

Resipientundersøkelser i Lassedalsbekken - resipient for Lassedalen gruver



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

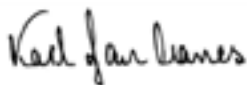
Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Tittel Resipientundersøkelser i Lassedalsbekken - resipient for Lassedalen gruver	Løpenr. (for bestilling) 6924-2015	Dato 02.12.2015
	Prosjektnr. Undernr. 15377	Sider 23
Forfatter(e) Karl Jan Aanes	Fagområde Ferskvannøkologi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Buskerud	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Norsk Hydro, Projects	Oppdragsreferanse Leif Ongstad
---	-----------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>I foreliggende arbeid er miljøtilstanden i Lassedalsbekken vurdert. Grunnlaget for denne vurderingen er undersøkelser utført i vassdraget høsten 2015. Materialet baserer seg på en enkelt prøvetaking av fysisk-kjemiske og biologiske prøver (bunndyrundersøkelser). På bakgrunn av resultatene som er kommet frem er det vanskelig å se at dagens miljøtilstand avspeiler noen markert påvirkning fra tidligere gruvedrift. Derimot indikerer dataene en vannkvalitet der det forekommer sure episoder. Dette hemmer utviklingen av dyregrupper som er følsomme for et vannmiljø der det i løpet av året er perioder med lav pH.</p> <p>Vannet fra stollen i den gamle graven ved Åsland viste seg ved denne ene prøvetakingen å ha en konsentrasjon som ligger på eller noe over den konsentrasjon som norske drikkevanns-myndigheter har satt til maksimum konsentrasjon for fluorid-innhold. Men samtidig er vannkvaliteten her basisk og har en høy ionestyrke med bl.a. høyt kalsiuminnhold. For å få et bilde av variasjonsmønsteret gjennom året mht. fluorid bør dette følges opp nærmere for å få avdekket eventuelle behov for rensing dersom vannkilden fortsatt skal brukes som drikkevann.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gruveavrenning 2. Flusspat, CaF₂ 3. Resipientvurderinger 4. Lassedalen, Kongsberg kommune 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mine effluents 2. Calcium flouride CaF₂ 3. Resipient studies 4. Lassedalen, Kongsberg municipality
---	--



Karl Jan Aanes
Prosjektleder



Nikolai Friberg
Forskningsleder

**Resipientundersøkelser i Lassedalsbekken -
resipient for Lassedalen gruver.**

Forord

Hydro har tidligere hatt gruvedrift i Lassedalen med utvinning av flusspat (CaF_2) sørvest for Kongsberg. Etter 1950 har det ikke vært aktiv gruvedrift i området og på 70-tallet ble det gjort en drivverdighetsundersøkelse, som konkluderte negativt. Beslutningen resulterte i at gruveutstyr og bygninger på 80-tallet med få unntak ble fjernet, og gruve-åpningene ble gjenmurt.

Hydro er nå i ferd med å foreta en opprydding og sikring av området. I den forbindelse var det et ønske om å få gjort en undersøkelse av vannkvaliteten. Hensikten var å få avklart om det i dag er forurensninger av betydning i sigevannet fra gruver og utlagte steintipper som påvirker miljøtilstanden i Lassedalsbekken.

Den 13. oktober ble det gjennomført en befaring av området av Hydro og NIVA. Det ble da hentet inn vannprøver fra Lassedalsbekken for fysiske og kjemiske analyser fra 4 stasjoner og prøver fra bunndyrsamfunnene på 3 stasjoner. Det ble også i samme anledning tatt ut en vannprøve fra en gruvestoll ved Åsland. Denne lokaliteten er i dag vannkilde for noen boliger i området like ved.

Kontaktperson hos Norsk Hydro, Projects har vært sjefsingeniør Leif Ongstad. Materialet fra bunndyrsamfunnene i vassdraget er bearbeidet av Jonas Persson, NIVA. Begge takkes for godt samarbeid.

Prosjektleder har vært undertegnede som også har sammenstilt og vurdert materialet samt skrevet rapporten.

Oslo, 2. desember 2015

Karl Jan Aanes
Forskningsleder seksjon for ferskvannøkologi

Innhold

Sammendrag	5
1. Bakgrunn	7
1.1 Bakgrunnsnivåer for fluorid i Norge	8
1.2 Biologiske toleransegrenser	9
1.2.2 Norske erfaringsdata	9
1.2.3 Drikkevannskvalitet og fluorid	9
2. Lokaltet, materiale og metoder	10
2.1 Lassedalsbekken	10
2.2 Materiale	10
2.3 Fysisk – kjemiske analyser og metoder	10
2.4 Biologiske analyser og metoder	12
3. Resultater	14
3.1 Vannkjemi	14
3.1.1 pH – Forsuring	16
3.2 Biologi	17
3.2.1 Resultater bunndyrundersøkelser	17
4. Samlet vurdering og anbefaling	21
5. Referanser	22
Vedlegg A.	23

Sammendrag

Lassedalsbekken er et lite sidevassdrag til Storelva (Kobberbergselva) og renner ut i Numedalslågen ved Labru. Det ble foretatt en befaring til gruveområdet med innsamling av fysisk-kjemiske og biologiske prøver den 13. oktober 2015.

Hydro har her tidligere hatt utvinning av flusspat (CaF_2) i Lassedalen gruvefelt, som er lokalisert sørvest for Kongsberg by. Bakgrunnen for gruvedriften i dette området var behov for et flussmiddel i forbindelse med fremstilling av aluminium. Etter 1950 har det ikke vært aktiv gruvedrift i området og på 70-tallet ble det gjort en drivverdighetsundersøkelse, som konkluderte negativt. Beslutningen resulterte i at gruveutstyr og bygninger på 80-tallet med få unntak ble fjernet, og gruve-åpningene ble gjenmurt. Hydro er nå i ferd med å foreta en opprydding og sikring i området. For å få avklart om det var forurensninger av betydning i sigevannet fra gruvene og utlagte steintipper som påvirker miljøtilstanden i Lassedalsbekken ble det foretatt en enkel undersøkelse av vannkvaliteten høsten 2015. Det ble også hentet inn en vannprøve fra en tilsvarende gruve ved Åsland, som i dag brukes som vannkilde/brønn, for blant annet å analysere for innhold av fluorid. Hydro ønsker nå å lukke denne gruve permanent.

Den viktigste kilden til fluorid i våre vannforekomster er berggrunnen, men konsentrasjonene er stort sett lave ($<40 \mu\text{g/l}$). Det er registrert noe mer fluorid i vassdrag ($500 \mu\text{g/l}$) der nedbørfeltet har bergarter med et noe høyere innhold av fluorid. Data fra et stort antall norske grunnvannsbrønner i fjell viste en medianverdi for fluorid på ca. $150 \mu\text{g/l}$, og der 25 % av observasjonene var i intervallet $1000 - 8270 \mu\text{g/l}$.

Veiledende grenseverdi i Norge for fluorid i drikkevann er $1,5 \text{ mg/l}$, men for klassifisering av effekter i ferskvann mangler vi grenseverdier. I litteraturen pekes det på at i områder med lav ionestyrke kan en fluorid-konsentrasjon så lavt som $0,5 \text{ mg/l}$ ha alvorlige effekter på enkelte dyregrupper. For å unngå fluorforurensning i ferskvann anbefales det at konsentrasjonen av fluorid her er under dette nivået. Erfaringer fra ulike forsøk synes først å gi biologiske effekter ved vesentlig høyere fluorid-verdier enn $1,5 - 2,0 \text{ mg/l}$. Erfaring fra en resipient ved Lillesand med langt høyere konsentrasjoner av fluorid kunne ikke påvise gifteffekter på biologiske forhold. Årsaken bak dette ble forklart med at fluor her inngikk i komplekse bindinger som gjorde det lite/ikke biotilgjengelig. Erfaringer peker på at den øvrige vannkvaliteten her har stor betydning. Gifteffekten av fluor er knyttet til at fluorider fungerer som enzymatiske gifter og kan føre til at metabolske prosesser blir hindret.

Resultatene fra vannprøvene som ble hentet inn den 13. oktober fra 4 lokaliteter i Lassedalsbekken viste at det ved prøvetidspunktet var en noe sur vannkvalitet ($\text{pH} < 7,0$) med en lav ionestyrke (konduktivitet) og et lavt kalsium-innhold. Resultatene viste også en markert humøs vanntype med et høyt fargetall, og et høyt innhold av både jern og organisk materiale (TOC). Denne vannkvaliteten var forventet ut fra nedbørfeltets egenart.

Fluorid-verdiene i Lassedalsbekken fordobles fra referansestasjonen ($220 \mu\text{g/l}$) og ned til st. 4 ($470 \mu\text{g/l}$). Dette avspeiler egenarten ved nedbørfeltet og bidrag fra tidligere tiders gruvedrift. Konsentrasjonene er noe høyere enn forventet ut fra det som er antatt å ville være det generelle bakgrunnsnivået i våre vannforekomster, men konsentrasjonen er samtidig langt lavere enn den maks. grense som er satt bl. a. med hensyn til fluorid-innhold i drikkevann. Bekken typifiseres i henhold til vannforskriftens kriteriesett som en liten, sur, kalkfattig og humøs vannforekomst (nasjonal elvetype 17).

