009; Tuulaikhuu m.fl., 2015). Det ble ikke målt konsentrasjoner tilsvarende nivåer som kan medføre fysiologiske endringer i fisk. Selv om det anses som lite sannsynlig, utfra målte

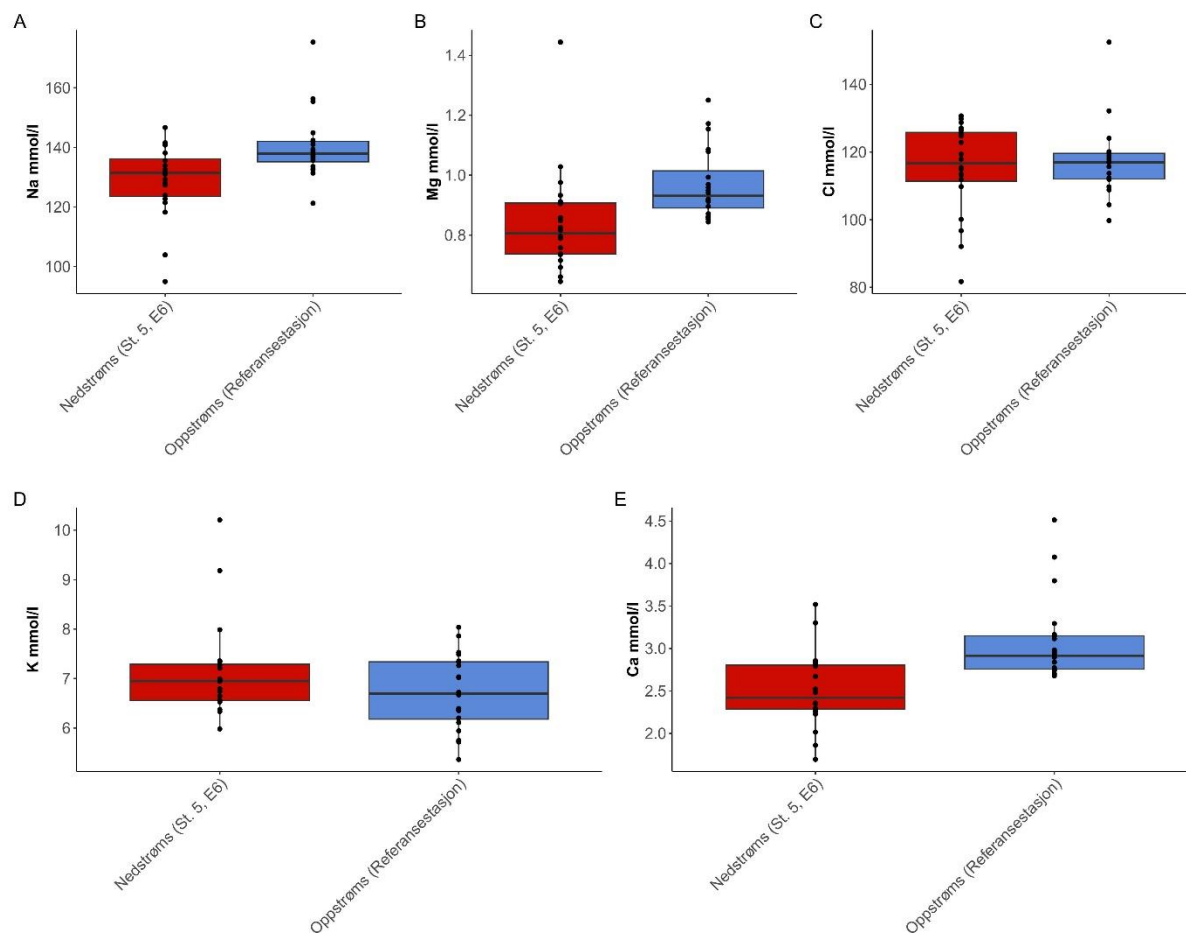
konsentrasjoner og refererte toksitetstester, kan det allikevel forekomme episodiske konsentrasjoner med potensielt skadelige nivåer av arsen. Utfra en observert tydelig nedstrøms fortykning vil en slik potensiell effekt være begrenset til område tett opptil en steinfylling.

Hemoglobinverdier i blodet til fisken varierte mellom 35-70 g/l nedstrøms (St. 5, E6) og 41-65g/l oppstrøms (Referansestasjon), og gjennomsnittet var høyere nedstrøms (St. 5, E6) (53 ± 9 g/l) enn oppstrøms (Referansestasjon) (51 ± 6 g/l; fig 30 B), men ikke signifikant ulikt (p-verdi 0.328). Dette tyder på at fisken på nedstrøms stasjon har litt mer besvær med oksygenopptak. Derimot var kondisjonsfaktor signifikant høyere oppstrøms (Referansestasjon) ($1,2 \pm 0,1$) enn nedstrøms (St. 5, E6) ($1 \pm 0,2$; fig 30 A; p-verdi <0,001).



Figur 30. Boksploott av fultons kondisjonsfaktor (A) og hemoglobin verdier (g/l) i blod fra henholdsvis nedstrøms (St. 5, E6) (rød) og oppstrøms (Referansestasjon) (blå). Midtlinjen i hver boks er medianen, mens boksens bunn- og toppstrek viser til 25 og 75 %- kvartilene. De svarte punktene er individuelle målinger.

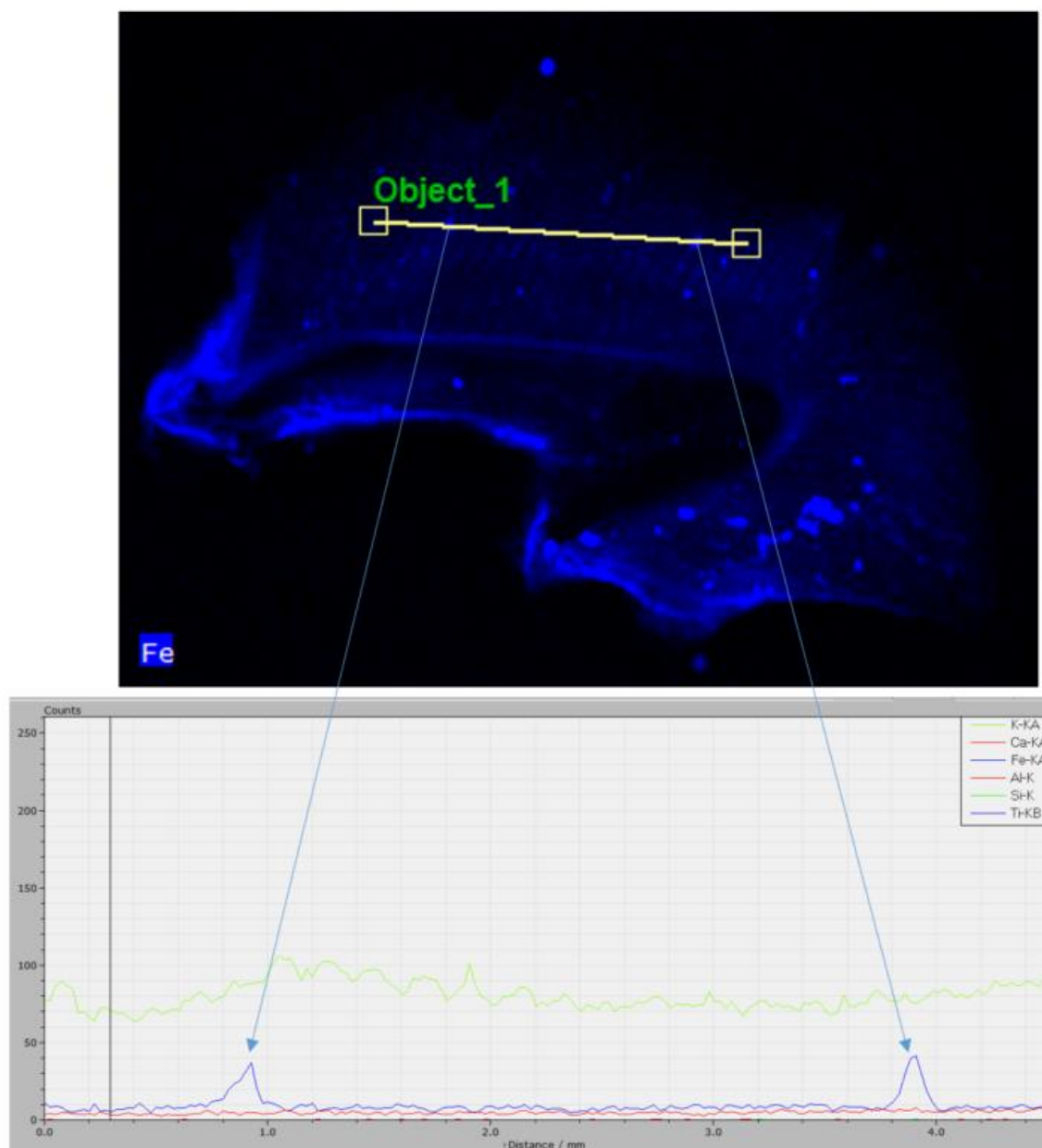
Blodplasmaverdier av Na, Mg og Ca var signifikant (p-verdier<0,001) høyere oppstrøms (Referansestasjon) enn nedstrøms (St. 5, E6) (fig 31). Cl i blodplasma var også høyere oppstrøms, men det ble ikke funnet en signifikant forskjell. Mens K i plasma viste den motsatte trenden og var litt høyere nedstrøms, men forskjellen var ikke signifikant. Rådata finnes i vedlegg H.



Figur 31. Bokplott av Na (A), Mg (B), Cl (C), K (D) og Ca (E) og As (F) i mmol/l i blodplasma fra hhv. nedstrøms (St. 5, E6) (rød) og oppstrøms (Referansestasjon) (blå). Midtlinjen i hver boks er medianen, mens boksens bunn- og toppstrek viser til 25 og 75 %- kvartilene. De svarte punktene er individuelle målinger.

3.7 Avsetning av partikler på gjeller - μ XRF analyse

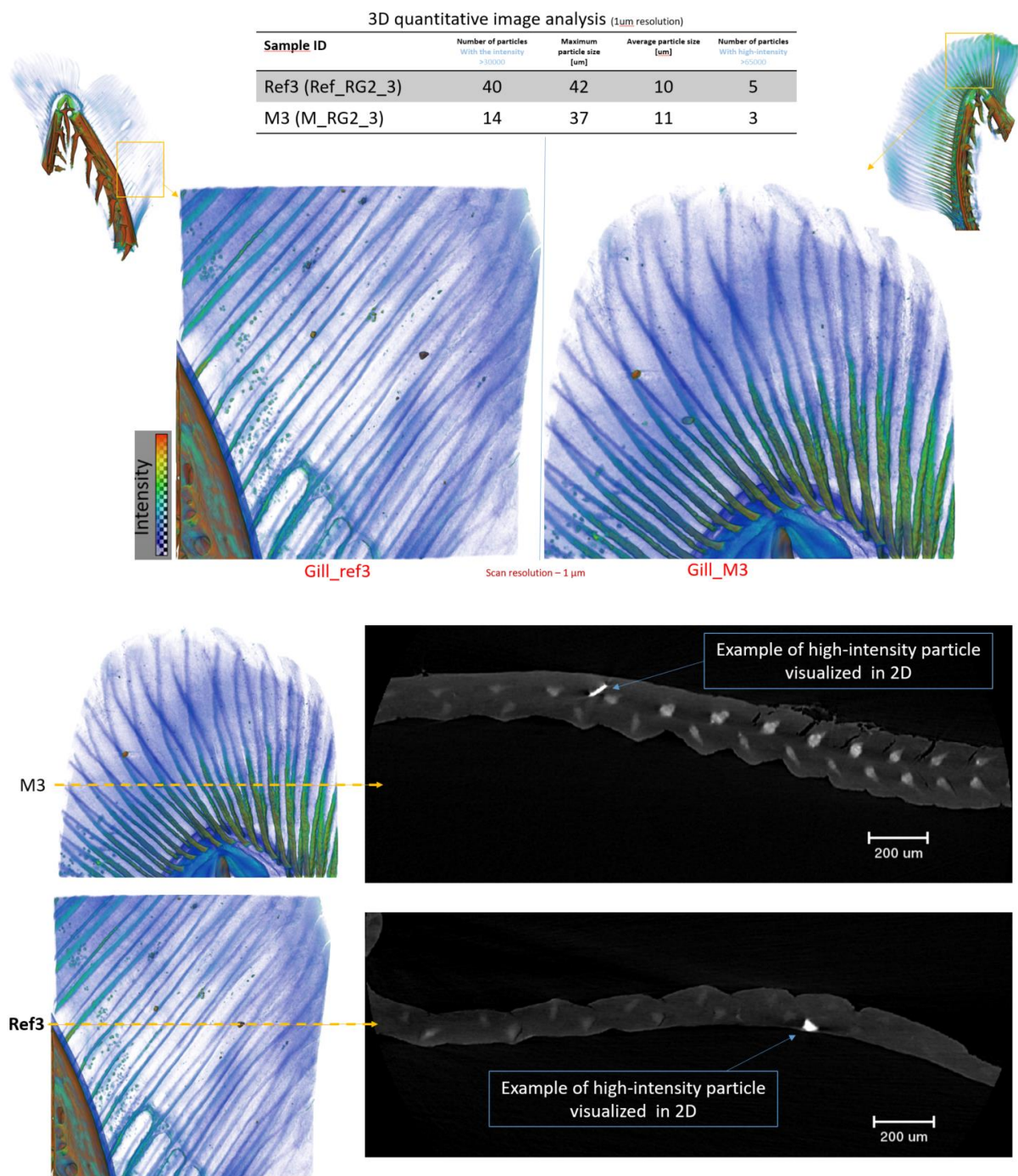
Avsetningene på de undersøkte gjellene var så lav at det ikke var mulig å detektere noen mineralpartikler med denne metoden. Det var noen hotspots med Fe, men dette var trolig koagulert blod, da de ikke korresponderte med andre grunnstoffer som er typisk for mineraler (Figur 32). Disse resultatene kan sees i kontrast til tidligere studier hvor mineralpartikkelavsetning på fiskegjeller kunne identifiseres ved hjelp av samme metode (Teien et al., 2017). For komplett analyserapport, se elektronisk vedlegg, E2 [Elektronisk vedlegg E2 \$\mu\$ XRF analyse.pptx](#)



Figur 32. Viser μ XRF av gjelle fra fisk (individ M1) på nedstrøms stasjon ved E6. Kun jern (Fe) varierer.

3.8 Avsetning av partikler på gjeller - μ CT analyse

Resultatene fra μ CT analysen viser at partikkelpåslaget på gjeller hos fisk fra referansestasjonen oppstrøms var større enn på nedstrøms stasjon, st.5, ved E6 (figur 33). For flere bilder, se elektronisk vedlegg E3 [Elektronisk vedlegg E3 uCT analysepptx.pptx](#)



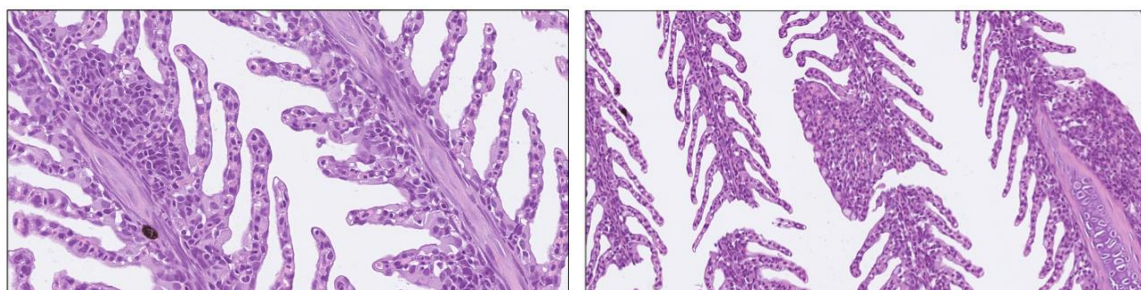
Figur 33. Viser partikkelpåslag på gjeller på fisk (individ M3) på nedstrøms stasjon st. 5 ved E6, og individ (Ref. 3) på oppstrøms referansestasjon.

3.9 Histopatologi gjeller

Det var generelt sparsomme forandringer i gjellene og totalt sett vurdert som ingen betydelige observerbare forskjeller mellom prøver av mulig affisert gruppe (fisk på nedstrøms stasjon, 5 individer) og referansegruppe (fisk på oppstrøm stasjon, 5 individer). Figur 34 og 35. viser bilder av gjeller fra enkeltindivider på nedstrøms stasjon. Figur 36 og 37 viser bilder gjeller fra enkeltindivider på oppstrøms referansestasjon.

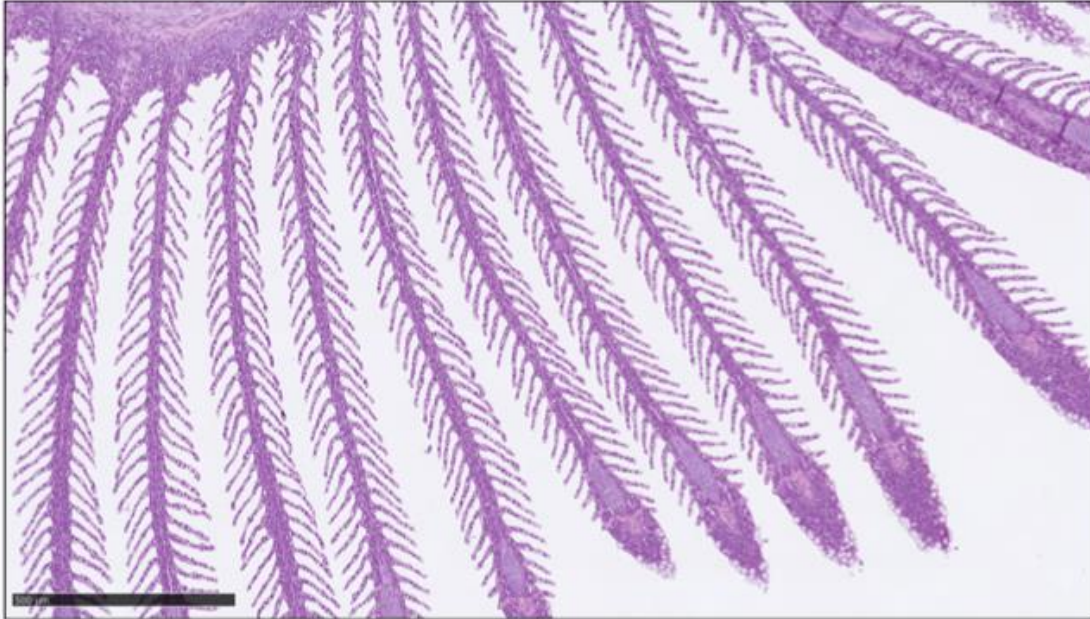


Figur 34. Nedstrøms stasjon, individ M1. Øverst: Oversiktsbilde av eksempelprøve som viser stort sett frie, tynne lameller. Nede til venstre: Område av gjellefilament med enkel, epiteliocystelignende struktur mellom et par lameller. Nede til høyre: Område av gjellesnitt med eksempel på inflammasjon i lameller/filament.

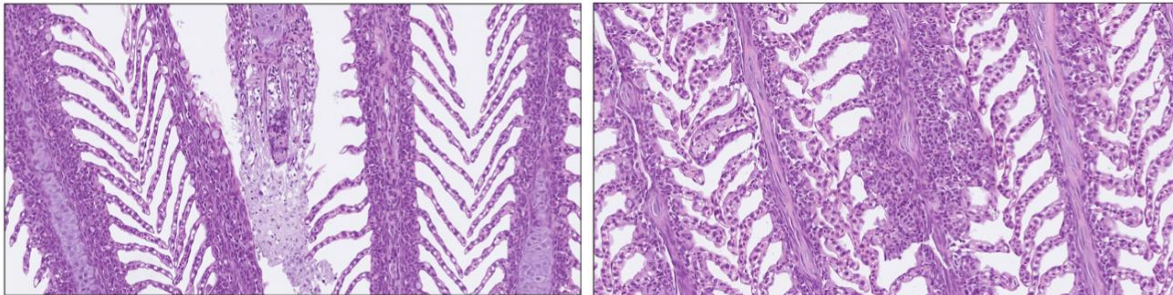


Figur 35. Nedstrøms stasjon, individ M10 til venstre og M15 til høyre. Bildet til venstre viser område av gjellesnitt med eksempel på inflammasjon, lamellær epitelcellehyperplasi og hyperplasi av kloridceller. Mulig også noe begynnende «lifting» av epitellag i lameller. Bildet til høyre viser område av gjellesnitt med noen sammenvokste lameller i filament,

trolig som følge av lamellær epitelcelle hyperplasi. Det sees også noe lamellær kloridcelle hyperplasi.



Figur 36. Oppstrøms stasjon, individ Ref15. Oversiktsbilde av eksempelprøve som viser stort sett frie, tynne lameller.



Figur 37. Oppstrøms stasjon, Ref 1 til venstre og Ref 5 til høyre. Bildet til venstre viser område av gjellesnitt ved nekrotiske forandringer i tuppen (apeks) av filament lokalisert i midten av bildet, mulig som følge av fysisk skade. Nærliggende gjellfilament fremstår imidlertid som mer normale. Bildet til høyre viser område av gjellesnitt med inflammasjon og epitelcellehyperplasi i lameller og filament sentralt i bildet, med sirkulasjonsforstyrrelser (blødning/stuvning) i enkelte lameller og noe «lifting» i lameller. Også noe lamellær kloridcelle hyperplasi.

3.10 Bunndyr

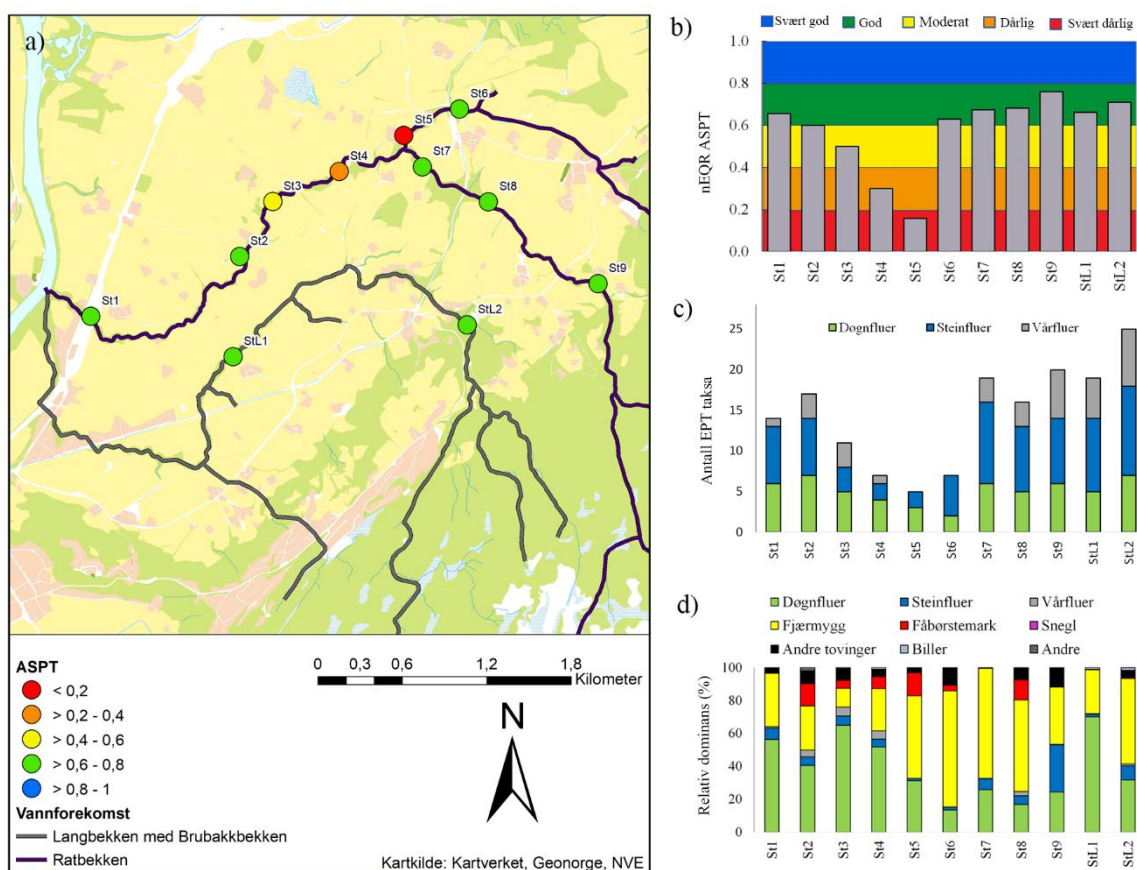
Prøver av bunndyrsamfunn i 2022 er vurdert på bakgrunn av mengdeforhold i prøvene samt avvik fra forventet ASPT-verdi, EPT-mangfold og relativ bunndyr-sammensetning. Fullstendig taksaliste er vist i **vedlegg C**.

Bunndyrprøver ved stasjonene i Ratbekken/Stokkbekken og Langbekken viste forholdsvis mye dyr (gjennomsnitt ~ 3300 individer og standardavvik ~ 4200 individer pr. prøve). Det laveste individantallet ble funnet om våren ved St4 (nedstrøms en nylig sikret strekning) samt om høsten ved St6, hhv 400 og 700 individer. Prøvene viser generelt at det er mye byttedyr for fisk i vassdragene, på tross av pågående arbeid med erosjonssikring. Flere av stasjonene viser imidlertid tydelige tegn til menneskelig påvirkning uttrykt ved ASPT, EPT-mangfold og relativ bunndyr-sammensetning (Fig. 38-39). Prøvene sett under ett viser redusert EPT-mangfold og dominans av tovinger, fåbørstemark og døgnfluer på bekostning av spesielt steinfluer. Noe av effektene på bunndyr skyldes sannsynligvis arbeidet med erosjonssikring, men det er også andre fremtreende påvirkningskilder i nedbørsfeltene. Med unntak av bunndyrsamfunnene ved referansestasjonene, viser vassdraget tegn til generell landbrukspåvirkning, inkludert tilførsler av næringssalter og forurensing med lettomsattelig organisk stoff.

