

Overvåkning av avrenning fra dagbrudd

Sibelco Nordic AS, Åheim Plant



CORRIGENDUM

Endringer for elektronisk versjon av rapporten «Overvåkning av avrenning fra dagbrudd Sibelco Nordic AS, Åheim Plant» (NIVA-RAPPORT 7088-2016, 04.11.2016).

Side 12, Tabell 2:

Konduktivitet: Metode NS-EN ISO 7888:1993 *endret til* NS-ISO 7888:1993.

Total nitrogen: Metode NS-EN ISO 4743:2:1993 *endret til* NS 4743:1993.

Ammonium: Metode ISO 3696:1987 *endret til* Intern metode (D5-4).

Total fosfor: Metode NS-EN ISO 4725:3:1984 *endret til* Modifisert NS 4725:1984.

Kvikksølv: Utførende lab: *Endret fra* NIVA/ Eurofins* til Eurofins. Fjernet fotnote tilhørende Eurofins.

Arsen (As), Krom (Cr), Bly (Pb), Kadmium (Cd), Kobber (Cu), Nikkel (Ni), Sink (Zn): Metode NS-EN ISO 17294-1:2007 og NS-EN ISO 17294-2:2005 *endret til* Modifisert NS-EN ISO 17294-1:2007 og Modifisert 17294-2:2005

Oslo, 29.05.2017

Karl Jan Aanes

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 Overvåking av avrenning fra dagbrudd. Sibelco Nordic AS, Åheim Plant.	Løpenr. (for bestilling) 7088-2016	Dato 04.11.2016
	Prosjektnr. Undernr. O-15219	Sider Pris 68
Forfatter(e) Karl Jan Aanes Morten A. Bergan, NINA	Fagområde Mineralutvinning	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Møre og Romsdal	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Sibelco Nordic AS, Åheim Plant.	Oppdragsreferanse Grete Brobakke
---	-------------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Denne rapporten presenterer resultater fra overvåking av økologisk tilstand i GUSDALS- og VANNYLVEN-området som mottar avrenning fra bedriftens dagbrudd i GUSDAL, VANNYLVEN kommune. Hensikten med undersøkelsen har vært å vurdere eventuelle effekter i vassdraget. Resultatene fra vannprøvene viste at ingen av de vannregionspesifikke stoffene overskred grenseverdien. Kjemisk tilstand er ikke klassifisert da analysene er utført på ufiltrerte prøver. For de biologiske kvalitets-elementene (bunndyr og fisk) var det en god eller svært god økologisk tilstand på stasjoner nedstrøms bedriften i GUSDALS- og VANNYLVEN-området, og det var ingen eller kun små avvik fra referansestasjoner oppstrøms dagbruddet. Sidevassdrag som drenerer bruddet var imidlertid sterkt påvirket av partikler som følger med drens vann fra bruddet. Det er ingen indikasjon på at avrenning av finpartikulært uorganisk materiale (suspendert faststoff) eller sprengstoff-rester har toksiske effekter for akvatisk biologi. Dette gjelder både for bunndyr- og ungfisksamfunn. Negative effekter som registreres i sidevassdrag, som drenerer bruddet knyttes kun til fysiske-mekaniske forhold på vassdragsbunnen, noe som har gitt redusert habitatkvalitet (bortfall av skjulområder, nedslammede gyte-områder og lignende). Sammenlignet med data fra tidligere biologiske undersøkelser, er det klare tegn på at resipientforholdene nå har bedret seg i GUSDALS- og VANNYLVEN-området.</p>

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Overvåking mineralutvinning 2. Miljøtilstand 3. Vanddirektivet 4. Vannområde Søre Sunnmøre 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Monitoring mining industrial minerals 2. Ecological status 3. Water Framework Directive 4. River basin: Southern Sunnmøre
--	--


Karl Jan Aanes
Prosjektleder


Markus Lindholm
Forskningsleder

**Overvåkning av avrenning fra dagbrudd
Sibelco Nordic AS, Åheim Plant.**

Forord

Denne rapporten presenterer resultater fra overvåking av potensielle effekter av dreinsvann fra Sibelco Nordic AS sitt dagbrudd i Gusdalen på økologisk tilstand i Gusdalsvassdraget, Vanylven kommune.

Undersøkelsene er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag av Sibelco Nordic AS etter pålegg fra Fylkesmannen ved Miljøvernavdelingen i Møre og Romsdal. Karl Jan Aanes har vært prosjektleder på NIVA og har hatt kontakten mot oppdragsgiver. Kontaktperson hos bedriften har vært Grete Brobakke. Morten A. Bergan tidligere forsker ved NIVA nå ansatt ved NINA har hatt ansvar for undersøkelsene av bunndyr og fisk. Vannprøver er hentet inn månedlig av personale ved bedriftens laboratorium og sendt NIVAs lab. i Oslo. Ansvarlig for overføring av data til Miljødirektoratets database Vannmiljø har vært Tron Syverud Hansen. Faglig kvalitetssikring av rapporten er utført av Markus Lindholm.

En stor takk rettes til alle medarbeidere og involverte for et godt samarbeid.

Oslo, 4. 11. 2016

Karl Jan Aanes

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	6
1.1 Bakgrunn.....	6
1.2 Sibelco Nordic AS, avd. Åheim	6
1.3 Miljøtiltak og egenkontroll.....	8
1.4 Gusdalsvassdraget	9
1.5 Klima	10
2 Undersøkelsen 2015 – 2016	10
2.1 Materiale og metoder	10
2.1.1 Prøvestasjoner.....	11
2.1.2 Parametere og frekvens	11
2.2 Metoder for vurdering av fysisk-kjemiske støtteparametere	13
2.3 Metoder for vurdering av bunnfaunaen.....	14
2.4 Ungfiskundersøkelser	15
2.4.1 Gusdalselva.....	15
2.4.2 Tilløpsbekker som er undersøkt	16
3 Klassifisering av økologisk tilstand	18
3.1 Generell metodikk.....	18
3.2 Metodikk for klassifisering av det biologiske kvalitetselementet bunnfauna.....	20
3.3 Metoder for klassifisering av det biologiske kvalitetselementet ungfiskbestand	21
4 Resultater	21
4.1 Fysisk-kjemiske støtteparametere	21
4.2 Vannregionspesifikke stoffer i vann.....	25
4.3 EUs prioriterte miljøgifter i vann	25
4.4 Biologiske kvalitetselementer og klassifisering av økologisk tilstand etter vannforskriften.....	27
4.4.1 Vassdragets bunnfauna.....	27
4.4.2 Diskusjon Bunndyr	30
4.4.3 Ungfiskundersøkelser	31
4.4.4 Diskusjon ungfisk.....	32
4.5 Konklusjon Undersøkelser av ungfisk og bunndyr	37
5 Samlet oversikt: Økologisk og kjemisk tilstand	39
6 Konklusjoner og videre overvåking	39
6.1 Mulige årsaker til dårlig og svært dårlig økologisk tilstand	39
6.2 Videre overvåking.....	40
6.3 Vurdering av mulige tiltak.....	40
7 Referanser	41

Sammendrag

Denne rapporten presenterer resultater fra undersøkelser i Gusdalsvassdraget i Vanylven kommune av biologiske og vann-kjemiske forhold. Vassdraget mottar avrenning fra dagbruddet til bedriften Sibelco Nordic AS, Åheim Plant. Hensikten med overvåkningen har vært å vurdere eventuelle effekter fra aktivitetene i bruddet. Avløpsvannet blir etter at det har passert flere sedimentasjonsbasseng ledet til vannforekomst Gusdalselv sideelver (092-22-R), som drenerer til vannforekomst Gusdalselv (092-27-R).

De biologiske kvalitetselementene bunnfauna og ungfisk av laksefisk ble benyttet for å klassifisere økologisk tilstand. Bunnfauna er klassifisert etter indeksen ASPT, tillegg til at miljøtilstanden er vurdert ut fra BMWP og EPT-indeks. Ungfisktettheten av laks og ørret er klassifisert etter forventede verdier for små, anadrome vassdrag. Prøver fra bunndyrsamfunnene ble hentet inn i april, og i oktober. Det ble da også i tillegg til bunndyrundersøkelser også hentet inn data om ungfiskebestandene i vassdraget vha. elektrisk fiske. Det ble videre hentet inn vannprøver 14 ganger i løpet av undersøkelsesperioden. Disse ble analysert for et utvalg av fysisk-kjemiske støtteparametere, EUs prioriterte miljøgifter (Hg, Cd, Pb og Ni) og vannregion-spesifikke stoffer (AS, Cu, Cr og Zn) som er relevante i forhold til bedriftens utslipp.

Ingen av de vannregionsspesifikke stoffene overskred grenseverdien. Når det gjelder kjemisk tilstand er denne ikke klassifisert da analysene ble utført på ufiltrerte prøver. Dette gjør at en klassifisering av kjemisk tilstand blir usikker. Grense (EQS-) verdiene som benyttes for å fastlegge kjemisk tilstand er gitt for den konsentrasjonen en får etter at vannprøven er filtrert gjennom et 0,45 µm glassfiberfilter. Nikkel, som var ett av de EU prioriterte miljøgifter som ble overvåket, viser forhøyde verdier, men er nært knyttet til det partikulære materialet i vannprøven. Analyseresultatene viser en sterk samvariasjon mellom innholdet av uorganisk partikulært materiale i vannprøvene og konsentrasjonen av nikkel.

For de biologiske kvalitetselementene (bunndyr og fisk) var det god eller svært god økologisk tilstand i Gusdalselva på stasjoner nedstrøms bedriften, og det er ingen eller kun små avvik fra referansestasjoner oppstrøms avrenningen fra dagbruddet. Sidevassdrag som drenerer bruddet var imidlertid sterkt påvirket av partikler fra dreinsvann gjennom gruvene, som i perioder har et stort innhold av uorganisk partikulært materiale. Dette har medført at sidevassdragene mottar for mye belastning av finpartikulært olivinstøv, som kitter sammen elvegrusen og slammer ned bunnen.

Det er lite eller ingen indikasjoner på at avrenningen av finpartikulært uorganisk materiale (suspendert faststoff) eller sprengstoffrester har toksiske effekter for akvatisk biologi. Dette gjelder både for bunndyr og ungfisksamfunn. De negative effektene som registreres kan kun knyttes til fysisk-mekaniske forhold på vassdragsbunnen, noe som har gitt redusert habitatkvalitet (bortfall av skjulområder, nedslammede gyteområder og lignende) i sidevassdragene. Referansestasjoner ovenfor gruveområdet fastslår at de undersøkte sidevassdragene skal ha tilfredsstillende biologisk mangfold, god til svært god økologisk tilstand og er godt egnede gytebekker for ørret/sjøørret.

De biologiske dataene fra 2015 gir en god indikasjon på at det har skjedd en positiv utvikling og bedring i vassdragets vannmiljøtilstand sammenlignet med undersøkelser i 2009 og 2001. Bedringen kan trolig knyttes til tiltak som er gjort for å redusere avrenningen.

Vannforekomsten oppnår ikke miljømålet om god økologisk tilstand, i flere sidevassdrag som drenerer bruddet. I hovedvassdraget er det noe usikkerhet med hensyn til kjemisk tilstand nedstrøms bedriften knyttet til nikkel, ett av EUs prioriterte miljøgifter. Da grenseverdien er satt for ufiltrerte prøver mens analyseresultatene i denne undersøkelsen representerer konsentrasjonen i ufiltrerte prøver

Det er nå gjennom denne undersøkelsen samlet inn et godt referansemateriale fra disse vannforekomstene som gjør det mulig å følge med i utviklingen fremover.

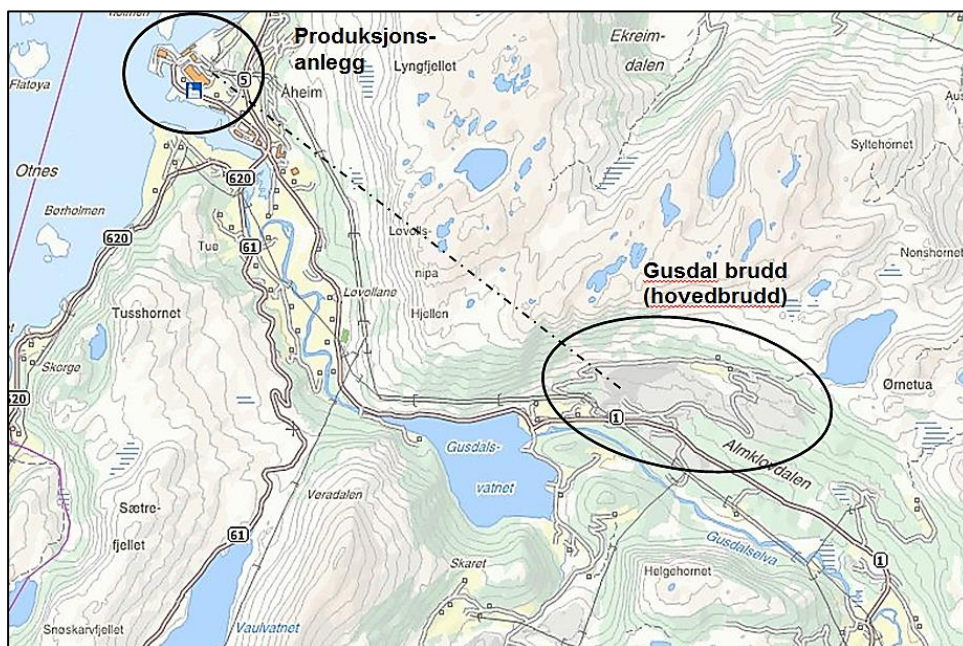
1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Bakgrunnen for overvåking av vannkvaliteten Gusdals-vassdraget er krav Sibelco Nordic AS har fått i henhold til loven om forurensning der bedriften er pålagt å etablere et program for å kunne overvåke miljøtilstanden i resipienten. Målsetning er å få oppdatert kunnskap om konsentrasjoner og mulige miljøeffekter knyttet til avrenning fra bedriftens dagbrudd i Gusdalen, hvor de har sitt uttak av bergarten olivin.