Stasjonen ved Åsland (brønnprøven) representerer vannkvaliteten i avrenningen fra en tidligere flusspat-gruve, og prøven ble hentet like innenfor åpningen. Egnethet som vannkilde og da spesielt mht. fluorid-innhold er vurdert ut fra norske og internasjonale (WHO) kriterier for drikkevann. Resultatene viser at verdiene ligger i grenseområdet ($1,7$ og $1,5 \text{ mg/l}$), men samtidig er kalsium-verdiene meget høye $46,5 \text{ mg Ca/l}$, og pH-verdien er nær $8,0$. Vannet har over lengre tid blitt brukt som drikkevann, og tidligere målinger har også vist noe forhøyde verdier, men denne har vært akseptert som vannkilde uten rensing.

Vannkvaliteten i «brønn-prøven» skiller seg markert fra det som var vanntypen i Lassedalen. Karakteristisk er en vannfarge som typifiserer vannkilden som en klar vanntype (fargeverdi på < 2 mg/l Pt) og med et meget lavt innhold av organisk materiale og jern. Til sammenligning var den midlere konsentrasjonen av jern 380 µg Fe/l i Lasedalsbekken, mens den i vannprøven fra Åsland var 2,5 µg Fe/l.

For å få et bilde av miljøtilstanden og vannkvaliteten ble det parallelt med vannprøvene hentet inn et materiale fra bunndyrsamfunnene på 3 av stasjonene i Lasedalsbekken. En stasjon var plassert oppstrøms tidligere gruveaktivitet og fungerer som en referanse for naturtilstanden på dette vassdragsavsnittet, og to stasjoner ble lagt nedstrøms for å kunne dokumentere eventuelle effekter av dreinsvann fra tidligere gruvevirksomhet.

Resultatene avspeiler et samfunn av bunndyr som har en relativt bra variasjon og en vannkvalitet nær det som antas å være naturlig for området. Grupper som var særlig tallrike er knott, steinfluer og fjærmygg. Alle viktige dyregrupper var representert i dette materialet, men for noen var tettheten lav (døgnfluer), noe som tilskrives en antatt lav pH i perioder.

Den økologiske tilstanden i bunndyrsamfunnet er vurdert i henhold til veilederen som er utarbeidet for vannforskriften, hvor indeksene ASPT (Average Score per Taxon), EPT (biologisk mangfold) og indeksen for forsurening; Raddum 2, er benyttet.

Resultatene indikerer at Lasedalsbekken har en svært god til god tilstand når det gjelder belastning knyttet til organisk materiale og næringssalter. Dette er også inntrykket fra observasjoner gjort under befaringen av vassdraget. Videre viser resultatene at bekken er påvirket av forsurening, noe som gjør at alle stasjonene, inklusive den øvre referanse stasjon, klassifiseres til å være i grenseområdet mellom en dårlig og en moderat miljøtilstand. På bakgrunn av denne påvirkningstypen får vassdraget en dårlig økologisk tilstand.

Basert på resultatene som er kommet frem om miljøtilstanden i bekken, er det vanskelig å se at dagens situasjon avspeiler noen markert påvirkning fra tidligere gruvedrift.

Derimot indikerer materialet at det forekommer perioder med en noe lav pH (forsuring) som hemmer utviklingen av dyregrupper som er følsomme for en vannkvalitet der det i løpet av året er slike episoder. Dette var en ikke uventet miljøtilstand i dette området.

1. Bakgrunn

Lassedalen gruvefelt er lokalisert sørvest for Kongsberg by og vist på kartutsnittet i figur 1. Hydro har her tidligere hatt utvinning av flusspat (CaF_2). Etter 1950 har det ikke vært aktiv gruvedrift i området. På 70-tallet ble det gjort nye undersøkelser som underlag for en vurdering om potensialet var til stede for videre drift. Denne konkluderte negativt og beslutningen resulterte i at gruveutstyr og bygninger på 80-tallet med få unntak ble fjernet, og gruve-åpningene ble gjenmurt. Hydro er nå i ferd med å foreta en opprydding og sikring i området. Det var i den forbindelse et ønske om å få foretatt en enkel undersøkelse av vannkvaliteten for å sjekke om det er forurensninger av betydning i sigevannet fra gruvene og utlagte steintipper som påvirker miljøtilstanden i Lassedalsbekken.

Lassedalen gruver strekker seg over en snau kilometer med 6 sjakter og gruveinnganger på begge sider av Lassedalsbekken (figur 2). Det er i dag tydelige tippområder fra gruvedriften ved den øverste sjakten og på et platå nedenfor «speiderhytten». Bekken kan i perioder ha liten vannføring, men etter regnværsperioder kan den få sterkt økt vannføring da det ikke er noen innsjøer som kan jevne ut vannføringen.

Det finnes også spor av en mye eldre gruvedrift i dette området helt tilbake til 1540. På høyden mellom Lassedalen og Storelva/E 134 til Notodden ligger Gott Vermags grube (NGU 2010). Aktuelle mineraler var kobber- og magnetkis samt pyritt. Den er lokalisert på nordsiden av den øverste prøvestasjonen vår og mulig drenasje kan være ned mot stasjon 2.

Ved Åsland er det en tilsvarende gruve som gården like nedenfor benytter som vannkilde (figur 3). Her har brukerne av vannet tidligere selv tatt ut vannprøver for å få vannkilden godkjent. Om vannkvaliteten ble det sagt (muntlig informasjon) at det var et litt forhøyet fluoridnivå, men ikke så høyt at det var utilrådelig som drikkevann. Hydro ønsker nå å stenge gruva og vurderer å bore en ny brønn for brukerne av denne vannkilden. For å få et bilde av dagens vannkvalitet ble det under befaringen tatt en ny prøve av vannet, blant annet med tanke på å få et bilde av fluoridinnholdet i gruvevannet.

Bakgrunnen for gruvedriften i dette området var behov for et flussmiddel i forbindelse med fremstilling av aluminium. Kalsiumfluorid (CaF_2) finnes i naturen som mineralet flusspat og har stor anvendelse som flussmiddel (derav navnet), der det benyttes som smeltemiddel i metallurgisk industri. Mineralet er en viktig kilde til fremstilling av flussyre og fluor. Ellers brukes krystaller av flusspat i linser og prizmer for mikroskoper og teleskoper. I vann, fortynnede syrer og baser er stoffet nesten uløselig. Kalsiumfluorid krystalliserer kubisk med såkalt fluorittstruktur.



Figur 1. Oversiktskart av området som ble undersøkt med Lassedalen og Åsland.

1.1 Bakgrunnsnivåer for fluorid i Norge

Vannkjemien i norske innsjøer er bestemt av berggrunnsgeologi, nedbørkjemi og hydrologi, jordsmonn og vegetasjon, samt tilførsler av forurensninger, enten fra lokale kilder eller langtransporterte kilder.

Den viktigste kilden til fluorid i våre vannforekomster er berggrunnen, mens bidraget fra sjøsalter og forurenset nedbør er lite. En regional undersøkelse i Norge av 1000 sjøer i 1995 (Skjelkvåle, m.fl., 1997) viste at mer enn 90 % hadde fluoridkonsentrasjoner som var $<40 \mu\text{g/l}$. På Østlandet ble det registrert noe mer fluorid i nærheten til bergarter som har et noe høyere innhold av fluorid, og her ble den høyeste fluorid-konsentrasjonen registrert i Hedmark ($500 \mu\text{g F/l}$). En tilsvarende undersøkelse i 1986 viste da nivåer fra $<5 - 560 \mu\text{g/l}$ og et gjennomsnitt for de 1000 undersøkte lokalitetene på $37 \mu\text{g/l}$ (Skjelkvåle, 1994). Innsjøene i denne undersøkelsen var ikke statistisk valgt, slik som i undersøkelsen i 1995, men hadde fokus på forurensningsfølsomme områder. Likevel stemmer resultatene godt overens med resultatene fra undersøkelsen i 1995.

I grunnvann i fast fjell er kontakttiden mellom vannet og mineralene i berggrunnen oftest svært lang slik at konsentrasjonen av alle ioner generelt er høyere enn i overflatevann. En undersøkelse av grunnvann i 1756 brønner i fjell i Norge (Banks m.fl., 1998) viste en medianverdi for fluorid på ca. $150 \mu\text{g/l}$. Imidlertid ligger 25 % av observasjonene i intervallet $1000 - 8270 \mu\text{g/l}$. I områder med høye fluoridkonsentrasjoner i drikkevann (over $4 - 5 \text{ mg/l}$) er det registrert tilfeller av dental fluorose. Dental fluorose betegner effekter av økt fluoroptak på tenner under utvikling og mineralisering. Dette viser seg gjerne som brune flekker på tennene.