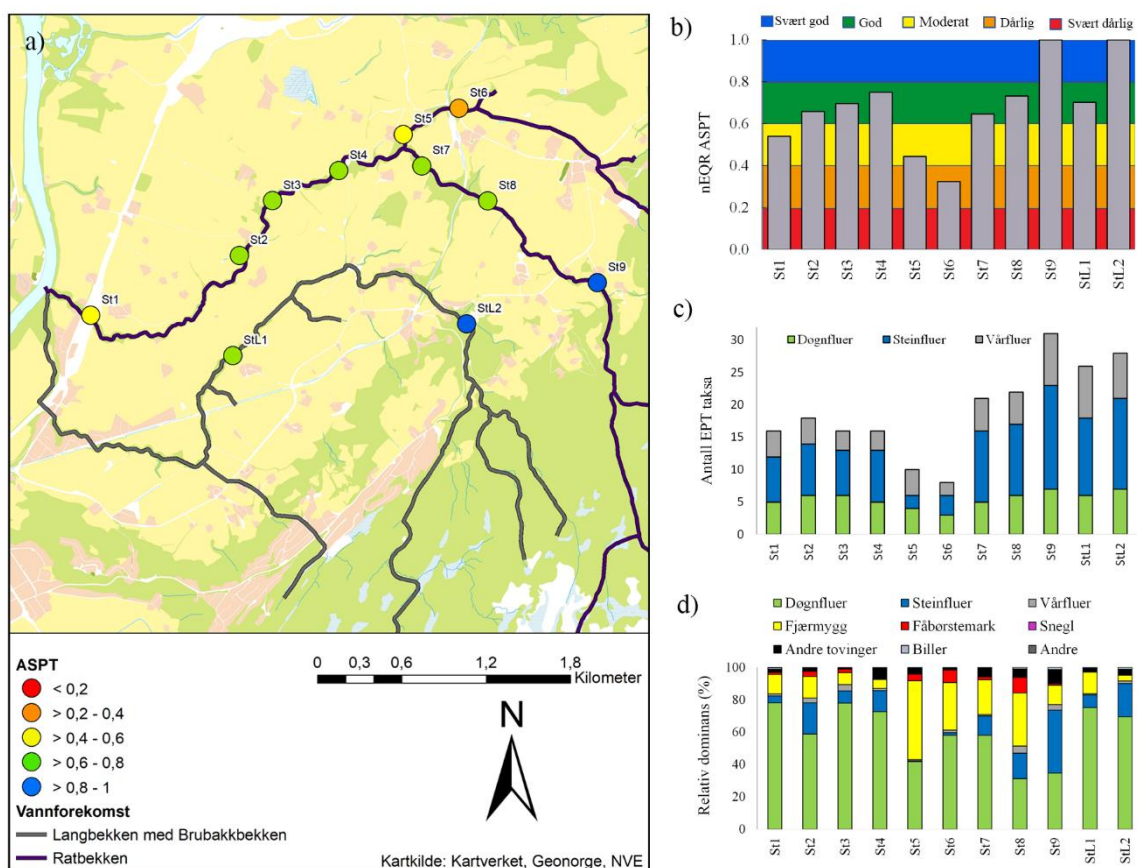
Om våren ga indeksene størst utslag ved St 3-6, vist ved lave ASPT-verdier (unntatt St 6 Fig. 38a), lave EPT-mangfold (Fig. 38 c), og høy dominans av tovinger og fåbørstemark (Fig. 38 d). Indeksene viste bedre tilstand ved St 1-St 2 og St 7-St 8, men også disse stasjonene indikerer påvirkning ved EPT-mangfold og/eller dominansforhold. Om høsten viste referansestasjonene best tilstand ved ASPT (*svært god*), mens St 1 og St 5-St 6 viste størst påvirkning (*moderat-dårlig*; Fig 39). Spesielt St6 skilte seg negativt ut om høsten, og viser at økologisk tilstand ved ASPT om våren ikke gir et riktig bilde av tilstand ved stasjonen over tid. St 3-St 4 viste betydelig bedre forhold om høsten enn om våren, på tross av pågående gravearbeid i bekken under prøvetakingen om høsten.

Prøvene som helhet viser at både Ratbekken/Stokkbekken og Langbekken i øvre deler har bunndyrsamfunn som er lite påvirket. Dyr fra disse samfunnene vil naturlig drive med elvestrømmen og kolonisere områder nedstrøms når forholdene er gunstige. Vi tror arbeidene med erosjonssikring i vassdragene vil ha en forbigående effekt på bunndyrsamfunnene, uttrykt ved de utvalgte indeksene med prøver tatt fra strykpartier. Når det skal måles effekter av tiltakene på lengre sikt, er det imidlertid viktig å ta hensyn til de andre påvirkningstypene og -kildene i nedbørsfeltene. Spesielt fremstår området ved St6 betydelig påvirket fra kilder oppstrøms prøvepunktet.

Arbeidet har ikke hatt som mål å gjøre en fullstendig artsinventering i elvene inkludert kantsonehabitater. Vi kan derfor ikke si noe om effekter på enkeltarter som ikke omfattes av den valgte tilnærmingen for biologisk overvåking.



Figur 38. Kartutsnitt med prøvetakingsstasjoner og resultater for bunndyrindeksene ASPT, EPT-mangfold og relativ dominans i Ratbekken (St1-St9) og Langbekken (StL1-StL2). Resultatene vises for prøver tatt om våren i 2022. Beskrevet som nEQOR ligger økologisk tilstand ved ASPT på en skala mellom 0 og 1, hvor de ulike klassegrensene er gitt ved henholdsvis: 0-0,2; 0,21-0,4; 0,41-0,6; 0,61- 0,8; 0,81 – 1 (*svært dårlig; dårlig; moderat; god; svært god*). St9 og StL2 ligger oppstrøms områder med utførte erosjonssikrings-tiltak.



Figur 39. Kartutsnitt med prøvetakingsstasjoner og resultater for bunndyrindeksene ASPT, EPT-mangfold og relativ dominans i Ratbekken (St1-St9) og Langbekken (StL1-StL2). Resultatene vises for prøver tatt om høsten i 2022. Se figurtekst til Figur 1 for detaljer.

4 Konklusjon

Resultatene fra undersøkelsen i Stokkbekken i juni 2022, viser at partikkelkonsentrasjonen øker nedover i bekkeløpet, målt som turbiditet og STS, og kan i deler av undersøkelsesperioden knyttes opp mot pågående sikringsarbeid i oppstrøms bekkeløp. Partiklene på nedstrøms stasjon er noe mer like partikler fra utlekkingsforsøk når det gjelder morfologi (form og størrelse), hvor tendensen er en økning mot mer kantede (mindre runde) og større partikler i kontainerprøven fra utlekkingsforsøket med samfengt sprengstein og på nedstrøms stasjon, sammenlignet med prøver tatt på oppstrøms referansestasjon (bekkeløp som ikke er berørt av sikringsarbeid). Resultatet viser også at mønsteret av grunnstoffer (sjeldne jordarter og metaller) på nedstrøms stasjon ved E6 var mer lik kontainerprøven enn det vannprøven fra oppstrøms referansestasjon var.

Konsentrasjoner av STS, nitrogen (nitrat, ammoniakk) og metaller er høyere nedstrøms en eldre sikring i Hørsdalsbekken (ved jernbanen) enn på nedstrøms stasjon i Stokkbekken ved E6. Begge stasjonene har høyere konsentrasjoner enn referansestasjonen. Dette tyder på noe utlekking av nitrogen og metaller fra sprengstein på oppstrøms stasjon. Både resultatet fra utlekkingsforsøket og prøver fra oppstrøms stasjon underbygger at sprengsteinen gir økte konsentrasjoner av metaller, spesielt for arsen (som tilsvarer moderat tilstandsklasse). Det foregår allikevel en nedstrøms fortykning av metaller, som tilsier at toksiske av effekter metaller på ferskvannsorganismer som følge av sikringen, er lite sannsynlig. Det samme gjelder ammoniakk toksisitet, som gitt målte variasjoner i pH og målte konsentrasjoner av ammonium i bekken er langt under nivåer som gir både akutte og kroniske effekter på ferskvannsorganismer. Utlekkingsforsøket viser også at ammonium raskt omdannes til nitrat, slik at de høyeste ammoniumkonsentrasjonene vil forekomme tett opptil sikringsområdet, og raskt avta nedstrøms som følge av nitrifisering. Resultatene fra undersøkelsen viser at det sannsynligvis er noe påvirkning på nedstrøms stasjon, på partikkelmorfologi og vannkjemi, som følge av oppstrøms sikringsarbeid med sprengstein.

Undersøkelsen av fisk viste at det var sammenfallende likheter mellom mønsteret for grunnstoffer i vannprøvene, når disse ble sammenlignet med komposisjonsdata for gjeller og mageinnhold. Gjeller og mageinnhold for fisk fra nedstrøms stasjon ved E6 har et mønster som skiller seg fra tilsvarende prøver fra oppstrøms referansestasjon, i tillegg er gjeller og vannprøver fra nedstrøms stasjon ved E6 noe mere like kontainerprøven fra utlekkingsforsøket enn det prøver fra oppstrøms referansestasjon er. Dette antyder at partikkelopptaket i fisk på nedstrøms stasjon utgjør en kombinasjon av partikler fra både naturlige kilder og oppstrøms påførte sprengsteinsmasser, hvor sistnevnte kilde sannsynligvis utgjør en mindre andel av det totale bidraget partikler.

Til tross for periodisk høyere partikkelkonsentrasjoner, noe mer kantede partikler og økte konsentrasjoner av metaller og ammonium på nedstrøms stasjon sammenlignet med referansestasjonen, finner vi ingen tydelige effekter på fisk, målt som hemoglobinverdier (proxy for oksygenopptak), avsetning av partikler på gjeller eller histopatologiske endringer på gjeller (mekaniske skader). Det var små variasjoner i blodkjemi, med noe høyere verdier av natrium, kalsium og magnesium på fisk fra referanse stasjon sammenlignet med nedstrøms stasjon, og motsatt for kalium. Sistnevnte kan antyde noe større fysiologisk stress hos fisk på nedstrøms stasjon relatert til ioneregulering. Effekten kan allikevel skyldes andre forhold i bekken enn oppstrøms erosjonssikring, slik som naturlige variasjoner i nedbørsfeltet, og ulik grad av avrenning fra landbruk. På både nedstrøms stasjon og referansestasjon framstår fisken som jevnt over i god kondisjon, med noe bedre kondisjon på fisk på referansestasjonen. Dette skyldes trolig periodevis forhøyet turbiditet på nedstrøms stasjon som følge av oppstrøms gravearbeid, som vil kunne redusere siktbarhet for fisk som

beiter bunndyr. Undersøkelsen av bunndyr viser allikevel at det generelt er mye byttedyr for fisk i vassdragene, på tross av pågående arbeid med erosjonssikring. Resultatene viser at stasjoner som var ferdigsikret ett og to år forut for undersøkelsen har god tilstand mht. antall og sammensetning. Arbeidene med erosjonssikring i vassdragene vil trolig ha en forbigående effekt på bunndyrsamfunnene, hvor tidligere sikrede deler av bekken raskt koloniseres fra oppstrøms upåvirkede bekkestrekninger.

Med bakgrunn i de innsamlede data, framstår effektene på bunndyr og fisk som følge av erosjonssikringen av Stokkbekken/Hørsdalsbekken som marginale og forbigående.

5 Referanser

Aitchison, J. (1986). *The Statistical Analysis of Compositional Data*. Chapman & Hall.

Aitchison, J., & Greenacre, M. (2002). Biplots of compositional data. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 51(4), 375-392. doi:10.1111/1467-9876.00275

Bergan, M.A., 2015b. Problemkartlegging og overvåking av sidevassdrag til Gaula i 2014. - NINA Minirapport 538. Norsk institutt for naturforskning.

Bergan, M.A. & Arnekleiv, J.V. 2009. Vurdering av økologisk tilstand i bekker og mindre elver i vannområdene Nidelva og Gaula i Sør-Trøndelag 2008. NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk notat 2009:2. NTNU Vitenskapsmuseet.

Bergan, M. A. & Solem, Ø. 2016. Problemkartlegging og overvåking av sidevassdrag til Gaula. Årsrapport 2015.- NINA Rapport 1242. Norsk institutt for naturforskning.

Bergan, M. A. & Solem, Ø. 2018. Problemkartlegging, ungfiskovervåking og anslag på tapt areal og redusert produksjonsevne i små sidevassdrag til Gaula. NINA Rapport 1497. Norsk institutt for naturforskning.

Bergan, M. A. & Solem, Ø. 2020. Problemkartlegging og ungfiskovervåking i små sidevassdrag til Gaula. Undersøkelser i 2019. NINA Rapport 1741. Norsk institutt for naturforskning.

Bergan, M. A. & Solem, Ø. 2021. Problemkartlegging og ungfiskovervåking i små sidevassdrag til Gaula. Undersøkelser i 2020. NINA Rapport 1936. Norsk institutt for naturforskning.

Bergan, M. A. & Solem, Ø. 2022. Ungfiskovervåking, problemkartlegging og oppfølging av tiltak i små sidevassdrag til Gaula. Undersøkelser i 2021. NINA Rapport 2109. Norsk institutt for naturforskning.

Berger, H.M., Bergan, M.A., Nøst, T. & Hellem, T. 2008. Fastsetting av økologisk tilstand i bekker og mindre elver i Trøndelag – Utprøving av metoder. Fagrapport oktober 2008. Interkommunalt Samarbeidsprosjektet (IKS) i Vannregion Trøndelag

Bilotta, G.S. and Brazier, R.E. 2008. Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota (Review). *Water Res.* 42: 2849-2861.

Bjerknes, V., og Aanes, K.-J. 1990. Anleggsarbeid på RV13 ved Bulken i Voss kommune. Effekter på vannkvalitet og bunndyr. NIVA-rapport 2428.

Brinkman S. F., Woodling J. D., Vajda A. M., Norris D. O., 2009 Chronic toxicity of ammonia to early life stage rainbow trout. *Transactions of the American Fisheries Society* 138(2):433-440.

Byrnes, I., Lind, O.C., Hansen, E.L., Janssens, K., Salbu, B., 2020. Characterization of radioactive particles from the Dounreay nuclear reprocessing facility. *Sci. Total Environ.* 727, 138488-138488

Byrnes, I., Rossbach, L.M., Jaroszewicz, J., Grolimund, D., Ferreira Sanchez, D., Gomez-Gonzalez, M.A., Nuyts, G., Reinoso-Maset, E., Janssens, K., Salbu, B., Brede, D.A., Lind, O.C., (2023). Synchrotron XRF

and Histological Analyses Identify Damage to Digestive Tract of Uranium NP-Exposed *Daphnia magna*. *Environ. Sci. Technol.* <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c07174>.

Bækken, T., og Tjomsland, T. 2005. Utslipp av tunnelvann til Korten-bekken. Virkninger på sediment og biologi i Kortenbekken, Homannsbekken og Ilene naturreservat. NIVA-rapport 4948-2005.

Clark, T.D., Eliason, E.J., Sandblom, E., Hinch, S.G. & Farrell, A.P. 2008. Calibration of a hand-held haemoglobin analyser for use on fish blood. *Journal of Fish Biology*, 73, pp. 2587-2595.

Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.

Erickson RJ (1985) An evaluation of mathematical models for the effects of pH and temperature on ammonia toxicity to aquatic organisms. *Water Res*19:1047–1058 Emerson K, Russo R, Lund RE,

Greenacre, M. (2018). *Compositional Data Analysis in Practice*. Chapman & Hall/CRC.

Hessen, D.O., Bjerknes, V., Bækken, T. og Aanes, K.-J. 1989. Økt slamføring i Vetlefjordelva som følge av anleggsarbeid. Effekter på fisk og bunndyr. NIVA-rapport 2226

Hessen, D.O. 1992. Uorganiske partikler i vann – effekter på fisk og dyreplankton. NIVA-Rapport 2787.

Jacobsen, P., Grande, M., Aanes, K., Kristiansen, H., Andersen, S. 1987. Vurdering av årsaker til fiskedød ved G.P. Jæktvik AS. Langstein. NIVA-rapport nr. 2038. 38 s. I: Bjerknes, V., Tjomsland, T., Rye, N., 1995. Igangkjøring av Hekni Karftverk. I. Konsekvensanalyse av partikkelforurensning. NIVA-rapport nr. 3228.

Järslskog I, Jaramillo-Vogel D, Rausch J, Perseguers S, Gustafsson M, Strömvall AM, Andersson-Sköld Y. Differentiating and quantifying carbonaceous (tire, bitumen, and road marking wear) and non-carbonaceous (metals, minerals, and glass beads) non-exhaust particles in road dust samples from a traffic environment. *Water, Air, & Soil Pollution*. 2022 Sep;233(9):375.

Kefford, B.J., Zaluzniak, L., Dunlop, J.E., Nuggeoda D., Choy S.C. 2010. How are macroinvertebrates of slow flowing lotic systems directly affected by suspended and deposited sediments? *Environm. Pollut.* 158, 543-550.

Knoph, M. B. 1992. Acute toxicity of ammonia to Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 101C: 275e282.

Lake, R.G., Hinch, S.G., 1999. Acute effects of suspended sediment angularity on juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 56: 862–867 (1999)

Moen, V., Bahr, G. & Finne, T-E. 2020. Tungmetaller i slam nedstrøms dam i Namsvatnet. VI Rapport 2020_26. Veterinærinstituttet.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorde og kystfarvann. Veiledning. Classification of environmental quality in fjords and coastal waters. A guide. Norwegian Pollution Control Authority. TA no. TA-1467/1997. 36pp. ISBN 82-7655-367-2.

Nash, R.D.M., Valencia, A.H. og Geffen, A.J. 2006. 'The Origin of Fulton's Condition Factor— Setting the Record Straight'. *Fisheries* 31:5

NVE, 2019. Tiltaksplan 20649 – Sikringstiltak mot kvikkleireskred ved Rødde i Trondheim kommune – Trøndelag. Forfattere: Geir B. Hagen, Arne J. Kjøsnes, Mads Johnsen

Pabst, T., Hindar, A., Hale S., Garmo, Ø., Endre, E., Petersen, K., Bækken, T., Baardvik, G. 2015. Bergarters potensielle effekter på vannmiljøet ved anleggsvirksomhet. Statens Vegvesens rapporter Nr. 389.

Rausch J, Jaramillo-Vogel D, Perseguers S, Schnidrig N, Grobéty B, Yajan P. Automated identification and quantification of tire wear particles (TWP) in airborne dust: SEM/EDX single particle analysis coupled to a machine learning classifier. *Science of The Total Environment*. 2022 Jan 10;803:149832.

Ricker, W.E. 1975. 'Computation and interpretation of biological statistics of fish populations'. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* 191:1

Servizi, J.A. and D.W. Martens. 1987. Some effects of suspended Fraser River sediments on sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*), p. 254-264. In H.D. Smith, L. Margolis, and C.C. Wood [ed.] *Sockeye salmon (Oncorhynchus nerka) population biology and future management*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 96.

Solbe` JF, De LG, Shurben DG (1989) Toxicity of ammonia to early life stages of rainbow trout *Salmo gairdneri*. *Water Res* 23:127–12

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

Roseth, R., Rognan, Y., Skrutvold, J., Fjermestad, H. 2022. Nitrogen i sprengstein – avrenning og rensing Konsentrasjoner, avrenningsforløp, målemetoder, effekter på vannmiljø og aktuelle rensemetoder. NIBIO RAPPORT | VOL. 8 | NR. 66 | 2022

Rügner, H., Schwientek M., Beckingham, B., Kuch, B., Grathwoh, P., 2013. Turbidity as a proxy for total suspended solids (TSS) and particle facilitated pollutant transport in catchments. *Environ Earth Sci* (2013) 69:373–380. DOI 10.1007/s12665-013-2307-1

Teien, H.-C., Pettersen, M.N., Kassaye, Y.A., Hindar, A., Lind, O.C. & Håvardstun, J. 2017. Aluminium og spormetaller i Kaldvellfjorden - tilstandsformer og opptak i fisk. - MINA fagrapport 47. 61 s.

Thurston RV (1975) Aqueous ammonia equilibrium calculations: effect of pH and temperature. *J Fish Res Bd Can* 32:2379–2383

Thurston RV, Russo RC (1983) Acute toxicity of ammonia to rainbow trout. *Trans Am Fish Soc* 112:696–704

USEPA (1999) Update of ambient water quality data criteria for ammonia. EPA-822-R-99-014. Office of Water, Office of Science and Technology, Washington, DC

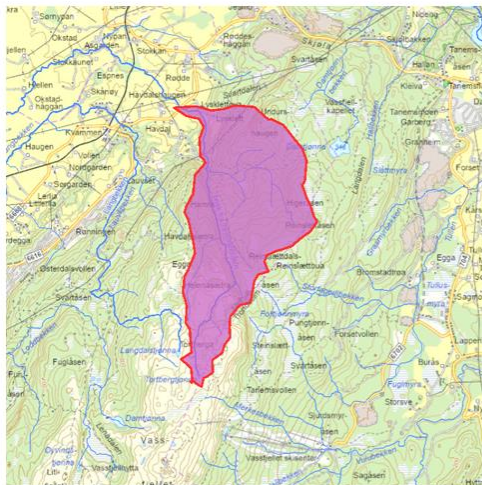
Van den Boogaart, K. G., & Tolosana-Delgado, R. (2013). *Analyzing Compositional Data with R* (2013 ed.). Berlin, Heidelberg: Berlin, Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg

Wheeler, S., Henry, T., Murray, J., McDermott, F., & Morrison, L. (2021). Utilising CoDA methods for the spatio-temporal geochemical characterisation of groundwater; a case study from Lisheen Mine, south central Ireland. *Applied geochemistry*, 127, 104912. doi:10.1016/j.apgeochem.2021.104912

Wood, P. J. and Armitage, P. D. 1997. Biological Effects of Fine Sediment in the Lotic Environment. *Environ. Manage.* 21: 203-217.

Vedlegg A.

Delnedbørsfelt stasjon 1, Åsvegen



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 267292 E
7028279 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 122.A23Z
Kommune.: Melhus
Fylke.: Trøndelag
Vassdrag.: bekk fra Tømmerdalen

Feltparametere

| | |
|---|----------------------|
| Areal (A) | 4.4 km ² |
| Effektiv sjø (A _{SE}) | 0 % |
| Elvleengde (E _L) | 4.6 km |
| Elvegradient (E _G) | 124.2 m/km |
| Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085}) | 138.1 m/km |
| Helning | 14.0 ° |
| Dreneringstetthet (D _T) | 2.5 km ⁻¹ |
| Feltlengde (F _L) | 4.0 km |

Arealklasse

| | |
|--|--------|
| Bre (A _{BRE}) | 0 % |
| Dyrket mark (A _{JORD}) | 1.5 % |
| Myr (A _{MVR}) | 6.0 % |
| Leire (A _{LEIRE}) | 4.5 % |
| Skog (A _{SKOG}) | 76.3 % |
| Sjø (A _{SJO}) | 0.1 % |
| Snauvfjell (A _{SF}) | 13.6 % |
| Urban (A _U) | 0 % |
| Uklassifisert areal (A _{REST}) | 2.6 % |

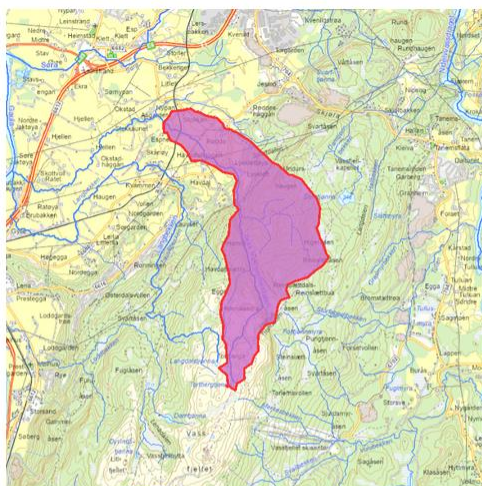
Hypsografisk kurve

| | |
|----------------------|-------|
| Høyde _{MIN} | 79 m |
| Høyde ₁₀ | 240 m |
| Høyde ₂₀ | 304 m |
| Høyde ₃₀ | 339 m |
| Høyde ₄₀ | 374 m |
| Høyde ₅₀ | 401 m |
| Høyde ₆₀ | 429 m |
| Høyde ₇₀ | 456 m |
| Høyde ₈₀ | 495 m |
| Høyde ₉₀ | 574 m |
| Høyde _{MAX} | 658 m |

Klima- /hydrologiske parametere

| | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Avrenning 1961-90 (Q _N) | 23.8 l/s*km ² |
| Sommernedbør | 357 mm |
| Vinternedbør | 470 mm |
| Årstemperatur | 3.6 °C |
| Sommertemperatur | 9.4 °C |
| Vintertemperatur | -0.5 °C |

Delnedbørsfelt stasjon 2, Røddevegen



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 266326 E
7029031 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 122.A23Z
Kommune.: Melhus
Fylke.: Trøndelag
Vassdrag.: bekk fra Tømmerdalen

Feltparametere

| | |
|---|----------------------|
| Areal (A) | 5.5 km ² |
| Effektiv sjø (A _{SE}) | 0 % |
| Elvleengde (E _L) | 5.9 km |
| Elvegradient (E _G) | 101.7 m/km |
| Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085}) | 115.3 m/km |
| Helning | 12.4 ° |
| Dreneringstetthet (D _T) | 2.3 km ⁻¹ |
| Feltlengde (F _L) | 4.9 km |

Arealklasse

| | |
|--|--------|
| Bre (A _{BRE}) | 0 % |
| Dyrket mark (A _{JORD}) | 16.2 % |
| Myr (A _{MVR}) | 4.8 % |
| Leire (A _{LEIRE}) | 22.7 % |
| Skog (A _{SKOG}) | 65.5 % |
| Sjø (A _{SJO}) | 0.1 % |
| Snauvfjell (A _{SF}) | 10.8 % |
| Urban (A _U) | 0 % |
| Uklassifisert areal (A _{REST}) | 2.7 % |

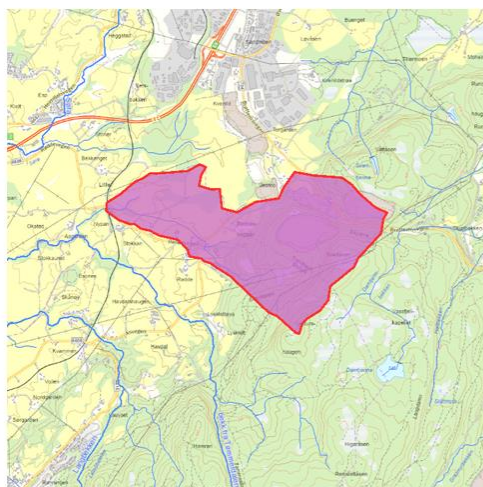
Hypsografisk kurve

| | |
|----------------------|-------|
| Høyde _{MIN} | 42 m |
| Høyde ₁₀ | 87 m |
| Høyde ₂₀ | 135 m |
| Høyde ₃₀ | 262 m |
| Høyde ₄₀ | 321 m |
| Høyde ₅₀ | 366 m |
| Høyde ₆₀ | 400 m |
| Høyde ₇₀ | 436 m |
| Høyde ₈₀ | 469 m |
| Høyde ₉₀ | 563 m |
| Høyde _{MAX} | 658 m |

Klima- /hydrologiske parametere

| | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Avrenning 1961-90 (Q _N) | 22.0 l/s*km ² |
| Sommernedbør | 355 mm |
| Vinternedbør | 467 mm |
| Årstemperatur | 3.9 °C |
| Sommertemperatur | 9.8 °C |
| Vintertemperatur | -0.3 °C |

Delnedbørsfelt stasjon 3, Jernbanen



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 266524 E
7029454 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil.
Resultatene må kvalitetssikres.