Produksjonsanlegget med utskipningshavn er lokalisert på Åheim. Det er ca. 4 km i luft-linje mellom dagbruddet i Gusdalen til anlegget, jfr. kart i figur 1. Fra bruddet i Gusdalen blir råstoffet etter en grovknusing transportert på bånd via en tunell til produksjonsanlegget i Åheim (figur 3).

Aktiviteten i bruddet er relatert til sprenging og transport vha. dumpere av olivinstein til en hovedknuser for videre transport til produksjonsanlegget i Åheim. Det benyttes ingen tilsats av kjemikalier. Utslipp fra driften i dagbruddet er i det alt vesentligste relatert til avrenning av finpartikulært uorganisk materiale (suspendert faststoff) samt sprengstoffrester. Avrenningsvannet passerer flere sedimentasjonsanlegg før det følger mindre vassdrag ned til Gusdalselva.



Figur 1. Lokalisering av produksjonsanlegget på Åheim og bruddområdet i Gusdalen

1.2 Sibelco Nordic AS, avd. Åheim

Sibelco Nordic AS, avd. Åheim utvinner mineralt olivin fra verdens største registrerte olivinressurs i Vanylven kommune i Møre og Romsdal. Gusdal brudd har vært i drift siden 1991. Selskapet ble grunnlagt i 1948 (under navnet Olivin AS og den norske stat var eier). I dag eies bedriften av et belgisk selskap, Sibelco.

Dagbruddet i Gusdalen

Forekomsten er ca. 1,7 milliarder år gammel, strekker seg over et område på ca. 6 kvadratkilometer og har beregnet reserve på ca. 2 milliarder tonn. Forekomsten er svært høyverdig olivin og inneholder bergarter med opp til 93 prosent forsteritt og med 50 vektprosent magnesiumoksid (figur 2).

I 1991 ble utvinningen startet opp i Gusdalen. To andre utvinningsområder i nærområdet er Halse og Grubse, men i dag er driften avviklet i disse områdene. I forbindelse med oppstart av dagbruddet i Gusdalen ble det bygget en transport-tunnel fra Gusdalen til anlegget på Åheim. Uttaksområdene i Gusdalen ble utvidet tidlig på 2000 tallet og i denne forbindelse ble det da utarbeidet en konsekvensutredning i perioden januar – desember 2001 (Asplan Viak. 2002).



Figur 2. Flyfoto av dagbruddet i Gausdalen (Kilde Sibelco AS).

Området for dagens drift i Gusdalen ligger ca. 5 kilometer sørøst for Åheim. Olivin brytes ut vha. sprengning (ca. 300 – 400 tonn sprengstoff brukes årlig), prosessene i uttaksområdet er ellers relatert til transport til/fra knuser og uttaksområde samt grovknusing. Grovknust materiale fraktes ned til Åheim på transportbånd. I dag produseres det årlig 1 600 000 – 2 000 000 tonn olivin. Mesteparten selges som bulk, men det blir også solgt ferdig materiale i bigbags/småsekk.

Drifts og prosessanlegg på Åheim

På Åheim ligger bedriften Sibelco Nordic AS, Åheim Plant med bygninger for administrasjon og produksjons-områdene for de ulike produktene samt kaianlegg. Driftsområdet inneholder i tillegg lager og lasteanlegg for olivinsand, pakkeri, verksted, laboratorium m.m. Kaianlegget er 350 meter langt og kan ta inn båter opp til 80.000 tonn. Området har et areal på ca. 240 dekar (figur 3).



Figur 3. Flyfoto av anlegget i Åheim (Kilde Sibelco AS).

1.3 Miljøtiltak og egenkontroll

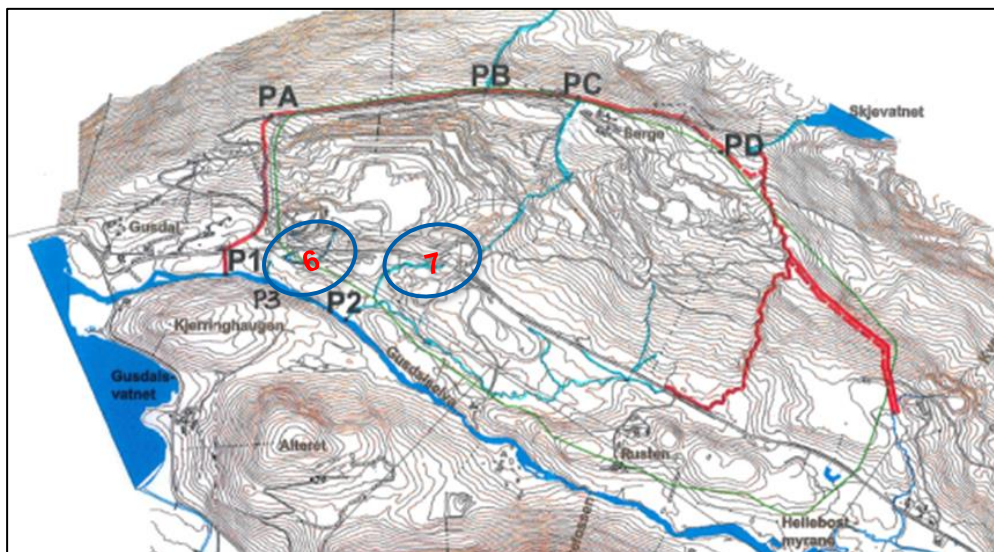
På bakgrunn av innspill knyttet til en konsekvensutredning ble det i 2002 etablert flere sedimenteringsbasseng på nedsiden av fylkesveien. Disse skal fange opp sediment som kommer med avrenning fra den nedre delen av dagbruddet. I november 2009 ble disse supplert med et større sedimenteringsbasseng på oppsiden av fylkesveien, som skal ta imot avrenning fra den øvre delen av bruddet.

Et annet og meget viktig tiltak ble ferdigstilt i slutten av 2014, da ble det etablert en «takrenne» på oppsiden av hele bruddområdet (figur 4). Denne vil hindre at vann fra elver/bekker oppstrøms uttaksområdet kommer inn i dagbruddet. Vannet fra disse områdene samles nå sammen og ledes forbi bruddområdet. Vann som dette tiltaket ikke greier å fange opp er vann som kommer inn i bruddet via i sprekker i fjellet.

I 2015 ble det gjort en oppgradering av eksisterende sedimentasjonsbasseng., samtidig som det ble anlagt et nytt større sedimentasjonsbasseng på knusernivå inne i bruddområdet. Dette bassenget vil bidra til at partikler i større grad stoppes inne i bruddet og derved unngår at de kommer ned i sedimenteringsbassengene på nedsiden av Fylkesveien noe som vil avlaste disse.

Dette er et område som har en stor årsnedbør (> 2000 mm) og med til dels kraftige og intense nedbørsperioder. Under ekstremnedbør vil en oppleve at de etablerte bassengene nok ikke vil ha tilstrekkelig kapasitet for partikkelfangst.

Avrenningen fra GUSDALSBRUDDET følger to mindre sidevassdrag. Disse munner ut i GUSDALSVA i to punkt, som er avmerket som punkt P2 og P3 i figur 4. For å redusere sediment påvirkningen i resipienten passerer drens vannet flere sedimenteringsbasseng før det løper sammen med GUSDALSVA (område merket 6 og 7 i figur 4). I tillatelsen har Sibelco Nordic AS, Åheim Plant et utslippskravet (fra 19. 11. 2013) når det gjelder grenseverdier for suspendert stoff på 50 mg/l.

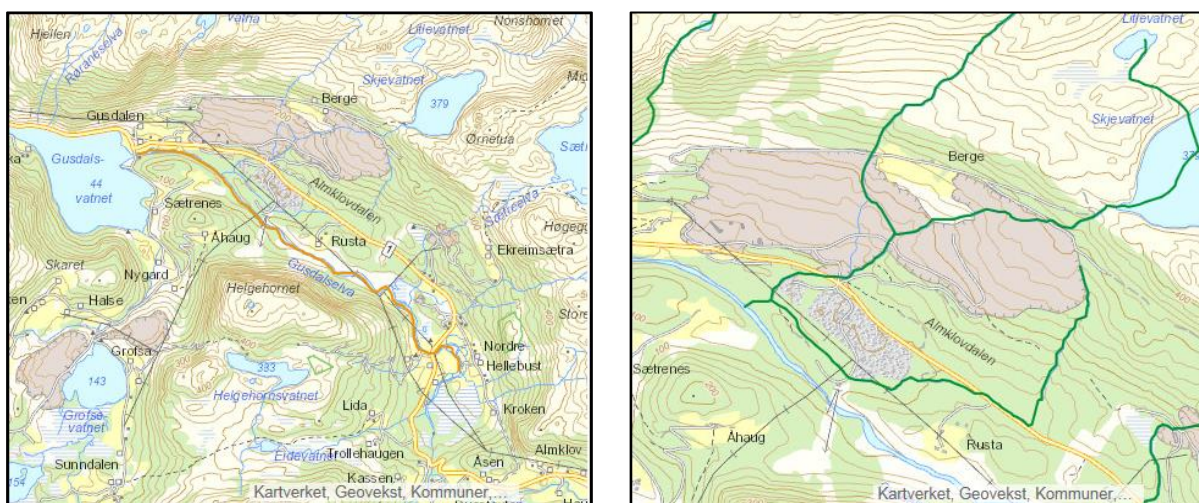


Figur 4. Kartutsnitt som viser avrenning fra bruddet til Gudsalselva (markert med P1, P2 og P3), med inntegnet anlegg for partikkelfjerning (6 og 7) og takrenneløsning (rød linje) som omslutter bruddet.

Bedriften har i dag en egenkontroll hvor det hentes ut ukentlige prøver av avrenning fra sedimentasjonsbassengene (ett prøveuttak etter nederste basseng på nedsiden av fylkesveien og et tilsvarende uttak fra sedimenteringsbassenget på oversiden av veien (hhv. punkt 6 og 7 i figur 4). Disse analyseres med hensyn på suspendert faststoff internt på bedriftens laboratorium. Dette prøveuttaket suppleres med tilsvarende prøver som hentes inn siste uken i mnd. og sendes eksternt lab. for analyse. Sedimentasjonsbassengene inspiseres også rutinemessig for å observere eventuelle endringer knyttet til nedslamming etc. Beregninger bedriften selv har gjort over transporten av uorganisk partikulært materiale viser en nedgang fra 116 tonn/år i 2013 til ca. 85 tonn i 2015 (i snitt tilsvarer dette 2,7 g/sek. i 2015).

1.4 Gudsalsvassdraget

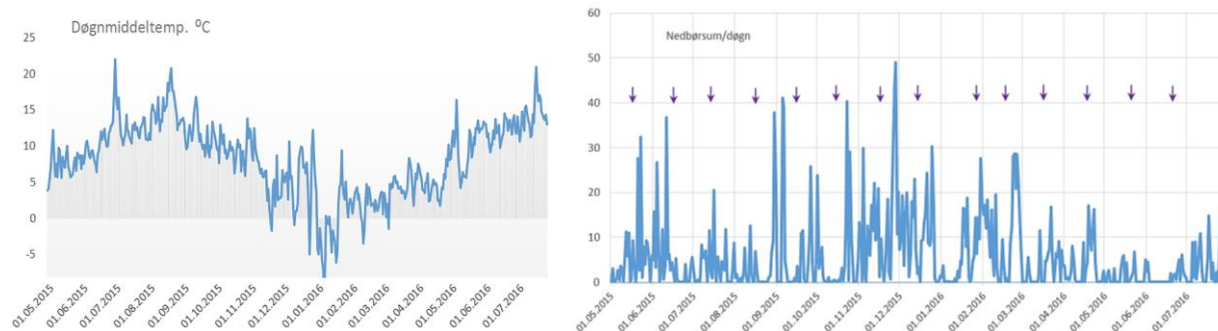
Gudsalsvassdraget tilhører vannområde Søre Sunnmøre i vannregion Møre og Romsdal med vassdragsnummer 0922-27-R og med Gudsalelv sideelver, vannforekomst 092-22-R (figur 5). Vassdraget munner ut i Gudsalsvatnet (44 moh.). Innsjøen har avløp til Åheimselva som munner ut i Vanylvsfjorden ved Åheim. Nåværende nedbørsfelt er 61,6 km². Middelvannføring er beregnet til 4,1 m³/s ved utløp Gudsalsvatnet. Nedbørsfeltet består i hovedsak av fjell, myr, skog og jordbrukslandskap.



Figur 5. Kartskisse av vannforekomstene som ble undersøkt. Til venstre Gudsalselva (vannforekomst - 092-27-R, brun farge) og til høyre Gudsalselva sideelver (vannforekomst 092-22-R, grønn farge).

1.5 Klima

Meteorologisk institutt har en værstasjon i Fiskåbygd (stasjon nr. 59610) i Vanylven kommune. Data fra denne er brukt for å vise temperatur- og nedbørforhold gjennom undersøkelsesperioden. I forhold til normaler (N) for månedsnedbør (1961 – 1990), falt det særlig mye nedbør i november og desember i 2015 (N = 239 og 231, målt 386 og 310) og i februar 2016 (N= 139, målt 306). Midlere døgntemperatur og nedbør er vist i figur 6, hvor tidspunktene for prøvetaking gjennom undersøkelsesperioden også er markert.



Figur 6. Temperatur og nedbør data fra Fiskåbygd (st. 59610) gjennom undersøkelsesperioden. Tidspunkt for prøvetaking er avmerket. (Kilde Meteorologisk institutt)

2 Undersøkelsen 2015 – 2016

Ved implementeringen av vannforskriften har alle vannforekomster i Norge fått konkrete og målbare miljømål, ved at minimum «god tilstand» skal oppnås. Vannforskriften har som mål å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette tiltak for at miljømålene nås.

Fundamentalt i vannforskriften er at det foretas en karakterisering og klassifisering av vannforekomstene. Karakteriseringen inndeler vannforekomster i vann typer, identifiserer belastninger og miljøvirkninger av belastningene, mens klassifiseringen definerer den faktiske tilstanden i en vannforekomst.

Kjemisk tilstand skal beregnes ut fra miljøgifter som står på EUs liste over prioriterte miljøgifter, der tilstanden angis som ikke «god» dersom ett eller flere av de prioriterte miljøgiftene overskrider grenseverdier som er satt for hvert stoff (Environmental Quality Standards – EQS).