1.2 Biologiske toleransegrenser

Veiledende grenseverdi for fluorid i drikkevann i Norge er 1,5 mg F/l (Sosial og helsedepartementet, 1995). Fluor er ikke omhandlet i våre veiledere for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann, men giftige effekter av fluorid er beskrevet for en rekke ferskvannsorganismer (McPherson et al. 2014, Waugh 2012, Camargo 2003). Vannlevende organismer som lever i vann med lav ionestyrke påvirkes mer negativt av fluor-forurensning fordi biotilgjengeligheten av fluorid-ionene reduseres med økende hardhetsgrad. Fluor kan hemme eller forsterke mengden av alger, avhengig av konsentrasjon, eksponeringstid og arts-sammensetningen. Vannplanter synes å kunne fjerne fluor fra forurenset vann effektivt under lab.- og feltforhold, mens hos akvatiske dyr ser fluor ut til å akkumuleres i det ytre skjelettet av virvelløse dyr og hos fisk i beinvev. Gifteffekten av fluor er knyttet til det faktum at fluorider fungerer som enzymatiske gifter og kan føre til at metabolske prosesser blir hindret så som TCA- syklusen (trikarboksylyre-syklusen) og syntesen av proteiner (fluoridionet reagerer med og inaktiverer metallaktivatorer i ulike enzymer).

Toksisiteten for virvelløse vanddyr og fisker øker med økende fluorkonsentrasjon, eksponeringstid og temperatur, men avtar med økende innhold av f. eks. kalsium og klorid. Virvelløse dyr og fisk i ferskvann, spesielt larver av nett-spinnende vårfluer og oppvandring av f. eks laks synes å være mer følsomme for fluortoksisitet enn organismer i marine systemer. I ferskvann med lav ionestyrke kan en fluorid-konsentrasjon så lavt som 0,5 mg/l ha alvorlige effekter på virvelløse dyr og fisk. For å unngå fluor-forurensning i ferskvann anbefales det at konsentrasjonen av fluorid er under dette nivået (Camargo, 2003).

1.2.1 Giftmodifiserende faktorer

Effektene av fluorid på vannlevende organismer er avhengige av hvilke arter som er til stede, men også av vannets øvrige fysio-kjemiske egenskaper. Kalsium og magnesium ”beskytter” ferskvannsorganismer mot effektene av fluorid. Når vannets innhold av kalsiumkarbonat (CaCO_3) økte fra 17 til 385 mg Ca/l så førte dette til at 96 timer's LC_{50} verdien til regnbueørret økte fra 51 til 193 mg F/l (Pimentel og Bulkley 1983). Knutzen (1987) anbefalt i sin gjennomgang av effekter at fluoridkonsentrasjonen i våre ferskvannsforekomster, estuarier og ferskvannspåvirkede fjorder ikke burde overstige 0,5-1 mg F/l.

1.2.2 Norske erfaringsdata

Et fluorid-påvirket vassdrag i Norge er Glamslandsvassdraget ved Lillesand, som er resipient for utslipp fra North Cape Minerals A/S. Konsentrasjonen av fluorid var her betydelig høyere (> 100 ganger) enn det som kan betraktes som normalt (Kroglund m. fl. 2000), både ut fra naturtilstanden i Norge og for andre områder med tilsvarende geologi. Det ble målt konsentrasjoner av fluorid som var fra 5 til 20 mg F/l. Dette er nivåer som er høyere enn det som er antatt å være dødelig for vannlevende dyr basert på forsøk. De biologiske undersøkelsene som ble gjennomført i resipienten, kunne ikke påvise biologiske effekter av fluorutslippet. Årsaken til dette ble forklart med at fluor inngikk i komplekse bindinger som reduserte biotilgjengeligheten og dermed giftigheten.

Så langt er det ikke fastsatt noen grenseverdi som angir trygge konsentrasjoner, men basert på ulike forsøk synes konsentrasjoner vesentlig høyere enn 1,5-2,0 mg F/l å representere verdier hvor biologiske effekter kan forventes. Ved konsentrasjoner vesentlig høyere enn 3,0 mg F/l er det påvist omfattende biologiske effekter både på alger, vegetasjon, virvelløse dyr og fisk (Kroglund mfl. 2000).

1.2.3 Drikkevannskvalitet og fluorid

Flere steder i verden er innholdet av fluorid høyt i drikkevannet, så høyt at det skaper helsemessige konsekvenser for konsumentene (f. eks. fluorose), men i Norge er ikke dette noe utbredt problem eller noe stort tema. Det skal mye til for å overskride kravene til drikkevann der råvannet er overflatevann med et visst vannvolum. Derimot kan det være enkelte private grunnvanns-brønner der dette kan være en utfordring, noe avhengig av fluorid-konsentrasjon og hvor hyppig vannkilden benyttes (hytte-/ daglig bruk). Mye er avhengig av den øvrige vannkvaliteten, og problemet er langt mindre der fluorid er til stede i

vannkilden sammen med kalsium, da løseligheten av fluorid vil være begrenset av dannelsen av fluorit (CaF_2). Dette fører til at vi finner forhøyde fluorid-konsentrasjoner stort sett i vannkilder der den løste konsentrasjonen av kalsium i grunnvannet er lav.

Norske drikkevannsmyndigheter (ref. Drikkevannsforskriften 2004) har satt en øvre grense for fluorid i drikkevannet på 1,5 mg/l. Dette samsvarer helt med verdens helseorganisasjons (WHO) guideline for drikkevann. WHO har i sin veileder mht. fluorid i drikkevann satt en grense for samlet inntak av fluorid pr. dag for voksne som er på rundt 8 mg/dag. Grensen er lavere for barn da de er mer utsatt enn voksne. Anbefalingen er at har man en vannkilde med en høy fluorid-konsentrasjon, så er løsningen å lete etter alternativer da det kan være kostbart og vanskelig (f.eks. vha. ionebytting) å rense for fluorid.

2. Lokaltet, materiale og metoder

2.1 Lassedalsbekken

Lassedalsbekken (vassdragsnr. 015 CAO) er et lite sidevassdrag til Storelva (Kobberbergselva) og renner ut i Numedalslågen ved Labru (figur 1). Den har i Vann-nett ID nr. 015-4Q-R med elve-ID: 015-3-5306 og tilhører Kobberelvas bekke-felt (015-1151-R), i vannområde Numedalslågen i Buskerud. Bekken er en liten vannforekomst med en kalkfattig og humøs vanntype. Midlere spesifikk avrenningen for området er på 18,28 L/s km² med en midlere årsnedbør på vel 608 mm/år. Vassdraget framstår som noe flomutsatt da nedbørfeltet ikke har innsjøer som kan holde vannet tilbake i perioder med store nedbørmengder.

2.2 Materiale

Det ble foretatt en befaring til gruveområdet med innsamling av fysisk-kjemiske og biologiske prøver den 13. oktober 2015. Stasjonene, som det ble hentet inn prøver fra, er listet opp i tabell 1 med informasjon om prøvetype og kartreferanser. Lokaltetene som ble undersøkt er videre vist på kartutsnitt (figur 2) og på foto som ble tatt under befaringen (figur 4).

Tabell 1. Prøvestasjoner og UTM koordinater

Stasjon	Prøve	EU89, UTM – sone 32	
		Ø:	N:
St. 1 Lassedalen	Vannkjemi og Bunndyr	193035.723	6622157.313
St. 2 —«—	Vannkjemi	193171.916	6622146.074
St. 3 —«—	Vannkjemi og Bunndyr	193540.828	6622048.226
St. 4 —«—	Vannkjemi og Bunndyr	194016.844	6621741.461
St. 5 Brønn Åsland	Vannkjemi	196071.645	6616468.265