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 122.A23Z
Kommune.: Melhus
Fylke.: Trøndelag
Vassdrag.: bekk fra Tømmerdalen

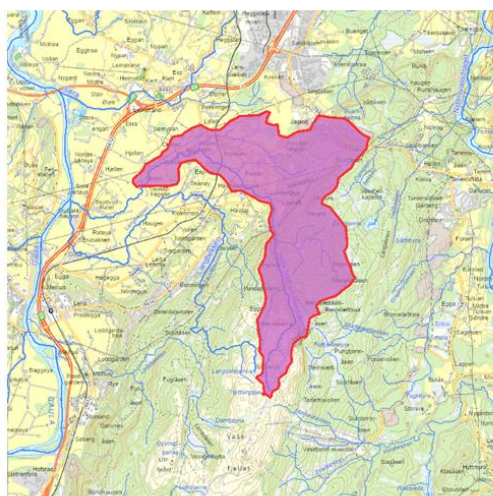
| Feltparametere | |
|---|---------------------|
| Areal (A) | 2.7 km ² |
| Effektiv sjø (A _{SE}) | 0 % |
| Elvleengde (E _L) | 2.1 km |
| Elvegradient (E _G) | 59.8 m/km |
| Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085}) | 47.2 m/km |
| Helning | 12.0 ° |
| Dreneringstetthet (D _T) | 1 km ⁻¹ |
| Feltleengde (F _L) | 3.0 km |

| Arealklasse | |
|--|--------|
| Bre (A _{BRE}) | 0 % |
| Dyrket mark (A _{JORD}) | 26.6 % |
| Myr (A _{MYR}) | 2.5 % |
| Leire (A _{LEIRE}) | 41.2 % |
| Skog (A _{SKOG}) | 53.8 % |
| Sjø (A _{SJØ}) | 0 % |
| Snauffjell (A _{SF}) | 0 % |
| Urban (A _U) | 1.1 % |
| Uklassifisert areal (A _{REST}) | 16.2 % |

| Hypsografisk kurve | |
|----------------------|-------|
| Høyde _{MIN} | 67 m |
| Høyde ₁₀ | 99 m |
| Høyde ₂₀ | 105 m |
| Høyde ₃₀ | 115 m |
| Høyde ₄₀ | 149 m |
| Høyde ₅₀ | 180 m |
| Høyde ₆₀ | 209 m |
| Høyde ₇₀ | 236 m |
| Høyde ₈₀ | 259 m |
| Høyde ₉₀ | 316 m |
| Høyde _{MAX} | 421 m |

| Klima- /hydrologiske parametere | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Avrenning 1961-90 (Q _N) | 17.2 l/s*km ² |
| Sommernedbør | 358 mm |
| Vinternedbør | 479 mm |
| Årstemperatur | 4.4 °C |
| Sommertemperatur | 10.5 °C |
| Vintertemperatur | 0.0 °C |

Delnedbørsfelt stasjon 4, Hjellehaugvegen



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 265050 E
7028482 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil.
Resultatene må kvalitetssikres.

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 122.A23Z
Kommune.: Trondheim
Fylke.: Trøndelag
Vassdrag.: bekk fra Tømmerdalen

| Feltparametere | |
|---|----------------------|
| Areal (A) | 9.2 km ² |
| Effektiv sjø (A _{SE}) | 0 % |
| Elvleengde (E _L) | 7.8 km |
| Elvegradient (E _G) | 79.6 m/km |
| Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085}) | 88.2 m/km |
| Helning | 11.3 ° |
| Dreneringstetthet (D _T) | 1.9 km ⁻¹ |
| Feltleengde (F _L) | 4.9 km |

| Arealklasse | |
|--|--------|
| Bre (A _{BRE}) | 0 % |
| Dyrket mark (A _{JORD}) | 26.6 % |
| Myr (A _{MYR}) | 3.6 % |
| Leire (A _{LEIRE}) | 36.3 % |
| Skog (A _{SKOG}) | 56.5 % |
| Sjø (A _{SJØ}) | 0.1 % |
| Snauffjell (A _{SF}) | 6.5 % |
| Urban (A _U) | 0.3 % |
| Uklassifisert areal (A _{REST}) | 6.6 % |

| Hypsografisk kurve | |
|----------------------|-------|
| Høyde _{MIN} | 19 m |
| Høyde ₁₀ | 59 m |
| Høyde ₂₀ | 94 m |
| Høyde ₃₀ | 113 m |
| Høyde ₄₀ | 186 m |
| Høyde ₅₀ | 249 m |
| Høyde ₆₀ | 315 m |
| Høyde ₇₀ | 370 m |
| Høyde ₈₀ | 425 m |
| Høyde ₉₀ | 490 m |
| Høyde _{MAX} | 658 m |

| Klima- /hydrologiske parametere | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Avrenning 1961-90 (Q _N) | 19.7 l/s*km ² |
| Sommernedbør | 356 mm |
| Vinternedbør | 469 mm |
| Årstemperatur | 4.2 °C |
| Sommertemperatur | 10.2 °C |
| Vintertemperatur | -0.1 °C |

Vedlegg B.

Fiskebiometri

| Prøvenummer | Stasjon | Hemoglobin | Lengde | Vekt | Kondisjonsfaktor |
|-------------|------------------------------|------------|--------|------|------------------|
| | | g/l | cm | g | Fulton |
| M_1 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 40,182 | 11,5 | 16,9 | 1,1 |
| M_2 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 57,297 | 7,6 | 4,7 | 1,1 |
| M_3 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 70,337 | 12 | 13,2 | 0,8 |
| M_4 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 55,667 | 9,7 | 10,3 | 1,1 |
| M_5 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 50,777 | 11,9 | 19,9 | 1,2 |
| M_6 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 63,817 | 9 | 4,6 | 0,6 |
| M_7 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 53,222 | 9,4 | 9,4 | 1,1 |
| M_8 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 49,147 | 9,8 | 9,8 | 1,0 |
| M_9 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 49,962 | 12,6 | 21,4 | 1,1 |
| M_10 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 35,292 | 13,8 | 37,4 | 1,4 |
| M_11 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 62,187 | 11,3 | 13,9 | 1,0 |
| M_12 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 45,072 | 11,5 | 14,5 | 1,0 |
| M_13 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 57,297 | 9,9 | 10,6 | 1,1 |
| M_14 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 54,037 | 13,4 | 20,3 | 0,8 |
| M_15 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 62,187 | 12,8 | 20,5 | 1,0 |
| M_16 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 50,777 | 9,3 | 8,8 | 1,1 |
| M_17 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 59,742 | 10,5 | 7,3 | 0,6 |
| M_18 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 45,887 | 11,1 | 9,8 | 0,7 |
| M_19 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 44,257 | 11,3 | 16,3 | 1,1 |
| M_20 | Nedstrøms (St. 5, E6) | 50,777 | 7 | 4,3 | 1,3 |
| Ref_1 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 49,147 | 11 | 16,7 | 1,3 |
| Ref_2 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 51,592 | 9,9 | 9,2 | 0,9 |
| Ref_3 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 53,222 | 11,1 | 17,3 | 1,3 |
| Ref_4 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 49,962 | 11,4 | 16,2 | 1,1 |
| Ref_5 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 40,997 | 11,5 | 18,2 | 1,2 |
| Ref_6 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 47,517 | 9,1 | 10 | 1,3 |
| Ref_7 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 44,257 | 10,1 | 13,1 | 1,3 |
| Ref_8 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 64,632 | 12,8 | 24,3 | 1,2 |
| Ref_9 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 60,557 | 13,3 | 27 | 1,1 |
| Ref_10 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 51,592 | 8 | 6,9 | 1,3 |
| Ref_11 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 48,332 | 8,9 | 8,7 | 1,2 |
| Ref_12 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 49,147 | 8,2 | 6 | 1,1 |
| Ref_13 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 53,222 | 9,5 | 10,3 | 1,2 |
| Ref_14 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 44,257 | 9,5 | 10,9 | 1,3 |
| Ref_15 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 42,627 | 11 | 15,7 | 1,2 |
| Ref_16 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 43,442 | 10,3 | 12,9 | 1,2 |
| Ref_17 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 53,222 | 10,1 | 13,1 | 1,3 |
| Ref_18 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 50,777 | 10,2 | 11,9 | 1,1 |
| Ref_19 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 56,482 | 10,9 | 16 | 1,2 |
| Ref_20 | Oppstrøms (Referansestasjon) | 56,482 | 11,5 | 18,1 | 1,2 |

Vedlegg C.

Stasjonskoordinater og metoder

Prøvetakingstidspunkt og koordinater

Bunndyrssamfunnet ble undersøkt ved ni stasjoner i Ratbekken/Stokkbekken (St1-9) og to stasjoner i Langbekken (StL1-StL2; **Tabell A1**). Prøver av bunndyrssamfunnet i 2022 ble samlet inn 19. og 20. mai (vår) og 19. oktober (høst).

Tabell A1. Stasjonsoversikt med stasjonskoder og koordinater (WGS84).

| Elvenavn | Stasjonskode | Breddegrad | Lengdegrad |
|------------|--------------|------------|------------|
| Ratbekken | St1 | 63.302615 | 10.287714 |
| Ratbekken | St2 | 63.307102 | 10.308119 |
| Ratbekken | St3 | 63.310747 | 10.312234 |
| Ratbekken | St4 | 63.312966 | 10.321338 |
| Ratbekken | St5 | 63.315567 | 10.330098 |
| Ratbekken | St6 | 63.317483 | 10.337702 |
| Ratbekken | St7 | 63.313651 | 10.333037 |
| Ratbekken | St8 | 63.311732 | 10.342753 |
| Ratbekken | St9 | 63.30704 | 10.359078 |
| Langbekken | StL1 | 63.300711 | 10.308257 |
| Langbekken | StL2 | 63.303817 | 10.340998 |

Innsamling av bunndyr

Innsamling av bunndyr er foretatt i henhold til Direktoratsgruppa (2018), der det anbefales bruk av «sparkemetoden», håndholdt håv med åpning 25 x 25 cm og maskevidde 0,25 mm. Håven holdes ned mot bunnen med åpningen mot strømmen. Bunnssubstratet oppstrøms håven sparkes/rotes opp med foten slik at oppvirket materiale føres inn i håven. Det ble tatt ni delprøver fra stasjonen, der hver delprøve representerer 1 m lengde av elvebunnen og samles inn i løpet av 20 sekunder. Når tre slike prøver er samlet inn (samlet prøvetakingstid ca. 1 minutt) tømmes håven for å hindre tetting av maskene og tilbakespyling. Samlet blir det da tre prøver av 1 minutt, og disse utgjør så sammen prøven fra stasjonen. Bunndyrmengder gitt i rapporten refererer dermed til en prøvetakingsinnsats på totalt 3 minutter (9 prøver av 1 m lengde). Prøvene konserveres i felt med etanol, og er telt og bestemt i laboratoriet etter standard prosedyrer ved hjelp av binokulær lupe og mikroskop.

Indekser og beregninger

Beregning av biologiske indekser er utført i NIVAs database for bunndyr (ikke via www.Vannmiljø.no). Selv om indekser er en objektiv måte å klassifisere tilstand, er det ofte nødvendig å utvise noe skjønn ved utregninger. Dette kan skyldes at enkelte dyr er for små for sikker artsbestemmelse (det kan stå mellom to indikatortaksa og man er usikker på hvilken indikatorverdi man skal velge), videre kan oppdatert taksonomiske kunnskap medføre at noen dyr «på papiret» endrer følsomhet ved at de flyttes til en ny slekt eller familie. I det videre er derfor indeksene kort beskrevet med hvilke prosedyrer som er fulgt i slike tilfeller.

ASPT

Vurdering av økologisk tilstand baseres på indeksen Average Score Per Taxon (ASPT; Armitage 1983). ASPT ble brukt som «norsk vurderingssystem» ved interkalibreringen av bunndyrssystemer i EU. Her ble nasjonale indekssystemer testet mot multi-indeksen ICMi (Intercalibration Common Metric), som

ble satt sammen for å måle effekter av typiske påvirkningstyper i Europeiske vassdrag, slik som organisk forurensing, næringsaltpåvirkning og generell degradering, se Buffagni et al. (2006). Av disse påvirkningstypene anses ASPT å være spesielt følsom for organisk forurensing (Van De Bund, 2009). ASPT beregnes som en gjennomsnittlig poengverdi av Biological Monitoring Working Party scoring system (BMWP). Indeksen opererer på de taksonomiske nivåene klasse (Oligochaeta/fåbørstemark) og familie.

Referanseverdi for ASPT er satt ved 6,9. Klassegrensene for ASPT er satt ved 6,8=svært god/god, 6,0=god/moderat, 5,2=moderat/dårlig and 4,4 =dårlig/svært dårlig. Klassegrensene gjelder foreløpig for alle elvetyper unntatt isbre-påvirkede elver, hvor det ikke finnes noe vurderingssystem. Påvirkningsgraden måles ved å sammenligne målte indeksverdier mot verdier i upåvirkede referansesamfunn (ASPT = 6,9). BMWP tabellen har vært uforandret siden systemet ble innført i Vannforskriften i Norge (men merk at det var en feil i klassifiseringsveileder fra 2009 der Philopotamidae ikke var oppført med toleranseverdi). Sneglen Ancyliidae (opprinnelig BMWP verdi = 6) har siden systemet ble opprettet blitt omplassert til familie Planorbidae (BMWP verdi = 3). Siden toleransen anses å være den samme, og systemet er interkalibrert med opprinnelige verdier, er det benyttet opprinnelig verdi (BMWP= 6) i våre utregninger.

Beregnet ASPT sammenliknes med en nasjonal referanseverdi og forholdet mellom beregnet ASPT og referanseverdi kalles EQR (Ecological Quality Ratio). EQR kan videre regnes om til normaliserte EQR-verdier (nEQR) for enklere sammenligning med andre indekser og andre europeiske land. Klassegrensene svært god/god og god/moderat (grense for miljømålet) ble interkalibrert på bakgrunn av ASPT-indeks i Norge. Det vil si at disse miljømålene tilsvarer grenser hos andre nord-europeiske land. Ved flere prøvetakinger gjennom året, settes ASPT-verdi som et gjennomsnitt av målingene som så normaliseres.

EPT

De tre hovedgruppene døgnfluer (**Ephemeroptera**), steinfluer (**Plecoptera**) og vårfluer (**Trichoptera**), såkalte EPT-taksa, ble så langt det er mulig identifisert til art/slekt. Antall EPT-taksa (også kalt EPT-indeks) brukes som et lokalt mål på biologisk mangfold. Antall og sammensetning av EPT kan vise høy naturlig variasjon mellom elvetyper og er spesielt verdifullt ved sammenligning av nærliggende elver. Selv om verdier varierer mye, er forventningen ofte ca. 20 EPT-taksa eller høyere dersom lokaliteten er upåvirket. EPT-verdien forventes å avta med økende grad av belastninger, som gruvepåvirkning, avrenning fra fyllinger, forsuring og organisk belastning. EPT gruppene vil da påvirkes noe ulikt og dermed sannsynliggjøre forskjellige påvirkningstyper.

Gruppesammensetning

Gruppesammensetning i bunndyrsamfunnet brukes kvalitativt for å studere dominansforhold der reduserte populasjonsstørrelser kan indikere ulike typer stress. Noen ganger fanger en slik analyse opp påvirkninger som ikke måles av andre indekser, slik som ASPT og EPT indeks, der vurderinger gjøres kun på bakgrunn av om indikatoren er til stede i prøven eller ikke. Endrede dominansforhold kan dermed være et tidlig signal på påvirkning.

Bunndyrdata

Taksaliste fra de ni stasjonene i Ratbekken/Stokkbekken (St1-9) og to i Langbekken (StL1-StL2) i 2022. Prøver av bunndyrssamfunnet ble samlet inn 19. og 20. mai (vår) og 19. oktober (høst). Stasjonskoordinater er vist i **Tabell A1**.

| Gruppe | Latinsk navn | StL1_19.10 | StL1_19.05 | StL2_19.10 | StL2_19.05 | St1_19.05 | St1_19.10 | St2_19.05 | St2_19.10 | St3_19.05 | St3_19.10 | St4_19.05 | St4_19.10 | St5_19.05 | St5_19.10 | St6_19.10 | St6_19.05 | St7_19.10 | St7_19.05 | St8_19.10 | St8_19.05 | St9_19.10 | St9_19.05 |
|---------------|----------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Bivalvia | Sphaeriidae Indet. | 56 | | | 1 | | 2 | 32 | 2 | | | | | | | 2 | | | | 1 | 1 | | 1 |
| Coleoptera | Dytiscidae Indet. Lv. | 3 | | | 2 | | 1 | | 4 | | | | | | | | 2 | | | | | | |
| Coleoptera | Elmidae indet. Lv. | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coleoptera | Elmis aena ad. | | 2 | | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coleoptera | Elmis aena Lv. | | 1 | 2 | 12 | | | | | 1 | 1 | | | | | | | 1 | | | | | |
| Coleoptera | Elodes sp. Lv. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 | |
| Coleoptera | Hydraena sp. ad. | 22 | 208 | 32 | 48 | 6 | 20 | 2 | 10 | 3 | 1 | 4 | | | | | | 10 | 1 | 14 | 1 | 14 | 6 |
| Coleoptera | Hydraena sp. Lv. | | | | | | | | | | | | 14 | | | | | | | | | | |
| Coleoptera | Scirtidae indet. Lv. | | | 6 | 2 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| Diptera | Ceratopogonidae Indet. Lv. | | | 2 | 60 | 2 | | 44 | | 12 | 3 | | | 2 | | 1 | 24 | | 2 | | 16 | | 2 |
| Diptera | Chironomidae Indet. Lv. | 968 | 5504 | 108 | 2112 | 608 | 304 | 416 | 336 | 92 | 152 | 100 | 144 | 416 | 1680 | 204 | 800 | 1260 | 2880 | 496 | 640 | 204 | 864 |
| Diptera | Dicranota sp. Lv. | | | | | | | | | | | | | | | | | 16 | | 20 | | 20 | |
| Diptera | Diptera Indet. Lv. | | | | | | 2 | 1 | 5 | | | | 1 | | | | | 1 | | | | | |
| Diptera | Dolichopodidae indet. Lv. | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diptera | Empididae Indet. Lv. | | 2 | 1 | 3 | 24 | 2 | 8 | 3 | 20 | 2 | | | 2 | | | 32 | 2 | 12 | | 24 | | 8 |
| Diptera | Limoniidae indet. Lv. | | | 1 | 12 | 2 | 12 | | | 2 | 1 | 2 | | | | | | 2 | 1 | | 1 | 4 | 1 |
| Diptera | Pediciidae indet. Lv. | 3 | 32 | 26 | 24 | 24 | 10 | 52 | 32 | 16 | 6 | 16 | 28 | 20 | 144 | 4 | 64 | 28 | 1 | 8 | 20 | 8 | 8 |
| Diptera | Psychodidae indet. Lv. | 6 | 1 | 16 | 12 | | 4 | | 2 | | 3 | | | 2 | 2 | 2 | | 8 | 1 | 8 | 1 | 18 | |
| Diptera | Simuliidae Indet. Lv. | 112 | 36 | 48 | 56 | 6 | 27 | | 3 | 2 | 2 | | 152 | | 2 | | | 270 | 6 | 42 | 16 | 96 | 264 |
| Diptera | Tipula sp. Lv. | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Diptera | Tipulidae Indet. Lv. | | | 1 | | | 3 | | | | 1 | | | | | 2 | | 3 | | 2 | | | |
| Ephemeroptera | Ameletus inopinatus Lv. | | | | 1 | | | | | | 3 | | | | | | | | 3 | 4 | | 2 | 8 |
| Ephemeroptera | Baetidae indet. Lv. | 1704 | 2560 | 944 | 168 | 28 | 256 | 20 | 120 | 36 | 544 | 24 | 144 | 24 | 336 | | 32 | 1170 | 60 | 56 | 24 | 222 | 160 |
| Ephemeroptera | Baetis muticus Lv. | 624 | 12 | 384 | 32 | 20 | 176 | 12 | 108 | 1 | 192 | 2 | 216 | | | 8 | | 570 | 2 | 152 | 1 | 16 | 1 |
| Ephemeroptera | Baetis muticus/niger Lv. | 48 | 7296 | 448 | 216 | 108 | | 56 | 72 | 2 | 72 | 12 | | | | | | 80 | 20 | | 12 | | 14 |
| Ephemeroptera | Baetis niger Lv. | 496 | 96 | 1 | 6 | 96 | 336 | 160 | 348 | 8 | 272 | | 288 | 2 | 4 | | | 450 | 384 | 144 | 1 | 3 | 8 |
| Ephemeroptera | Baetis rhodani Lv. | 2560 | 4480 | 352 | 864 | 800 | 944 | 376 | 527 | 480 | 520 | 164 | 864 | 232 | 552 | 324 | 120 | 1140 | 640 | 88 | 156 | 268 | 416 |
| Ephemeroptera | Baetis sp. Lv. | | | | | 256 | | 312 | | | | | 396 | | 544 | 72 | | | | 26 | | 80 | |
| Ephemeroptera | Centroptilum luteolum Lv. | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ephemeroptera | Ephemereilla aroni Lv. | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |

NIVA 7889-2023

| Gruppe | Latinsk navn | St11_19.10 | St11_19.05 | St12_19.10 | St12_19.05 | St1_19.05 | St1_19.10 | St2_19.05 | St2_19.10 | St3_19.05 | St3_19.10 | St4_19.05 | St4_19.10 | St5_19.05 | St5_19.10 | St6_19.10 | St6_19.05 | St7_19.10 | St7_19.05 | St8_19.10 | St8_19.05 | St9_19.10 | St9_19.05 |
|--------------|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Gastropoda | Galba truncatula | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gastropoda | Gastropoda Indet. | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | 1 | |
| Gastropoda | Gyraulus acronicus | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| Gastropoda | Lymnaeidae Indet. | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| Gastropoda | Radix balthica | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| Gastropoda | Radix sp. | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hydrachnidia | Hydrachnidia indet. Ad. | 1 | | 3 | 2 | 4 | 1 | 2 | 6 | 2 | | | | | | | | 3 | | | 6 | | 1 |
| Megaloptera | Sialidae Indet. Lv. | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oligochaeta | Oligochaeta Indet. | 16 | 6 | 18 | 32 | 2 | 32 | 208 | 80 | 40 | 48 | 28 | 5 | 116 | 136 | 54 | 40 | 102 | 2 | 144 | 140 | 18 | 8 |
| Plecoptera | Amphinemura borealis Lv. | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| Plecoptera | Amphinemura sp. Lv. | 14 | 2 | 8 | 6 | 16 | 16 | | 42 | | 56 | | 26 | | | 3 | 2 | 4 | | 4 | 1 | 112 | 1 |
| Plecoptera | Amphinemura sulcicollis Lv. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| Plecoptera | Brachyptera risi Lv. | 512 | 96 | 512 | 320 | 56 | 8 | 12 | 387 | 14 | 80 | | 264 | | 16 | 5 | 2 | 450 | 36 | 120 | 16 | 416 | 672 |
| Plecoptera | Capnia bifrons Lv. | 14 | | 14 | | | 64 | | 18 | | | | | | | | | 30 | | 14 | | | |
| Plecoptera | Capnia sp. Lv. | 4 | | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 12 |
| Plecoptera | Capniidae/Leuctridae indet. Lv. | | | | | 24 | | 32 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plecoptera | Capnopsis schilleri Lv. | 6 | | 2 | | | | | | | 2 | | 2 | | | | | 2 | | 6 | | 10 | |
| Plecoptera | Chloroperlidae indet. Lv. | | | | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plecoptera | Diura nanseni Lv. | 1 | 1 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | 2 | | 1 | 1 | 4 | 1 |
| Plecoptera | Isoperla grammatica Lv. | 8 | 140 | 18 | 2 | 8 | 2 | 12 | 5 | 24 | 9 | 16 | 6 | | | 2 | 44 | 36 | 8 | 36 | 10 | | |
| Plecoptera | Isoperla sp. Lv. | 4 | 28 | 8 | 2 | 1 | 3 | 3 | | 8 | 3 | 2 | 2 | | | | 16 | 32 | 40 | 2 | 10 | 1 | |
| Plecoptera | Leuctra hippopus Lv. | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 7 | | 8 | |
| Plecoptera | Leuctra nigra Lv. | | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 6 | 5 | 1 | 6 | |
| Plecoptera | Leuctra sp. Lv. | 1 | 1 | 3 | 6 | 12 | 2 | 20 | 4 | | 2 | | 18 | | | | | 14 | 1 | | 1 | 20 | 10 |
| Plecoptera | Nemoura cinerea Lv. | 2 | 12 | 18 | | 12 | 14 | 3 | 14 | | 3 | | 20 | 3 | | 4 | 12 | 96 | 100 | 32 | | 22 | |
| Plecoptera | Nemoura sp. Lv. | | 32 | | | | | | | | | | | 8 | | | | 24 | 48 | | | | |
| Plecoptera | Nemouridae indet. Lv. | 3 | | | 1 | | | 1 | 18 | | | | 3 | | 1 | | | 14 | 24 | | | 6 | 24 |
| Plecoptera | Perlodidae indet. Lv. | | | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | |
| Plecoptera | Plecoptera indet. Lv. | | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 3 |
| Plecoptera | Protonemura meyeri Lv. | 1 | | 14 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | 16 |
| Plecoptera | Siphonoperla burmeisteri Lv. | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | 1 |
| Plecoptera | Taeniopteryx nebulosa Lv. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 |

NIVA 7889-2023

| Gruppe | Latinsk navn | St11_19.10 | St11_19.05 | St12_19.10 | St12_19.05 | St1_19.05 | St1_19.10 | St2_19.05 | St2_19.10 | St3_19.05 | St3_19.10 | St4_19.05 | St4_19.10 | St5_19.05 | St5_19.10 | St6_19.10 | St6_19.05 | St7_19.10 | St7_19.05 | St8_19.10 | St8_19.05 | St9_19.10 | St9_19.05 |
|-------------|--|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Trichoptera | Chaetopteryx/Annitella Lv. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| Trichoptera | Lepidostoma hirtum Lv. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trichoptera | Limnephilidae indet. Lv. | 6 | 1 | 14 | 1 | | 1 | | 3 | | 4 | | | | 6 | | | 1 | 2 | 12 | 2 | 24 | 2 |
| Trichoptera | Philopotamus montanus Lv. | 1 | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| Trichoptera | Plectrocnemia conspersa Lv. | | 1 | 2 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 |
| Trichoptera | Polycentropodidae indet. Lv. | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trichoptera | Polycentropus flavomaculatus Lv. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| Trichoptera | Polycentropus irroratus Lv. | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| Trichoptera | Potamophylax cingulatus/latipennis Lv. | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 2 | | | | 1 |
| Trichoptera | Potamophylax sp. Lv. | 1 | 4 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| Trichoptera | Rhyacophila fasciata Lv. | 10 | 16 | | | | 5 | 10 | 18 | 6 | 5 | | 10 | | 3 | 10 | | 1 | | | | | |
| Trichoptera | Rhyacophila nubila Lv. | 20 | 44 | 20 | 12 | 16 | 10 | 52 | 48 | 38 | 68 | 20 | 18 | | 5 | | | 42 | 3 | 48 | 28 | 14 | 1 |
| Trichoptera | Rhyacophila sp. Lv. | 6 | | 4 | | | 14 | 1 | 10 | | | | 9 | | 8 | | | 9 | | 2 | | 10 | 1 |
| Trichoptera | Sericostoma personatum Lv. | | | 1 | 12 | | | | | | | | | | | | | 1 | | 3 | 2 | 6 | 1 |
| Trichoptera | Silo pallipes Lv. | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trichoptera | Wormaldia subnigra Lv. | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Målte ASPT-verdier i 2022.