For beregning av økologisk tilstand inngår biologiske kvalitetselementer (f.eks. bunnfauna), fysisk-kjemiske støtteparametere (f.eks. næringssalter), hydromorfologiske støtteparametere (f.eks. vannføring) og vannregionspesifikke stoffer (dvs. kjemiske forbindelser som potensielt kan skade vannmiljøet, men som ikke står på EUs liste over prioriterte miljøgifter).

Dersom kjemisk og/eller økologisk tilstand ikke er god er miljømålet ikke oppnådd og tiltak må gjennomføres.

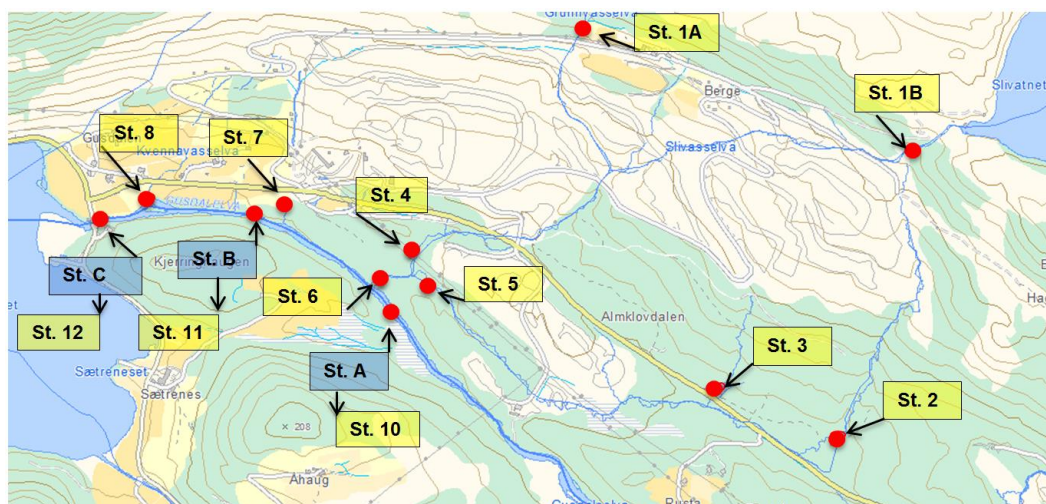
2.1 Materiale og metoder

Det ble hentet inn vannprøver for fysisk-kjemiske analyser i perioden fra den 18. mai 2015 til den 21. juni i 2016, i alt 14 ganger. Undersøkelsene ble supplert med prøver av bunndyr 15. mai og 22. oktober 2015. Undersøkelser av fiskebestandene i vassdraget ble gjennomført 21. - 23. oktober 2015.

2.1.1 Prøvestasjoner

Det ble valgt ut et stort antall stasjoner for å kunne dekke opp ønsket om en grundig beskrivelse av denne vannforekomsten og mulige forurensningskilder fra dagbruddet. Stasjonsplasseringen er vist i figur 7 og UTM koordinater gitt i tabell 3 og 4. Stasjonene 1A og 1B er stasjoner som sier noe om vannkvaliteten i sidevassdrag oppstrøms dagbruddet mens stasjon 10 beskriver vannkvaliteten før GUSDALSelva mottar avrenning fra dagbruddet. Disse tre stasjonene fungerer dermed som referansestasjoner. Stasjonene 2, 3, 4, 5, 6 og 7 skal fange opp avrenningen fra bruddet. Stasjonene 8 er i et sidevassdrag med potensiell jordbrukspåvirkning. Stasjonene 11 og 12 er i selve GUSDALSelva nedstrøms avrenningen fra bruddet. Stasjon 12 beskriver vannkvaliteten og belastningen på GUSDALSvannet.

Opplegget vil sikre at det blir hentet inn tilstrekkelig informasjon slik at det er mulig å måle påvirkningens omfang og virkning i resipienten og spore dette tilbake til de enkelte utslippspunkter og belastning. Ved hjelp av data fra referansestasjonene, er det mulig å kvantifisere omfanget av eventuelle påvirkninger fra aktivitetene i olivinbruddet, og på basis av dette foreslå eventuelle tiltak for å nå miljømålet.



Figur 7. Stasjoner for prøvetaking i GUSDALSvassdraget: Stasjoner merket med gult er for vannkjemi og bunndyr (se tekst/tabell 1), mens A, B og C er stasjoner for fiskeundersøkelser i hovedelva GUSDALSelva.

2.1.2 Parametere og frekvens

Fysisk-kjemiske støtteparametere, vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter

Relatert til utslippets karakter ble følgende parametere undersøkt (tabell 1). Parameterutvalg og frekvens er valgt for å kunne dokumentere dagens tilstand og endringer over tid, samt å etablere et referansemateriale for å kunne måle effekten av eventuelle tiltak. Analysemetoder og måleusikkerhet er vist i tabell 2.

Tabell 1. Parameterutvalg: Vannkjemiske undersøkelser

Analysevariabler	Parametere	Analysefrekvens
Fysisk-kjemiske støtteparametere	pH, Konduktivitet, Tot-N, Ammonium, STS, Ca, Farge, STS, tot-P,	14
Vannregionspesifikke stoffer	As, Cu, Cr og Zn	8
EUs prioriterte miljøgifter	Hg, Cd, Pb, og Ni *	9
		Ni: 14; ellers 7/9

* *Nikkel følger ofte bergarten olivin*

Bortsett fra suspendert tørrstoff (STS) som ble analysert av bedriften selv) ble alle innsamlede prøver analysert ved NIVAs eller Eurofins akkrediterte laboratorier. Begge laboratoriene tilfredsstiller de krav som er gitt i EU Direktiv 2009/90/EC, som gir tekniske spesifiseringer for kjemiske analyser ved overvåking av tilstanden i vann. En oversikt over metoder som ble benyttet er vist i tabell 2.

Tabell 2. Oversikt over kjemiske analyser av vannprøver som ble benyttet i overvåkingen.

Parameter	Enhet	Metode	Akkreditert metode	Kvantifiseringsgrense	Måleusikkerhet	Utførende lab
pH		NS-EN ISO 10523:2012	Ja	3,5	± 0,2	NIVA
Konduktivitet	mS/m	NS-ISO 7888:1993		1		
Fargetall	mg Pt/l	NS-EN ISO 7887:2011		2		
Kalsium	mg /l	Intern metode (E9-1)		0,002		
Total nitrogen	µg N/l	NS 4743:1993		10		
Ammonium	µg N/l	Intern metode (D5-4)		2		
Total fosfor	µg P/l	Modifisert NS4725:1984		1		
STS	mg /l	Intern metode				Sibelco lab
Kvikksølv (Hg)	µg /l	NS-EN ISO 12846:2012	Ja	0,001	40 %	Eurofins
Arsen (As)		Modifisert NS-EN ISO 17294-1:2007		0,025	20 %	NIVA
Krom (Cr)				0,005		
Bly (Pb)				0,003		
Kadmium (Cd)				0,04		
Kobber (Cu)				0,015		
Nikkel (Ni)						
Sink (Zn)						

Tabell 3. Oversikt over stasjoner, deres lokalisering og parameterutvalg

Stasjon	Lokalitet	GPS koordinater EU89, UTM-sone 33	Bunn-fauna *	Fisk**	Vannkjemi
1A	Bekk fra Grunnevatnet	Ø 9146.588 N 6912429.078	X		X
1B	Bekk fra Skjevannet	Ø 10030,92 N 6912012.3	X		X
2	Elv fra Skjevannet passerer øvre del av bruddområdet	Ø 9763.161 N 6911310.97	X		X
3	Mindre bekk ved Rusten, drenerer øvre del av bruddområdet	Ø 9530.31 N 6911471.626	X		X
4	Utløpet fra siste sedimentasjonsbassenget, nedenfor fylkesveien	Ø 8707.728 N 6911804.969	X		X
5	Sidevassdrag fra øst	Ø 8721.48 N 6911794.92	X		X
6	Bekk før samløp med GUSDALS ELVA	Ø 8616.756 N 6911768.474	X		X
D	GUSDALS ELVA, øvre	Ø 10372.857 N 6910460.225		D	
A	GUSDALS ELVA før påvirkning fra dagbruddet	Ø 8895.887 N 6911789.102	X	A	X
10					
7	Sidevassdrag fra nord før samløp med Gustadelta	Ø 8363.146 N 6911936.402	X		X
B	GUSDALS ELVA etter samlet påvirkning fra dagbruddet	Ø 8189.797 N 6911962.755	X	B	X
11					
8	Sidevassdrag fra nord - drenerer jordbruksaktivitet	Ø 7998.201 N 6912001.722	X		X
C	Prøve fra GUSDALS ELVA ved utløpet til GUSDALS VANNET.	Ø 7898.898 N 6911943.37	X	C	X
12					

* Frekvens bunnfauna undersøkelser 2 g/år, vår og høst. ** Fiskeundersøkelser 1g/år: Høst

Tabell 4. Stasjoner for ungfisktellinger i tilløpsbekker til GUSDALS ELVA: GPS : EU89, UTM-sone 32.

Sidebekker til GUSDALS ELVA	UTM 32 V	St.nr.
Sidebekk gjennom brudd. Nedre del	6880860 N, 321261 E	S1
Sidebekk gjennom brudd. Opp mot kulvert/lukket strekning	6880884 N, 321266 E	S2
Grunnvassselva/Slivassselva. Nedre del	6880732 N, 321536 E	S3
Grunnvassselva/Slivassselva. Grein fra nord (Grunnevatnet). Nedre del	6880761 N, 321610 E	S4
Grunnvassselva/Slivassselva. Grein fra øst (Slivatnet). Øvre del	6880429 N, 322513 E	S5

2.2 Metoder for vurdering av fysisk-kjemiske støtteparametere

For å vurdere vannkvaliteten i vassdraget er analyseresultatene fra prøvetakingen vurdert etter kriteriesett i henhold til vannforskriftens veileder 02-2013 revidert 2015 (Direktoratsgruppa 2013). Det er da først nødvendig å bestemme vanntypen, og for å fastlegge denne blir det tatt hensyn til naturtilstanden og betydningen av humus- og konsentrasjonen av kalk i vannet (tabell 5). På de lokalitetene som ble undersøkt betegnes vanntypene dels som svært kalkfattig og klar, svært kalkfattig og humøs samt kalkfattig og svært klar (tabell 6) basert på resultatene fra målinger av fargetall og kalsiuminnhold (se Vedlegg A). De undersøkte vassdragsavsnittene tilhører dermed elvetyperne 2,3,4 og 5 (tabell 6).

Tabell 5. Resultater: Farge og kalsium. Midlere verdi (n=8) for undersøkelsen 2015 – 2016. Fargene angir vanntype i henhold til kriterier gitt i vannforskriften (se tabell 6).

Stasjon	1 A	1 B	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12
Fargetall mg/l Pt	24	24,8	25	46,7	3	28,3	21,1	5,8	15,5	23,3	22,3	23,3
Kalsium mg Ca/l.	0,63	0,74	0,96	0,6	3,32	1,02	1,62	3,00	0,81	0,82	1,11	0,93

Tabell 6. Typebeskrivelse og vanntype på det undersøkte avsnittet av Vikelva iht. vannforskriften. Klimaregion: Lavland Typifisering av stasjonsområder

Typebeskrivelse	Elvetype	Kalsium mg Ca/l	Farge mg Pt/l	Stasjoner
Svært kalkfattig og klar	2	< 1	10 - 30	1A, 1B, 2, 8,10 og 12
Svært kalkfattig og humøs	3	< 1	30 - 90	3
Kalkfattig og svært klar	4	1 - 4	< 10	4 og 7
Kalkfattig og klar	5	1 - 4	10 - 30	5, 6 og 11

Det er laget et kriteriesett for grenseverdier for fysisk-kjemiske støtteparametere knyttet til de ulike vanntypene i vannforskriften, som kvantifiserer avvik fra naturtilstanden. Disse er vist for denne vanntypen for næringssaltene nitrogen og fosfor i tabell 7. For å vurdere konsentrasjonen av suspendert stoff (STS) er det benyttet tidligere SFT (Andersen mfl. 1997) for å vurdere og klassifisere miljøkvalitet i ferskvann (tabell 8). Betegnelsen "støtteparametere" varsler at fysisk-kjemiske variabler har en kompletterende funksjon til de biologiske kvalitetselementene (i denne rapporten bunndyr og ungfisk), som har den sentrale funksjonen ved klassifisering av økologisk tilstand.

Tabell 7. Gusdalsvassdraget. Referanseverdier og klassegrenser for total fosfor og total nitrogen i elver

Elvetype	Høyderegion	Total fosfor (Tot-P) i elver µg/l					
		Ref. verdi	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
2, 4 og 5	Lavland og skog	6	1 - 11	11 - 17	17 - 30	30 - 60	> 60
3		9	1 - 17	17 - 24	24 - 45	45 - 83	> 83
Elvetype	Høyderegion	Total nitrogen (Tot-N) i elver µg/l					
		Ref. verdi	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
2, 4 og 5	Lavland og skog	200	1 - 325	325 - 475	475 - 775	775 - 1350	> 1350
3		275	1 - 475	475 - 650	650 - 1075	1075-1775	> 1775

Tabell 8. Grenseverdier for miljøtilstand i ferskvann mht. innhold av partikler (Andersen mfl. 1997)

Virkning av	Parametere	Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Partikler	Suspendert stoff STS mg/l	<1,5	1,5 - 3	3 - 5	5 - 10	> 10

2.3 Metoder for vurdering av bunnfaunaen

Det ble samlet inn et materiale fra bunndyrsamfunnene i mai 2015 fra stasjonene 6, 7, 10, 11 og 12, og i oktober fra stasjonene 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, og 12 (figur 7). Metoden som ble benyttet for å få et bilde av bunndyrsamfunnenes funksjonelle og strukturelle oppbygning ble utført i henhold til veilederen for vanddirektivet (Direktoratsgruppa-2013). Ved en økologisk tilstandsklassifisering anbefales det å benytte den såkalte sparkemetoden (NS-ISO 7828). Det brukes da en håndholdt elvehåv med åpning 25 x 25 cm og en maskevidde på 0,25 mm. Under prøvetakingen holdes håven ned mot bunnen med åpningen mot strømmen. Bunnsubstratet oppstrøms håven sparkes/rotes opp med foten slik at oppvirvlet materiale følger med vannstrømmen og føres inn i håven. Forholdene på de undersøkte stasjonene karakteriseres av et substrat på elvebunnen som består av mindre stein med varierende innslag av grus i øvre del av vassdraget til noe grovere substrat i nedre deler. Det var under feltarbeidet gode forhold for innhenting av et representativt materiale fra bunndyrsamfunnene på de nevnte lokalitetene.