2.3 Fysisk – kjemiske analyser og metoder

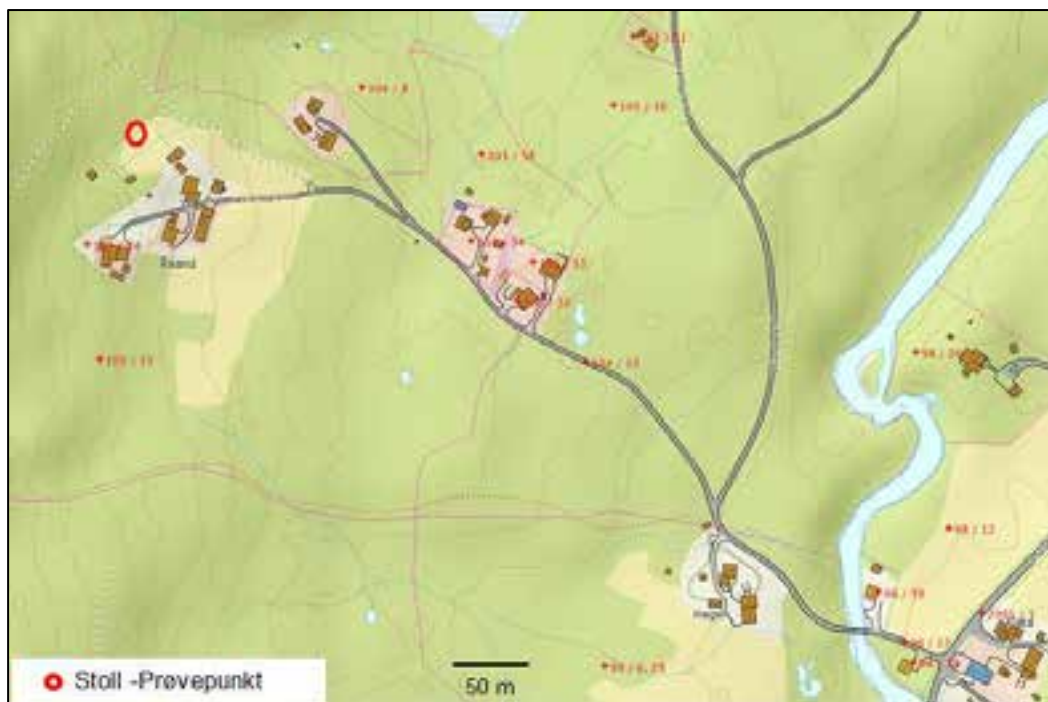
Vannprøvene som ble hentet inn under befaringen ble analysert ved NIVAs kjemiske analyselaboratorium, og variablene som ble valgt ut er vist i tabell 2. Fluorid er en sentral parameter i denne undersøkelsen, og det ble i tillegg for denne parameteren sendt en prøve til Eurofins Norge AS for å få en supplerende analyse av innholdet av fluorid i vannprøven. NIVA benytter en ISO metode, som drikkevannsforskriften baserer seg på, mens Eurofins benytter en amerikansk EPA standard. Dette er den metoden som WHO baserer sine kriteriesett på mht. drikkevann.

Resultatene fra vannprøvene er vurdert etter kriteriesett gitt i vannforskriften (DR 2013). Prøvene representerer kun en enkeltprøve av vannkvaliteten i det tidspunktet de ble samlet inn, men de vil gi en

første informasjon om den generelle vannkvaliteten i Lassedalsbekken. Det spesielle ved denne resipienten er at det ble ventet forhøyde konsentrasjoner av fluorid slik at denne parameteren ble vektlagt spesielt.



Figur 2. Kartutsnitt med lokalisering av prøvetakingspunkter og gruveåpninger



Figur 3. Stasjon 5, Åsland. Kartskisse med lokalisering av prøvepunkt brønn.

Brønnprøve

Stasjonen ved Åsland (St. 5 – figur 3) representerer vannkvaliteten i avrenningen fra en tidligere flusspat-gruve, og vannprøven ble tatt like ved stollens åpning der den kommer ut i dagen. Det er her et drikkevannsutttak («brønn») til bebyggelsen nedstrøms på Åsland. Egnethet som vannkilde mht. fluorid-innhold er vurdert ut fra norske og internasjonale (WHO) kriterier for drikkevann.

Tabell 2. Vannprøver: Fysisk-kjemiske analysevariable og anvendt metode.

pH	Kond	Farge	Ca	Fe	TOC	Fluorid *	Fluorid**
	mS/m	mg/l Pt	mg/l	µg/l	Mg C/l	µg/l	µg/l
NS-EN ISO 10523:2012	NS ISO 7887:1993	NS-EN ISO 7887:2011	NS-EN ISO 17294-1:2007 og 2:2005		NS-EN ISO 1484;1:1997	ISO 10304-1:2009	EPA Method 340,3

* NIVA ** Euro Fins

2.4 Biologiske analyser og metoder

For å få et bilde av miljøtilstanden ble det hentet inn et materiale fra bunndyrsamfunnene på 3 stasjoner i Lassedalsbekken (St. 1, 3 og 4, se figur 2). En stasjon var plassert oppstrøms tidligere gruveaktivitet (St. 1) og fungerer som en referanse for naturtilstanden på dette vassdragsavsnittet, og to stasjoner ble lagt nedstrøms for å kunne dokumentere eventuelle effekter av dreinsvann fra tidligere gruvevirksomhet.

Metoden som ble benyttet for å få et godt bilde av bunndyrsamfunnenes funksjonelle og strukturelle oppbygning på de tre prøvepunktene er i henhold til veilederen for vanddirektivet (DG 2013). For å vurdere økologisk tilstand anbefales det her å benytte den såkalte sparkemetoden (NS-ISO 7828). En håndholdt elvehåv med åpning 25 cm x 25 cm og maskevidde 0,25 mm ble benyttet. Under prøvetakingen holdes håven ned mot bunnen med åpningen mot strømmen. Bunnssubstratet oppstrøms håven sparkes/rotes opp med foten slik at oppvirket materiale følger med vannstrømmen og føres inn i håven.

Materialet fra stasjonene består av 9 delprøver som hver representerer 1m lengde av elvebunn og samles inn i løpet av 20 sekunder. Enkeltprøvene skal så godt det lar seg gjøre avspeile den variasjonen av habitater som er på lokaliteten. Materialet fra stasjonen samles i ett glass og konserveres for senere bearbeidelse ved NIVA. Bunndyrtettheter som senere er gitt i rapporten refererer seg til en prøvetakingsinnsats på 3 min. Prøvene fra bunndyrsamfunnene ble hentet fra avsnitt i vassdraget med god vannhastighet (stryk-/risle-partier) og der bunnen bestod av stein og grus. Disse lokalitetene er valgt fordi en her vanligvis finner størst variasjon i bunndyrsamfunnet, og fordi grensene som er satt for å klassifisere miljøtilstanden (iht. vannforskriften) ikke er tilpasset sakteflytende avsnitt i vassdraget. På laboratoriet blir det foretatt en taksonomisk bearbeidelse for å få et bilde av variasjonen i bunndyrsamfunnet på lokaliteten. Samtidig blir mengdemessige forhold registrert etter standard prosedyrer vha. binokulær lupe og mikroskop. Det taksonomiske nivået varierer, men individer i de tre hovedgruppene døgnfluer (*Ephemeroptera*), steinfluer (*Plecoptera*) og vårfluer (*Trichoptera*), de såkalte EPT taksa, ble så langt det er mulig identifisert til art/slekt.

Vurderingen av forurensningsbelastning og økologisk tilstand baseres på ASPT indeksen (Average Score Per Taxon). Indeksen gir en gjennomsnittlig forurensningstoleranse for familiene i bunndyrsamfunnet, og indeksen anvendes som vurderingssystem i vanddirektivet. ASPT verdiene for hver stasjon vurderes opp mot den generelle referanseverdien for vanntypen. Forholdet mellom målt verdi og referanseverdi kalles EQR (Ecological Quality Ratio). For å få indeksene for alle biologiske kvalitetselementer på samme skala er det beregnet en «normalisert» EQR (nEQR) for bunndyrmaterialet.

Klassegrenser for økologisk tilstand på de ulike stasjonene er satt i henhold til vannforskriften (DG 2013). Vurdering av biologisk mangfold på lokaliteten er basert på antall taksa (art/slekt/familie) innen de tre gruppene døgnfluer, steinfluer og vårfluer (EPT). Høye indeksverdier for EPT ligger over 25. Hva som er «normalt» (referansen) er imidlertid avhengig av både hvor i Norge en er og hvilke fysiske-kjemiske miljøparametere som ellers er bestemmende for «normal fauna». Østlandet har en rikere fauna og flere arter enn det finnes på Vestlandet, ionerike vannkvaliteter har flere arter enn ionefattige og i elver har stryk- og rislepartier høyere verdier enn roligflytende partier. Det vil bli omtalt spesielt i rapporten hvis vi registrerer rødliste-arter i materialet. Det blir også gjort en vurdering av mengdemessige forhold/tettheten i grupper og av arter i bunndyrsamfunnet ut fra det som antas å være en forventet naturtilstand. Tilstanden i

vassdraget mht. forsurening ble vurdert etter den indeksen som vannforskriften anbefaler (Raddum 2) til å klassifisere denne påvirkningstypen.

Foto: Prøvetakings stasjoner (Foto K. J. Aanes)

	
<i>Lassedalsbekken Stasjon 1</i>	<i>Lassedalsbekken Stasjon 3</i>
	
<i>Lassedalsbekken Stasjon 2 (tilløpsbekk)</i>	<i>Lassedalsbekken Stasjon 4</i>

3. Resultater

3.1 Vannkjemi

Analyseresultatene fra vannprøvene som ble hentet inn den 13. oktober i 2015 fra Lasedalsbekken og fra brønnen på Åsland er sammenstilt i tabell 3, og vist grafisk i figur 5.

Lasedalsbekken

Bekken hadde ved prøvetidspunktet en noe sur vannkvalitet (pH < 7,0) og lav ionestyrke (konduktivitet) med et lavt kalsium innhold (tabell 3, figur 5). Resultatene viste også at den er karakterisert av en markert humøs vanntype med et høyt fargetall, og et høyt innhold av både jern og organisk materiale (TOC).