Økologisk tilstand ved ASPT indeks ved de ni stasjonene i Ratbekken/Stokkbekken (St1-9) og to i Langbekken (StL1-StL2). Prøver av bunndyrssamfunnet i 2022 ble samlet inn 19. og 20. mai (vår) og 19. oktober (høst). Stasjonskoordinater er vist i **Tabell A1**.

| Stasjon | Prøvedato | ASPT | Utransformert EQR | Normalisert EQR |
|---------|--------------|-------|-------------------|-----------------|
| St1 | 19.05.2022 | 6.222 | 0.902 | 0.656 |
| | 19.10.2022 | 5.765 | 0.835 | 0.541 |
| | Gjennomsnitt | 5.993 | 0.869 | 0.598 |
| St2 | 19.05.2022 | 6.000 | 0.870 | 0.600 |
| | 19.10.2022 | 6.231 | 0.903 | 0.658 |
| | Gjennomsnitt | 6.115 | 0.886 | 0.629 |
| St3 | 19.05.2022 | 5.600 | 0.812 | 0.500 |
| | 19.10.2022 | 6.385 | 0.925 | 0.696 |
| | Gjennomsnitt | 5.992 | 0.868 | 0.598 |
| St4 | 19.05.2022 | 4.800 | 0.696 | 0.300 |
| | 19.10.2022 | 6.600 | 0.957 | 0.750 |
| | Gjennomsnitt | 5.700 | 0.826 | 0.525 |
| St5 | 19.05.2022 | 3.500 | 0.507 | 0.159 |
| | 19.10.2022 | 5.375 | 0.779 | 0.444 |
| | Gjennomsnitt | 4.438 | 0.643 | 0.209 |
| St6 | 20.05.2022 | 6.125 | 0.888 | 0.631 |
| | 19.10.2022 | 4.900 | 0.710 | 0.325 |
| | Gjennomsnitt | 5.513 | 0.799 | 0.478 |
| St7 | 20.05.2022 | 6.300 | 0.913 | 0.675 |
| | 19.10.2022 | 6.188 | 0.897 | 0.647 |
| | Gjennomsnitt | 6.244 | 0.905 | 0.661 |
| St8 | 20.05.2022 | 6.333 | 0.918 | 0.683 |
| | 19.10.2022 | 6.533 | 0.947 | 0.733 |
| | Gjennomsnitt | 6.433 | 0.932 | 0.708 |
| St9 | 20.05.2022 | 6.643 | 0.963 | 0.761 |
| | 19.10.2022 | 7.200 | 1.043 | 1.000 |
| | Gjennomsnitt | 6.921 | 1.003 | 1.000 |
| StL1 | 20.05.2022 | 6.250 | 0.906 | 0.663 |
| | 19.10.2022 | 6.412 | 0.929 | 0.703 |
| | Gjennomsnitt | 6.331 | 0.918 | 0.683 |
| StL2 | 20.05.2022 | 6.444 | 0.934 | 0.711 |
| | 19.10.2022 | 6.941 | 1.006 | 1.000 |
| | Gjennomsnitt | 6.693 | 0.970 | 0.773 |

Stasjonsbilder.

Ratbekken/Stokkbekken St1



Ratbekken/Stokkbekken St2



Ratbekken/Stokkbekken St3



Ratbekken/Stokkbekken St4



Ratbekken/Stokkbekken St5



Ratbekken/Stokkbekken St6



Ratbekken/Stokkbekken St7



Ratbekken/Stokkbekken St8



Ratbekken/Stokkbekken St9



Langbekken St1



Langbekken St2



Referanser i Vedlegg C

- Armitage, P.D., Moss, D., Wright, J.F., Furse, M.T., 1983. The performance of a new biological water-quality score system based on macroinvertebrates over a wide-range of unpolluted running-water sites. *Water Research*. 17, 333-347
- Buffagni, A., Erba, S., Cazzola, M., Murray-Bligh, J., Soszka, H., Genoni, P., 2006. The STAR common metrics approach to the WFD intercalibration process: Full application for small, lowland rivers in three European countries. *Hydrobiologia* 566, 379-399.
- Direktoratsgruppa 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann - Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2018.
- Van De Bund, W., 2009. Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 1: Rivers. JRC Scientific and Technical Reports. EUR 23838 EN/1.

Vedlegg D. Analyserapport utlekkingsforsøk



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



ANALYSERAPPORT

RapportID: 17201

Kunde: Øyvind Garmo
Prosjektnummer: O 220051 - Eros-Effekt

Analyseoppdrag: 1212-11766
Versjon: 1
Dato: 08.11.2022

Prøvenr.: NR-2022-11875
Prøvetype: FERSKVANN
Prøvetakningsdato: 04.09.2022
Prøve mottatt dato: 16.09.2022
Analyseperiode: 21.09.2022 - 06.11.2022

Provemerking: For forsøk nr. 1 04.09.22

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|-----------------------|--|----------|--------|--------|-----------|
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 200 | µg N/l | 2 | |
| Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 4390 | µg N/l | 20 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 12,7 | µg/l | 0,10 | |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 4,25 | µg/l | 0,025 | |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,006 | µg/l | 0,005 | |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,0040 | µg/l | 0,0030 | |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,59 | µg/l | 0,040 | |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,18 | µg/l | 0,025 | |
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,37 | µg/l | 0,040 | |

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 provemerking, 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 10

| | | | | |
|----------------|--|------------|------|------|
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 1,6 | µg/l | 0,15 |
| STS_SGR | | | | |
| STS | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872-2005 (B2) | 108 | mg/l | 1,3 |

Provenr.: NR-2022-11876 **Prøvemerkning:** For forsøk nr. 2 04.09.22
Prøvetype: FERSKVANN
Prøvetakningsdato: 04.09.2022
Prøve mottatt dato: 16.09.2022
Analyseperiode: 21.09.2022 - 06.11.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|-----------------------|--|---------------|--------|--------|-----------|
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 57 | µg N/l | 2 | |
| Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 4080 | µg N/l | 20 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 6,4 | µg/l | 0,10 | |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 1,16 | µg/l | 0,025 | |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,008 | µg/l | 0,005 | |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,0040 | µg/l | 0,0030 | |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,73 | µg/l | 0,040 | |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,20 | µg/l | 0,025 | |
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,13 | µg/l | 0,040 | |
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 2,8 | µg/l | 0,15 | |
| STS_SGR | | | | | |

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 giengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 2 av 10

| | | | | |
|-----|---|------------|------|-----|
| STS | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 9,8 | mg/l | 0,8 |
|-----|---|------------|------|-----|

| | | | |
|----------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Prøvenr.: | NR-2022-11877 | Prøvemerkning: | Før forsøk nr. 3 04.09.22 |
| Prøvetype: | FERSKVANN | | |
| Prøvetakningsdato: | 04.09.2022 | | |
| Prøve mottatt dato: | 16.09.2022 | | |
| Analyseperiode: | 21.09.2022 - 06.11.2022 | | |

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|-----------------------|--|---------------|--------|--------|-----------|
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 19 | µg N/l | 2 | |
| Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 4080 | µg N/l | 20 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 3,4 | µg/l | 0,10 | |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,73 | µg/l | 0,025 | |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,017 | µg/l | 0,005 | |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,0030 | µg/l | 0,0030 | |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,47 | µg/l | 0,040 | |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,20 | µg/l | 0,025 | |
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,24 | µg/l | 0,040 | |
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 5,7 | µg/l | 0,15 | |
| STS_SGR | | | | | |
| STS | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 1,8 | mg/l | 1,0 | |

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 giengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 3 av 10

Provenr.: NR-2022-11878 **Provemerking:** For forsok nr. 4 04.09.22
Provetype: FERSKVANN
Provetakningsdato: 04.09.2022
Prove mottatt dato: 16.09.2022
Analyseperiode: 21.09.2022 - 06.11.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underdev. |
|-----------------------|--|---------------|--------|--------|-----------|
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 3 | µg N/l | 2 | |
| Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 3880 | µg N/l | 20 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 3,6 | µg/l | 0,10 | |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,71 | µg/l | 0,025 | |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,036 | µg/l | 0,005 | |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,0030 | µg/l | 0,0030 | |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,40 | µg/l | 0,040 | |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,20 | µg/l | 0,025 | |
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,082 | µg/l | 0,040 | |
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 5,7 | µg/l | 0,15 | |
| STS_SGR | | | | | |
| STS | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 0,8 | mg/l | 0,8 | |

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 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 4 av 10

Prøvenr.: NR-2022-11879 **Provemerking:** Før forsøk nr. 5 04.09.22
Prøvetype: FERSKVANN
Prøvetakningsdato: 04.09.2022
Prøve mottatt dato: 16.09.2022
Analyseperiode: 21.09.2022 - 06.11.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|-----------------------|--|---------------|--------|--------|-----------|
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 4 | µg N/l | 2 | |
| Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 4120 | µg N/l | 20 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 2,7 | µg/l | 0,10 | |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,72 | µg/l | 0,025 | |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,016 | µg/l | 0,005 | |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,0030 | µg/l | 0,0030 | |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,36 | µg/l | 0,040 | |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,20 | µg/l | 0,025 | |
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,042 | µg/l | 0,040 | |
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 6,3 | µg/l | 0,15 | |
| STS_SGR | | | | | |
| STS | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 1,7 | mg/l | 1,3 | |

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 provemerking, 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 10

Prøvenr.: NR-2022-11880 **Prøvemerkning:** For forsøk 04.09.22
Prøvetype: FERSKVANN
Prøvetakningsdato: 04.09.2022
Prøve mottatt dato: 16.09.2022
Analyseperiode: 21.09.2022 - 06.11.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|-----------------------|--|--------------|--------|--------|-----------|
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 17 | µg N/l | 2 | |
| Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 4300 | µg N/l | 20 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 2,2 | µg/l | 0,1 | |
| Aluminium | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 4,1 | µg/l | 0,10 | |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,64 | µg/l | 0,025 | |
| Arsen | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,71 | µg/l | 0,025 | |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,029 | µg/l | 0,005 | |
| Bly | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,066 | µg/l | 0,005 | |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,031 | µg/l | 0,003 | |
| Kadmium | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,032 | µg/l | 0,0030 | |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,47 | µg/l | 0,04 | |
| Kobber | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,63 | µg/l | 0,040 | |

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 6 av 10

| | | | | |
|------------------|--|----------------|------|-------|
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,89 | µg/l | 0,025 |
| Krom | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,98 | µg/l | 0,025 |
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,14 | µg/l | 0,04 |
| Nikkel | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,15 | µg/l | 0,040 |
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 11,8 | µg/l | 0,15 |
| Sink | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 8,5 | µg/l | 0,15 |
| STS_SGR | | | | |
| STS | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | <1,0 | mg/l | 1,0 |

Provenr.: NR-2022-11881

Prøvemerkning: Under forsøk, 04.09.22, kl. 2030

Prøvetype: FERSKVANN

Prøvetakningsdato: 04.09.2022

Prøve mottatt dato: 16.09.2022

Analyseperiode: 21.09.2022 - 06.11.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|-----------------------|--|-------------|--------|------|-----------|
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 12 | µg N/l | 2 | |
| Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 4260 | µg N/l | 20 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 10,4 | µg/l | 0,1 | |
| Aluminium | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 1400 | µg/l | 0,10 | |

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 7 av 10

| | | | | |
|------------------|--|------------------|------|--------|
| Arsen- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 3,74 | µg/l | 0,025 |
| Arsen | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 4,34 | µg/l | 0,025 |
| Bly- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | <0,005 | µg/l | 0,005 |
| Bly | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,100 | µg/l | 0,005 |
| Kadmium- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,004 | µg/l | 0,003 |
| Kadmium | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,012 | µg/l | 0,0030 |
| Kobber- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,41 | µg/l | 0,04 |
| Kobber | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 2,68 | µg/l | 0,040 |
| Krom- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,18 | µg/l | 0,025 |
| Krom | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 6,50 | µg/l | 0,025 |
| Nikkel- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,23 | µg/l | 0,04 |
| Nikkel | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 4,71 | µg/l | 0,040 |
| Sink- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,56 | µg/l | 0,15 |
| Sink | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 5,1 | µg/l | 0,15 |
| STS_SGR | | | | |
| STS | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 53,8 | mg/l | 1,0 |

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.

Prøvenr.: NR-2022-11882 **Prøvemerkning:** Etter forsøk nr. 1, 08.09.22, kl.1915
Prøvetype: FERSKVANN
Prøvetakningsdato: 08.09.2022
Prøve mottatt dato: 16.09.2022
Analyseperiode: 21.09.2022 - 06.11.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|-----------------------|--|---------------|--------|--------|-----------|
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 170 | µg N/l | 2 | |
| Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 4230 | µg N/l | 20 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 11,5 | µg/l | 0,1 | |
| Aluminium | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 695 | µg/l | 0,10 | |
| Arsen- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 5,41 | µg/l | 0,025 | |
| Arsen | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 5,70 | µg/l | 0,025 | |
| Bly- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,008 | µg/l | 0,005 | |
| Bly | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,066 | µg/l | 0,005 | |
| Kadmium- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,003 | µg/l | 0,003 | |
| Kadmium | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,0040 | µg/l | 0,0030 | |
| Kobber- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,61 | µg/l | 0,04 | |
| Kobber | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 1,78 | µg/l | 0,040 | |
| Krom- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,17 | µg/l | 0,025 | |
| Krom | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 3,45 | µg/l | 0,025 | |

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 9 av 10

| | | | | |
|-----------------|--|-------------|------|-------|
| Nikkel- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,35 | µg/l | 0,04 |
| Nikkel | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 2,53 | µg/l | 0,040 |
| Sink- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 2,2 | µg/l | 0,15 |
| Sink | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 3,6 | µg/l | 0,15 |
| STS_SGR | | | | |
| STS | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 17,2 | mg/l | 0,8 |

NIVA

Norsk institutt for vannforskning

Veronica Eftevåg

Overingeniør

Rapporten er elektronisk signert

Analysereport fra kommunal vannkilde (testvann benyttet i utlekkingsforsøk)

2022-19529-7 DR) Drikkevann (Hamar)
Gjelder: **Narud vannverk**

Tatt ut: 05.09.22 - 05.09.22
Sted: **206 Stenbekk PV**

| Parameter | Resultat | Enhet | Grenseverdi | Metode | Målesikkerhet |
|------------------------------|------------------------|-----------|-------------|-----------------------|----------------|
| Kimtall 22°C | HA) Ikke påvist | kde/ml | 100 | NS-EN ISO 6222 | |
| Koliforme bakterier | HA) <1 | kde/100ml | 0 | NS-EN ISO 9308-1 | 0 - 2 |
| E.coli | HA) <1 | kde/100ml | 0 | NS-EN ISO 9308-1 | 0 - 2 |
| Intestinale enterokokker | HA) <1 | kde/100ml | 0 | NS-EN ISO 7899-2 | 0 - 1 |
| *) Lukt | HA) 1 | | | Intern | |
| *) Smak | HA) 1 | | | Intern | |
| pH ved 19-25°C | HA) 8.1 | | 6,5 - 9,5 | NS-EN ISO 10523 | ±0,2 |
| *) Temperatur ved pH-måling | HA) 22.9 | °C | | | |
| Turbiditet | HA) <0.10 | FNU | | NS-EN ISO 7027-1 | |
| Fargetall (etter filtrering) | HA) <2 | mg Pt/l | | NS-EN ISO 7887 - C | ±0,2 |
| Konduktivitet 25 °C | HA) 37.7 | mS/m | 250 | NS-ISO 7888 | ±3.77 |
| Ammonium | HA) <0.003 | mgN/l | | NS 4746 | ±0.0012 |
| Nitrat + nitritt | HA) 3660 | µg N/l | 10000 | NS 4745 | ±366 |
| *) Natrium, Na | 83) 52 | mg/l | 200 | SS-EN ISO 11885:2009 | ±7.8 |
| *) Kalsium, Ca | 83) 21 | mg/l | | SS-EN ISO 11885:2009 | ±3.2 |
| *) Magnesium, Mg | 83) 5.5 | mg/l | | SS-EN ISO 11885:2009 | ±0.83 |
| *) Hardhet i Tyske grader | 83) 4.2 | °dH | | Beråknad | ±0.63 |
| *) Jern, Fe | 83) <5 | µg/l | 200 | SS-EN ISO 17294-2:201 | ±1.3 |

*) SGS Norway er ikke akkreditert for denne analysen

< betyr: Mindre enn

HA) Analysen er utført av SGS Hamar

83) Levert av SGS - Linköping ISO17025:2018 SWEDAC 1006

DR) Grenseverdier etter Drikkevannsforskriften

Vedlegg E.

Tabell 1.1. Grunnstoffer målt med ICP-MS i gjeller og mageinnhold. Mo, U, Sn, Pb og Bi hadde <35% detekterte verdier over LOD og ble derfor ekskluderte. Al, P, Ti, Fe, Ni, Cu, Zr, Nb og Cd ble ekskluderte da de ikke kunde bekrefte med SRM.