Materialet fra hver stasjon består av 9 delprøver som hver representerer en lengde på 1 m² 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. Når prøvetakingen er ferdig samles materialet fra stasjonen i et glass og konserveres for senere biologisk analyse ved NIVA. Bunndyrtettheter som senere er gitt i rapporten refererer seg til en prøvetakings-innsats på 3 min. Prøvene ble hentet fra avsnitt i vassdraget med god vannhastighet og der bunnen bestod av stein og grus. Disse lokalitetene blir valgt fordi en her vanligvis finner størst variasjon i bunndyrsamfunnet, og samtidig fordi grensene som er satt for å klassifisere miljøtilstanden (iht. vannforskriften) for kvalitetselementet bunndyr ikke er tilpasset sakteflytende avsnitt i vassdraget. Den videre bearbeidingen foregår på laboratoriet der det blir foretatt en taksonomisk bearbeidelse for å få et bilde av variasjonen i bunndyrsamfunnet på lokaliteten. Samtidig blir mengdemessige forhold registrert. Dette gjøres etter standard prosedyrer vha. binokulær lupe og mikroskop. Det taksonomiske nivået varierer, men individer i de tre hovedgruppene døgn - (*Ephemeroptera*), stein- (*Plecoptera*) og vårfluer (*Trichoptera*) (de såkalte EPT taksa), ble så langt det var mulig identifisert til art/slekt.

Vurderingen av forurensningsbelastning og klassifisering av 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 fra hver lokalitet.

Videre er bunndyrsamfunnet ekspertvurdert i forhold partikkelforurensning, eutrofiering og/eller organisk belastning mht antall bunndyr per prøve og eventuelle forskyvinger av dominansforhold mot tolerante arter i den enkelte bunndyrprøve. En av de største feilkildene ved miljøtilstandsbedømming etter indekser er at mange av indeksene ikke skiller på mengde/antall av indekstartene i bunndyrprøven. Dersom kun ett individ av en indekstart påtreffes, gir dette dermed full score, selv om naturtilstanden forventer et stort antall av arten. Dersom det er vassdragsstrekninger med god vann- og habitakvalitet ovenfor en påvirket strekning, vil dermed naturlig nedstrøms drift av rentvannskrevende bunndyr føre til at enkeltindivider registreres tross høy miljøbelastning. Vi kommenterer dette i våre resultater dersom det avdekkes.

Klassegrenser for økologisk tilstand på de ulike stasjonene er satt i henhold til vannforskriften (Direktorats-gruppa 2013). Vurdering av biologisk mangfold på lokaliteten er basert på antall taksa (art/slekt/familie) innen de tre gruppene døgn-, stein- og vårfluer (EPT). Høye indeksverdier for EPT er det når verdien ligger over 25. Hva som er «normal» (referansen) er imidlertid avhengig av både hvor i Norge en er og hvilke fysiske-kjemiske parametere 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.

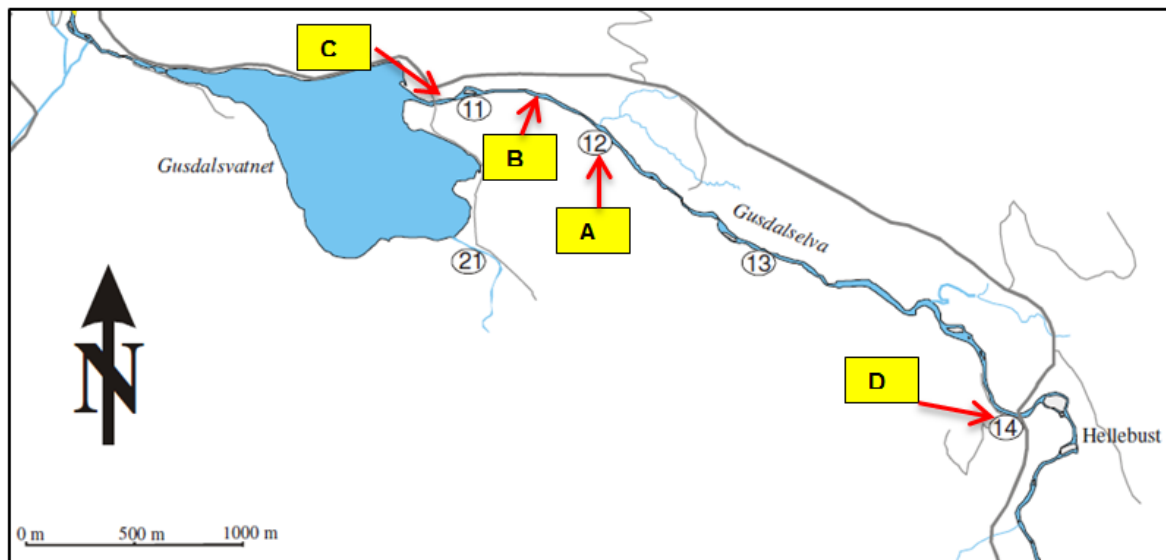
I tillegg til tilstandsklassifisering etter vannforskriften, oppgir vi også BMWP-indeksverdi (Armitage m.fl. 1983), som er integrert (en del av beregningsgrunnlaget) i ASPT-indeksverdien (se kapittel 3.2 om metodikk for klassifisering), hos bunndyrsamfunnet. Dette er en indeks hvor de ulike gruppene tillegges en verdi fra 10 til 1 etter hvilken kunnskap som finnes om artens toleranse overfor organisk forurensning/eutrofiering. Summering av verdiene gir dermed et tall som relateres til graden av påvirkning. Elver med god vannkvalitet har generelt BMWP-verdier rundt 100 eller mer (Mason 2002). Bunndyrovervåking av norske vassdrag de senere år viser at BMWP-verdier mellom 80-100 er normale verdier i moderat belastede vassdrag, mens lavere verdier indikerer høy belastning (Aanes og Bergan 2016).

Ut fra resultatene som fremkommer blir det også gjort en vurdering av mengdemessige forhold/tettheten i grupper og av arter i samfunnet av bunndyr ut fra det som antas å være en forventet naturtilstand. Bunndyr er helt avgjørende som næringsdyr for ungfisk av laks og ørret. Resultatene er derfor også diskutert utfra et fiskebiologisk perspektiv mht. næringstilgang og livsgrunnlag for ungfisk. Det vil bli omtalt spesielt i rapporten hvis vi registrerer arter som er rødlistet i materialet.

2.4 Ungfiskundersøkelser

2.4.1 GUSDALSELVA

Det er foretatt både kvantitative tellinger av ungfiskbestanden på fire stasjoner i GUSDALSELVA (figur 8). Stasjonene var identisk med de som ble brukt ved undersøkelsen i 2009 (Sægrov mfl. 2010). I tillegg ble det opprettet fem stasjoner (S1-S5) i tilløpsbekker til GUSDALSELVA (figur 9). El-fisket ble gjennomført etter standardisert metode (NS-EN 14011) på alle stasjoner. I tillegg ble kvalitative registreringer av ungfisk utenom stasjonsområdene også foretatt for styrke erfaringsgrunnlaget. Et bærbart elektrisk fiskeapparat av typen GeOmega FA-4 ble benyttet, med anodestang påmontert håv på anoderingen. En separat, sirkulær fanghåv påmontert stang ble også benyttet. Stasjonsfisket ble gjennomført av to mann, der en utførte fisket med strøm og fangst med håv, og den andre bar oppbevaringsbøtte for ungfisk og bidro med håving/fangst. Samtlige fiskearter som ble fanget er registrert. Fisken fra hver omgang ble oppbevart levende i en bøtte til fisket på stasjonen var avsluttet. All fisk ble bedøvd med Aqui-S før håndtering. All fisk ble lengdemålt fra snutespiss til naturlig utstrakt halefinne (total lengde). Etter lengdemåling og oppvåkning ble fiskene sluppet tilbake til vassdraget igjen. Ingen ungfisk ble avlivet for aldersbestemmelse. Lengdefordeling og tidligere års aldersbestemmelser (vha. skjell/otolitter) danner grunnlaget for aldersklassetilhørighet. Tetthet er estimert etter utfangstmetoden (Zippin 1958) på grunnlag av tre gangers overfiske og avtakende fangst for hver omgang. Metodikken er videre lagt opp etter anbefalinger skissert i Bergan m.fl. (2011) mht. en vurdering av økologisk tilstand ved bruk av laksefisk som kvalitetselement. Tetthetsnivåer av ungfisk er klassifisert etter forventningsnivåer for norske, anadrome småvassdrag (Direktoratsgruppa, 2013 og Sandlund mfl 2013), der både laks- og ørretunger er slått sammen til en total ungfisktetthet. Denne totale tettheten gir grunnlag for en vurdering av økologisk tilstand (se kapittel 3.3 for nærmere omtale av dette).

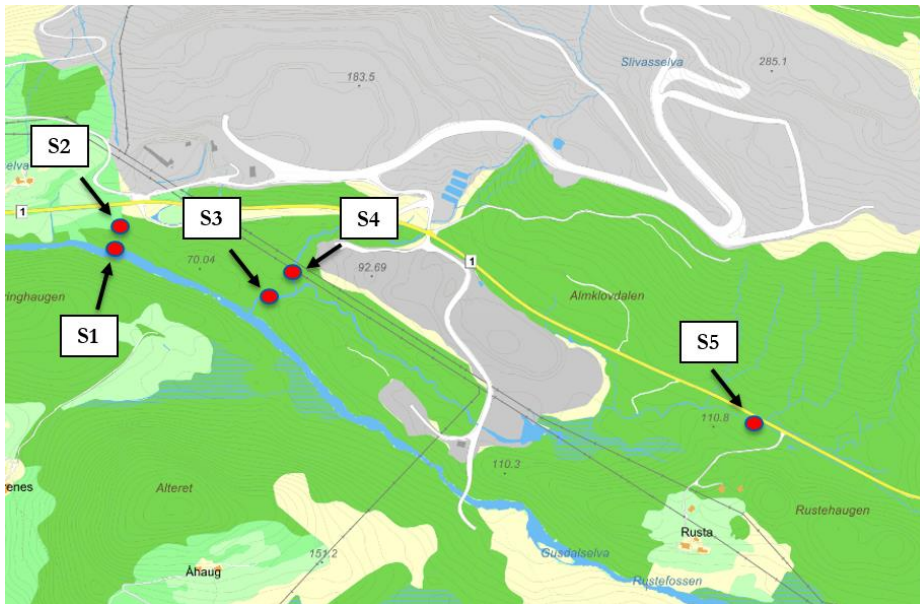


Figur 8. El-fiskestasjoner for å beskrive ungfiskbestanden i hovedelva Gausdalselva i Åheimvassdraget. (Kartkilde: H. Sægrov mfl. 2010). Stasjonen som ble brukt i denne undersøkelsen er markert med gult. Øvrige stasjoner er fra undersøkelsen til Sægrov mfl. i 2010.

2.4.2 Tilløpsbekker som er undersøkt

På strekningen Rustefossen ned til utløp Gausdalsvatnet mottar Gausdalselva tilsig fra flere mindre tilløpsbekker. Flere av disse drenerer olivinbruddet, er små og/eller navnløse, og har fått endret naturlig bekkeløp og opprinnelig lokalisering, tilsynelatende for å tilpasses drenering gjennom olivinbruddet. Om lag 150 meter før Gausdalsbrua og munningsosen til Gausdalsvatnet tilkommer «Kvennvasselva». Denne bekken er svært liten og kanalisert, og har ikke sikker helårsavrenning. Bekken har et svært beskjedent nedbørfelt, som også er delvis oppdyrket/drenert til landbruksformål. Vassdraget berøres ikke synlig av olivinutvinningen, og er heller ikke synlig olivinpåvirket. Det samme gjelder for en mindre, navnløs tilløpsbekk om lag 235 meter ovenfor «Kvennvasselva». Denne er for en stor del lukket, og går kun åpen nedstrøms Fv 1, på de siste snaue 60 meter før munning til Gausdalselva. Denne bekkestrekningen har også usikker helårsavrenning, uten å motta avrenning fra olivinvirksomheten. Disse bekkene er derfor utelatt fra ungfisktellingsene.

I dagbruddet er det flere mindre tilløpsbekker, der alle er vesentlig endret og/eller tilpasset avrenning gjennom eller langsmed bruddet (takrenne løsning). Langs med og i vestre side av bruddet går en mindre tilløpsbekk, som for det meste er kunstig anlagt i dag, sammenlignet med flyfoto fra 1965 (<http://kart.finn.no/>). Denne er navnløs, og kommer i dag fra fjellområdene nord for bruddet og sør for Kvernaskarvatna (536 moh), før den drenerer bruddet. Bekken er stedvis lukket omkring Fv 1, men går åpen de siste 50 meter før munning til Gausdalselva. På strekningen rundt Fv 1 er det samløp med en tilløpsbekk/kanal som går i bruddet, stedvis åpen, men for det meste lukket. Her er det etablert flere sedimentasjonsbasseng/fangdammer før samløp (figur 9 og 10). Stasjon S1 og S2 er lagt til nedre strekninger av denne bekken.



Figur 9. Lokalisering av ungfiskstasjoner i tilløpsbekker til Guldalselva på oversiktskart. Kartgrunnlag: <http://kart.gulesider.no/>



Figur 10 Tilløpsbekker via og langsmed bruddet, vestre side. Blå linje viser åpne strekninger, rød stiplet linje der bekken lukket. Stasjon S1 og S 2 ligger på nedre strekninger i bekken før samløp med Guldalselva.