Denne vannkvaliteten var forventet ut fra nedbørfeltets egenart. Surheten (pH) vil kunne være lavere i andre deler av året f. eks i forbindelse med snøsmelting.

Fluorid-verdiene fordobles fra referansestasjonen og ned til stasjon 4 og er noe høyere enn forventet ut fra det som er antatt å ville være en normal bakgrunnsverdi i våre vannforekomster (Skjelkvåle, m.fl., 1997). Men konsentrasjonen er samtidig langt lavere enn den maks. grense som er satt i Drikkevannsforskriften (2004) med hensyn til fluorid innhold i drikkevann. Kravet er her at konsentrasjonen skal være < 1500 µg fluorid /l.

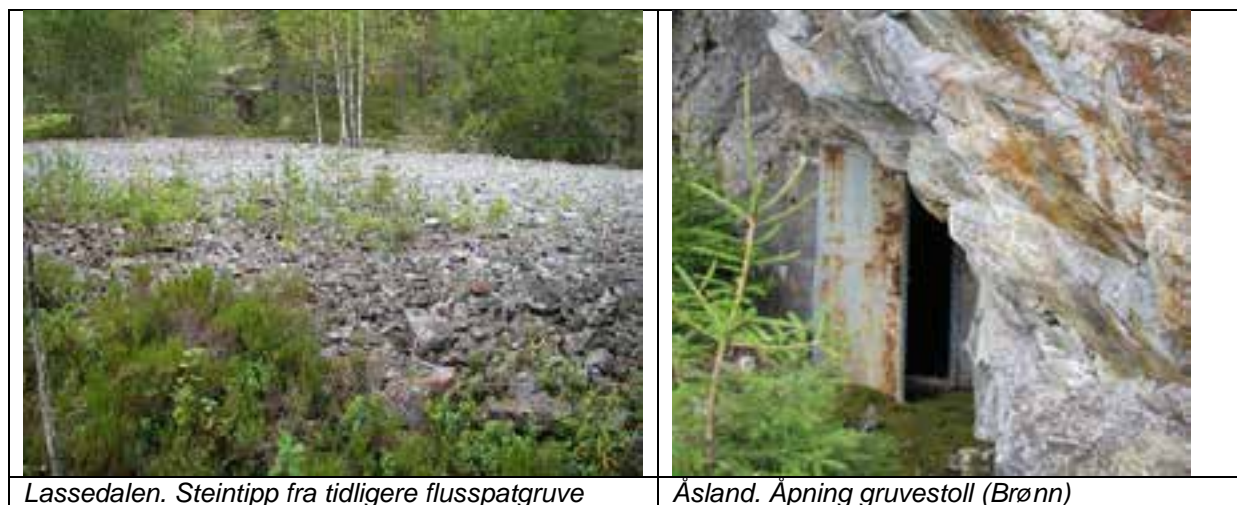
Lasedalsbekken typifiseres i henhold til vannforskriftens kriteriesett som en liten, sur, kalkfattig og humøs vannforekomst (nasjonal elvetype 17).

Tabell 3. Analyseresultater fra vannprøver hentet inn den 13. okt. 2013 fra Lasedalsbekken og brønn.

Stasjon/ Variabel	pH	Kond	Farge	Ca	Fe	TOC	Fluorid *	Fluorid**
		mS/m	mg/1 Pt	mg/l	µg/l	Mg C/l	µg/l	µg/l
St 1	6,53	1,71	41	1,62	418	5,9	240	220
St. 2	6,45	2,29	27	3,02	217	5,3	270	230
St. 3	6,68	1,97	37	2,07	366	5,6	280	270
St. 4	6,56	1,97	55	2,51	520	7,2	530	470
Gj. snitt	6,56	1,99	40	2,31	380	6,0	330	298
Brønn Åsland	7,87	24,2	< 2	46,5	2,5	0,71	1700	1500

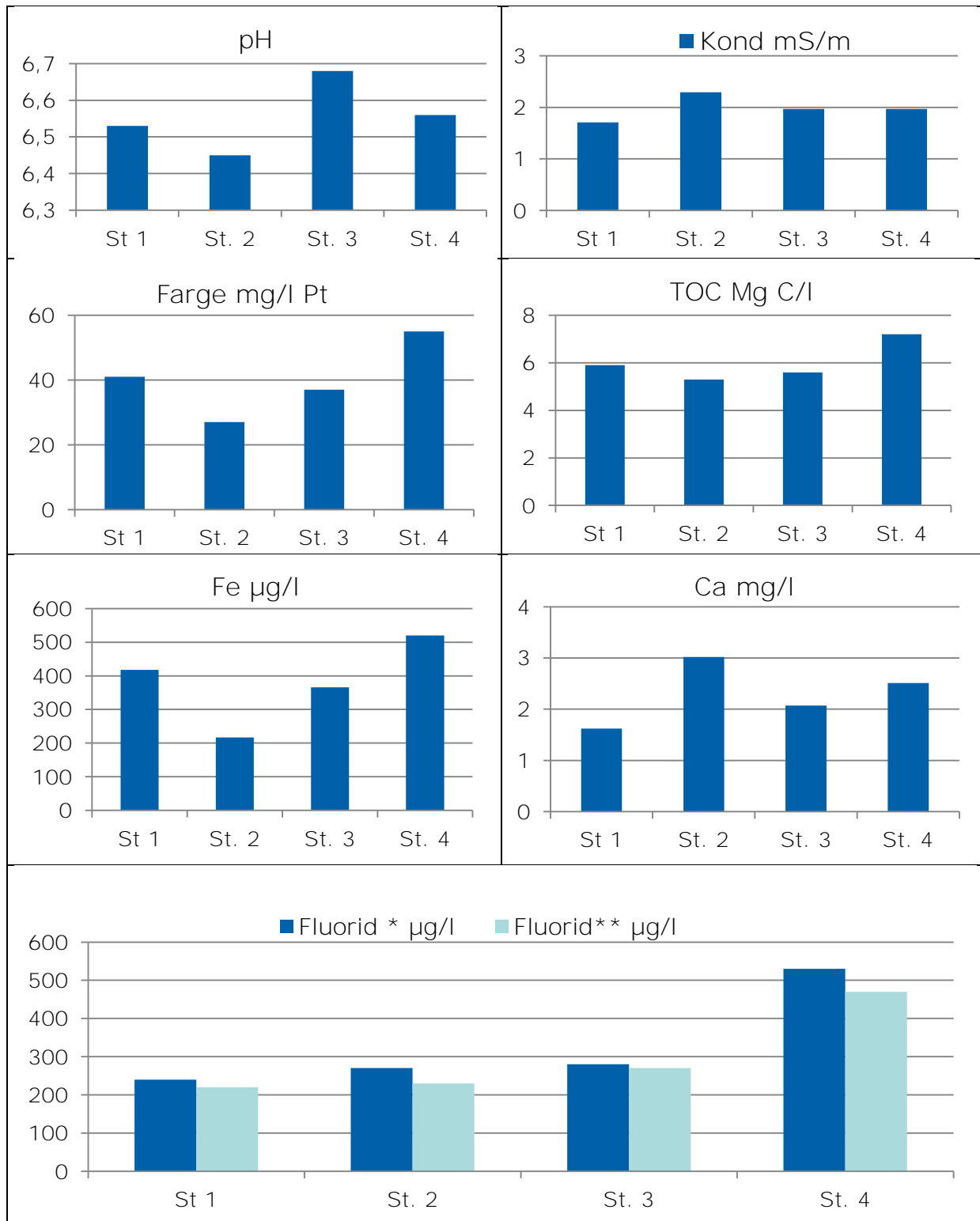
* ISO metode NIVA ** EPA metode Euro Fins

Foto: Prøvetakings stasjoner (Foto: L. Ongstad)



Lasedalen. Steintipp fra tidligere flusspatgruve

Åsland. Åpning gruestoll (Brønn)



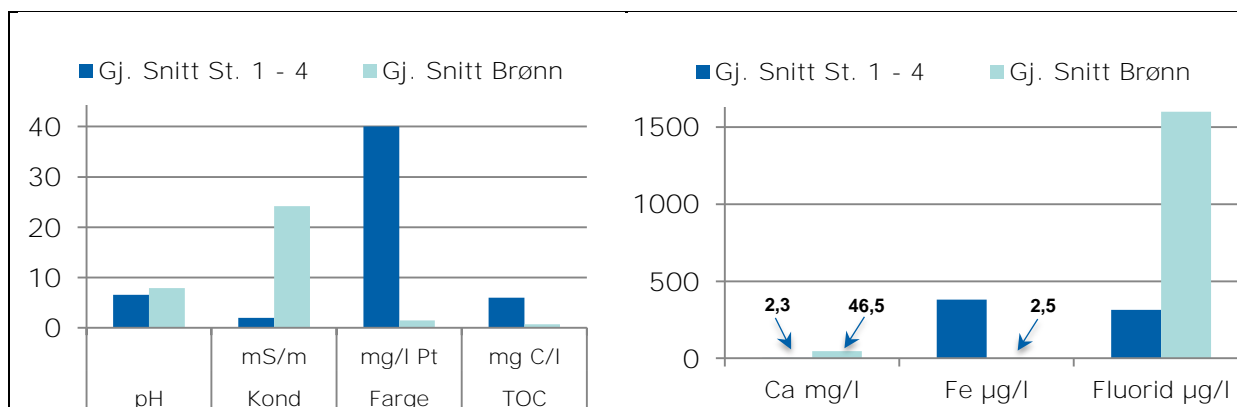
Figur 5. Analyseresultater fra vannprøver tatt den 13. oktober 2015 fra Lassedalsbekken og fra gruestoll (brønn) ved Åsland. (* ISO -, ** EPA metode)

Brønnprøve Åsland

Analyseresultatene fra den prøven som ble hentet inn fra vannmagasinet i stollen, utgangen fra den gamle flusspat graven på Åsland er vist i tabell 3 og i figur 6. Denne lokaliteten er nå og har over mange år vært vannkilde for den delen av bebyggelsen på Åsland som ligger like nedenfor graven. Det er i figuren også gitt en sammenligning med midlere verdier for tilsvarende analyseresultater fra vannprøvene som ble hentet inn fra Lassedalsbekken (tabell 3).