| Prøvenr | Stasjon | Organ | LOD | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------------|--------|-----------|-------|--------|---------|----------|----------|--------|--------|--------|------|-------|-------|
| | | | Mg | S | K | Ca | Sc | V | Cr | Mn | Co | Zn | As | Se |
| LOD gjelle | | | 2,866538 | 31,85 | 9,555 | 9,555 | 0,0009 | 0,01274 | 0,9555 | 0,095 | 0,063 | 1,2 | 0,003 | 0,009 |
| LOD mageinnhold | | | 21,63971 | 240,4 | 72,13 | 72,13 | 0,0072 | 0,09617 | 7,2132 | 0,721 | 0,480 | 9,6 | 0,024 | 0,072 |
| | | | Mg | S | K | Ca | Sc | V | Cr | Mn | Co | Zn | As | Se |
| | | | Magnesium | Svel | Kalium | Kalsium | Scandium | Vanadium | Chrom | Mangan | Kobolt | Zink | Arsen | Selen |
| | | | µg/g | µg/g | µg/g | µg/g | µg/g | µg/g | µg/g | µg/g | µg/g | µg/g | µg/g | µg/g |
| Gjelle-1 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 1010 | 976 | 115 | 303 | 0,024 | 0,229 | 0,867 | 18,7 | 0,3 | 17 | 0,3 | 3,7 |
| Gjelle-2 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 1220 | 103 | 127 | 352 | 0,014 | 0,232 | 0,828 | 28,8 | 0,5 | 40 | 0,1 | 2,4 |
| Gjelle-3 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 1050 | 105 | 113 | 297 | 0,005 | 0,094 | 0,761 | 38 | 0,2 | 32 | 0,3 | 4 |
| Gjelle-4 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 895 | 104 | 110 | 295 | 0,017 | 0,18 | 0,751 | 18,5 | 0,9 | 41 | 0,1 | 3,2 |
| Gjelle-5 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 859 | 864 | 994 | 241 | 0,006 | 0,098 | 0,762 | 17,7 | 0,1 | 28 | 0,1 | 4,3 |
| Gjelle-6 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 991 | 964 | 106 | 317 | 0,007 | 0,15 | 0,726 | 21,1 | 0,2 | 23 | 0,2 | 3,3 |
| Gjelle-7 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 1080 | 105 | 128 | 322 | 0,007 | 0,137 | 0,853 | 17,2 | 0,2 | 29 | 0,3 | 3,6 |
| Gjelle-8 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 1100 | 101 | 120 | 355 | 0,011 | 0,127 | 0,835 | 28,3 | 0,6 | 32 | 0,2 | 2,3 |
| Gjelle-9 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 1100 | 100 | 113 | 313 | 0,014 | 0,255 | 0,926 | 18,5 | 0,2 | 25 | 0,1 | 3,8 |
| Gjelle-10 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 1050 | 972 | 109 | 296 | 0,019 | 0,242 | 0,721 | 15,6 | 0,6 | 60 | 0,5 | 3,9 |
| Gjelle-11 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 852 | 864 | 979 | 240 | 0,007 | 0,123 | 0,659 | 15,1 | 0,3 | 30 | 0,2 | 5,2 |
| Gjelle-12 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 949 | 930 | 107 | 257 | 0,011 | 0,153 | 0,451 | 14 | 0,2 | 37 | 0,3 | 3,7 |
| Gjelle-13 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 952 | 933 | 111 | 247 | 0,011 | 0,156 | 0,646 | 19,1 | 0,3 | 23 | 0,2 | 4,0 |
| Gjelle-14 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 982 | 940 | 104 | 319 | 0,036 | 0,358 | 0,945 | 17,3 | 0,3 | 35 | 0,1 | 1,8 |
| Gjelle-15 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 1070 | 108 | 123 | 298 | 0,012 | 0,418 | 0,785 | 26,1 | 0,5 | 58 | 0,2 | 3,4 |
| Gjelle-16 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 1070 | 960 | 122 | 262 | 0,047 | 0,528 | 0,845 | 40,9 | 0,5 | 23 | 0,3 | 4,4 |
| Gjelle-17 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 932 | 907 | 103 | 270 | 0,012 | 0,226 | 0,887 | 40,6 | 0,4 | 30 | 0,2 | 3,3 |
| Gjelle-18 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 1440 | 868 | 101 | 381 | 0,243 | 2,43 | 4 | 37,6 | 0,8 | 59 | 0,4 | 2,9 |
| Gjelle-19 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 1070 | 987 | 120 | 301 | 0,019 | 0,245 | 0,843 | 16,2 | 0,3 | 32 | 0,3 | 3,7 |
| Gjelle-20 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 1300 | 106 | 122 | 391 | 0,028 | 0,356 | 12,6 | 34,6 | 0,5 | 29 | 0,2 | 2,6 |
| Gjelle-Ref1 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 970 | 941 | 109 | 296 | 0,005 | 0,098 | 0,879 | 15 | 0,2 | 38 | 0,2 | 2,0 |
| Gjelle-Ref2 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1130 | 989 | 122 | 338 | 0,005 | 0,060 | 0,936 | 20,6 | 0,2 | 30 | 0,1 | 2,0 |
| Gjelle-Ref3 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1050 | 901 | 101 | 363 | 0,009 | 0,12 | 0,724 | 17,9 | 0,2 | 39 | 0,2 | 2,0 |
| Gjelle-Ref4 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1030 | 959 | 103 | 326 | 0,003 | 0,074 | 0,455 | 28,5 | 0,3 | 26 | 0,1 | 2,7 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------------|-------------|------|--------|--------|--------|-----------|---------|-----------|------|--------|------|---------|-------|
| Gjelle-Ref5 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1070 | 103 00 | 117 00 | 337 00 | 0,004 | 0,079 8 | 0,893 404 | 19,4 | 0,2 2 | 48 3 | 0,1 41 | 1,9 1 |
| Gjelle-Ref6 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1020 | 103 00 | 123 00 | 285 00 | 0,005 | 0,115 | 0,740 763 | 21,8 | 0,2 5 | 25 3 | 0,1 89 | 2,1 2 |
| Gjelle-Ref7 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1080 | 897 0 | 106 00 | 369 00 | 0,005 66 | 0,096 4 | 0,753 504 | 27,6 | 0,3 1 | 32 9 | 0,1 3 | 1,9 4 |
| Gjelle-Ref8 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1020 | 972 0 | 109 00 | 316 00 | 0,003 54 | 0,101 | 0,732 245 | 15,8 | 0,1 9 | 26 1 | 0,2 14 | 2,3 8 |
| Gjelle-Ref9 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1090 | 101 00 | 114 00 | 372 00 | 0,002 93 | 0,072 6 | 0,809 318 | 25,2 | 0,2 49 | 33 8 | 0,1 42 | 2,2 7 |
| Gjelle-Ref10 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1160 | 103 00 | 139 00 | 314 00 | 0,007 | 0,083 8 | 0,585 252 | 18,2 | 0,3 9 | 34 2 | 0,1 59 | 2,3 4 |
| Gjelle-Ref11 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1060 | 100 00 | 126 00 | 335 00 | 0,000 902 | 0,108 | 0,602 062 | 19,9 | 0,3 5 | 31 4 | 0,1 13 | 1,7 9 |
| Gjelle-Ref12 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1080 | 105 00 | 127 00 | 340 00 | 0,008 | 0,09 | 0,863 332 | 15,3 | 0,4 3 | 23 5 | 0,2 09 | 2,4 1 |
| Gjelle-Ref13 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1240 | 107 00 | 127 00 | 426 00 | 0,006 4 | 0,097 1 | 0,572 724 | 19,5 | 0,3 3 | 32 9 | 0,2 03 | 2,1 3 |
| Gjelle-Ref14 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1000 | 979 0 | 118 00 | 315 00 | 0,004 12 | 0,12 | 0,538 023 | 15,3 | 0,1 94 | 21 5 | 0,2 33 | 3,0 4 |
| Gjelle-Ref15 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1010 | 950 0 | 114 00 | 321 00 | 0,004 7 | 0,1 | 0,770 527 | 18,4 | 0,1 88 | 31 9 | 0,1 13 | 2,4 2 |
| Gjelle-Ref16 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1130 | 104 00 | 118 00 | 375 00 | 0,004 27 | 0,079 3 | 0,892 847 | 14,5 | 0,2 14 | 35 4 | 0,1 32 | 2,2 4 |
| Gjelle-Ref17 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 980 | 962 0 | 113 00 | 297 00 | 0,005 | 0,086 5 | 0,695 826 | 12,7 | 0,2 5 | 31 5 | 0,0 861 | 1,3 9 |
| Gjelle-Ref18 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1090 | 101 00 | 118 00 | 345 00 | 0,003 68 | 0,069 8 | 0,799 177 | 20,6 | 0,2 63 | 28 4 | 0,1 56 | 2 |
| Gjelle-Ref19 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1060 | 968 0 | 120 00 | 294 00 | 0,003 7 | 0,059 3 | 0,838 109 | 13,3 | 0,1 88 | 38 1 | 0,1 37 | 2,0 6 |
| Gjelle-Ref20 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Gjelle | 1020 | 970 0 | 117 00 | 283 00 | 0,007 72 | 0,075 3 | 0,953 434 | 24,2 | 0,2 5 | 26 7 | 0,1 34 | 2,4 4 |
| Mageinnh old-1 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 3360 | 909 0 | 128 00 | 526 0 | 2,48 | 18,8 | 19,7 | 286 | 5,5 8 | 25 5 | 2,7 5 | 8,8 |
| Mageinnh old-2 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 5600 | 736 0 | 146 00 | 501 0 | 3,51 | 29,6 | 27,8 | 265 | 6,6 9 | 25 5 | 2,7 5 | 3,0 8 |
| Mageinnh old-3 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 3450 | 896 0 | 171 00 | 184 0 | 1,77 | 16 | 26 | 117 | 3,6 7 | 33 3 | 1,8 5 | 7,6 3 |
| Mageinnh old-4 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 2770 | 990 0 | 193 00 | 146 0 | 1,24 | 11,1 | 6,940 887 | 95,4 | 3,5 3 | 42 8 | 1,1 1 | 9,3 2 |
| Mageinnh old-5 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 1580 | 860 0 | 148 00 | 113 0 | 0,534 | 4,93 | 7,116 621 | 41,5 | 1,1 7 | 38 9 | 1,0 7 | 10, 4 |
| Mageinnh old-6 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 5770 | 843 0 | 158 00 | 362 0 | 3,17 | 35,9 | 23,6 | 226 | 7,5 7 | 18 4 | 3 | 4,4 7 |
| Mageinnh old-7 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 4580 | 993 0 | 189 00 | 244 0 | 2,62 | 23,4 | 31 | 271 | 4,8 6 | 26 4 | 2,8 3 | 5,4 1 |
| Mageinnh old-8 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 6310 | 828 0 | 193 00 | 293 0 | 3,54 | 30,8 | 32 | 218 | 6,8 9 | 39 9 | 2,4 2 | 4,0 2 |
| Mageinnh old-9 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 2660 | 105 00 | 194 00 | 162 0 | 1,15 | 10,9 | 23 | 148 | 4,1 5 | 39 5 | 1,3 7 | 7,7 9 |
| Mageinnh old-10 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 4760 | 762 0 | 150 00 | 480 0 | 2,72 | 23,7 | 22,9 | 170 | 9,1 6 | 44 6 | 3,4 7 | 5,1 7 |
| Mageinnh old-11 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 2200 | 926 0 | 151 00 | 150 0 | 0,956 | 9,18 | 6,333 704 | 66,1 | 2,5 6 | 26 6 | 1,2 2 | 7,5 3 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------------------|-----------------|------|----------|-----------|----------|-------|------|--------------|------|----------|---------|-----------|----------|
| Mageinnh old-12 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Magein nhold | 4840 | 838 0 | 158 00 | 843 0 | 2,64 | 23,8 | 26 | 258 | 5,4 8 | 32 4 | 4,0 1 | 7,0 5 |
| Mageinnh old-13 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Magein nhold | 4380 | 724 0 | 160 00 | 233 0 | 2,26 | 20,8 | 18 | 183 | 4,5 8 | 25 9 | 1,9 7 | 3,7 8 |
| Mageinnh old-14 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Magein nhold | 4830 | 799 0 | 170 00 | 405 0 | 3,42 | 27,3 | 26,8 | 155 | 5,8 7 | 49 2 | 2,0 9 | 3,8 1 |
| Mageinnh old-15 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Magein nhold | 6390 | 668 0 | 178 00 | 489 0 | 3,67 | 39,7 | 31,9 | 228 | 6,1 8 | 44 2 | 2,0 2 | 2,7 9 |
| Mageinnh old-16 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Magein nhold | 5920 | 856 0 | 188 00 | 300 0 | 3,39 | 32,3 | 29 | 223 | 7,7 6 | 33 2 | 2,9 6 | 7,5 2 |
| Mageinnh old-17 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Magein nhold | 7980 | 741 0 | 174 00 | 341 0 | 4,73 | 51,9 | 36 | 250 | 8,4 3 | 37 5 | 2,9 2 | 3,9 2 |
| Mageinnh old-18 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Magein nhold | 6270 | 847 0 | 150 00 | 423 0 | 3,74 | 37,4 | 30,3 | 367 | 9,3 4 | 50 9 | 3,1 9 | 5,4 9 |
| Mageinnh old-19 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Magein nhold | 7990 | 587 0 | 159 00 | 513 0 | 5,14 | 55,6 | 42 | 371 | 9,7 8 | 25 9 | 3,5 5 | 3,1 9 |
| Mageinnh old_20 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Magein nhold | 4420 | 787 0 | 157 00 | 268 0 | 2,44 | 22,7 | 24 | 166 | 5,3 3 | 19 1 | 2,7 6 | 5,2 5 |
| Mageinnh old-Ref1 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 2090 | 825 0 | 146 00 | 146 0 | 1,05 | 8,4 | 22 | 92,5 | 4,0 3 | 30 6 | 1,7 5 | 2,3 6 |
| Mageinnh old-Ref2 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 2040 | 903 0 | 165 00 | 183 0 | 0,902 | 7,17 | 26 | 80,8 | 1,5 4 | 26 2 | 0,7 6 | 2,5 4 |
| Mageinnh old-Ref3 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 4310 | 764 0 | 158 00 | 297 0 | 2,4 | 19,8 | 20,9 | 205 | 4,5 1 | 33 1 | 1,7 1 | 2,9 1 |
| Mageinnh old-Ref4 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 2110 | 929 0 | 144 00 | 188 0 | 0,883 | 7,41 | 23 | 85,8 | 1,6 6 | 30 3 | 0,9 25 | 3,7 9 |
| Mageinnh old-Ref5 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 2180 | 949 0 | 169 00 | 329 0 | 0,956 | 7,56 | 24 | 94,5 | 3,4 3 | 30 8 | 0,8 5 | 2,5 2 |
| Mageinnh old-Ref6 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 1740 | 957 0 | 192 00 | 159 0 | 0,603 | 4,89 | 4,197 7 | 73 | 1,5 2 | 29 8 | 0,6 47 | 3,1 |
| Mageinnh old-Ref7 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 1900 | 920 0 | 178 00 | 156 0 | 0,741 | 6,19 | 6,970 283 | 69,1 | 1,9 6 | 24 6 | 0,8 09 | 2,9 6 |
| Mageinnh old-Ref8 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 1480 | 825 0 | 139 00 | 116 0 | 0,537 | 4,26 | 6,871 436 | 56,4 | 1,5 2 | 25 9 | 0,6 17 | 2,9 1 |
| Mageinnh old-Ref9 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 1920 | 972 0 | 188 00 | 150 0 | 0,68 | 5,52 | 7,002 357 | 119 | 2,0 6 | 43 7 | 1,0 9 | 3,2 8 |
| Mageinnh old-Ref10 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 1360 | 896 0 | 152 00 | 125 0 | 0,493 | 3,98 | 3,787 436 | 47,3 | 1,3 1 | 20 8 | 0,7 08 | 2,6 2 |
| Mageinnh old-Ref11 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 1970 | 957 0 | 231 00 | 212 0 | 0,685 | 5,45 | 6,889 986 | 66,4 | 1,7 8 | 38 1 | 0,6 65 | 2,6 2 |
| Mageinnh old-Ref12 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 2250 | 923 0 | 182 00 | 159 0 | 1,01 | 7,86 | 29 | 67,9 | 1,6 7 | 29 1 | 0,8 26 | 3,5 7 |
| Mageinnh old-Ref13 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 2680 | 799 0 | 139 00 | 293 0 | 1,67 | 15,6 | 18 | 458 | 4,3 4 | 31 9 | 1,9 | 2,5 |
| Mageinnh old-Ref14 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 2020 | 807 0 | 164 00 | 146 0 | 1,01 | 7,78 | 24 | 69,1 | 1,5 5 | 23 2 | 2,4 | 3,6 5 |
| Mageinnh old-Ref15 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 2800 | 818 0 | 135 00 | 250 0 | 2,38 | 12 | 23 | 135 | 1,7 7 | 27 5 | 0,8 62 | 2,8 1 |
| Mageinnh old-Ref16 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 1700 | 747 0 | 139 00 | 187 0 | 0,696 | 5,42 | 6,589 99 | 65,3 | 1,6 2 | 19 5 | 0,6 57 | 2,3 |
| Mageinnh old-Ref17 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 1820 | 783 0 | 164 00 | 195 0 | 0,801 | 6,33 | 6,159 339 | 64,2 | 1,7 7 | 30 8 | 0,6 17 | 1,8 9 |

NIVA 7889-2023

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------------------|-----------------|------|----------|-----------|----------|-------|------|--------------|------|----------|---------|-----------|----------|
| Mageinnh old-Ref18 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 1230 | 848 0 | 158 00 | 105 0 | 0,313 | 2,65 | 5,458 048 | 30,3 | 1,3 5 | 22 7 | 0,8 06 | 2,6 2 |
| Mageinnh old-Ref19 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 2310 | 775 0 | 168 00 | 208 0 | 1,08 | 8,51 | 31 | 105 | 1,9 1 | 39 5 | 0,8 03 | 3,1 1 |
| Mageinnh old-Ref20 | Oppstrøms (Referanse stasjon) | Magein nhold | 1740 | 825 0 | 160 00 | 164 0 | 0,656 | 5,44 | 5,508 774 | 64,5 | 1,4 4 | 27 4 | 0,7 75 | 3,2 5 |

Tabell 1.2. Grunnstoffer målt med ICP-MS i gjeller og mageinnhold. Mo, U, Sn, Pb og Bi hadde <35% detekterte verdier over LOD og ble derfor ekskluderte. Al, P, Ti, Fe, Ni, Cu, Zr, Nb og Cd ble ekskluderte da de ikke kunde bekreftes med SRM.

| Prøvenr | Stasjon | Organ | LOD gjelle LOD mageinnhold | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|--------|----------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| | | | Sr Strontium µg/g | Y Yttrium µg/g | Ag Sølv µg/g | Cs Cesium µg/g | Ba Barium µg/g | La Lantan µg/g | Ce Cerium µg/g | Pr Praseodym µg/g | Nd Neodym µg/g | Sm Samarium µg/g | Eu Europium µg/g | Gd Gadolinium µg/g |
| | | | 0,022295 | 0,00223 | 0,000956 | 0,000159 | 0,222953 | 0,000956 | 0,001911 | 0,000223 | 0,000956 | 0,000255 | 9,56E-05 | 0,000319 |
| | | | 0,168309 | 0,016831 | 0,007213 | 0,001202 | 1,683088 | 0,007213 | 0,014426 | 0,001683 | 0,007213 | 0,001924 | 0,000721 | 0,002404 |
| Gjelle-1 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 19,3 | 0,0469 | 0,002 | 0,0244 | 1,19 | 0,0575 | 0,111 | 0,0138 | 0,0521 | 0,0111 | 0,00256 | 0,00991 |
| Gjelle-2 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 39,5 | 0,032 | 0,000850735 | 0,101 | 3,3 | 0,0757 | 0,136 | 0,0159 | 0,0585 | 0,0114 | 0,00282 | 0,00937 |
| Gjelle-3 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 19,1 | 0,0137 | 0,002 | 0,0372 | 1,31 | 0,0251 | 0,0339 | 0,00483 | 0,0188 | 0,00345 | 0,000824 | 0,00307 |
| Gjelle-4 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 14,3 | 0,035 | 0,000888188 | 0,0394 | 3,6 | 0,0283 | 0,0428 | 0,00522 | 0,0206 | 0,0039 | 0,00139 | 0,005 |
| Gjelle-5 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 19,6 | 0,012 | 0,002 | 0,0481 | 1,03 | 0,0163 | 0,023 | 0,00312 | 0,0128 | 0,00253 | 0,000726 | 0,00259 |
| Gjelle-6 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 21,7 | 0,0186 | 0,004 | 0,0184 | 0,9 | 0,0201 | 0,0298 | 0,00414 | 0,0159 | 0,00293 | 0,00102 | 0,00304 |
| Gjelle-7 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 24,1 | 0,0188 | 0,005 | 0,029 | 1,23 | 0,0336 | 0,0428 | 0,00671 | 0,0252 | 0,00444 | 0,00133 | 0,00475 |
| Gjelle-8 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 31,7 | 0,024 | 0,000907351 | 0,0493 | 2,4 | 0,0199 | 0,0311 | 0,0042 | 0,0152 | 0,00354 | 0,00095 | 0,0034 |
| Gjelle-9 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 31,7 | 0,0221 | 0,002 | 0,0346 | 1,97 | 0,0354 | 0,0569 | 0,0074 | 0,0263 | 0,00504 | 0,00139 | 0,0047 |
| Gjelle-10 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 19,7 | 0,0334 | 0,002 | 0,0177 | 1,13 | 0,0433 | 0,074 | 0,00967 | 0,0361 | 0,00708 | 0,00182 | 0,00672 |
| Gjelle-11 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 16,9 | 0,0152 | 0,002 | 0,0193 | 0,839 | 0,0254 | 0,0401 | 0,00536 | 0,021 | 0,00395 | 0,000978 | 0,00379 |
| Gjelle-12 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 19,2 | 0,0165 | 0,002 | 0,0829 | 0,794 | 0,027 | 0,0451 | 0,00619 | 0,0241 | 0,00465 | 0,00115 | 0,00395 |
| Gjelle-13 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 18,2 | 0,0243 | 0,000701676 | 0,0176 | 1,05 | 0,0345 | 0,0523 | 0,0071 | 0,0291 | 0,00539 | 0,00145 | 0,00527 |
| Gjelle-14 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 26,4 | 0,0537 | 0,00313 | 0,0729 | 3,56 | 0,0853 | 0,142 | 0,0169 | 0,0649 | 0,0127 | 0,0031 | 0,0121 |
| Gjelle-15 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 21,2 | 0,0265 | 0,00242 | 0,0321 | 2,28 | 0,0428 | 0,0563 | 0,0076 | 0,029 | 0,00588 | 0,00148 | 0,00609 |
| Gjelle-16 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 18,8 | 0,0717 | 0,007 | 0,0337 | 2,2 | 0,0799 | 0,156 | 0,0186 | 0,0719 | 0,015 | 0,00392 | 0,0139 |
| Gjelle-17 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 40 | 0,0182 | 0,003 | 0,0682 | 1,3 | 0,029 | 0,0399 | 0,00554 | 0,0218 | 0,00371 | 0,00123 | 0,00428 |
| Gjelle-18 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 33,5 | 0,225 | 0,00678 | 0,0865 | 5,38 | 0,314 | 0,635 | 0,0741 | 0,283 | 0,0551 | 0,0135 | 0,0528 |

NIVA 7889-2023

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------------------|-------------|------|--------|-------------|--------|-------|--------|--------|---------|--------|---------|----------|---------|
| Gjelle-19 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 34,3 | 0,0324 | 0,002 | 0,0265 | 1,16 | 0,0543 | 0,0887 | 0,012 | 0,0455 | 0,00852 | 0,00175 | 0,00745 |
| Gjelle-20 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 28,7 | 0,0348 | 0,01 | 0,0956 | 4,17 | 0,0482 | 0,076 | 0,00971 | 0,0366 | 0,00709 | 0,00203 | 0,00692 |
| Gjelle-Ref1 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 21,4 | 0,0144 | 0,003 | 0,0155 | 1,03 | 0,0273 | 0,06 | 0,00597 | 0,0218 | 0,00393 | 0,000999 | 0,0036 |
| Gjelle-Ref2 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 25 | 0,0165 | 0,000840342 | 0,019 | 1,1 | 0,0317 | 0,0505 | 0,00652 | 0,0258 | 0,00491 | 0,000919 | 0,00468 |
| Gjelle-Ref3 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 24,5 | 0,0178 | 0,003 | 0,0154 | 1,12 | 0,0293 | 0,0547 | 0,00676 | 0,0242 | 0,00518 | 0,00116 | 0,00369 |
| Gjelle-Ref4 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 25,4 | 0,0117 | 0,002 | 0,0166 | 0,925 | 0,0166 | 0,0244 | 0,00346 | 0,0134 | 0,00289 | 0,000782 | 0,0027 |
| Gjelle-Ref5 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 22,6 | 0,0127 | 0,004 | 0,0145 | 0,916 | 0,0211 | 0,0378 | 0,00434 | 0,0171 | 0,00329 | 0,000815 | 0,00332 |
| Gjelle-Ref6 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 19,1 | 0,0147 | 0,000890605 | 0,0188 | 1,09 | 0,0235 | 0,0374 | 0,00479 | 0,0188 | 0,00362 | 0,000878 | 0,0037 |
| Gjelle-Ref7 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 29 | 0,015 | 0,000720843 | 0,0198 | 1,2 | 0,0211 | 0,0337 | 0,00481 | 0,0188 | 0,00454 | 0,000932 | 0,00381 |
| Gjelle-Ref8 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 21,1 | 0,0133 | 0,000847279 | 0,0223 | 0,859 | 0,0213 | 0,0331 | 0,00416 | 0,0156 | 0,00281 | 0,000762 | 0,00333 |
| Gjelle-Ref9 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 29,1 | 0,0117 | 0,000906796 | 0,0132 | 1,01 | 0,0207 | 0,0297 | 0,0042 | 0,0165 | 0,00314 | 0,000758 | 0,00302 |
| Gjelle-Ref10 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 23,4 | 0,015 | 0,000928462 | 0,0182 | 1,5 | 0,0215 | 0,0296 | 0,00444 | 0,0162 | 0,00359 | 0,000603 | 0,00274 |
| Gjelle-Ref11 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 18,9 | 0,013 | 0,000923335 | 0,0186 | 1,4 | 0,0212 | 0,0302 | 0,00408 | 0,0161 | 0,00274 | 0,000608 | 0,00265 |
| Gjelle-Ref12 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 19 | 0,017 | 0,000918405 | 0,0235 | 1,7 | 0,0204 | 0,0281 | 0,00405 | 0,0151 | 0,0031 | 0,000765 | 0,00294 |
| Gjelle-Ref13 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 34,6 | 0,024 | 0,000507071 | 0,0172 | 1,41 | 0,0435 | 0,124 | 0,00934 | 0,0341 | 0,00658 | 0,0015 | 0,00568 |
| Gjelle-Ref14 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 23,2 | 0,0147 | 0,003 | 0,0197 | 1,29 | 0,0285 | 0,0441 | 0,0056 | 0,0224 | 0,00401 | 0,000954 | 0,00381 |
| Gjelle-Ref15 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 23,2 | 0,0131 | 0,003 | 0,0179 | 1,03 | 0,0177 | 0,0307 | 0,0038 | 0,0143 | 0,00307 | 0,000865 | 0,00268 |
| Gjelle-Ref16 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 28,2 | 0,0109 | 0,003 | 0,0183 | 1,14 | 0,0214 | 0,0381 | 0,00457 | 0,0179 | 0,00358 | 0,000946 | 0,00293 |
| Gjelle-Ref17 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 19,8 | 0,0119 | 0,000915501 | 0,0202 | 1 | 0,0253 | 0,0411 | 0,00511 | 0,0199 | 0,00376 | 0,000983 | 0,00413 |
| Gjelle-Ref18 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 24,7 | 0,014 | 0,000598086 | 0,0188 | 1,03 | 0,0275 | 0,0476 | 0,00545 | 0,0222 | 0,00393 | 0,000927 | 0,00401 |
| Gjelle-Ref19 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 20,8 | 0,0132 | 0,000237519 | 0,0164 | 0,936 | 0,0272 | 0,0427 | 0,00562 | 0,0206 | 0,00337 | 0,000883 | 0,00345 |
| Gjelle-Ref20 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 24,1 | 0,0198 | 0,00088293 | 0,0201 | 1,14 | 0,0332 | 0,0551 | 0,00733 | 0,0286 | 0,00479 | 0,00119 | 0,00421 |
| Mageinnhold-1 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 17,5 | 4,38 | 0,0527 | 0,369 | 29,1 | 4,69 | 10,3 | 1,15 | 4,34 | 0,857 | 0,203 | 0,864 |

NIVA 7889-2023

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------------------------------|-------------|------|-------|--------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|--------|-------|
| Mageinnhold-2 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 16,3 | 4,49 | 0,0292 | 0,736 | 47,6 | 5,03 | 15,4 | 1,32 | 5,03 | 1,03 | 0,24 | 0,991 |
| Mageinnhold-3 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 5,74 | 1,72 | 0,05 | 0,387 | 24,1 | 1,94 | 4,19 | 0,493 | 1,87 | 0,374 | 0,0917 | 0,356 |
| Mageinnhold-4 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 3,16 | 1,18 | 0,0577 | 0,323 | 16,3 | 1,5 | 3,1 | 0,356 | 1,34 | 0,266 | 0,0593 | 0,253 |
| Mageinnhold-5 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 2,43 | 0,479 | 0,0458 | 0,209 | 6,93 | 0,588 | 1,23 | 0,141 | 0,55 | 0,109 | 0,0265 | 0,105 |
| Mageinnhold-6 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 9,37 | 2,86 | 0,0367 | 0,561 | 37,2 | 3,32 | 7,24 | 0,788 | 3,1 | 0,643 | 0,148 | 0,616 |
| Mageinnhold-7 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 6,91 | 2,58 | 0,0337 | 0,505 | 33,5 | 3,2 | 6,98 | 0,763 | 2,94 | 0,593 | 0,139 | 0,566 |
| Mageinnhold-8 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 10,5 | 3,88 | 0,0371 | 0,727 | 48,9 | 4,36 | 9,55 | 1,08 | 4,1 | 0,84 | 0,198 | 0,808 |
| Mageinnhold-9 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 3,21 | 1,12 | 0,03 | 0,276 | 14,8 | 1,27 | 2,8 | 0,299 | 1,17 | 0,228 | 0,0561 | 0,22 |
| Mageinnhold-10 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 17,3 | 4,39 | 0,0461 | 0,5 | 39,3 | 5,92 | 12,3 | 1,42 | 5,44 | 1,01 | 0,222 | 0,984 |
| Mageinnhold-11 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 2,84 | 0,931 | 0,026 | 0,213 | 12,5 | 1,12 | 2,36 | 0,269 | 1,02 | 0,209 | 0,0479 | 0,197 |
| Mageinnhold-12 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 22,2 | 2,54 | 0,0779 | 0,595 | 30,2 | 2,88 | 6,07 | 0,689 | 2,67 | 0,531 | 0,123 | 0,503 |
| Mageinnhold-13 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 7,01 | 2,31 | 0,0291 | 0,4 | 31,3 | 2,55 | 5,35 | 0,634 | 2,43 | 0,491 | 0,119 | 0,482 |
| Mageinnhold-14 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 14,1 | 5,48 | 0,0731 | 0,767 | 44,5 | 8,89 | 18,3 | 1,96 | 7,38 | 1,31 | 0,286 | 1,18 |
| Mageinnhold-15 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 16,3 | 5,41 | 0,0444 | 0,716 | 50,4 | 6,97 | 14,6 | 1,74 | 6,69 | 1,3 | 0,294 | 1,21 |
| Mageinnhold-16 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 10,1 | 4,26 | 0,097 | 0,721 | 52,1 | 5,51 | 11,9 | 1,31 | 5,1 | 1,01 | 0,224 | 0,932 |
| Mageinnhold-17 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 11,4 | 4,19 | 0,0482 | 0,979 | 55 | 4,89 | 10,3 | 1,18 | 4,64 | 0,923 | 0,222 | 0,926 |
| Mageinnhold-18 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 15,5 | 4,83 | 0,106 | 0,884 | 63,2 | 6,58 | 14,3 | 1,59 | 6,06 | 1,19 | 0,265 | 1,1 |
| Mageinnhold-19 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 17,6 | 6,97 | 0,0523 | 0,887 | 64,8 | 7,83 | 16,5 | 1,87 | 7,48 | 1,47 | 0,337 | 1,44 |
| Mageinnhold_20 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 7,5 | 2,47 | 0,0372 | 0,565 | 33 | 3,06 | 6,41 | 0,743 | 2,82 | 0,548 | 0,133 | 0,548 |
| Mageinnhold-Ref1 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 5,08 | 1,45 | 0,0242 | 0,301 | 23 | 2,05 | 4,11 | 0,497 | 1,98 | 0,387 | 0,0828 | 0,345 |
| Mageinnhold-Ref2 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 5,87 | 1,39 | 0,0344 | 0,284 | 20,9 | 1,78 | 3,64 | 0,447 | 1,69 | 0,33 | 0,0755 | 0,303 |
| Mageinnhold-Ref3 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 12 | 3,19 | 0,0201 | 0,511 | 41,9 | 3,67 | 8,71 | 0,919 | 3,65 | 0,721 | 0,171 | 0,701 |
| Mageinnhold-Ref4 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 5,93 | 1,22 | 0,0239 | 0,306 | 22,7 | 1,79 | 3,55 | 0,432 | 1,7 | 0,31 | 0,0709 | 0,289 |