Den største tilløpsbekken munner til Guldalselva om lag 8-900 meter før Guldalsvannet. Den dannes av to sidegreiner, Slivasselva, som opprinnelig kom fra Slivatnet (figur 7), og en mindre sidegrein som kom fra små myrdammer, skog og myrområder øst for bruddet. I dag er Slivasselva avstengt fra Slivatnet, og mottar kun vann fra små sig i fjellområdene nord for bruddet. Stasjon S4 er lokalisert i Slivasselva nedstrøms dagbruddet. Avrenningen fra Slivatnet er i dag ført i tilsigsgrenen, som drenerer ytre side av

bruddet på østsiden. Denne framstår som mest vannrik av tilsigsbekkene i dag. Stasjon S5 er lokalisert rett nedstrøms Fv 1 i denne bekken, mens S3 er lokalisert før samløp med dagens Slivasselv.

3 Klassifisering av økologisk tilstand

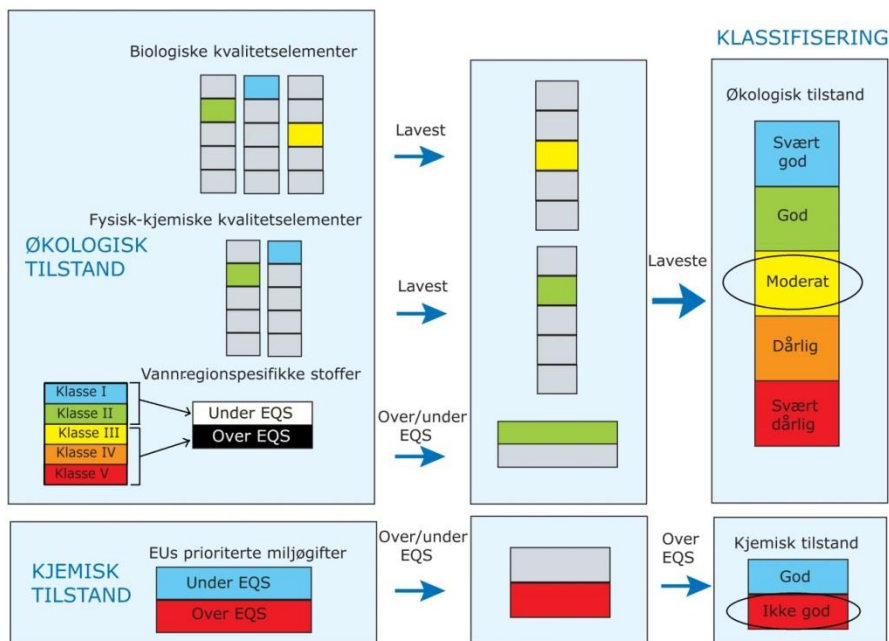
3.1 Generell metodikk

Den generelle metodikken for å klassifisere økologisk tilstand er angitt i kapittel 3.5 i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2013), og er oppsummert i figur 11. Klassifiseringen begynner med å kartlegge tilstanden til de såkalte biologiske kvalitetselementene (for eksempel bunnfauna, vannplanter, se øvre venstre boks), der sammensetningen av arter og evt. biomassen sammenlignes med hva man ville forventet dersom vannforekomsten var upåvirket av menneskelige aktiviteter (også kalt "naturtilstand" eller "referansetilstand"; og angis da som "svært god økologisk tilstand", med blått farge-symbol). Artssammensetningen uttrykkes gjerne i form av indekser som angir andel arter som er følsomme og andel arter som er tolerante for en bestemt påvirkning.

Det er definert tallverdier for «naturtilstand» og verdier for de forskjellige tilstandsklassene som angir graden av avvik fra «naturtilstand» for hver parameter eller indeks for hvert kvalitetselement, der god tilstand angis med grønt fargesymbol, moderat tilstand med gult, dårlig tilstand med oransje og svært dårlig tilstand med rødt. Avstanden fra naturtilstanden uttrykkes som EQR- verdier (Ecological Quality ratio) for hver parameter eller indeks for hvert enkelt kvalitets-element i henhold til formler gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2013).

Neste skritt er å normalisere EQR-verdiene for hver parameter eller indeks, slik at de kan sammenlignes og kombineres. Grenseverdiene for de normaliserte EQR verdiene (nEQR) er like for alle parametere og indekser, der grenseverdiene mellom tilstandsklassene er 0,8 for svært god/god, 0,6 for god/moderat, 0,4 for moderat/dårlig og 0,2 for dårlig/svært dårlig.

Dersom man har flere parametere eller indekser innen ett kvalitetselement, beregnes som regel en middelværdi av nEQR for hver parameter eller indeks til et endelig resultat for det aktuelle kvalitetselementet. Deretter gjøres tilsvarende beregninger for hver parameter for de generelle fysiske-kjemiske støtteparameterne, der nEQR verdiene midles for parametere som angir effekter av samme påvirkning, f.eks. eutrofiering: total-fosfor, fosfat, total nitrogen, nitrat.

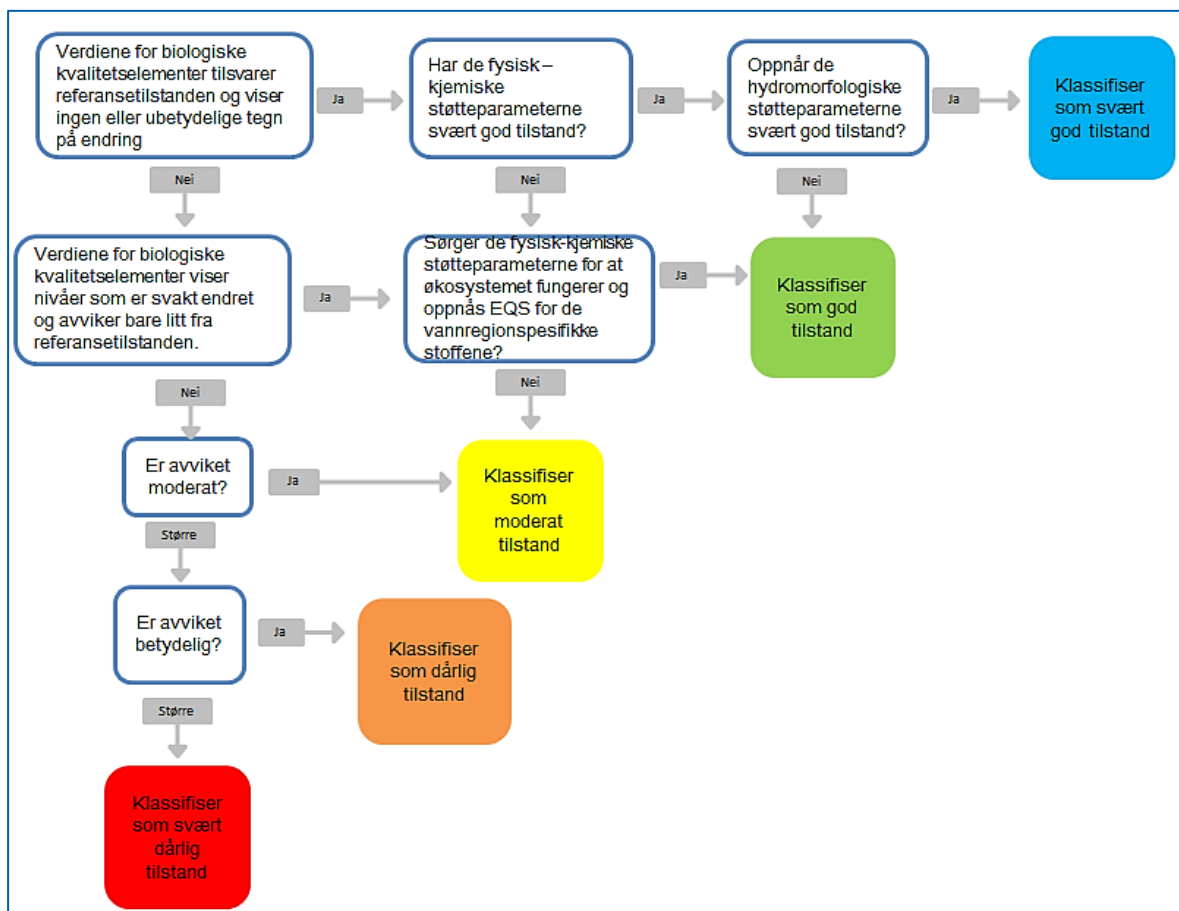


Figur 11. Prinsskisse som viser klassifisering av miljøtilstand i en vannforekomst (se tekst under).

Piler påtegnet «Laveste», betyr at det kvalitets-elementet som får dårligste tilstand styrer. Prinsippet omtales ofte som «Det verste styren». Dette er eksemplifisert i figuren ved at det kvalitetselementet som gir lavest tilstand, her Moderat (farget gult), er avgjørende for den økologiske tilstanden.

For økologisk tilstand er det de biologiske kvalitetselementene som er avgjørende for tilstandsklassifiseringen. Dersom biologien indikerer «svært god» eller «god» tilstand kan fysisk-kjemiske og hydro-morfologiske støtteparametere nedgradere tilstanden til «god» eller «moderat» tilstand.

Dersom de biologiske kvalitetselementene indikerer «moderat», «dårlig» eller «svært dårlig» tilstand vil disse alene være styrende for klassifiseringen. Det dårligste biologiske kvalitetselementet avgjør den økologiske tilstanden etter «det verste styren»-prinsippet (figur 12).



Figur 12. Den økologiske tilstanden på stasjonene ble bestemt i henhold til prinsippene som er vist i figur 11 og 12

Kjemisk tilstand klassifiseres etter prinsipp som vist nederst i figur 12 dvs. «Ikke god kjemisk tilstand» blir resultatet dersom målte konsentrasjoner av EUs prioriterte miljøgifter er høyere enn de EQS-verdiene som er gitt for disse stoffene i vannforskriften (Lovdata, 2015).

3.2 Metodikk for klassifisering av det biologiske kvalitetselementet bunnfauna

For bunnfauna i ferskvann benyttes indeksen ASPT som beregner en gjennomsnittlig poengverdi av indikatorverdiene for hvert takson som er funnet i prøven. Dette gjøres ihht. Biological Monitoring Working Party scoring system (BMWP) (Hawkes 1998). Indeksen opererer på de taksonomiske nivåene klasse, familie eller underfamilie. Indeksverdiene indikerer følsomhet for organisk belastning og næringssalter, der minste følsomhet er 1 og største følsomhet er 10. Referanseverdien for ASPT er satt ved 6,9, og klassegrensene ved 6,8 som skiller mellom svært god/god, 6,0=god/moderat, 5,2=moderate/dårlig og 4,4 =dårlig/svært dårlig tilstand i henhold til retningslinjer gitt i klassifiserings-veilederen (Direktoratsgruppa 2013). Klassegrensene gjelder foreløpig for alle elvetyper (med unntak for elver påvirket av isbreer). Beregning av EQR verdier gjøres ved å dele observert verdi med referanseverdien (6,9). Deretter normaliseres EQR verdien slik at tilstanden for bunnfauna kan sammenlignes og kombineres med tilstanden for andre kvalitetselementer.

3.3 Metoder for klassifisering av det biologiske kvalitetselementet ungfiskbestand

Ungfisktetthetene fra alle stasjoner er anvendt til å klassifisere økologisk tilstand med laksefisk som kvalitetselement etter anbefalinger gitt i Anonym (2013). Sammenslått tetthet av all laksefisk (både ørret og laks) fra naturlig anadrome strekninger er vurdert etter forventningsverdier for fisketetthet (Sandlund m.fl. 2013), i tråd med forslag i gjeldende veileder for klassifisering av økologisk tilstand (Anonym 2013). Det kvantitative elfiskematerialet er derfor klassifisert etter tabell 9 (under), med forventningsverdier etter «Anadrom, habitatklasse ikke beskrevet», som utgangspunkt.

Tabell 9. Forventningsverdier for tetthet av laksefisk i små lakse- og sjørrettførende vassdrag (Sandlund m.fl. 2013: tabell 7.1).

Tabell 7.1 Klassegrenser for vanntype bekker og små elver med laksefisk. Verdiene (antall ungfisk per 100 m²) for "habitat ikke beskrevet" gjelder der habitatdata ikke er registrert. Habitatklasse 1 er "lite egnet", habitatklasse 2 er "egnet", habitatklasse 3 er "velegnet". Nærvær av flere aldersgrupper (både 0+ og ≥1+) støtter en konklusjon om at bestanden er i god eller svært god tilstand. Ved eventuelt fravær av en aldersgruppe må årsaken vurderes nøye og tilstanden eventuelt flyttes ett trinn ned.

	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Anadrom, habitat ikke beskrevet	>70	69-53	52-35	34-18	<18
Anadrom, habitatklasse 2	>49	49-37	36-25	25-12	<12
Anadrom, habitatklasse 3	>81	81-61	60-41	40-20	<20
Anadrom sympatrisk, habitat ikke beskrevet	>19	18-15	14-10	9-5	<5
Anadrom sympatrisk, hab.kl. 2	>7	7-5	4-3	3-2	<2
Anadrom sympatrisk, hab.kl. 3	>25	24-19	18-13	12-6	<6
Stasjonær allopatrisk, habitat ikke beskrevet	>58	58-44	43-29	28-15	<15
Stasjonær allopatrisk, hab.kl. 1	>34	34-26	25-17	16-9	<8
Stasjonær allopatrisk, hab.kl. 2	>55	55-41	40-28	27-14	<14
Stasjonær allopatrisk, hab.kl. 3	>67	67-50	50-34	33-17	<17
Stasjonær sympatrisk, habitat ikke beskrevet	>10	10-8	8-6	5-3	<3
Stasjonær sympatrisk, hab.kl. 2	>3	3-2	2-1	<1	0
Stasjonær sympatrisk, hab.kl. 3	>14	14-11	10-7	6-4	<4

* *Allopatrisk: Uten andre, konkurrerende fiskearter til stede. Sympatrisk: I sameksistens med én eller flere konkurrerende fiskearter*

4 Resultater

4.1 Fysisk-kjemiske støtteparametere

Analyseresultatene fra vannprøvene som ble samlet inn i 2016 er sammenstilt i tabell A i vedlegget. I tabell 10 er aritmetisk middelværdi vist for den enkelte stasjon og parameter. I utregning av middelværdi er det benyttet halve verdien der verdien er angitt med mindre enn (<).