Vannkvaliteten i «brønnprøven» skiller seg markert fra det som var vanntypen i Lassedalen. Karakteristisk er at vannkvaliteten ved Åsland er basisk med en pH-verdi på 7,9 og en vannfarge som typifiserer vannkilden som klar med en fargeverdi på < 2 mg/l Pt (vannet er nesten uten egenfarge) og med et meget lavt innhold av organisk materiale og jern. Til sammenligning var den midlerer jernkonsentrasjonen i Lassedalsbekken 380 µg Fe/l mens den i vannprøven fra Åsland var 2,5 µg Fe/l. Vannet er ionerikt med et særlig høyt innhold av kalsium (46,5 mg Ca/l).

Videre viser denne vannprøven at det her også var et ganske høyt innhold av fluorid, henholdsvis 1,7 og 1,5 mg fluorid/l med de to analysemetodene som ble benyttet (ISO og EPA). Dette er på og like over det kravet som er satt til fluoridinnhold i både nasjonale og intrasjonale krav til drikkevann. Denne verdien representerer en enkeltmåling, og det er behov for flere målinger for å få et riktig bilde av vannkvaliteten med hensyn på innhold av fluorid. (se ellers kapittel 1.2 om effekter av et for høyt innhold av fluorid).



Figur 6. Resultater fra analyser av vannprøver* hentet inn fra vannkilden på Åsland den 13. oktober 2015, vist sammen med midlere verdi for stasjonene i Lassedalsbekken. (Fe vist som mg Fe/l).

3.1.1 pH – Forsuring

I vannforskriften finnes det typespesifikke referanse- og grenseverdier for pH i elver/bekker som ikke har anadrom fisk. Disse er vist i tabell 4, men det skal legges til at grenseverdiene er basert på en midlere verdi over året. For elver er dette fortrinnsvis fra månedlige målinger gjennom hele året, minimum fire prøver årlig (i snøsmeltingsperioden om våren, samt sommer, høst og vinter).

Kriteriesettet i tabell 4 gjelder for alle høyderegioner og for den elvtypen vi har i Lassedalsbekken, som er både kalkfattig og humøs (nasjonal elvtype 17). På bakgrunn av det kriteriesettet som er gitt i veilederen til vannforskriften klassifiseres alle stasjonene mht. pH på prøvetakingstidspunktet høsten 2015 til å ha en svært god vannkvalitet. Men som nevnt tidligere krever veilederen langt flere prøver gjennom året for å få en sikker tilstandsklassifisering, når en skal basere seg på vannkjemi alene. Vi har her i tillegg en prøve fra bunndyr-samfunnet på hver lokalitet, noe som sikrer oss en langt bedre nøyaktighet når vi skal klassifisere surheten i Lassedalsbekken. Resultatene indikerer her en sur vanntype med en tilstand mht. pH som ligger i grenseområdet mellom moderat og dårlig tilstand (se kpt. 3.2.1).

Tabell 4. Vurderingskriterier mht. pH i bekker/elver med en humøs og kalkfattig vanntype slik som vi finner i Lassedalsbekken*

Referanseverdi	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
6,8	7,2 – 6,2	6,2-4,9	4,9 – 4,6	4,6 – 4,5	< 4,5

* Vanntype

Vanntypeladning	Verdi
Vanntype elv	Små, kalkfattig, humøs
VanntypeID	REM1221
Nasjonal vanntype	17
Vannkategori	Elv
Ekoregion	Oslandet
Klimasone	Middels(200-800mm)
Nedbefelt i km ²	Små (< 10 km ²)
Kalsium og alkalinitet	Kalkfattig (Ca = 1 - 4 mg/l, Alk = 0,05-0,2 meq/l)
Humus	Humøs (30-90 mg Pst, TOC 5-15 mg/L)
Turbiditet	Klare (ST5 < 10 mg/L, uorganisk andel minst 80%)

3.2 Biologi

Bunndyr har i lang tid vært anvendt til å vurdere vannkvalitet og forurensningstilstand i vassdrag (Aanes og Bækken 1989). Samtidig er denne gruppen av smådyr et viktig næringsgrunnlag for fisken og mye av den fuglefaunaen vi finner langs vassdragene våre. De fleste arter av bunndyr er ganske stasjonære og har en lang livssyklus, ofte ett år, og vil således gjenspeile miljøpåvirkning på lokaliteten under en lengre tidsperiode før selve prøvetakingen i vassdraget. Ved en økt belastning/forurensning vil samfunnet av bunndyr skifte karakter. De såkalte rentvannsartene vil forsvinne og erstattes av organismer som kan tolerere de nye miljøforholdene. Ofte får vi et samfunn med en lavere diversitet (mindre variasjon/mindre mangfold), dominert av en eller noen få dyregrupper som ofte har fått økt tetthet. Ytre påvirkninger, som f. eks. store tilførsler av uorganisk finpartikulært materiale, organiske forbindelser, næringssalter og giftige forbindelser vil kunne endre bunndyrsamfunnenes oppbygning og derved påvirke næringsgrunnlaget for fugl og fisk. Samtidig vil vassdragets resipientkapasitet og evne til selvrensing bli påvirket. Dette fører så igjen til at den evnen lokaliteten har til selv å ta hånd om nye belastninger reduseres. Informasjon om dette får vi ved å studere forhold på prøvetakingslokalitetene som tilstedeværelse/fravær og relativ tetthet av sentrale grupper og arter (indikatorer) i samfunnet av bunndyr.

Prøver fra bunndyrsamfunnenes sammensetning ble høsten 2015 (13. oktober) hentet fra tre stasjoner i Lassedalsbekken. Lokaliseringen er vist i figur 2. Forholdene på stasjonene karakteriseres av et substrat bestående av mindre stein med varierende innslag av grus og sand i øvre del av vassdraget til noe grovere substrat i nedre deler. Det var under prøvetakingen gode forhold for innhenting av et representativt materiale fra bunndyrsamfunnene på lokalitetene.

3.2.1 Resultater bunndyrundersøkelser

Hensikten med undersøkelsene av bunndyrfaunaen i 2015 har vært å samle inn et materiale som skulle kunne avdekke størrelsen og utstrekningen av eventuelle miljøpåvirkninger fra tidligere gruvedrift for arbeidet med å lukke gruveåpninger og sikre området starter opp. Dataene gir også en mulighet til å følge med i utviklingen av den økologiske tilstanden i Lassedalsbekken fremover.

Resultatene fra bearbeidelsen av bunndyrprøvene er sammenstilt i figurene 7 til 10. I tabell A i vedlegget er enkeltresultater vist. Dataene avspeiler et samfunn av bunndyr som har en relativt bra variasjon og har

en nær naturlig vannkvalitet for området. Størst bunndyr tetthet ble registrert på st. 3 i Lassedalsbekken (figur 7). En grafisk fremstilling av diversiteten med hensyn til viktige dyregrupper som døgn-, stein-, og vårfluer (EPT taksa) ved prøvetidspunktet er vist i figur 8. Grupper som var særlig tallrike er knott, steinfluer og fjærmygg. Alle viktige dyregrupper er representert i dette materialet, men for noen er tettheten lav (døgnfluer) og tilskrives en antatt lav pH i perioder.

I henhold til Veileder 02: 20013 (DG, 2013) ble ASPT indeksen (Average Score per Taxon, Armitage, 1983) anvendt til vurdering av den økologiske tilstanden i bunndyr samfunnet. Denne metodikken, dvs. klassegrensene for økologisk tilstand iht. vannforskriften, forutsetter at prøvetakingstidspunktet er på senhøsten, noe som passer bra med prøvetidspunktet for våre prøver.