NIVA 7889-2023

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------------------|-------------|------|-------|--------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Mageinnhold-Ref5 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 12,7 | 1,42 | 0,0456 | 0,272 | 23,8 | 1,91 | 3,83 | 0,459 | 1,83 | 0,343 | 0,078 | 0,328 |
| Mageinnhold-Ref6 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 3,83 | 0,903 | 0,03 | 0,206 | 16,4 | 1,21 | 2,51 | 0,299 | 1,14 | 0,219 | 0,0524 | 0,205 |
| Mageinnhold-Ref7 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 4,17 | 1,04 | 0,0265 | 0,252 | 18 | 1,43 | 2,85 | 0,346 | 1,37 | 0,258 | 0,0589 | 0,24 |
| Mageinnhold-Ref8 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 4,09 | 0,772 | 0,0478 | 0,178 | 12,9 | 1,03 | 2,19 | 0,254 | 0,989 | 0,182 | 0,0412 | 0,175 |
| Mageinnhold-Ref9 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 4,57 | 1,13 | 0,0591 | 0,247 | 18,1 | 1,66 | 3,26 | 0,391 | 1,49 | 0,288 | 0,0629 | 0,27 |
| Mageinnhold-Ref10 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 2,83 | 0,768 | 0,0333 | 0,156 | 11,1 | 0,998 | 2,08 | 0,246 | 0,957 | 0,19 | 0,0411 | 0,181 |
| Mageinnhold-Ref11 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 5,56 | 1,01 | 0,0362 | 0,226 | 16,9 | 1,36 | 2,78 | 0,329 | 1,29 | 0,252 | 0,0559 | 0,224 |
| Mageinnhold-Ref12 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 4,91 | 1,57 | 0,029 | 0,329 | 23,8 | 2,17 | 4,58 | 0,548 | 2,06 | 0,383 | 0,0892 | 0,346 |
| Mageinnhold-Ref13 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 10,6 | 2,41 | 0,0398 | 0,308 | 28,1 | 2,57 | 5,85 | 0,643 | 2,49 | 0,517 | 0,131 | 0,509 |
| Mageinnhold-Ref14 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 4,67 | 1,48 | 0,0303 | 0,289 | 21,6 | 1,85 | 3,87 | 0,457 | 1,76 | 0,354 | 0,0812 | 0,329 |
| Mageinnhold-Ref15 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 10,6 | 2,59 | 0,0262 | 0,161 | 12,8 | 2,35 | 5,37 | 0,636 | 2,7 | 0,646 | 0,165 | 0,692 |
| Mageinnhold-Ref16 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 6,71 | 1,06 | 0,023 | 0,219 | 16,5 | 1,37 | 2,96 | 0,342 | 1,3 | 0,263 | 0,0561 | 0,236 |
| Mageinnhold-Ref17 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 5,19 | 1,13 | 0,0447 | 0,233 | 17,4 | 1,49 | 3,13 | 0,367 | 1,41 | 0,289 | 0,0632 | 0,268 |
| Mageinnhold-Ref18 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 2,3 | 0,459 | 0,0321 | 0,117 | 8,56 | 0,655 | 1,29 | 0,154 | 0,609 | 0,111 | 0,0247 | 0,102 |
| Mageinnhold-Ref19 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 6,58 | 1,78 | 0,0505 | 0,31 | 27,5 | 2,35 | 5,08 | 0,578 | 2,18 | 0,436 | 0,0931 | 0,392 |
| Mageinnhold-Ref20 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 3,98 | 0,965 | 0,03 | 0,229 | 16,9 | 1,33 | 2,68 | 0,324 | 1,23 | 0,237 | 0,0544 | 0,228 |

Tabell X-3. Grunnstoffer målt med ICP-MS i gjeller og mageinnhold. Mo, U, Sn, Pb og Bi hadde <35% detekterte verdier over LOD og ble derfor ekskluderte. Al, P, Ti, Fe, Ni, Cu, Zr, Nb og Cd ble ekskluderte da de ikke kunne bekrefte med SRM.

| Prøvenr | Stasjon | Organ | LOD gjelle | | LOD | | LOD mageinnhold | | LOD | | LOD | |
|----------|-----------------------|--------|------------|------------|---------|---------|-----------------|-----------|----------|----------|---------|--|
| | | | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | Tl | Th | |
| | | | Terbium | Dysprosium | Holmium | Erbium | Thulium | Ytterbium | Lutetium | Thallium | Thorium | |
| | | | µg/g | µg/g | µg/g | µg/g | µg/g | µg/g | µg/g | µg/g | µg/g | |
| Gjelle-1 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,00153 | 0,00937 | 0,00176 | 0,00501 | 0,000723 | 0,00479 | 0,000582 | 0,023 | 0,011 | |

NIVA 7889-2023

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------------------|--------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|--------|---------|
| Gjelle-2 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,00116 | 0,00623 | 0,00121 | 0,00303 | 0,00048 | 0,0069 | 0,00042 | 0,0559 | 0,0124 |
| Gjelle-3 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,000435 | 0,00231 | 0,000447 | 0,00118 | 0,000151 | 0,0019 | 0,000162 | 0,0241 | 0,00282 |
| Gjelle-4 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,00108 | 0,0039 | 0,00124 | 0,0025 | 0,00086 | 0,000577 | 2,49E-05 | 0,0243 | 0,0009 |
| Gjelle-5 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,000377 | 0,00198 | 0,000454 | 0,00112 | 0,000164 | 0,0019 | 0,000154 | 0,014 | 0,00243 |
| Gjelle-6 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,00051 | 0,00288 | 0,000618 | 0,00175 | 0,000309 | 0,0032 | 0,00032 | 0,0163 | 0,00423 |
| Gjelle-7 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,000712 | 0,00319 | 0,000639 | 0,00182 | 0,00027 | 0,0038 | 0,00023 | 0,0256 | 0,0046 |
| Gjelle-8 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,00074 | 0,0027 | 0,00085 | 0,0017 | 0,00059 | 0,000463 | 3,18E-05 | 0,0208 | 0,0103 |
| Gjelle-9 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,000593 | 0,00372 | 0,000746 | 0,00195 | 0,00032 | 0,00197 | 0,000295 | 0,0209 | 0,00583 |
| Gjelle-10 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,00105 | 0,00624 | 0,0012 | 0,00322 | 0,000515 | 0,00302 | 0,000403 | 0,0298 | 0,0092 |
| Gjelle-11 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,000492 | 0,0029 | 0,000533 | 0,00147 | 0,000209 | 0,0016 | 0,000154 | 0,0143 | 0,00414 |
| Gjelle-12 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,000612 | 0,00298 | 0,000588 | 0,00175 | 0,00024 | 0,0017 | 0,000188 | 0,0205 | 0,00522 |
| Gjelle-13 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,000666 | 0,00382 | 0,00077 | 0,00239 | 0,000345 | 0,0028 | 0,000309 | 0,0149 | 0,00647 |
| Gjelle-14 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,00174 | 0,0106 | 0,00198 | 0,0055 | 0,000756 | 0,00485 | 0,000696 | 0,028 | 0,0155 |
| Gjelle-15 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,000862 | 0,0042 | 0,00086 | 0,00229 | 0,000357 | 0,0019 | 0,000282 | 0,0281 | 0,00462 |
| Gjelle-16 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,00205 | 0,0132 | 0,00263 | 0,00699 | 0,00119 | 0,00711 | 0,0011 | 0,0323 | 0,0188 |
| Gjelle-17 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,000624 | 0,0033 | 0,000721 | 0,00201 | 0,000225 | 0,0027 | 0,000274 | 0,0206 | 0,00463 |
| Gjelle-18 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,00762 | 0,0452 | 0,00929 | 0,0263 | 0,00354 | 0,0226 | 0,00326 | 0,0224 | 0,0781 |
| Gjelle-19 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,00112 | 0,00586 | 0,00109 | 0,00311 | 0,000464 | 0,0032 | 0,000449 | 0,0334 | 0,011 |
| Gjelle-20 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Gjelle | 0,00108 | 0,00662 | 0,00116 | 0,00352 | 0,000578 | 0,000525 | 0,00048 | 0,0283 | 0,0096 |
| Gjelle-Ref1 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,000501 | 0,00256 | 0,000468 | 0,00129 | 0,000216 | 0,0021 | 0,000192 | 0,0161 | 0,00351 |
| Gjelle-Ref2 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,000515 | 0,00296 | 0,000607 | 0,00181 | 0,00027 | 0,0039 | 0,000256 | 0,0156 | 0,0048 |
| Gjelle-Ref3 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,000541 | 0,00329 | 0,000625 | 0,00193 | 0,000262 | 0,0027 | 0,000239 | 0,0164 | 0,00595 |
| Gjelle-Ref4 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,000331 | 0,00203 | 0,000376 | 0,00116 | 0,000181 | 0,0016 | 0,000113 | 0,0236 | 0,0022 |

NIVA 7889-2023

| | | | | | | | | | | | |
|---------------|---------------------------------|-------------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|----------|
| Gjelle-Ref5 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,000421 | 0,00229 | 0,000469 | 0,0011 | 0,00021 | 0,000442 | 0,00018 | 0,0175 | 0,0036 |
| Gjelle-Ref6 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,00051 | 0,00247 | 0,00061 | 0,00177 | 0,000268 | 0,0034 | 0,000209 | 0,0192 | 0,0041 |
| Gjelle-Ref7 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,000493 | 0,00288 | 0,000502 | 0,00143 | 0,00029 | 0,000547 | 0,00026 | 0,0129 | 0,0051 |
| Gjelle-Ref8 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,000402 | 0,00245 | 0,000459 | 0,00117 | 0,000141 | 0,0018 | 0,000126 | 0,0127 | 0,00277 |
| Gjelle-Ref9 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,000321 | 0,00204 | 0,000402 | 0,000943 | 0,000155 | 0,0015 | 0,000125 | 0,0183 | 0,00213 |
| Gjelle-Ref10 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,00046 | 0,00219 | 0,00053 | 0,00127 | 6,03E-05 | 0,000541 | 0,00032 | 0,017 | 0,0064 |
| Gjelle-Ref11 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,00041 | 0,00184 | 0,00048 | 0,00101 | 0,00033 | 0,000569 | 0,00029 | 0,0162 | 0,000684 |
| Gjelle-Ref12 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,00051 | 0,00217 | 0,00059 | 0,0012 | 0,00041 | 0,000556 | 0,00036 | 0,0167 | 0,000821 |
| Gjelle-Ref13 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,000828 | 0,00432 | 0,000749 | 0,0025 | 0,000351 | 0,004 | 0,00026 | 0,0239 | 0,0048 |
| Gjelle-Ref14 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,000548 | 0,00252 | 0,000503 | 0,00143 | 0,000214 | 0,0025 | 0,000171 | 0,0211 | 0,0031 |
| Gjelle-Ref15 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,000384 | 0,00251 | 0,000487 | 0,00119 | 0,000195 | 0,0024 | 0,00015 | 0,0252 | 0,0029 |
| Gjelle-Ref16 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,000466 | 0,00236 | 0,000484 | 0,0012 | 0,000206 | 0,0027 | 0,00017 | 0,0209 | 0,0033 |
| Gjelle-Ref17 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,000469 | 0,00273 | 0,000429 | 0,0013 | 0,00024 | 0,0034 | 0,00021 | 0,0162 | 0,0041 |
| Gjelle-Ref18 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,000458 | 0,00257 | 0,00046 | 0,00122 | 0,00016 | 0,0023 | 0,000153 | 0,0164 | 0,0029 |
| Gjelle-Ref19 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,000433 | 0,00243 | 0,000467 | 0,00102 | 0,000157 | 0,0021 | 0,000185 | 0,0164 | 0,0032 |
| Gjelle-Ref20 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Gjelle | 0,000732 | 0,00378 | 0,000623 | 0,00178 | 0,000276 | 0,0019 | 0,000246 | 0,0178 | 0,00609 |
| Mageinnhold-1 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,131 | 0,82 | 0,17 | 0,481 | 0,0718 | 0,45 | 0,0615 | 0,104 | 1,04 |
| Mageinnhold-2 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,147 | 0,868 | 0,179 | 0,511 | 0,0755 | 0,48 | 0,0653 | 0,162 | 1,4 |
| Mageinnhold-3 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,0565 | 0,331 | 0,0696 | 0,19 | 0,0277 | 0,179 | 0,0264 | 0,0936 | 0,632 |
| Mageinnhold-4 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,0365 | 0,229 | 0,0457 | 0,132 | 0,0186 | 0,13 | 0,0178 | 0,105 | 0,442 |
| Mageinnhold-5 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,0151 | 0,0996 | 0,0182 | 0,0544 | 0,00785 | 0,0498 | 0,00693 | 0,0442 | 0,191 |
| Mageinnhold-6 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,0925 | 0,564 | 0,115 | 0,325 | 0,0468 | 0,312 | 0,0446 | 0,0979 | 1,03 |
| Mageinnhold-7 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,0833 | 0,525 | 0,102 | 0,293 | 0,0409 | 0,273 | 0,0377 | 0,137 | 0,915 |

NIVA 7889-2023

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------------------|-------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Mageinnhold-8 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,121 | 0,722 | 0,145 | 0,404 | 0,0582 | 0,381 | 0,0542 | 0,129 | 1,34 |
| Mageinnhold-9 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,0347 | 0,208 | 0,0429 | 0,116 | 0,0178 | 0,114 | 0,0158 | 0,0762 | 0,365 |
| Mageinnhold-10 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,139 | 0,845 | 0,167 | 0,471 | 0,0678 | 0,427 | 0,0609 | 0,124 | 1,41 |
| Mageinnhold-11 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,0307 | 0,177 | 0,0352 | 0,101 | 0,0155 | 0,0976 | 0,0139 | 0,0575 | 0,321 |
| Mageinnhold-12 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,0779 | 0,483 | 0,0988 | 0,289 | 0,0406 | 0,262 | 0,0369 | 0,0951 | 0,828 |
| Mageinnhold-13 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,0717 | 0,439 | 0,0889 | 0,262 | 0,0357 | 0,236 | 0,0349 | 0,0755 | 0,805 |
| Mageinnhold-14 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,177 | 1,09 | 0,216 | 0,619 | 0,0883 | 0,54 | 0,0762 | 0,159 | 1,58 |
| Mageinnhold-15 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,176 | 1,05 | 0,206 | 0,589 | 0,0804 | 0,545 | 0,0749 | 0,17 | 1,66 |
| Mageinnhold-16 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,136 | 0,858 | 0,17 | 0,477 | 0,0707 | 0,445 | 0,0631 | 0,147 | 1,45 |
| Mageinnhold-17 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,137 | 0,852 | 0,17 | 0,486 | 0,0715 | 0,467 | 0,0645 | 0,138 | 1,51 |
| Mageinnhold-18 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,161 | 0,973 | 0,192 | 0,55 | 0,0791 | 0,522 | 0,0717 | 0,134 | 1,72 |
| Mageinnhold-19 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,223 | 1,39 | 0,269 | 0,77 | 0,111 | 0,703 | 0,101 | 0,189 | 2,05 |
| Mageinnhold_20 | Nedstrøms (St. 5, E6) | Mageinnhold | 0,0803 | 0,503 | 0,0993 | 0,285 | 0,0391 | 0,269 | 0,039 | 0,0969 | 0,925 |
| Mageinnhold-Ref1 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0505 | 0,31 | 0,0598 | 0,167 | 0,0254 | 0,158 | 0,0211 | 0,0604 | 0,574 |
| Mageinnhold-Ref2 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0477 | 0,284 | 0,0559 | 0,162 | 0,0213 | 0,144 | 0,0205 | 0,061 | 0,518 |
| Mageinnhold-Ref3 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,105 | 0,643 | 0,127 | 0,363 | 0,0503 | 0,317 | 0,0449 | 0,0924 | 1,07 |
| Mageinnhold-Ref4 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0409 | 0,258 | 0,0488 | 0,143 | 0,0203 | 0,121 | 0,0176 | 0,0793 | 0,534 |
| Mageinnhold-Ref5 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0488 | 0,294 | 0,0569 | 0,162 | 0,0234 | 0,15 | 0,0192 | 0,0622 | 0,545 |
| Mageinnhold-Ref6 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0283 | 0,175 | 0,0362 | 0,102 | 0,015 | 0,088 | 0,0131 | 0,0601 | 0,362 |
| Mageinnhold-Ref7 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0357 | 0,213 | 0,0425 | 0,121 | 0,0175 | 0,107 | 0,0158 | 0,0543 | 0,422 |
| Mageinnhold-Ref8 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0266 | 0,155 | 0,0317 | 0,0868 | 0,013 | 0,0789 | 0,0105 | 0,0363 | 0,291 |
| Mageinnhold-Ref9 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0377 | 0,229 | 0,0443 | 0,127 | 0,0184 | 0,118 | 0,017 | 0,0723 | 0,523 |
| Mageinnhold-Ref10 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0253 | 0,154 | 0,0295 | 0,0889 | 0,0134 | 0,0783 | 0,0115 | 0,0391 | 0,29 |

NIVA 7889-2023

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------------------|-------------|--------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|
| Mageinnhold-Ref11 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0361 | 0,217 | 0,0417 | 0,123 | 0,0167 | 0,116 | 0,0168 | 0,0632 | 0,4 |
| Mageinnhold-Ref12 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0499 | 0,298 | 0,0586 | 0,171 | 0,0244 | 0,162 | 0,0218 | 0,068 | 0,609 |
| Mageinnhold-Ref13 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0754 | 0,48 | 0,0963 | 0,271 | 0,0391 | 0,25 | 0,0334 | 0,0714 | 0,658 |
| Mageinnhold-Ref14 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0485 | 0,289 | 0,0581 | 0,167 | 0,0247 | 0,153 | 0,0204 | 0,0663 | 0,555 |
| Mageinnhold-Ref15 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,104 | 0,58 | 0,109 | 0,291 | 0,0386 | 0,239 | 0,0323 | 0,0598 | 0,392 |
| Mageinnhold-Ref16 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0363 | 0,209 | 0,0413 | 0,116 | 0,016 | 0,0996 | 0,0146 | 0,0484 | 0,411 |
| Mageinnhold-Ref17 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0385 | 0,24 | 0,0454 | 0,128 | 0,0182 | 0,122 | 0,0163 | 0,0509 | 0,434 |
| Mageinnhold-Ref18 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0144 | 0,094 | 0,0182 | 0,0523 | 0,00778 | 0,0447 | 0,0064 | 0,0346 | 0,178 |
| Mageinnhold-Ref19 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0586 | 0,347 | 0,0679 | 0,201 | 0,0282 | 0,181 | 0,0267 | 0,0707 | 0,656 |
| Mageinnhold-Ref20 | Oppstrøms (Referansestasjon) | Mageinnhold | 0,0322 | 0,191 | 0,0384 | 0,108 | 0,0158 | 0,0983 | 0,0127 | 0,0534 | 0,379 |

Vedlegg F.

Tabell 2.1. Grunnstoffer målt med ICP-MS i enkelprøver av vann fra fiskeundersøkelser, utlekkingsforsøk og vannprøver fra ISCO prøvetakeren. Sn, P og Zn hadde <35% detekterte verider og ble derfor ekskluderte. Al, Ti, Fe, Ni, Cu, Zr, Nb, Mo, Cd og U ble ekskluderte da de ikke kunde bekrefte med SRM.

| Prøvenr | Type | Matriks | Tid | LOD | 3 | 300 | 38,3 | 30 | 0,2 | 0,06 | 0,7 | 0,08 | 0,02 | 0,006 | 0,02 |
|--------------------------------------|--------------------|------------------------------|----------------|----------|-------------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|--------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| | | | | Fraksjon | Mg | S | K | Ca | Sc | V | Cr | Mn | Co | As | Se |
| | | | | | Magnesium µg/l | Svovel µg/l | Kalium µg/l | Kalsium µg/l | Scandium µg/l | Vanadium µg/l | Krom µg/l | Mangan µg/l | Kobolt µg/l | Arsen µg/l | Selen µg/l |
| Kontainer_tot_1 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | Total | | 88700 | 3430 | 904 | 105000 | 52,100 | 645,000 | 364,000 | 2880,000 | 112,000 | 19,600 | 0,944 |
| Kontainer_diss_1 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | Løst | | 1740 | 2500 | 385 | 11900 | 0,187 | 6,250 | 0,675 | 0,979 | 0,069 | 10,400 | 0,639 |
| Kontainer_tot_2 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | Total | | 90100 | 3320 | 912 | 104000 | 51,800 | 653,000 | 370,000 | 2900,000 | 115,000 | 17,200 | 0,887 |
| Kontainer_diss_2 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | Løst | | 1710 | 2480 | 450 | 11800 | 0,178 | 6,180 | 0,614 | 0,941 | 0,064 | 10,300 | 0,657 |
| Kontainer_tot_3 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | Total | | 88000 | 3280 | 876 | 98700 | 50,300 | 569,000 | 370,000 | 2770,000 | 111,000 | 14,900 | 0,832 |
| Kontainer_diss_3 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | Løst | | 1810 | 2610 | 480 | 12700 | 0,150 | 6,630 | 0,685 | 0,999 | 0,072 | 10,800 | 0,701 |
| Tank1_førmiks_tot | Utlekkingsforsøk | Tank 1 | Før Total | | 4990 | 7800 | 786 | 23900 | 0,196 | 6,680 | 0,538 | 13,900 | 0,142 | 5,980 | 0,451 |
| Tank1_førmiks_diss | Utlekkingsforsøk | Tank 1 | Før Løst | | 4930 | 7850 | 784 | 24500 | 0,154 | 6,490 | 0,601 | 14,400 | 0,073 | 5,900 | 0,448 |
| Tank5_førmiks_tot | Utlekkingsforsøk | Tank 5 | Før Total | | 4690 | 7040 | 686 | 21800 | 0,086 | 5,970 | 0,513 | 11,100 | 0,130 | 5,210 | 0,446 |
| Tank5_førmiks_diss | Utlekkingsforsøk | Tank 5 | Før Løst | | 4980 | 7600 | 823 | 23900 | 0,170 | 6,180 | 0,618 | 12,500 | 0,071 | 5,650 | 0,462 |
| Tank1_ettermiks_tot | Utlekkingsforsøk | Tank 1 | Etter Total | | 35700 | 7390 | 871 | 56000 | 18,400 | 253,000 | 133,000 | 1040,000 | 37,100 | 10,500 | 0,544 |
| Tank1_ettermiks_diss | Utlekkingsforsøk | Tank 1 | Etter Løst | | 5100 | 7820 | 760 | 24800 | 0,160 | 6,640 | 0,636 | 4,980 | 0,081 | 6,730 | 0,483 |
| Tank5_ettermiks_tot | Utlekkingsforsøk | Tank 5 | Etter Total | | 11200 | 8110 | 792 | 31200 | 2,850 | 58,300 | 25,500 | 213,000 | 7,340 | 7,260 | 0,498 |
| Tank5_ettermiks_diss | Utlekkingsforsøk | Tank 5 | Etter Løst | | 3910 | 3290 | 2220 | 13100 | 0,635 | 8,230 | 8,440 | 50,700 | 1,710 | 1,610 | 0,087 |
| Nedstrøms_tot | Fiskeundersøkelser | Nedstrøms (St. 5, E6) | Total | | 12200 | 21000 | 3690 | 52400 | 1,780 | 27,500 | 23,700 | 163,000 | 5,660 | 7,470 | 0,390 |
| Nedstrøms_diss | Fiskeundersøkelser | Nedstrøms (St. 5, E6) | Løst | | 4140 | 6860 | 1780 | 27400 | 0,125 | 1,120 | 0,663 | 39,700 | 0,263 | 1,440 | 0,112 |
| Oppstrøms_tot | Fiskeundersøkelser | Oppstrøms (Referansestasjon) | Total | | 1580 | 1030 | 910 | 5920 | 0,119 | 0,612 | 1,054 | 20,300 | 0,162 | 0,244 | 0,063 |
| Oppstrøms_diss | Fiskeundersøkelser | Oppstrøms (Referansestasjon) | Løst | | 1470 | 1160 | 891 | 6070 | 0,122 | 0,194 | 0,541 | 16,600 | 0,088 | 0,235 | 0,081 |
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_1-5_tot | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | Total | | 8360 | 20600 | 3250 | 43400 | 0,240 | 4,350 | 3,800 | 54,500 | 1,020 | 5,640 | 0,382 |
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_1-5_diss | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | Løst | | 7900 | 21100 | 3010 | 45800 | 0,185 | 0,998 | 0,657 | 0,843 | 0,237 | 4,260 | 0,311 |
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_6-9_tot | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | Total | | 5650 | 6910 | 2060 | 28900 | 0,933 | 12,500 | 10,600 | 97,400 | 2,760 | 3,740 | 0,138 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-----------------------------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_6-9_diss | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | Løst | 8410 | 21200 | 3190 | 46800 | 0,194 | 0,826 | 0,665 | 0,711 | 0,233 | 3,580 | 0,287 |
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_10-11_tot | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | Total | 9100 | 22000 | 3520 | 47800 | 0,264 | 5,000 | 4,630 | 58,400 | 1,200 | 5,370 | 0,394 |
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_10-11_diss | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | Løst | 8370 | 20700 | 3130 | 46300 | 0,179 | 0,867 | 0,604 | 1,080 | 0,216 | 3,620 | 0,364 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_1-6_tot | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | Total | 4970 | 6020 | 2310 | 19300 | 0,581 | 7,480 | 6,770 | 48,600 | 1,490 | 2,040 | 0,110 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_1-6_diss | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | Løst | 3810 | 5800 | 1800 | 17900 | 0,132 | 0,468 | 0,685 | 0,801 | 0,091 | 1,190 | 0,106 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_7-10_tot | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | Total | 5160 | 7880 | 812 | 24800 | 0,137 | 6,110 | 0,892 | 7,030 | 0,070 | 5,790 | 0,485 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_7-10_diss | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | Løst | 2690 | 3310 | 1510 | 12000 | 0,164 | 0,415 | 0,635 | 1,010 | 0,069 | 0,853 | 0,083 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_11_tot | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | Total | 3300 | 3910 | 2230 | 13000 | 0,184 | 1,680 | 1,912 | 19,300 | 0,394 | 1,060 | 0,115 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_11_diss | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | Løst | 2930 | 3910 | 1940 | 13100 | 0,187 | 0,390 | 0,427 | 0,808 | 0,070 | 0,897 | 0,114 |