Tabell 10. GUSDALSVA S SDRAGET. Analyseresultater vist som gjennomsnitt (n=14 til 8) fra vannprøver i 2016

Stasjon/ Param.	pH	Kond	Farge mg/l Pt	Ca mg/l	Tot-N µgN/l	Ammonium µgN/l	Tot-P µgP/l	STS	
								Uorg.	Org.
1 A	6,84	3,79	24	0,63	133	5,2	3,3	0,11	0,3
1 B	6,70	3,48	24,8	0,74	146	4,5	3,2	0,14	0,54
2	7,52	7,58	25	0,96	261	4,9	3,4	12,2	1,66
3	7,65	12,73	46,7	0,6	225	9,3	3,5	12,9	6,8
4	> 8,4	29,51	3	3,32	1372	113,5	4,2	149,3	5,5
5	7,96	13,64	28,3	1,02	280	13,8	5,4	15,6	1,5
6	> 8,1	17,08	21,1	1,62	541	39,5	4,0	60,6	5,1
7	> 8,5	23,59	5,8	3,00	964	33,7	2,3	15,6	1,4
8	7,57	7,87	15,5	0,81	269	12,8	7,8	0,4	0,8
10 A	7,13	4,23	23,3	0,82	140	4,75	3,3	0,04	0,5
11 B	7,6	7,47	22,3	1,11	274	12,1	3,1	9,4	0,5
12 C	7,41	5,93	23,3	0,93	200	7,1	3,0	4,3	0,4

pH og konduktivitet

Analyseresultatene viser en surhetsgrad (pH) som stort sett er over 7. De lavest verdiene finner vi tilløpsbekkene ovenfor bruddet på stasjonene 1A og 1B (tabell 10) med minimum verdier på henholdsvis 6,39 og 6,42 (Vedlegg A). De høyeste verdiene ble registrert på stasjonene 4, 6 og 7 i tilløpsbekkene til GUSDALSVA som kommer fra dagbruddet. Alle hadde verdier over pH 8,5 og mest fremtredende var dette på stasjon 7 hvor 13 av 14 målinger var over pH 8,5.

Konduktiviteten var relativt lav på stasjoner som ikke mottar avrenning fra dagbruddet (tabell 10), men som for pH peker de stasjonene som drenerer bruddet seg ut med en relativt høy konduktivitet. Det var på stasjon 4 de høyeste verdiene ble målt (maksimum 35,9 mS/m). Stasjonen er plassert like nedstrøms sedimentasjons-bassengene, som er merket 6 i figur 4.

Farge og kalsium

Dette er to parametere som er tatt med for å kunne identifisere vanntypen på lokalitetene (tabell 7 og 8). De gir også informasjon om den generelle vanntypen, som f.eks. når biotilgjengelighet hos metallene skal vurderes.

Fargeverdiene er lave (tabell 10) med unntak for st. 3 som blir definert som en humøs vannforekomst, mens de andre i den sammenheng blir definerte som klare. Interessant er det å legge merke til stasjon 4 og 7 som har midlere fargeverdier på henholdsvis 3 mg Pt/l (maksimum 4mg Pt/l) og 5,8 mg Pt/l (maks. 7 mg Pt/l). Begge disse stasjonene blir typifisert som svært klare (tabell 6). De er de to viktigste bekkene med hensyn til avrenning fra dagbruddet.

Kalsiumverdiene er også lave (tabell 10) og typifiserer vannforekomstene som kalkfattige og svært kalkfattige (tabell 6). Midlere verdi er stort sett mindre enn 1 mg Ca/l. Her som for farge peker de to stasjonene 4 og 7 seg ut med en noe mer kalkrik vannkvalitet (midlere verdi > 3 mg Ca/l og maksimum 4,63 mg Ca/l på st. 4).

Total nitrogen, ammonium og fosfor

Forbindelser av nitrogen, som benyttes vanligvis for å beskrive vannets næringsstatus med hensyn til plantevekst, skal i denne undersøkelsen også dokumentere avrenning fra nitrogenholdig sprengstoff brukt i bruddet. Det siste viser seg å være særlig markert i avrenningsvannet på stasjon 4 og 7, men også på stasjon 6 før vannet løper sammen med GUSDALSVA (tabell 10). Maksimale konsentrasjoner ble målt til henholdsvis 2100, 1500 og 950 µg N/l. Verdiene er høye og opptrer samtidig med kraftige regnværperioder som fører til stor utvasking av nitrogen fra sprengstoffrester i bruddet. De relativt høye verdiene av nitrogenforbindelser i disse sidebekkene fortynnes imidlertid når de løper sammen med hovedelven.

Det ble oppstrøms avrenningsområdet for dagbruddet i GUSDalselva målt en midlere N- konsentrasjon på 140 µg N/l. Denne dobles på stasjonen nedstrøms bruddområdet, men er ikke spesielt høy og er ved utløpet i Gausvannet nede igjen på 200 µg N/l.

Ammonium NH₄-N

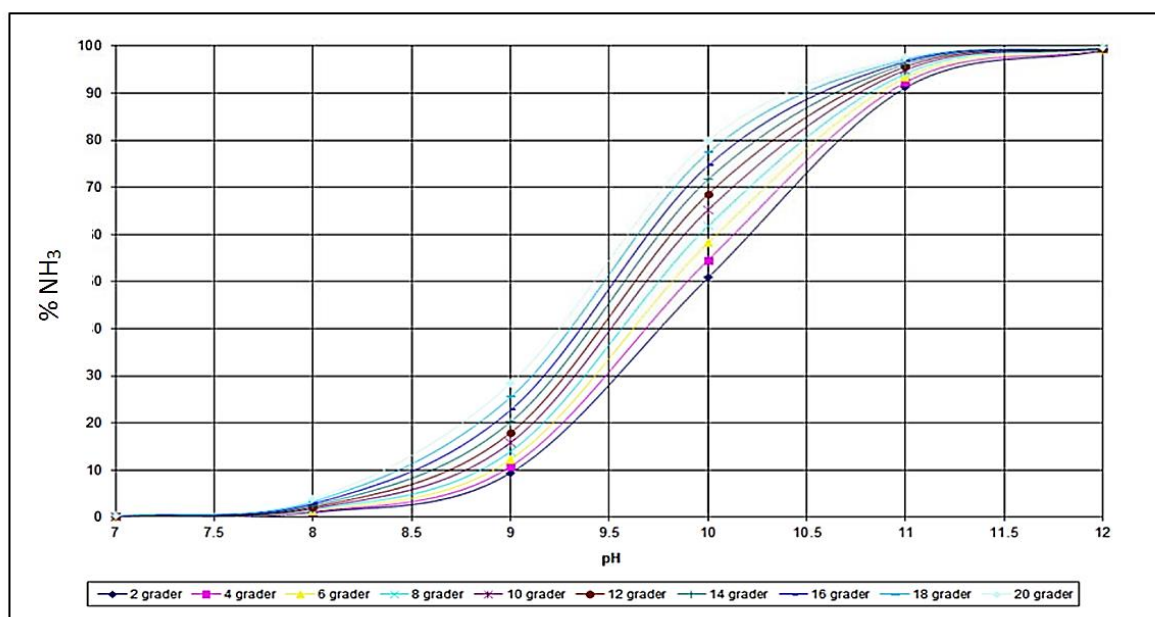
I forbindelse med uttaket av olivin vil det i dreinsvannet fra sprengningene periodevis kunne være relativt høye verdier av ammonium fra sprengstoffrester (NO₃ og NH₄). Nitrogen fra udetonert sprengstoff vil være i form av nitrater (NO₃) og ammonium (NH₄⁺). Har en samtidig høy pH (basisk) i avrenningsvannet kan dette føre til at noe ammonium går over til ammoniakk (NH₃).

Ammoniakk er giftig for de fleste vannlevende organismer ved konsentrasjoner over 1 mg NH₃/l. Laksefisk reagerer på konsentrasjoner ned mot 0,01 mg/l. Ammoniakken vil etter hvert delvis fordampe og delvis gå over til relativt ufarlig ammonium som oksideres videre til nitrat (avhengig av pH og temperatur, se figur 13). Både ammonium og nitrat er plantenæringsstoffer. I ferskvann får de som regel liten virkning, men i marine områder vil økt nitrogentilførsel (både NO₃⁻ og NH₄⁺) kunne gi en gjødslings-effekt.

Sprengstoff og høy pH

Etter sprengning vil nitrogenforbindelser fra sprengstoffet løse seg i tilgjengelig vann og så følge med dette via dreneringsopplegg til vassdraget. Disse restproduktene består stort sett av nitrat og nitritt, og ammonium (NO₃ og NH₄). I forbindelse med utredninger knyttet til den nye Follobanen (Aanes og Berge 2012) ble det gitt et anslag for konsentrasjonen i tunnelvannet for en tradisjonell driftsform med konvensjonell sprengning som er i størrelsesorden 50 mg total N/l. Konsentrasjonen ble gitt på basis av erfaring fra lignende anlegg de siste årene.

Resultatene fra denne undersøkelsen gir en pH i avrenningen ved stasjonene 4 og 7, som fanger opp dreinsvannet fra bruddet, i perioder en pH som er større enn 8,5 (lab'en har ikke spesifisert høyere pH verdier). I eksemplet som ble nevnt i forrige avsnitt var dette i kombinasjon med betongarbeider der uherdet betong tidvis kan gi meget høye pH-verdier i tunnelvannet opp mot en pH verdi omkring 12 – 12,5. I et miljø med høy pH slik som i eksemplet vil mye av ammoniumet gå over til ammoniakk og vi får en vannkvalitet som er meget giftig for vannlevende organismer (figur 13).



Figur 13. Sammenhengen mellom temp. og pH for dannelse av ammoniakk. (Aanes og Berge 2012)

Mengden av nitrat og ammonium kan bli høy i drenevannet fra slike aktiviteter, men mest problematisk er konsentrasjonen av ammonium. Konsentrasjonene vil variere mye i denne type drenevann, og kan nå 20 - 30 mg NH₄-N/l. Ved en konsentrasjon på f. eks. 30 mg NH₄-N/l ved 20 grader og ved en ved pH verdi på 7,5 vil det være ca. 0,36 mg/l ammoniakk (NH₃-N). Dette er en konsentrasjon som er dødelig for mange vann-levende organismer. Temperaturen har her også betydning som vist i figur 13. Ved høyere pH verdier øker andelen ammoniakk og motsatt ved lavere temperaturer synker den. Temperaturen bør derfor måles parallelt med pH i avløpsvannet.

Selv om våre målinger registrer forhøyde nivåer av ammonium (tabell 10, vedlegg A) er de i denne sammenhengen relativt lave. Maksimumverder som ble registrert var 0,65 mg NH₄-N på stasjon 4 ellers var maksimum konsentrasjonen ca. 0,2 mg NH₄-N på stasjonene 6 og 7. Resultatene fra våre målinger i GUSDALSVA viser at konsentrasjonen oppstrøms dagbruddet på stasjon 10 var i snitt 0,0048 mg NH₄-N/l (maks. 0,012 mg) og nedstrøms bruddområdet var midlere verdi øket til 0,012 mg NH₄-N (maks 0,045). Denne økningen i konsentrasjonen av ammonium NH₄-N er lave og de forskjellene som er registrert i GUSDALSVA har ingen betydning for den økologiske vannkvaliteten.

Fosfor

Konsentrasjonene som ble målt av fosfor var lave og fikk når de ble klassifisert etter krav gitt i vannforskriften (tabell 6 og 7) alle svært god tilstand. Avrenningen fra dagbruddet bidrar ikke til økt fosforkonsentrasjon i vassdraget.

Suspendert tørrstoff

Suspendert tørrstoff (STS) ble registrert ved alle prøvetakingene (n=14), og er en viktig parameter for å kunne dokumentere partikkel påvirkningen fra dagbruddet på GUSDALSVA. Resultatene er vist i vedlegg A. der analyseresultatene gir samlet partikkelinnhold samt andelen organisk og uorganisk materiale. I tabell 10 er midlere verdi for undersøkelsesperioden vist. Avrenning og utvasking av partikulært materiale fra bruddet er i stor grad styrt av nedbørforhold (figur 6). I episoder med kraftige nedbør er det en markert økning i konsentrasjonen av suspendert stoff i avrenningsvannet.

I undersøkelsesperioden var det særlig to slike episoder hvor prøvetakingstidspunktet faller sammen med en slik nedbørepisode (27. januar og 19. april i 2016). Konsentrasjonen av uorganisk materiale steg da betydelig i drenevannet (Vedlegg A). Høyeste verdi ble i januar og april målt på stasjon 4 med henholdsvis 607 og 1433 mg/l. Høye verdier av mineralisk materiale ble da også målt på de andre stasjonene som drenerer bruddet, og var på stasjonene 6 og 7 de to prøvetakingene henholdsvis 392 – 437 og 26 og 181 mg/l. Responser i GUSDALSVA var også tydelig ved de samme to prøvetakingene. Her er responsen todelt dels er partikkeltransporten knyttet til økte tilførsler fra nedbørfeltet, men den økte partikkel transporten er også knyttet til resuspensjon fra materiale som er avsatt i perioder da vannføringen var mindre. Maksimal partikkeltransport i GUSDALSVA var i forbindelse med våre målinger på stasjonen nedstrøms bruddområdet 70 mg/l den 27. januar, mens den da var 41 mg/l før munningen i GUSDALSVA. Dette er høye verdier, og trolig var de høyere i perioder mellom prøvetakingene (figur 6). Samtidig var konsentrasjonen av STS null i andre deler av året.

Det er en stor utfordring å samle opp partikkeltransporten fra et slikt stort dagbrudd som Sibelco AS har i GUSDALVA, og særlig i perioder med ekstrem nedbør. Mye er her gjort allerede. Et svært viktig tiltak var takrenne-prosjektet (figur 4), som hindrer vann fra nedbørfeltet oppstrøms å komme inn i bruddet. Ulike sedimentasjonsløsninger som under normale værforhold ser ut til å fungere bra er etablert. Disse må skjøttes og regelmessig tømmes for å ha nødvendig oppholdstid slik at det meste av partikkelen i drenevannet bunnfelles. Det må jobbes videre med løsninger som både går på å redusere «produksjonen» av finpartikulært materiale, og en bør se på hvordan disse kan hentes ut av bruddet i tørr tilstand parallelt med innretninger som reduserer transporten med vannet ut av bruddet f.eks. ved å etablere en større «synk» i nedre delen av dagbruddet, og la de sedimenterings-dammene være en løsning for etterpolering.