Indeksen baserer seg på en rangering av et utvalg av de familiene som kan påtreffes i bunndyr samfunnet i elver/bekker, etter deres toleranse overfor organisk belastning/næringssaltanrikning. Toleranseverdiene varierer fra 1 til 10, der 1 angir høyest toleranse. ASPT indeksen som regnes ut gir en midlere toleranseverdi for bunndyrfamiliene i prøven. Målt indeksverdi skal vurderes i forhold til en referanseverdi for hver vanntype. Referanseverdien er her satt til 6,9 for bunnfaunaen. Tabell 5 viser klassegrenser for ASPT-verdier etter vanddirektivets femdelte skala (DG, 2013).

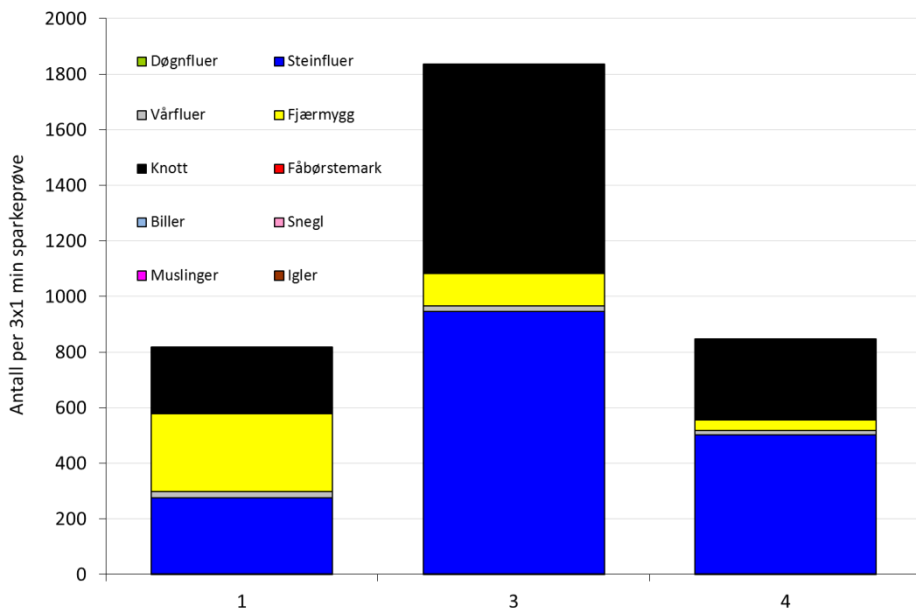
Tabell 5. Klassegrenser for økologisk tilstand i elver ved bruk av bunndyrfaunaen basert på ASPT-verdier

Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
6,9	6,0	5,2	4,4	

Ulike grupper og arter av bunndyr har forskjellige toleransegrenser i forhold til forurensningsbelastning og annen påvirkning. Karakteristisk for rene lokaliteter i en elv eller bekk vil være høy diversitet av arter, følsomme for påvirkning og en oppbygning med små avvik fra naturtilstanden. Økologisk tilstand vil da være "God" eller bedre, og en vil kunne forvente å finne en klar dominans av bunndyrgrupper som døgn-, stein- og vårfluer (i tillegg til andre rentvannsformer/-taxa og at disse opptrer med en tetthet som er større enn enkeltfunn), og hvor det er liten forskyving av dominansforhold mot tolerante arter. Sterkt innslag av gravende og detritus-spisende bunndyrgrupper, som f.eks. børstemark, igler, midd, fjærmygg og andre tovinger som har høy toleranse ovenfor forurensning og påvirkning, vil derimot være indikatorer på forurensninger.

Ellers er en vanlig tilnærming til biologisk mangfold i bekker og elver en vurdering av forekomsten av ulike indikator taksa i samfunnet av bunndyr. En mye brukt indeks her er det totale antall EPT- arter/taxa. Indeksen tar utgangspunkt i hvor mange arter av døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera) en registrerer på lokaliteten. En reduksjon i antall EPT taxa i forhold til det en ville forvente var naturtilstanden danner grunnlaget for vurderingen av påvirkning. Hos bunndyrfaunaen i våre vannforekomster varierer naturtilstanden mye, bestemt både av vannforekomstens størrelse, biotopens utforming og beliggenhet (høyde over havet, nedbørfeltets geologi og geografisk beliggenhet), noe som gjør at vurderingssystemene må brukes med forsiktighet.

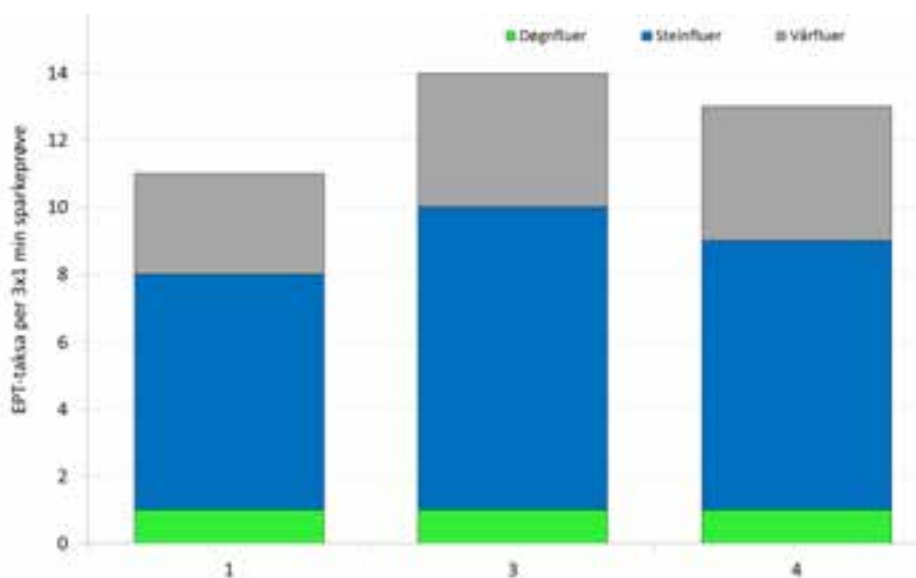
Vi har benyttet indeksene ASPT, antall EPT-arter og forsuringsindeksen Raddum II for å vurdere det biologiske mangfoldet og økologisk tilstand i bunndyr samfunnet på stasjonene i vassdraget.



Figur 7. Bunnedyr samfunnets sammensetning høsten 2015 i Lassedalsbekken.

Resultatet fra undersøkelsene i 2015 viser en markert økning i bunnedyrtettheten (fig. 7) på den midtre stasjonen i Lassedalsbekken, mens den på stasjonene 1 og 4 var omtrent det halve, men uten at sammensetningen var vesentlig forskjellig.

Mangfoldet av arter innen dyregruppene døgn-, stein- og vårfluer (EPT-arter, figur 8) viste fra 11 arter på st. 1 til henholdsvis 14 og 13 på st. 3 og 4. Døgnfluer var nesten ikke til stede (kun med én art). Døgnfluer er forsuringfølsomme, og resultatene indikerer trolig episoder med lav pH, sett i forhold til at forsuringstolerante steinfluer fortsatt var til stede i stort antall på disse stasjonene.

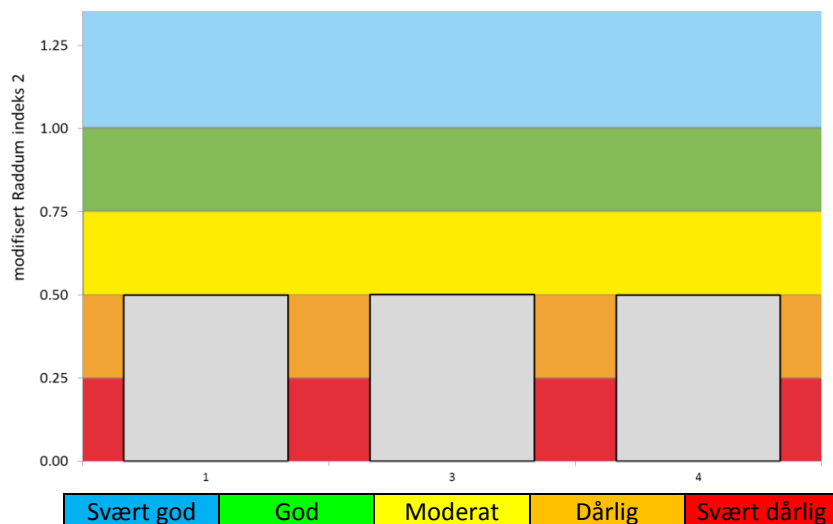


Figur 8. Antall EPT-taksa høsten 2015 i Lassedalsbekken.

Forsuring

Resultatet er presentert i figur 9, og alle stasjonene i Lassedalsbekken klassifiseres til å være i grenseområdet mellom en dårlig og en moderat miljøtilstand.