Tabel 2.2. Grunnstoffer målt med ICP-MS i enkelprøver av vann fra fiskeundersøkelser, utlekkingsforsøk og vannprøver fra ISCO prøvetakeren. Sn, P og Zn hadde <35% detekterte verider og ble derfor ekskluderte. Al, Ti, Fe, Ni, Cu, Zr, Nb, Mo, Cd og U ble ekskluderte da de ikke kunde bekreftes med SRM.

| Prøvenamn | Type | Matriks | Tid | LOD Fraksjon | 0,06 | 0,008 | 0,004 | 0,0003 | 0,2 | 0,004 | 0,007 | 0,001 | 0,004 | 0,001 | 0,0003 |
|----------------------|------------------|----------------|---------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| | | | | | Sr Strontium µg/l | Y Yttrium µg/l | Ag Sølv µg/l | Cs Cesium µg/l | Ba Barium µg/l | La Lantan µg/l | Ce Cerium µg/l | Pr Praseodym µg/l | Nd Neodym µg/l | Sm Samarium µg/l | Eu Europium µg/l |
| Kontainer_tot_1 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | Total | | 239,0 | 29,800 | 0,079 | 0,480 | 25,6 | 3,110 | 9,310 | 1,640 | 9,130 | 3,340 | 1,220 |
| Kontainer_diss_1 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | Løst | | 54,5 | 0,008 | 0,004 | 0,050 | 5,3 | 0,003 | 0,005 | 0,001 | 0,004 | 0,001 | 0,001 |
| Kontainer_tot_2 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | Total | | 236,0 | 30,500 | 0,064 | 0,467 | 25,2 | 3,040 | 9,130 | 1,590 | 8,940 | 3,230 | 1,170 |
| Kontainer_diss_2 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | Løst | | 55,0 | 0,006 | 0,003 | 0,049 | 5,3 | 0,004 | 0,006 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,001 |
| Kontainer_tot_3 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | Total | | 248,0 | 30,400 | 0,061 | 0,455 | 24,5 | 2,960 | 9,000 | 1,540 | 8,620 | 3,110 | 1,150 |
| Kontainer_diss_3 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | Løst | | 57,5 | 0,007 | 0,004 | 0,053 | 5,6 | 0,003 | 0,006 | 0,001 | 0,003 | 0,001 | 0,001 |
| Tank1_førmiks_tot | Utlekkingsforsøk | Tank 1 | Før miksing Total | | 165,0 | 0,014 | 0,003 | 0,150 | 22,2 | 0,003 | 0,007 | 0,001 | 0,003 | 0,001 | 0,003 |
| Tank1_førmiks_diss | Utlekkingsforsøk | Tank 1 | Før miksing Løst | | 166,0 | 0,006 | 0,003 | 0,149 | 22,3 | 0,004 | 0,007 | 0,001 | 0,004 | 0,001 | 0,003 |
| Tank5_førmiks_tot | Utlekkingsforsøk | Tank 5 | Før miksing Total | | 155,0 | 0,022 | 0,003 | 0,138 | 21,0 | 0,006 | 0,013 | 0,002 | 0,008 | 0,002 | 0,003 |
| Tank5_førmiks_diss | Utlekkingsforsøk | Tank 5 | Før miksing Løst | | 166,0 | 0,007 | 0,004 | 0,143 | 22,2 | 0,004 | 0,006 | 0,001 | 0,004 | 0,001 | 0,003 |
| Tank1_ettermiks_tot | Utlekkingsforsøk | Tank 1 | Etter miksing Total | | 227,0 | 11,200 | 0,021 | 0,282 | 28,7 | 1,160 | 3,510 | 0,596 | 3,280 | 1,190 | 0,429 |
| Tank1_ettermiks_diss | Utlekkingsforsøk | Tank 1 | Etter miksing Løst | | 167,0 | 0,008 | 0,004 | 0,145 | 21,9 | 0,003 | 0,007 | 0,001 | 0,004 | 0,001 | 0,002 |

NIVA 7889-2023

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tank5_ettermiks_tot | Utlekkingsforsøk | Tank 5 | Etter miksing | Total | 188,0 | 2,020 | 0,007 | 0,190 | 26,0 | 0,217 | 0,653 | 0,110 | 0,606 | 0,215 | 0,082 |
| Tank5_ettermiks_diss | Utlekkingsforsøk | Tank 5 | Etter miksing | Løst | 34,7 | 1,180 | 0,008 | 0,201 | 17,8 | 1,540 | 2,870 | 0,367 | 1,410 | 0,271 | 0,065 |
| Nedstrøms_tot | Fiskeundersøkelser | Nedstrøms (St. 5, E6) | | Total | 141,0 | 1,860 | 0,011 | 0,189 | 22,6 | 1,250 | 2,360 | 0,327 | 1,360 | 0,314 | 0,085 |
| Nedstrøms_diss | Fiskeundersøkelser | Nedstrøms (St. 5, E6) | | Løst | 53,5 | 0,271 | 0,003 | 0,014 | 4,7 | 0,227 | 0,346 | 0,053 | 0,214 | 0,042 | 0,011 |
| Oppstrøms_tot | Fiskeundersøkelser | Oppstrøms (Referansestasjon) | | Total | 15,8 | 0,235 | 0,003 | 0,026 | 4,0 | 0,239 | 0,422 | 0,059 | 0,232 | 0,048 | 0,011 |
| Oppstrøms_diss | Fiskeundersøkelser | Oppstrøms (Referansestasjon) | | Løst | 15,3 | 0,151 | 0,004 | 0,007 | 2,4 | 0,144 | 0,225 | 0,035 | 0,144 | 0,029 | 0,006 |
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_1-5_tot | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | | Total | 129,0 | 0,644 | 0,006 | 0,106 | 14,6 | 0,742 | 1,270 | 0,182 | 0,724 | 0,142 | 0,033 |
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_1-5_diss | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | | Løst | 129,0 | 0,173 | 0,003 | 0,021 | 8,7 | 0,121 | 0,104 | 0,032 | 0,138 | 0,029 | 0,008 |
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_6-9_tot | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | | Total | 55,6 | 1,040 | 0,006 | 0,124 | 12,3 | 0,858 | 1,690 | 0,211 | 0,849 | 0,183 | 0,047 |
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_6-9_diss | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | | Løst | 132,0 | 0,138 | 0,004 | 0,025 | 9,5 | 0,090 | 0,091 | 0,024 | 0,103 | 0,022 | 0,006 |
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_10-11_tot | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | | Total | 132,0 | 0,707 | 0,006 | 0,122 | 15,9 | 0,829 | 1,400 | 0,203 | 0,793 | 0,157 | 0,036 |
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_10-11_diss | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | | Løst | 130,0 | 0,157 | 0,004 | 0,019 | 8,5 | 0,111 | 0,112 | 0,029 | 0,125 | 0,025 | 0,007 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_1-6_tot | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | | Total | 51,0 | 0,899 | 0,007 | 0,124 | 13,2 | 0,968 | 1,700 | 0,233 | 0,924 | 0,185 | 0,043 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_1-6_diss | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | | Løst | 49,0 | 0,243 | 0,004 | 0,006 | 4,4 | 0,251 | 0,262 | 0,059 | 0,241 | 0,046 | 0,011 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_7-10_tot | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | | Total | 175,0 | 0,004 | 0,003 | 0,145 | 22,8 | 0,004 | 0,006 | 0,001 | 0,004 | 0,001 | 0,003 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_7-10_diss | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | | Løst | 33,6 | 0,325 | 0,004 | 0,005 | 3,5 | 0,394 | 0,459 | 0,089 | 0,363 | 0,070 | 0,015 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_11_tot | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | | Total | 40,9 | 0,525 | 0,005 | 0,053 | 7,9 | 0,715 | 1,120 | 0,168 | 0,641 | 0,124 | 0,027 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_11_diss | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | | Løst | 38,6 | 0,247 | 0,004 | 0,006 | 4,1 | 0,305 | 0,339 | 0,071 | 0,284 | 0,051 | 0,012 |

Tabell 2.3. Grunnstoffer målt med ICP-MS i enkelprøver av vann fra fiskeundersøkelser, utlekkingsforsøk og vannprøver fra ISCO prøvetakeren. Sn, P og Zn hadde <35% detekterte verider og ble derfor ekskluderte. Al, Ti, Fe, Ni, Cu, Zr, Nb, Mo, Cd og U ble ekskluderte da de ikke kunde bekrefte med SRM.

| Prøvenamn | Type | Matriks | Tid | Fraksjon | LOD | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------------|--------------|----------|------------|---------|------------|---------|---------|---------|-----------|----------|----------|--------|--------|---------|
| | | | | | 0,002 | 0,003 | 0,001 | 0,0003 | 0,0007 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0001 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0007 | 0,001 |
| | | | | | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | Tl | Pb | Bi | Th |
| | | | | | Gadolinium | Terbium | Dysprosium | Holmium | Erbi-um | Thulium | Ytterbium | Lutetium | Thallium | Lead | Vismut | Thorium |
| | | | | | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| Kontainer_tot_1 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | | Total | 4,720 | 0,8400 | 5,8000 | 1,2400 | 3,6600 | 0,5320 | 3,3900 | 0,4850 | 0,0200 | 1,860 | 0,0172 | 0,258 |
| Kontainer_diss_1 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | | Løst | 0,002 | 0,0003 | 0,0009 | 0,0002 | 0,0006 | 0,0001 | 0,0006 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0046 | 0,0009 | 0,001 |
| Kontainer_tot_2 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | | Total | 4,640 | 0,8210 | 5,6600 | 1,2100 | 3,5800 | 0,5200 | 3,3000 | 0,4670 | 0,0108 | 1,200 | 0,0232 | 0,236 |
| Kontainer_diss_2 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | | Løst | 0,002 | 0,0003 | 0,0006 | 0,0003 | 0,0007 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0049 | 0,0006 | 0,001 |
| Kontainer_tot_3 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | | Total | 4,420 | 0,7850 | 5,4200 | 1,1600 | 3,4300 | 0,4960 | 3,1200 | 0,4470 | 0,0108 | 1,250 | 0,0175 | 0,241 |
| Kontainer_diss_3 | Utlekkingsforsøk | Kontainerprøve | | Løst | 0,001 | 0,0003 | 0,0009 | 0,0002 | 0,0006 | 0,0002 | 0,0008 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0016 | 0,0007 | 0,001 |
| Tank1_førmiks_tot | Utlekkingsforsøk | Tank 1 | Førmiksing | Total | 0,002 | 0,0003 | 0,0018 | 0,0006 | 0,0013 | 0,0002 | 0,0022 | 0,0004 | 0,0006 | 0,0044 | 0,0007 | 0,001 |
| Tank1_førmiks_diss | Utlekkingsforsøk | Tank 1 | Førmiksing | Løst | 0,002 | 0,0003 | 0,0009 | 0,0003 | 0,0004 | 0,0002 | 0,0011 | 0,0002 | 0,0007 | 0,0028 | 0,0004 | 0,001 |
| Tank5_førmiks_tot | Utlekkingsforsøk | Tank 5 | Førmiksing | Total | 0,002 | 0,0005 | 0,0031 | 0,0006 | 0,0023 | 0,0003 | 0,0020 | 0,0004 | 0,0006 | 0,0056 | 0,0014 | 0,002 |
| Tank5_førmiks_diss | Utlekkingsforsøk | Tank 5 | Førmiksing | Løst | 0,002 | 0,0003 | 0,0009 | 0,0003 | 0,0005 | 0,0002 | 0,0008 | 0,0002 | 0,0006 | 0,0040 | 0,0006 | 0,001 |
| Tank1_ettermiks_tot | Utlekkingsforsøk | Tank 1 | Ettermiksing | Total | 1,690 | 0,2970 | 2,0100 | 0,4370 | 1,2800 | 0,1830 | 1,1900 | 0,1660 | 0,0102 | 0,465 | 0,0062 | 0,095 |
| Tank1_ettermiks_diss | Utlekkingsforsøk | Tank 1 | Ettermiksing | Løst | 0,001 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0005 | 0,0002 | 0,0010 | 0,0002 | 0,0006 | 0,0050 | 0,0007 | 0,001 |
| Tank5_ettermiks_tot | Utlekkingsforsøk | Tank 5 | Ettermiksing | Total | 0,303 | 0,0546 | 0,3800 | 0,0790 | 0,2450 | 0,0361 | 0,2270 | 0,0328 | 0,0009 | 0,220 | 0,0030 | 0,021 |
| Tank5_ettermiks_diss | Utlekkingsforsøk | Tank 5 | Ettermiksing | Løst | 0,259 | 0,0364 | 0,2180 | 0,0448 | 0,1280 | 0,0193 | 0,1240 | 0,0185 | 0,0209 | 0,675 | 0,0090 | 0,437 |
| Nedstrøms_tot | Fiskeundersøkelser | Nedstrøms (St. 5, E6) | | Total | 0,347 | 0,0549 | 0,3550 | 0,0729 | 0,2100 | 0,0314 | 0,2020 | 0,0293 | 0,0203 | 0,777 | 0,0118 | 0,404 |
| Nedstrøms_diss | Fiskeundersøkelser | Nedstrøms (St. 5, E6) | | Løst | 0,048 | 0,0064 | 0,0392 | 0,0083 | 0,0275 | 0,0040 | 0,0276 | 0,0050 | 0,0005 | 0,034 | 0,0024 | 0,016 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|
| Oppstrøms_tot | Fiskeundersøkelser | Oppstrøms (Referansestasjon) | Total | 0,045 | 0,0063 | 0,0398 | 0,0083 | 0,0240 | 0,0040 | 0,0246 | 0,0037 | 0,005 | 0,106 | 0,0021 | 0,054 | |
| Oppstrøms_diss | Fiskeundersøkelser | Oppstrøms (Referansestasjon) | Løst | 0,030 | 0,0044 | 0,0266 | 0,0057 | 0,0180 | 0,0024 | 0,0168 | 0,0027 | 0,002 | 0,050 | 0,0014 | 0,017 | |
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_1-5_tot | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | Total | 0,134 | 0,0188 | 0,1130 | 0,0227 | 0,0673 | 0,0100 | 0,0656 | 0,0098 | 0,014 | 0,313 | 0,0068 | 0,223 | |
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_1-5_diss | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | Løst | 0,033 | 0,0043 | 0,0273 | 0,0057 | 0,0183 | 0,0026 | 0,0193 | 0,0038 | 0,005 | 0,049 | 0,0006 | 0,015 | |
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_6-9_tot | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | Total | 0,195 | 0,0301 | 0,1860 | 0,0387 | 0,1180 | 0,0174 | 0,1160 | 0,0180 | 0,017 | 0,362 | 0,0404 | 0,222 | |
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_6-9_diss | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | Løst | 0,022 | | 0,0031 | 0,0201 | 0,0043 | 0,0151 | 0,0019 | 0,0143 | 0,0031 | 0,005 | 0,048 | 0,0006 | 0,011 |
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_10-11_tot | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | Total | 0,152 | | 0,0214 | 0,1310 | 0,0256 | 0,0790 | 0,0112 | 0,0764 | 0,0118 | 0,018 | 0,360 | 0,0071 | 0,225 |
| Oppstrøms (St. 3, Jernbane)_10-11_diss | ISCO prøvetakere | Oppstrøms (St. 3, Jernbane) | Løst | 0,026 | | 0,0036 | 0,0231 | 0,0055 | 0,0152 | 0,0024 | 0,0180 | 0,0030 | 0,006 | 0,049 | 0,0005 | 0,014 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_1-6_tot | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | Total | 0,180 | | 0,0268 | 0,1650 | 0,0332 | 0,0958 | 0,0138 | 0,0935 | 0,0136 | 0,017 | 0,443 | 0,0061 | 0,268 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_1-6_diss | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | Løst | 0,049 | | 0,0067 | 0,0394 | 0,0078 | 0,0251 | 0,0036 | 0,0257 | 0,0042 | 0,004 | 0,053 | 0,0008 | 0,023 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_7-10_tot | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | Total | 0,001 | | 0,0003 | 0,0008 | 0,0002 | 0,0055 | 0,0002 | 0,0012 | 0,0002 | 0,006 | 0,0050 | 0,0006 | 0,001 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_7-10_diss | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | Løst | 0,070 | | 0,0091 | 0,0551 | 0,010 | 0,0319 | 0,0045 | 0,0313 | 0,0048 | 0,003 | 0,066 | 0,0009 | 0,033 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_11_tot | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | Total | 0,111 | | 0,0153 | 0,0877 | 0,0177 | 0,0520 | 0,0069 | 0,0474 | 0,0071 | 0,011 | 0,241 | 0,0034 | 0,133 |
| Nedstrøms (St. 5, E6)_11_diss | ISCO prøvetakere | Nedstrøms (St. 5, E6) | Løst | 0,051 | | 0,0072 | 0,0413 | 0,0082 | 0,0243 | 0,0032 | 0,0231 | 0,0040 | 0,004 | 0,048 | 0,0006 | 0,020 |

Vedlegg G. Vannmålingsdata fra felt (ISCO og enkeltprøver)



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

ANALYSERAPPORT



RapportID: 16948

Kunde: Øyvind Garmo
Prosjektnummer: O 220051 - Eros-Effekt

| | | |
|---|-------------------|------------|
| 05.09.2022 SIK: Ang NR-2022-09096 - 09102: NO3-N er registrert uakkreditert pga lang lagringstid. | Analyscoppeidrag: | 1212-11535 |
| | Versjon: | 1 |
| | Dato: | 16.09.2022 |

Prøvenr.: NR-2022-09096
Prøvetype: FERSKVANN
Prøvetakningsdato: 09.05.2022 14:45:00
Prøve mottatt dato: 16.06.2022
Analyseperiode: 17.06.2022 - 30.08.2022

Prøvemerking: Hordalsbekken v/jernbanen 6 - 939

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|-----------------------|--|-------------------|--------|--------|-----------|
| ALKALITET | | | | | |
| Alkalitet | NS-EN ISO 9963-1:1996 (C1-4) | 1,59 | mmol/l | 0,030 | |
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 2 | µg N/l | 2 | |
| * Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 2390 | µg N/l | 20 | |
| KONDUKTIVITET | | | | | |
| * Kond_Temp | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 25,5 | °C | | |
| Konduktivitet | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 56,6 | mS/m | 0,1 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 33,7 | µg/l | 0,10 | |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 3,84 | µg/l | 0,025 | |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,020 | µg/l | 0,005 | |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | <0,0030 | µg/l | 0,0030 | |

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 prøvemerking, er oppgitt av oppdragsgeber. Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 1 av 20

| | | | | |
|------------------|--|-------------|----------|-------|
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 2,86 | µg/l | 0,040 |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,17 | µg/l | 0,025 |
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 2,48 | µg/l | 0,040 |
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 1,8 | µg/l | 0,15 |
| PH | | | | |
| pH | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 7,87 | pH units | 3,50 |
| * pH_Temp | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 25,5 | °C | |
| STS_SGR | | | | |
| SGR | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 184 | mg/l | 2,7 |
| STS | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 193 | mg/l | 2,7 |

Provenr.: NR-2022-09097 **Provemerkning:** Hordalsbekken v/jernbanen 7 - 939
Prøvetype: FERSKVANN
Prøvetakningsdato: 10.05.2022 14:45:00
Prøve mottatt dato: 16.06.2022
Analyseperiode: 17.06.2022 - 30.08.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|----------------------|--|--------------|--------|-------|-----------|
| ALKALITET | | | | | |
| Alkalitet | NS-EN ISO 9963-1:1996 (C1-4) | 1,61 | mmol/l | 0,030 | |
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | <2 | µg N/l | 2 | |
| * Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 2630 | µg N/l | 20 | |
| KONDUKTIVITET | | | | | |
| * Kond_Temp | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 25,6 | °C | | |
| Konduktivitet | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 57,8 | mS/m | 0,1 | |

METALLER_ICPMS

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 provemerking, er oppgitt av oppdragsgever. Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 2 av 20

| | | | | |
|---------------------|--|-------------------|----------|--------|
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 22,1 | µg/l | 0,10 |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 3,12 | µg/l | 0,025 |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,013 | µg/l | 0,005 |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | <0,0030 | µg/l | 0,0030 |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 2,22 | µg/l | 0,040 |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,15 | µg/l | 0,025 |
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 1,61 | µg/l | 0,040 |
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,98 | µg/l | 0,15 |
| PH | | | | |
| pH | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 7,86 | pH units | 3,50 |
| * pH_Temp | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 25,6 | °C | |
| STS_SGR | | | | |
| SGR | Mod. NS 4733:1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 46,7 | mg/l | 2,7 |
| STS | Mod. NS 4733:1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 52,7 | mg/l | 2,7 |

Provenr.: NR-2022-09098

Prøvetype: FERSKVANN

Prøvetakningsdato: 11.05.2022 14:45:00

Prøve mottatt dato: 16.06.2022

Analyseperiode: 17.06.2022 - 05.09.2022

Prøvemerkning: Hordalsbekken v/jernbanen 8 - 939

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|---------------------|------------------------------|-------------|--------|-------|-----------|
| ALKALITET | | | | | |
| Alkalitet | NS-EN ISO 9963-1:1996 (C1-4) | 1,44 | mmol/l | 0,030 | |

ANION_KATION

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 20

| | | | | |
|-----------------------|--|---------|----------|--------|
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 2 | µg N/l | 2 |
| * Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 2030 | µg N/l | 20 |
| KONDUKTIVITET | | | | |
| * Kond_Temp | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 25,4 | °C | |
| Konduktivitet | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 48,6 | mS/m | 0,1 |
| METALLER_ICPMS | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 36,0 | µg/l | 0,10 |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 2,76 | µg/l | 0,025 |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,015 | µg/l | 0,005 |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | <0,0030 | µg/l | 0,0030 |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 2,65 | µg/l | 0,040 |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,22 | µg/l | 0,025 |
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 1,69 | µg/l | 0,040 |
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 1,6 | µg/l | 0,15 |
| PH | | | | |
| pH | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 7,78 | pH units | 3,50 |
| * pH_Temp | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 25,4 | °C | |
| STS_SGR | | | | |
| SGR | Mod. NS 4733:1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 109 | mg/l | 2,7 |
| STS | Mod. NS 4733:1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 119 | mg/l | 2,7 |

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 gi seg i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Prøvenr.: NR-2022-09099 **Prøveområde:** Hordalsbekken v/jernbanen 9 - 939
Prøvetype: FERSKVANN
Prøvetakningsdato: 12.05.2022 14:45:00
Prøve mottatt dato: 16.06.2022
Analyseperiode: 17.06.2022 - 05.09.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|-----------------------|--|---------------|----------|--------|-----------|
| ALKALITET | | | | | |
| Alkalitet | NS-EN ISO 9963-1:1996 (C1-4) | 1,35 | mmol/l | 0,030 | |
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 5 | µg N/l | 2 | |
| * Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 2360 | µg N/l | 20 | |
| KONDUKTIVITET | | | | | |
| * Kond_Temp | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 25,5 | °C | | |
| Konduktivitet | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 42,0 | mS/m | 0,1 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 28,9 | µg/l | 0,10 | |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 2,21 | µg/l | 0,025 | |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,026 | µg/l | 0,005 | |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,0030 | µg/l | 0,0030 | |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 2,99 | µg/l | 0,040 | |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,28 | µg/l | 0,025 | |
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 2,23 | µg/l | 0,040 | |
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 1,5 | µg/l | 0,15 | |
| PH | | | | | |
| pH | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 7,80 | pH units | 3,50 | |
| * pH_Temp | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 25,5 | °C | | |

STS_SGR

Tegnforklaring:

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

LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v. (IS): 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. Analysesapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 5 av 20

| | | | | |
|-----|---|-------------|------|-----|
| SGR | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 66,7 | mg/l | 2,7 |
| STS | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 73,3 | mg/l | 2,7 |

Prøvent.: NR-2022-09100
Prøvetype: FERSKVANN
Prøvetakningsdato: 13.05.2022 14:45:00
Prøve mottatt dato: 16.06.2022
Analyseperiode: 17.06.2022 - 05.09.2022