4.2 Vannregionspesifikke stoffer i vann

Det ble i løpet av undersøkelsesperioden hentet inn vannprøver ni ganger for bestemmelse av de vannregionspesifikke stoffene: Arsen, kobber, krom og sink. Enkeltresultater er vist i vedlegg A og midlere verdier er vist i tabell 11. Alle kjemiske analyser ble utført i henhold til i EU Direktiv 2009/90/EC, som gir tekniske spesifiseringer for kjemiske analyser og overvåking av tilstand i vann. Her kreves det blant annet at analysene skal utføres på filtrerte prøver.

Ved beregning av gjennomsnitt for enkeltforbindelser av vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter hvor konsentrasjonen var under kvantifikasjonsgrensen (<) er halve grenseverdien benyttet som verdi i beregning av middelerverdi. Analysene ble utført på ufiltrerte prøver og resultatene gir dermed ikke et riktig bilde av den andelen som er biotilgjengelig.

Tabell 11. GUSDALSVASSDRAGET. Analyseresultater fra 2016 for de vannregionspesifikke stoffene: Arsen, kobber, krom og sink vist som gjennomsnitt (n = 9). Beregnede gjennomsnittsverdier for hver parameter er oppgitt for hver stasjon, samt grenseverdi. «Det verste styret» prinsippet ligger til grunn for vurdering av tilstand. Stoffet som overskrider EQS verdien angis med sort celle med hvit tekst, ellers grått.

Stasjon/ Param.	Arsen µg As/l	Kobber µg Cu/l	Krom µg Cr/l	Sink µg Zn/l	Total- Resultat
Grenseverdi	(AA EQS = 0,5)	(AA EQS = 7,8)	(AA EQS = 3,4)	(AA EQS = 11)	
1 A	0,039	0,25	0,094	0,57	Ok < EQS krav
1 B	0,032	0,19	0,096	0,69	
2	0,470	0,4	1,4	0,79	
3	0,043	0,35	0,35	0,33	
4	0,039	0,68	2,66	1,20	
5	0,037	0,44	0,76	0,60	
6	0,045	0,7	2,18	1,22	
7	0,027	0,33	0,86	0,29	
8	0,035	0,33	0,13	0,39	
10 A	0,024	0,24	0,11	0,77	
11 B	0,027	0,33	0,8	0,79	
12 C	0,032	0,33	0,61	3,01	

Resultatene vurderes opp mot EUs kvalitetsnormer (Arp m. fl. 2014), som er vist i tabellene 11 og 12 der akronymene representerer følgende: **EQS** Environmental Quality Standards, **AA-EQS** Annual Average EQS, **MAC-EQS** Maximum Annual Concentration EQS og **QS** Quality Standard.

Analyseresultatene viste at ingen av de vannregionspesifikke metallene som ble overvåket hadde konsentrasjoner som overskred grensverdiene. Verdien for sink på stasjon 12C er usikker da en verdi her var unormalt høy (Vedlegg A). Utelates denne blir snittet 0,81 µg Zn/l.

4.3 EUs prioriterte miljøgifter i vann

Resultatene fra analysene av EUs prioriterte miljøgifter i vann (Hg, Cd, Pb og Ni), avspeiler her metallkonsentrasjonen i ufiltrerte vannprøver. Dataene er sammenstilt og omtalt i tabell 12. Beregnede verdier for gjennomsnitt for hver parameter er oppgitt, samt EQS-verdi. Hverken kvikksølv, kadmium eller bly overskrider grenseverdien, som er satt for det respektive metall og alle får god tilstand (blå farge) (Arp m. fl. 2014). Når det gjelder Ni så viser resultatene her at bare tre av lokalitetene som ble undersøkt får god tilstand (tabell 12). Dette er stasjoner som ligger utenfor avrenningsområdet fra aktivitetene til dagbruddet. For de andre stasjonene er en riktig klassifisering ikke mulig da resultater fra filtrerte prøver mangler

Nikkel

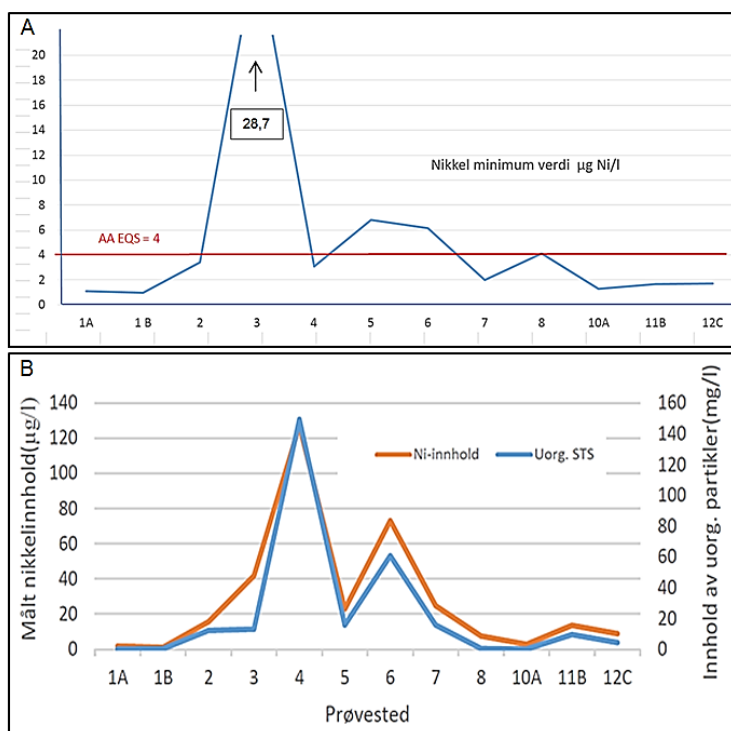
Interessant er det å observere at stasjon 3 som drenerer den østre delen av bruddet jevnt over har høye verdier (Vedlegg A). Minimumsverdien var her 28,7 µg Ni/l, som er langt over de andre stasjonene som ble undersøkt hadde (figur 14). For de andre stasjonene som drenerer bruddet svinger konsentrasjonen i

langt større grad med nedbørforholdene. De høyeste konsentrasjonene ble her målt den 27. januar og 19. april i 2016 med maksimum konsentrasjon på 1270 $\mu\text{g Ni/l}$ på stasjon 4 i april. Nikkel-konsentrasjonen i Gausdalselven før utløp i Gaustadsvannet var da 31,3 $\mu\text{g Ni/l}$, mens den på stasjon 10 A oppstrøms gruveområdet var 6,36 $\mu\text{g Ni/l}$. Dette indikerer at det også er en mindre avrenning av nikkel fra nedbørfeltet oppstrøms bruddet. Olivin kommer her flere steder opp i dagen og har lagt igjen avsetninger av forvitningsmateriale. De laveste konsentrasjonene av nikkel ble i undersøkelsesperioden målt på stasjonene i Gausdalselva og i på de to stasjonene ovenfor bruddet (figur14), men også stasjonen 4, 7 og 8 som drenerer bruddet har i perioder lave verdier, under 4 $\mu\text{g Ni/l}$ (AA EQS).

Tabell 12. Gausdalsvassdraget. Kjemisk tilstand for EUs prioriterte miljøgifter i vann. Beregnede gjennomsnittsverdier for hver parameter er oppgitt for hver stasjon, samt grenseverdi. Verdier over grenseverdien angis med rød celle, blå er god tilstand. Antall prøver var 14 for Ni ellers åtte for Hg og ni for Cd og Pb.

Stasjon/ Param.	Kvikksølv $\mu\text{g Hg/l}$	Kadmium $\mu\text{g Cu/l}$	Bly $\mu\text{g Pb/l}$	Nikkel $\mu\text{g Ni/l}$	Total- resultat
Grenseverdi	(MAC EQS = 0,07)	(AA EQS = 0,08 – hardhet *)	(AA EQS = 7,8)	(AA EQS = 4)	
1 A	<0,001	<0,0030	0,026	1,74	God Tilstand
1 B	<0,001	<0,0030	0,035	1,12	
2	<0,001	<0,0030	0,047	15,51	**
3	<0,001	<0,0030	0,026	41,7	
4	<0,001	<0,0030	0,063	127,1	
5	<0,001	<0,0030	0,048	22,83	
6	0,001	<0,0030	0,068	73	
7	<0,001	<0,0030	0,016	24,73	
8	<0,001	<0,0030	0,018	7,49	
10 A	<0,001	<0,0030	0,037	2,77	God Tilstand
11 B	<0,001	<0,0030	0,041	13,56	**
12 C	<0,001	0,0036	0,043	8,78	

*vurdert opp mot klasse 1: Hardhet < 40 mg CaCO₃. ** Resultatene fra ufiltrerte prøver viser konsentrasjoner over EQS – verdien (4 $\mu\text{g Ni/l}$). Da resultater fra filtrerte prøver mangler er kjemisk tilstand ikke mulig å fastsette.



Figur 14 A og B

I figur A er minimumsverdiene vist for Ni i ufiltrerte prøver fra st. 1A til 12C i Gausdalsvassdraget. I figur B er samvariasjonen mellom midlere verdi i vannprøvene for uorganisk STS og Ni i ufiltrerte prøver vist. Figuren viser tydelig at nikkel -konsentrasjonen følger innholdet av STS (olivinpartikler) i de samme vannprøvene.

Olivinmineralet inneholder 2500 $\mu\text{g Ni}$ pr. kg tørrstoff- Det skal således bare 1,6 mg slike partikler/liter i vannprøven for at konsentrasjonen av Ni overstiger grensen (4 $\mu\text{g Ni/l}$) for god/dårlig kjemisk tilstand.

4.4 Biologiske kvalitetselementer og klassifisering av økologisk tilstand etter vannforskriften

4.4.1 Vassdragets bunnfauna

Nedenfor presenteres tilstandsklasse og nEQR verdier for kvalitetselementet bunndyr som ble prøvetatt i forbindelse med overvåkingen i 2015. Rådata for hver indeks/parameter finnes i vedlegg B.

ASPT-indeksen er utarbeidet for å kunne vurdere belastninger fra organisk stoff og næringssalter, og ikke primært mot effekter fra nedslamming av olivinstøv. Det finnes ikke noe indikatorsystem for å klassifisere tilstandsendringer som påvirkes av denne type utslipp. Vi har anvendt ASPT indeksen her for å identifisere økologisk tilstand, samtidig som vi har brukt BMWP- og EPT-indeksene som støtte. Videre er det gjort en ekspertvurdering av hvordan bunndyr-samfunnet funksjonelt er oppbygget, avvik fra forventet bunndyrsamfunn og referansestasjon, og drøfter mulige effekter av partikkelpåvirkning.

Tilløpsbekker

Resultatene fra undersøkelsene i 2015 av tilløpsbekkenes bunndyrsamfunn (stasjonene 2, 4, 5, 6 og 7) med figurer og tabeller er samlet i Vedlegg B bak i rapporten. I mai ble de to stasjonene 6 og 7 undersøkt, men det under befaringen i oktober ble disse supplert med flere nye stasjoner i tillegg til stasjonene i mai.

Stasjon 6 og 7 viste et betydelig forstyrret bunndyrsamfunn i mai. Antall bunndyr per prøve var unormalt lavt ut fra forventning, og det biologiske mangfoldet var redusert. Situasjonen var noe bedre på disse to stasjonene i oktober, men fortsatt viste resultatene et påvirket bunndyrsamfunn. Økologiske tilstand reflekterer påvirkningene på disse stasjonene ved at den varierte mellom «Dårlig» i mai og «Moderat» i oktober på stasjon 6, mens stasjon 7 oppnådde «Moderat» tilstand ved begge undersøkelsestidspunkt. De øvrige stasjonene (stasjon 2, 4 og 5), viste i oktober noe større variasjon i bunndyrsamfunnene. En stasjon (stasjon 2) hadde lite avvik ut fra forventet naturtilstand. Denne stasjonen lå ovenfor det meste av påvirkning fra dagbruddet. De to andre stasjonene viste fra svake til moderate forstyrrelser, synliggjort gjennom redusert antall bunndyr per prøve og redusert biologisk mangfold. Dette ga utslag på de ulike forurensingsindeksene, spesielt for stasjon 4. Økologisk tilstand ble her klassifisert til «Moderat», mens stasjon 5 oppnådde «God tilstand».

Når man midler nEQR-verdiene fra vår og høst i tabell 13 får alle stasjonene god tilstand i Gausdalselva og for stasjon 7 blir økologisk tilstand nå moderat tilstand (nEQR verdi = 0,44). Samlet er forskjellene relativt små, mellom de mest påvirkede stasjonene 4, 6 og 7 (moderat tilstand).

Tabell 13. Samlet miljøtilstand i Gausdalsvassdraget på bakgrunn av bunnfaunaundersøkelser våren og høsten 2016. Oversikt over beregnede indekser og deres miljøtilstandsbedømming

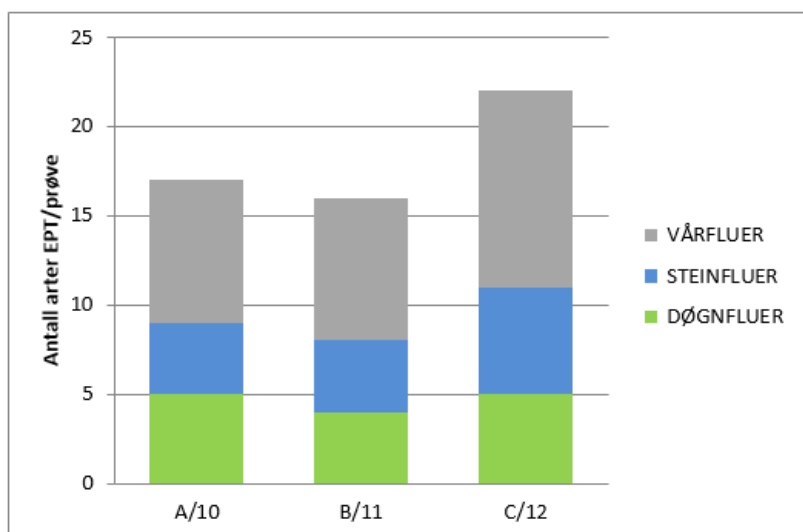
Gusdalsvassdraget	St. 10 A		St. 11 B		St. 12 C	
	19/5	20/10	19/5	20/10	19/5	20/10
BMWP	101	124	79	104	86	121
ASPT	6,31	6,53	6,08	6,50	6,14	6,72
EQR – Økologisk tilstand	0,91	0,95	0,88	0,94	0,89	0,97
Normalisert EQR ASPT	0,67	0,74	0,62	0,72	0,64	0,77
EPT	17	25	16	21	22	25

Tilslagsbekker, Gusdalselva	St. 2		St. 4		St. 5		St. 6		St. 7	
Dato 2016	-	21/10	-	21/10	-	21/10	19/5	21/10	19/5	21/10
BMWP	-	115	-	44	-	95	56	61	44	58
ASPT	-	6,76	-	5,50	-	6,33	5,60	5,55	4,89	5,80
EQR – Økologisk tilstand	-	0,98	-	0,80	-	0,92	0,81	0,80	0,71	0,84
Normalisert EQR ASPT	-	0,79	-	0,48	-	0,69	0,5	0,48	0,33	0,55
EPT	-	21	-	5	-	15	10	11	9	8

Det biologiske mangfoldet uttrykt ved antall registrerte EPT taksa på stasjonene i GUSDALSSELVA i mai 2015 og oktober 2015 er vist i figurene 15 og 16.