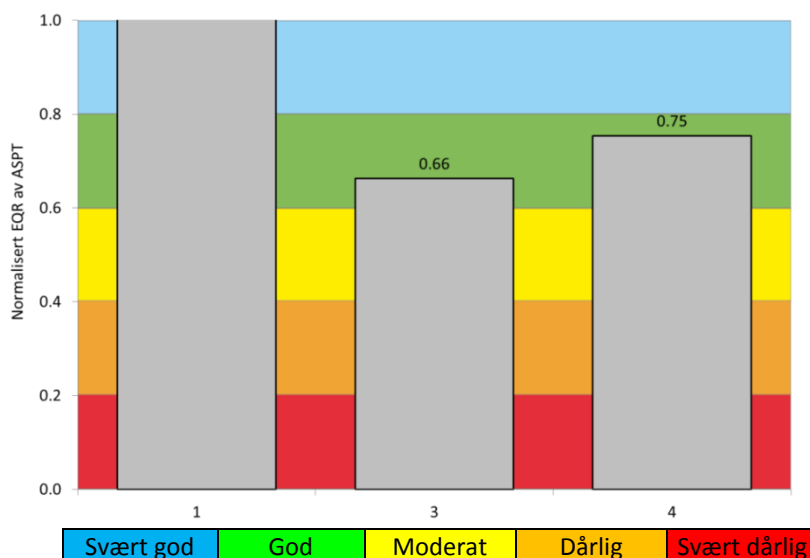
Resultatene tyder på at substratet er godt nok til at blant annet dyregrupper som døgnfluer skal kunne etablere seg på det aktuelle vassdragsavsnittet, men at de ikke var til stede på grunn av forsuring.



Figur 9. Raddum 2 - forsuringindeks. Resultater fra høsten 2015 i Lassedalsbekken.

Belastning – organisk materiale og næringsalter

Når det gjelder belastning knyttet til organisk materiale og næringsalter så vil dette i en bekk som er forsuret, føre til at taksa som gir lave scores for ASPT (bl.a. snegl og igler) forsvinne, mens de gruppene som skårer høyt f.eks. steinfluer blir igjen. Dette gjør at indeksverdier for ASPT og EQR under slike forhold ofte blir kunstig høy for stasjoner som har en slik vannkvalitet (figur10). Det er derfor viktig her å samholde verdien med øvrige data fra lokaliteten samt feltobservasjoner. Her gir indeksen et godt bilde av tilstanden mht. organisk belastning i Lassedalsbekken.



Figur 10. Økologisk tilstand karakterisert vha. normaliserte EQR verdier av ASPT høsten 2015 i Lassedalsbekken.

En samlet vurdering av miljøforholdene på de ulike lokalitetene som ble undersøkt med hensyn til organisk/næringssaltbelastning og forsuring er vist i tabell 6. Resultatene viser at Lassedalsbekken har en svært god til god tilstand der ASPT-verdien er større enn 6,0 på alle prøvestasjonene. Videre viser resultatene at bekken er påvirket av forsuring og får på bakgrunn av denne påvirkningstypen dårlig miljøtilstand.

Tabell 6. Samlet miljøtilstand i Lassedalsbekken på bakgrunn av bunnfaunaundersøkelser høsten 2015. Oversikt over beregnede indekser og deres miljøtilstandsbedømming.

Lassedalsbekken	St. 1	St. 3	St. 4	
Dato : 13.10.2015				
ASPT – Average Score Per Taxon	7,0	6,3	6,6	
EQR – Økologisk tilstand	1,01	0,91	0,96	
Normalisert EQR ASPT	1,20	0,66	0,75	
Raddum 2 - Forsuringsindeks	0,5	0,5	0,5	
Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig

4. Samlet vurdering og anbefaling

I foreliggende arbeid er miljøtilstanden i Lassedalsbekken vurdert. Grunnlaget for denne vurderingen er undersøkelser utført i vassdraget høsten 2015. Materialet baserer seg på en enkelt prøvetaking av fysisk-kjemiske og biologiske prøver (bunndyrundersøkelser). På bakgrunn av resultatene som er kommet frem er det vanskelig å se at dagens situasjon avspeiler noen markert påvirkning fra tidligere gruvedrift. Derimot indikerer materialet at det forekommer episoder med forsuring som hemmer utviklingen av dyregrupper som er følsomme for en vannkvalitet der det i løpet av året er perioder med lav pH. Dette var forventet i dette området.

Vannet fra stollen i den gamle graven ved Åsland viste seg ved denne ene prøvetakingen å ha en konsentrasjon av fluorid som ligger på eller noe over den konsentrasjon som norske drikkevannsmyndigheter har satt til maksimum konsentrasjon for fluorid-innhold. Men samtidig er vannkvaliteten her basisk og har en høy ionestyrke med bl.a. et høyt kalsiuminnhold. For å få et bilde av variasjonsmønstrer mht. fluorid gjennom året bør dette følges opp nærmere for å få avdekket eventuelle behov for rensing, dersom vannkilden fortsatt skal brukes som drikkevann.

5. Referanser

Camargo, J. A. 2003. Fluoride toxicity to aquatic organisms: a review. *Chemosphere*: Vol 50-3: 251-264

DR 2013 (Direktoratsgruppa Vanndirektivet). Veileder 02:2013 "Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>. 263 s.

Drikkevannsforskriften 2004. Forskrift om vannforsyning og drikkevann Kvalitetskrav til drikkevann - vedlegg i forskrift om vannforsyning og drikkevann Helse- og omsorgsdepartementet

Fawell, J. K. Bailey, J. Chilton, E. Dahi, L. Fewtrell and Y. Magara 2006. Fluoride in Drinking-water Published on behalf of the World Health Organization (WHO) by IWA Publishing, London

Kroglund, F., B-L., Skjelkvåle, E. Kleiven, E-A. Lindstrøm, M. Kroglund, G. Raddum, B. Walseng. 2000. Betydningen av fluor for Glamslandsvassdraget, Aust-Agder. NIVA Rapport: L. Nr 4306 – 00. 36 s.

McPherson CA, Lee DH, Chapman PM. 2014. Development of a fluoride chronic effects benchmark for aquatic life in freshwater. *Environ Toxicol Chem.* Vol: 33(11): 2621-7.

NGU, 2010. Malmdatabasen: Gott Vermags, forekomst nr.44 i Kongsberg (0604) kommune. http://aps.ngu.no/pls/oradb/lminres_dsp_deposit.link_object?p_sprakobjid=N0000006090

Skjelkvåle, B.L., 1994. Factors influencing fluoride concentration in Norwegian lakes. *Water Air Soil Poll.*77: 1-17.

Skjelkvåle, B.L., Henriksen, A., Faafeng, B. Fjeld, E. Traaen, T.S. Lien, L., Lydersen, E. og Buan, A.K., 1997. Regional innsjøundersøkelse 1995. En vannkjemisk undersøkelse av 1500 norske innsjøer. SFT rapport 677/96.

Waugh, D. 2012. Technical Report: Human toxicity, environmental impact and legal implications of water fluoridation. EnviroManagement Services. 343 pp.

Vedlegg A.

Vedlegg A. Resultater fra bunndyrundersøkelser i Lassedalsbekken høsten 2015.

		1	3	4
		13.10.2015		
Coleoptera	<i>Scirtidae gen. Sp.</i>			1
Diptera	<i>Ceratopogonidae gen. Sp.</i>	8	2	1
Diptera	<i>Chironomidae gen. Sp.</i>	280	116	38
Diptera	<i>Diptera gen. sp.</i>	1	1	6
Diptera	<i>Limoniidae gen. Sp.</i>	8	14	2
Diptera	<i>Simuliidae gen. Sp.</i>	240	752	288
Ephemeroptera	<i>Ameletus inopinatus</i>	1		
Ephemeroptera	<i>Baetis rhodani</i>		1	
Ephemeroptera	<i>Leptophlebiidae gen. Sp.</i>			1
Hydrachnidia	<i>Hydrachnidia gen. Sp.</i>	6	1	1
Oligochaeta	<i>Oligochaeta gen. sp.</i>		2	1
Plecoptera	<i>Amphinemura borealis</i>	14	10	12
Plecoptera	<i>Amphinemura sp.</i>	10	8	22
Plecoptera	<i>Amphinemura standfussi</i>		2	2
Plecoptera	<i>Amphinemura sulcicollis</i>			8
Plecoptera	<i>Brachyptera risi</i>	232	888	424
Plecoptera	<i>Diura nanseni</i>	6	6	14
Plecoptera	<i>Isoperla sp.</i>		1	
Plecoptera	<i>Leuctra hippopus</i>	4	2	
Plecoptera	<i>Leuctra nigra</i>	8		
Plecoptera	<i>Leuctra sp.</i>	1	26	16
Plecoptera	<i>Nemoura sp.</i>		1	
Plecoptera	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>			3
Trichoptera	<i>Limnephilidae gen. Sp.</i>	20	18	1
Trichoptera	<i>Plectrocnemia conspersa</i>	2	1	10
Trichoptera	<i>Polycentropodidae gen. Sp.</i>	1		
Trichoptera	<i>Rhyacophila nubila</i>		2	2
Trichoptera	<i>Rhyacophila sp.</i>		1	2

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no