Prøvemerkning: Hordalsbekken v/jernbanen 10 - 939

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|-----------------------|--|---------------|--------|--------|-----------|
| ALKALITET | | | | | |
| Alkalitet | NS-EN ISO 9963-1:1996 (C1-4) | 1,46 | mmol/l | 0,030 | |
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 3 | µg N/l | 2 | |
| * Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 2400 | µg N/l | 20 | |
| KONDUKTIVITET | | | | | |
| * Kond_Temp | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 25,3 | °C | | |
| Konduktivitet | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 50,0 | mS/m | 0,1 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 28,0 | µg/l | 0,10 | |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 2,74 | µg/l | 0,025 | |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,016 | µg/l | 0,005 | |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,0040 | µg/l | 0,0030 | |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 2,32 | µg/l | 0,040 | |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,25 | µg/l | 0,025 | |

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 giengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 6 av 20

| | | | | |
|------------------|--|-------------|----------|-------|
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 1,80 | µg/l | 0,040 |
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 1,3 | µg/l | 0,15 |
| PH | | | | |
| pH | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 7,94 | pH units | 3,50 |
| * pH_Temp | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 25,3 | °C | |
| STS_SGR | | | | |
| SGR | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 31,3 | mg/l | 2,7 |
| STS | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 36,0 | mg/l | 2,7 |

Provenr.: NR-2022-09101 **Provemerkning:** Hordalsbekken v/jernbanen 11 - 939
Prøvetype: FERSKVANN
Prøvetakningsdato: 14.05.2022 14:45:00
Prøve mottatt dato: 16.06.2022
Analyseperiode: 17.06.2022 - 05.09.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|-----------------------|--|--------------|--------|-------|-----------|
| ALKALITET | | | | | |
| Alkalitet | NS-EN ISO 9963-1:1996 (C1-4) | 1,47 | mmol/l | 0,030 | |
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | <2 | µg N/l | 2 | |
| * Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 2540 | µg N/l | 20 | |
| KONDUKTIVITET | | | | | |
| * Kond_Temp | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 25,4 | °C | | |
| Konduktivitet | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 51,2 | mS/m | 0,1 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 28,7 | µg/l | 0,10 | |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 3,43 | µg/l | 0,025 | |

Tegnforklaring

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

LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v. (IS): torvekt, 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. Analysesapporten må kun giengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 7 av 20

| | | | | |
|-------------------|---|---------------|----------|--------|
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,015 | µg/l | 0,005 |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,0040 | µg/l | 0,0030 |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 2,30 | µg/l | 0,040 |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,21 | µg/l | 0,025 |
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 1,79 | µg/l | 0,040 |
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 1,7 | µg/l | 0,15 |
| PH | | | | |
| pH | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 8,02 | pH units | 3,50 |
| * pH_Temp | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 25,4 | °C | |
| STS_SGR | | | | |
| SGR | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 22,0 | mg/l | 2,7 |
| STS | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 25,3 | mg/l | 2,7 |

Provenr.: NR-2022-09102 **Provemerkning:** Hordalsbekken v/jernbanen 12 - 939
Provetype: FERSKVANN
Provetakningsdato: 15.05.2022 14:45:00
Prove mottatt dato: 16.06.2022
Analyseperiode: 17.06.2022 - 05.09.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|---------------------|--|-------------|--------|-------|-----------|
| ALKALITET | | | | | |
| Alkalitet | NS-EN ISO 9963-1:1996 (C1-4) | 1,49 | mmol/l | 0,030 | |
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 2 | µg N/l | 2 | |
| * Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 2450 | µg N/l | 20 | |

KONDUKTIVITET

Tegnforklaring

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

LOQ: Kvantifiseringsgrense, l.v. (IS): 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 8 av 20

| | | | | |
|-----------------------|--|-------------------|----------|--------|
| * Kond_Temp | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 25,3 | °C | |
| Kondaktivitet | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 52,8 | mS/m | 0,1 |
| METALLER_ICPMS | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 24,1 | µg/l | 0,10 |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 3,97 | µg/l | 0,025 |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,013 | µg/l | 0,005 |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | <0,0030 | µg/l | 0,0030 |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 2,26 | µg/l | 0,040 |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,24 | µg/l | 0,025 |
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 2,04 | µg/l | 0,040 |
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 2,0 | µg/l | 0,15 |
| PH | | | | |
| pH | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 7,88 | pH units | 3,50 |
| * pH_Temp | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 25,3 | °C | |
| STS_SGR | | | | |
| SGR | Mod. NS 4733:1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 31,3 | mg/l | 2,7 |
| STS | Mod. NS 4733:1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 33,3 | mg/l | 2,7 |

Provenr.: NR-2022-09103

Provemerkning: Hordalsbekken v/jembanen 13- 939

Provetype: FERSKVANN

Provetakningsdato: 16.05.2022 14:45:00

Prøve mottatt dato: 16.06.2022

Analyseperiode: 17.06.2022 - 09.08.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|---------------------|----------------------------|----------|-------|-----|-----------|
|---------------------|----------------------------|----------|-------|-----|-----------|

ALKALITET

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 provemerkning, er oppgitt av oppdragsgiver. Analyserapporten må kun gi seg i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 9 av 20

| | | | | |
|-----------------------|--|-------------------|----------|--------|
| Alkalitet | NS-EN ISO 9963-1:1996 (C1-4) | 1,58 | mmol/l | 0,030 |
| ANION_KATION | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | <2 | µg N/l | 2 |
| Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | <2 | µg N/l | 2 |
| KONDUKTIVITET | | | | |
| * Kond_Temp | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 25,3 | °C | |
| Konduktivitet | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 74,1 | mS/m | 0,1 |
| METALLER_ICPMS | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 20,0 | µg/l | 0,10 |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 3,24 | µg/l | 0,025 |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,014 | µg/l | 0,005 |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | <0,0030 | µg/l | 0,0030 |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 2,22 | µg/l | 0,040 |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,18 | µg/l | 0,025 |
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 1,87 | µg/l | 0,040 |
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 2,0 | µg/l | 0,15 |
| PH | | | | |
| pH | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 7,92 | pH units | 3,50 |
| * pH_Temp | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 25,3 | °C | |
| STS_SGR | | | | |
| SGR | Mod. NS 4733:1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 28,0 | mg/l | 4,0 |
| STS | Mod. NS 4733:1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 34,0 | mg/l | 4,0 |

Tegnforklaring

* : Ikke akkreditert, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2),
LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v. (IS): 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. Analyse rapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyse resultatet gjelder prøven slik den ble tatt.

Provenr.: NR-2022-09104 **Prøvemerkning:** Ratbekken v/E6 6-940
Prøvetype: FERSKVANN
Prøvetakningsdato: 09.05.2022 12:30:00
Prøve mottatt dato: 16.06.2022
Analyseperiode: 17.06.2022 - 09.08.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|-----------------------|--|---------------|----------|--------|-----------|
| ALKALITET | | | | | |
| Alkalitet | NS-EN ISO 9963-1:1996 (C1-4) | 0,865 | mmol/l | 0,030 | |
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | <2 | µg N/l | 2 | |
| Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 550 | µg N/l | 2 | |
| KONDUKTIVITET | | | | | |
| * Kond_Temp | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 25,2 | °C | | |
| Konduktivitet | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 22,3 | mS/m | 0,1 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 53,8 | µg/l | 0,10 | |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 1,16 | µg/l | 0,025 | |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,023 | µg/l | 0,005 | |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,0030 | µg/l | 0,0030 | |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 2,01 | µg/l | 0,040 | |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,23 | µg/l | 0,025 | |
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 1,14 | µg/l | 0,040 | |
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 2,6 | µg/l | 0,15 | |
| PH | | | | | |
| pH | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 7,64 | pH units | 3,50 | |
| * pH_Temp | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 25,2 | °C | | |

STS_SGR

Tegnforklaring

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

LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v. (IS): 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. Analyseporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 11 av 20

| | | | | |
|-----|---|------|------|-----|
| SGR | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | <2,7 | mg/l | 2,7 |
| STS | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 4,7 | mg/l | 2,7 |

Prøvenr.: NR-2022-09105
Prøvetype: FERSKVANN
Prøvetakningsdato: 10.05.2022 12:30:00
Prøve mottatt dato: 16.06.2022
Analyseperiode: 17.06.2022 - 09.08.2022
Prøvemerking: Ratbekken v/E6 7-940

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|-----------------------|--|----------|--------|--------|-----------|
| ALKALITET | | | | | |
| Alkalitet | NS-EN ISO 9963-1:1996 (C1-4) | 0,531 | mmol/l | 0,030 | |
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | <2 | µg N/l | 2 | |
| Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 240 | µg N/l | 2 | |
| KONDUKTIVITET | | | | | |
| * Kond_Temp | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 25,3 | °C | | |
| Konduktivitet | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 13,4 | mS/m | 0,1 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 62,3 | µg/l | 0,10 | |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,79 | µg/l | 0,025 | |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,029 | µg/l | 0,005 | |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,0040 | µg/l | 0,0030 | |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 1,65 | µg/l | 0,040 | |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,21 | µg/l | 0,025 | |

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 prøvemerking, er oppgitt av oppdragsgiver. Analysesapporten må kun giengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 12 av 20

| | | | | |
|------------------|---|-------------|----------|-------|
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,75 | µg/l | 0,040 |
| Sinls- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 3,7 | µg/l | 0,15 |
| PH | | | | |
| pH | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 7,47 | pH units | 3,50 |
| * pH_Temp | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 25,3 | °C | |
| STS_SGR | | | | |
| SGR | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 4,7 | mg/l | 2,7 |
| STS | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 8,7 | mg/l | 2,7 |

Prøvenr.: NR-2022-09106 **Prøvemerkning:** Ratbekken v/E6 8-940
Prøvetype: FERSKVANN
Prøvetakningsdato: 11.05.2022 12:30:00
Prøve mottatt dato: 16.06.2022
Analyseperiode: 17.06.2022 - 09.08.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|-----------------------|--|--------------|--------|-------|-----------|
| ALKALITET | | | | | |
| Alkalitet | NS-EN ISO 9963-1:1996 (C1-4) | 0,516 | mmol/l | 0,030 | |
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | <2 | µg N/l | 2 | |
| Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 260 | µg N/l | 2 | |
| KONDUKTIVITET | | | | | |
| * Kond_Temp | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 25,2 | °C | | |
| Konduktivitet | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 11,5 | mS/m | 0,1 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 64,8 | µg/l | 0,10 | |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,80 | µg/l | 0,025 | |

Tegnforklaring:

Side 13 av 20

*: Ikke akkreditert, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Måleusikkerhet (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 prøvemerkning, er oppgitt av oppdragsgiver. Analyse rapporten må kun giengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

| | | | | |
|-------------------|--|---------------|----------|--------|
| Bly- Filtrett | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,049 | µg/l | 0,005 |
| Kadmium- Filtrett | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,0040 | µg/l | 0,0030 |
| Kobber- Filtrett | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 2,85 | µg/l | 0,040 |
| Krom- Filtrett | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,28 | µg/l | 0,025 |
| Nikkel- Filtrett | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,92 | µg/l | 0,040 |
| Sink- Filtrett | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 2,2 | µg/l | 0,15 |
| PH | | | | |
| pH | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 7,37 | pH units | 3,50 |
| * pH_Temp | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 25,2 | °C | |
| STS_SGR | | | | |
| SGR | Mod. NS 4733:1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 121 | mg/l | 2,7 |
| STS | Mod. NS 4733:1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 129 | mg/l | 2,7 |

Prøvenr.: NR-2022-09107 **Prøvemerkning:** Ratbekken v/E6 9-940
Prøvetype: FERSKVANN
Prøvetakningsdato: 12.05.2022 12:30:00
Prøve mottatt dato: 16.06.2022
Analyseperiode: 17.06.2022 - 09.08.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|---------------------|--|--------------|--------|-------|-----------|
| ALKALITET | | | | | |
| Alkalitet | NS-EN ISO 9963-1:1996 (C1-4) | 0,664 | mmol/l | 0,030 | |
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | <2 | µg N/l | 2 | |
| Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 980 | µg N/l | 2 | |

KONDUKTIVITET

Tegniforklaring:

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

LOQ: Kvantifiseringsgrense, l.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 14 av 20

| | | | | |
|-----------------------|---|--------|----------|--------|
| * Kond_Temp | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 25,2 | °C | |
| Konduktivitet | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 14,2 | mS/m | 0,1 |
| METALLER_ICPMS | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 64,4 | µg/l | 0,10 |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,77 | µg/l | 0,025 |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,052 | µg/l | 0,005 |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,0030 | µg/l | 0,0030 |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 2,67 | µg/l | 0,040 |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,25 | µg/l | 0,025 |
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 1,54 | µg/l | 0,040 |
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 3,1 | µg/l | 0,15 |
| PH | | | | |
| pH | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 7,51 | pH units | 3,50 |
| * pH_Temp | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 25,2 | °C | |
| STS_SGR | | | | |
| SGR | Mod. NS 4733,1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 20,0 | mg/l | 2,7 |
| STS | Mod. NS 4733,1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 25,3 | mg/l | 2,7 |

Provenr.: NR-2022-09108

Provemerking: Rutbekken v/E6 10-940

Provetype: FERSKVANN

Provetakningsdato: 13.05.2022 12:30:00

Prøve mottatt dato: 16.06.2022

Analyseperiode: 17.06.2022 - 09.08.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|---------------------|----------------------------|----------|-------|-----|-----------|
|---------------------|----------------------------|----------|-------|-----|-----------|

ALKALITET

Tegnforklaring

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

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

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 provemerking, 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 15 av 20

| | | | | |
|-----------------------|--|---------------|----------|--------|
| Alkalitet | NS-EN ISO 9963-1:1996 (C1-4) | 0,710 | mmol/l | 0,030 |
| ANION_KATION | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10504-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | <2 | µg N/l | 2 |
| Nitrat | NS-EN ISO 10504-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 490 | µg N/l | 2 |
| KONDUKTIVITET | | | | |
| * Kond_Temp | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 25,1 | °C | |
| Konduktivitet | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 16,1 | mS/m | 0,1 |
| METALLER_ICPMS | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 56,5 | µg/l | 0,10 |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,87 | µg/l | 0,025 |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,023 | µg/l | 0,005 |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,0030 | µg/l | 0,0030 |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 1,79 | µg/l | 0,040 |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,20 | µg/l | 0,025 |
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 1,06 | µg/l | 0,040 |
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 3,4 | µg/l | 0,15 |
| PH | | | | |
| pH | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 7,63 | pH units | 3,50 |
| * pH_Temp | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 25,1 | °C | |
| STS_SGR | | | | |
| SGR | Mod. NS 4733,1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 6,0 | mg/l | 2,7 |
| STS | Mod. NS 4733,1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 8,7 | mg/l | 2,7 |

Tegnforklaring:

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

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

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 16 av 20

Provenr.: NR-2022-09109 **Provemerkning:** Ratbekken v/E6 11-940
Provetype: FERSKVANN
Provetakningsdato: 14.05.2022 12:30:00
Prove mottatt dato: 16.06.2022
Analyseperiode: 17.06.2022 - 09.08.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|-----------------------|--|---------------|----------|--------|-----------|
| ALKALITET | | | | | |
| Alkalitet | NS-EN ISO 9963-1:1996 (C1-4) | 0,674 | mmol/l | 0,030 | |
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 2 | µg N/l | 2 | |
| Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 600 | µg N/l | 2 | |
| KONDUKTIVITET | | | | | |
| * Kond_Temp | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 25,2 | °C | | |
| Konduktivitet | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 15,5 | mS/m | 0,1 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 46,0 | µg/l | 0,10 | |
| Arsen- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,83 | µg/l | 0,025 | |
| Bly- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,021 | µg/l | 0,005 | |
| Kadmium- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,0050 | µg/l | 0,0030 | |
| Kobber- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 2,15 | µg/l | 0,040 | |
| Krom- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,17 | µg/l | 0,025 | |
| Nikkel- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 1,13 | µg/l | 0,040 | |
| Sink- Filtrert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 2,9 | µg/l | 0,15 | |
| PH | | | | | |
| pH | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 7,54 | pH units | 3,50 | |
| * pH_Temp | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 25,2 | °C | | |

STS_SGR

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 provemerkning, 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 17 av 20

| | | | | |
|-----|---|-------------|------|-----|
| SGR | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872-2005 (B2) | 9,3 | mg/l | 2,7 |
| STS | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872-2005 (B2) | 13,3 | mg/l | 2,7 |

Provenr.: NR-2022-09110 **Provemerking:** Ratbekken v/E6 Nedstroms
Provetype: FERSKVANN
Provetakningsdato: 01.06.2022 12:00:00
Prove mottatt dato: 16.06.2022
Analyseperiode: 17.06.2022 - 09.08.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|-----------------------|--|-------------------|--------|--------|-----------|
| ALKALITET | | | | | |
| Alkalitet | NS-EN ISO 9963-1:1996 (C1-4) | 1,22 | mmol/l | 0,030 | |
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10504-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 13 | µg N/l | 2 | |
| Nitrat | NS-EN ISO 10504-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 410 | µg N/l | 2 | |
| KONDUKTIVITET | | | | | |
| * Kond_Temp | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 25,0 | °C | | |
| Konduktivitet | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 26,7 | mS/m | 0,1 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 39,7 | µg/l | 0,10 | |
| Arsen- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 1,60 | µg/l | 0,025 | |
| Bly- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,013 | µg/l | 0,005 | |
| Kadmium- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | <0,0030 | µg/l | 0,0050 | |
| Kobber- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 3,49 | µg/l | 0,040 | |
| Krom- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4) | 0,15 | µg/l | 0,025 | |

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 provemerking, er oppgitt av oppdrags giver. Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 18 av 20

| | | | | |
|-----------------|--|-------------|----------|-------|
| Nikkel- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 1,05 | µg/l | 0,040 |
| Sink- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 1,7 | µg/l | 0,15 |
| PH | | | | |
| pH | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 7,68 | pH units | 3,50 |
| * pH_Temp | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 25,0 | °C | |
| STS_SGR | | | | |
| SGR | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 31,3 | mg/l | 2,7 |
| STS | Mod. NS 4733;1983, Mod. NS-EN 872:2005 (B2) | 35,3 | mg/l | 2,7 |

Provenr.: NR-2022-09111 **Provemerkning:** Stokkbekken oppstr. Åsvegen
Provetype: FERSKVANN
Provetakningsdato: 01.06.2022 13:00:00
Prove mottatt dato: 16.06.2022
Analyseperiode: 17.06.2022 - 09.08.2022

Kommentar:

| Analyse / Parameter | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | LOQ | Underlev. |
|-----------------------|--|--------------|--------|-------|-----------|
| ALKALITET | | | | | |
| Alkalitet | NS-EN ISO 9963-1:1996 (C1-4) | 0,415 | mmol/l | 0,030 | |
| ANION_KATION | | | | | |
| Ammonium | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | <2 | µg N/l | 2 | |
| Nitrat | NS-EN ISO 10304-1:2009 (Anioner) NS-EN ISO 14911:1999 (Kationer) (C4-4) | 100 | µg N/l | 2 | |
| KONDUKTIVITET | | | | | |
| * Kond_Temp | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 25,0 | °C | | |
| Konduktivitet | NS-ISO 7888:1993 (A2-4) | 7,53 | mS/m | 0,1 | |
| METALLER_ICPMS | | | | | |
| Aluminium- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 63,7 | µg/l | 0,10 | |
| Arsen- Filtret | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,18 | µg/l | 0,025 | |

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 provemerkning, 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 19 av 20

| | | | | |
|--------------------|--|-------------------|----------|--------|
| Bly- Filtreert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,015 | µg/l | 0,005 |
| Kadmium- Filtreert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | <0,0030 | µg/l | 0,0050 |
| Kobber- Filtreert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 1,02 | µg/l | 0,040 |
| Krom- Filtreert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,23 | µg/l | 0,025 |
| Nikkel- Filtreert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 0,58 | µg/l | 0,040 |
| Sink- Filtreert | Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8 -4) | 2,7 | µg/l | 0,15 |
| PH | | | | |
| pH | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 7,51 | pH units | 3,50 |
| * pH_Temp | NS-EN ISO 10523:2012 (A1-5) | 25,0 | °C | |
| STS_SGR | | | | |
| SGR | Mod. NS 4733,1983, Mod. NS-EN 872-2005 (B2) | <2,7 | mg/l | 2,7 |
| STS | Mod. NS 4733,1983, Mod. NS-EN 872-2005 (B2) | 4,0 | mg/l | 2,7 |

NIVA

Norsk institutt for vannforskning

Tina Bryntesen

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 giengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 20 av 20

Vedlegg H.

Tabell 1. Grunnstoffer målt med ICP-MS i blodplasma (mmol/l).

| Prøvenummer | Stasjon | Na Natrium mmol/l | Mg Magnesium mmol/l | P Fosfor mmol/l | S Sovel mmol/l | Cl Klorid mmol/l | K Kalium mmol/l | Ca Kalsium mmol/l |
|-------------|-----------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Ref-1 | Oppstrøms | 156,3 | 1,2 | 33,3 | 28,9 | 132,2 | 7,0 | 4,5 |
| Ref-2 | Oppstrøms | 138,7 | 1,3 | 17,6 | 17,1 | 112,4 | 5,7 | 3,1 |
| Ref-3 | Oppstrøms | 121,2 | 1,0 | 20,1 | 19,0 | 99,7 | 7,5 | 2,8 |
| Ref-4 | Oppstrøms | 138,5 | 0,9 | 20,4 | 19,3 | 113,7 | 6,1 | 3,1 |
| Ref-5 | Oppstrøms | 131,4 | 0,9 | 16,3 | 15,5 | 104,4 | 6,7 | 2,7 |
| Ref-6 | Oppstrøms | 136,9 | 0,8 | 16,8 | 15,5 | 117,2 | 5,4 | 2,8 |
| Ref-7 | Oppstrøms | 135,6 | 0,9 | 16,7 | 21,4 | 120,1 | 5,7 | 3,3 |
| Ref-8 | Oppstrøms | 142,4 | 0,9 | 18,4 | 17,2 | 119,8 | 6,7 | 2,9 |
| Ref-9 | Oppstrøms | 155,4 | 1,0 | 23,9 | 23,4 | 124,1 | 6,4 | 4,1 |
| Ref-10 | Oppstrøms | 142,0 | 0,9 | 17,6 | 17,8 | 117,0 | 5,9 | 3,2 |
| Ref-11 | Oppstrøms | 137,3 | 0,9 | 14,3 | 17,6 | 111,9 | 7,0 | 2,8 |
| Ref-12 | Oppstrøms | 136,3 | 0,9 | 16,2 | 18,5 | 112,0 | 7,3 | 2,7 |
| Ref-13 | Oppstrøms | 137,4 | 1,0 | 14,6 | 15,2 | 115,7 | 8,0 | 2,8 |
| Ref-14 | Oppstrøms | 144,9 | 1,2 | 25,2 | 22,6 | 118,0 | 6,2 | 3,8 |
| Ref-15 | Oppstrøms | 132,6 | 0,9 | 22,9 | 18,8 | 119,6 | 7,3 | 3,0 |
| Ref-16 | Oppstrøms | 175,4 | 1,1 | 19,3 | 17,1 | 152,5 | 7,9 | 2,8 |
| Ref-17 | Oppstrøms | 133,6 | 1,1 | 15,0 | 19,6 | 109,7 | 7,5 | 2,7 |
| Ref-18 | Oppstrøms | 139,3 | 0,9 | 15,8 | 17,0 | 117,0 | 6,4 | 2,7 |
| Ref-19 | Oppstrøms | 141,0 | 0,9 | 16,7 | 19,7 | 118,8 | 6,4 | 2,9 |
| Ref-20 | Oppstrøms | 132,7 | 0,9 | 21,0 | 19,1 | 108,8 | 7,4 | 3,0 |
| M-1 | Nedstrøms | 128,1 | 0,6 | 14,5 | 12,4 | 113,5 | 6,8 | 2,4 |
| M-2 | Nedstrøms | 118,3 | 0,8 | 14,4 | 15,6 | 100,1 | 7,4 | 1,9 |
| M-3 | Nedstrøms | 135,5 | 0,7 | 19,7 | 23,9 | 130,7 | 6,6 | 2,8 |
| M-4 | Nedstrøms | 146,7 | 1,0 | 23,2 | 25,5 | 125,6 | 6,7 | 3,3 |
| M-5 | Nedstrøms | 141,1 | 0,8 | 18,7 | 16,6 | 124,8 | 7,0 | 2,8 |
| M-6 | Nedstrøms | 129,3 | 0,7 | 16,2 | 16,9 | 117,9 | 7,0 | 2,2 |
| M-7 | Nedstrøms | 123,9 | 0,7 | 14,8 | 13,5 | 109,8 | 6,6 | 2,0 |
| M-8 | Nedstrøms | 133,9 | 0,8 | 16,4 | 14,2 | 114,9 | 6,0 | 2,4 |
| M-9 | Nedstrøms | 141,6 | 0,9 | 22,4 | 18,7 | 129,8 | 6,3 | 3,5 |
| M-10 | Nedstrøms | 131,0 | 1,0 | 21,5 | 19,9 | 115,4 | 6,9 | 2,8 |
| M-11 | Nedstrøms | 131,8 | 0,8 | 17,8 | 17,8 | 127,1 | 8,0 | 2,5 |
| M-12 | Nedstrøms | 140,8 | 0,9 | 16,8 | 16,0 | 128,7 | 7,0 | 2,8 |
| M-13 | Nedstrøms | 94,9 | 0,8 | 13,0 | 15,6 | 81,7 | 7,2 | 1,7 |
| M-14 | Nedstrøms | 138,1 | 0,7 | 15,4 | 13,0 | 126,4 | 7,3 | 2,4 |
| M-15 | Nedstrøms | 132,5 | 0,8 | 18,3 | 19,6 | 122,9 | 6,4 | 2,9 |
| M-16 | Nedstrøms | 122,7 | 0,7 | 15,6 | 14,5 | 111,9 | 6,6 | 2,3 |
| M-17 | Nedstrøms | 127,4 | 0,9 | 17,8 | 16,4 | 113,2 | 7,3 | 2,3 |
| M-18 | Nedstrøms | 132,3 | 0,8 | 13,3 | 12,8 | 119,4 | 6,5 | 2,3 |
| M-19 | Nedstrøms | 103,9 | 0,9 | 15,5 | 15,9 | 92,1 | 9,2 | 2,5 |
| M-20 | Nedstrøms | 121,5 | 1,4 | 18,0 | 25,5 | 96,7 | 10,2 | 2,7 |

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