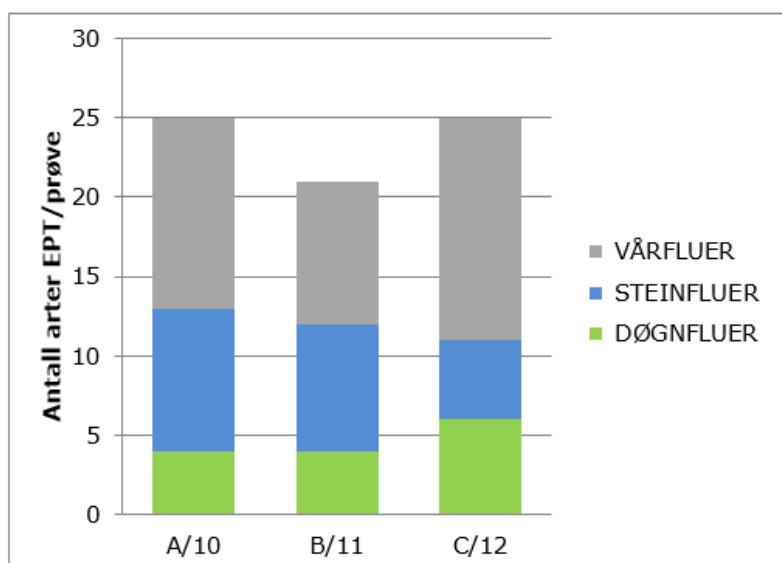
GUSDALSSELVA

Resultatene viste god økologisk tilstand både vår og høst i 2016 på alle stasjonene i GUSDALSSELVA (tabell 13). I mai ble det laveste biologiske mangfoldet registrert på stasjon 11B, med 16 ulike EPT taksa fordelt på hhv. fire døgnfluer, fire steinfluer og åtte vårfluer (figur 15). Stasjon 12C hadde det høyeste mangfoldet (22 EPT taksa, fordelt på seks døgnfluer, fem steinfluer og 14 vårfluer), mens stasjon 11A hadde totalt 17 EPT (fem døgnfluer, fire steinfluer og åtte vårfluer).



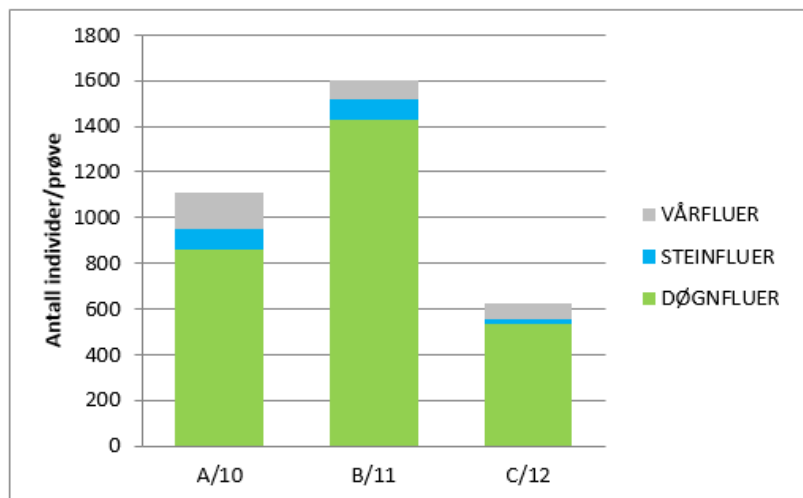
Figur 15. Antall ulike taksa av EPT (døgn-, stein- og vårfluer) registrert på stasjoner i hovedelva GUSDALSSELVA i mai 2015.

I oktober ble det laveste biologiske mangfoldet også registrert på stasjon 11 B, med 21 ulike EPT taksa fordelt på hhv. fire døgnfluer, åtte steinfluer og ni vårfluer. Stasjon 10A og 12C hadde likt antall EPT, med 25 totalt, hvorav fire døgnfluer, ni steinfluer og 12 vårfluer på førstnevnte stasjon, og seks døgnfluer, fem steinfluer og 14 vårfluer på sistnevnte (figur 16).



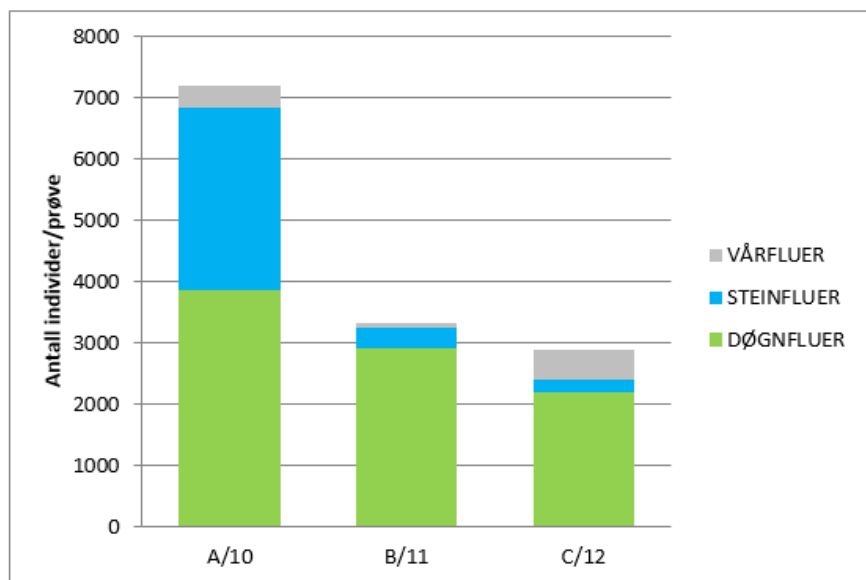
Figur 16. Antall ulike taksa av EPT (døgn-, stein- og vårfluer) registrert på stasjoner i hovedelva GUSDALSSELVA i oktober 2015.

Figurene 17 og 18 viser antall individer av EPT taksa på stasjonene i GUSDALSELVA i mai 2015 og oktober 2015.



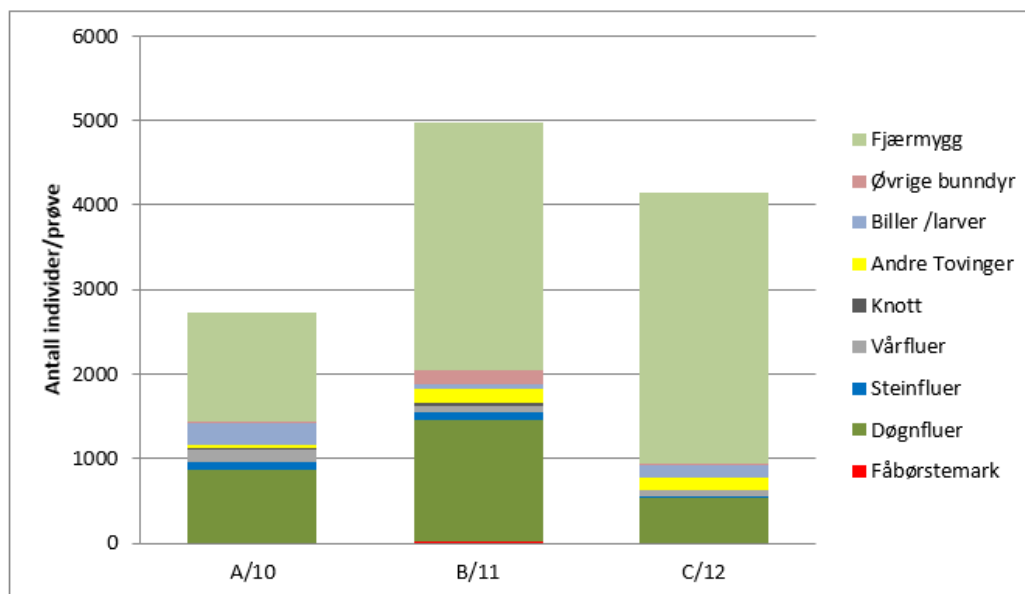
Figur 17. Antall individer av EPT taksa (døgn-, stein- og vårfluer) som ble registrert på stasjonene i hovedelva, GUSDALSELVA i oktober 2015.

Antall individer av EPT var hhv. 1107, 1604 og 625 per prøve på stasjonene 10A, 11B og 12C i mai 2015. Dette utgjorde hhv. 40,6 %, 32,2 % og 15,0 % av det totale antall bunndyr på de respektive stasjonene. I oktober 2015 var antall individer av EPT hhv. 7189, 3327 og 2897 individer per prøve på hhv. stasjon 10A, 11B og 12C i mai 2015. I oktober utgjorde dette hhv. 55,0 %, 70,3 % og 38,3 % av det totale antall bunndyr på de respektive stasjoner.



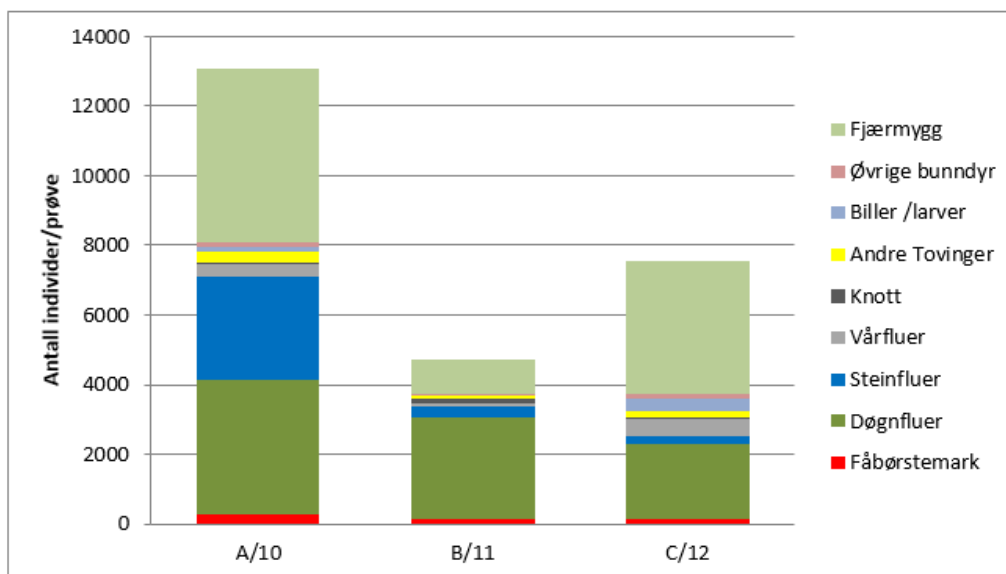
Figur 18. Antall individer av EPT taksa (døgn-, stein- og vårfluer) registrert på stasjoner i hovedelva, GUSDALSELVA i oktober 2015.

Figurene 19 og 20 viser antall individer innen de ulike hovedgruppene i bunndyrsamfunnet på de ulike stasjonene i mai (figur 19) og oktober (figur 20). De dominerende er bunndyrgruppene er fjærmygg og døgnfluer på alle stasjoner, der antall bunndyr per prøve varierer fra 2725 (stasjon 10A) til hhv. 4982 (Stasjon 11B) og 4148 (stasjon 12C) i mai 2015.



Figur 19. Antall bunndyr per prøve og sammensetning av bunndyrsamfunnet i Gausdalselva i mai 2015

De samme bunndyrgruppene dominerer også på de respektive stasjonene i oktober 2015, men antall individer per prøve er vesentlig høyere. I oktober ble det registrert 13077 individer per prøve på stasjon 10A mens 11B og 12C hadde henholdsvis 4736 og 7572 individer per prøve.



Figur 20. Antall bunndyr per prøve og sammensetning av bunndyrsamfunnet i Gausdalselva i oktober 2015.

4.4.2 Diskusjon Bunndyr

Bunndyrundersøkelsene som er utført i to perioder (vår og høst) i 2015 viser at det kan dokumenteres en påvirkning på bunndyrsamfunnet fra dagbruddet, men at påvirkningen i dag er på et moderat til lavt nivå i hovedelva Gausdalselva. Resultatene viser at det er lite eller ingenting som tyder på at avrenningen fra dagbruddet har toksiske (letale eller subletale) effekter, men at endringene i større grad kan knyttes opp mot fysisk/mekaniske forhold fra partikkelpåvirkningen (nedslamming- /sedimentering av finstoff, og endring av habitater for invertebrater). Det biologiske mangfoldet er tilfredsstillende høyt, og ulike

forurensningsindekser viser at miljøtilstanden kun er lite eller ubetydelig redusert på stasjonene 11B og 12C nedstrøms bruddet i GUSDALSSELVA.

Sammenlignet med referansestasjonen 10A er det imidlertid ulike aspekter ved bunndyrsamfunnet på stasjonene nedstrøms dagbruddet, der både biologisk mangfold, bunndyrproduksjon og strukturell/funksjonell sammensetning er periodevis moderat endret. Den totale bunndyrproduksjon ser ut til å ha blitt redusert i perioder av året, trolig når avrenningen fra bruddet er høyt (perioder med mye nedbør). Det er imidlertid store og lite påvirkede elvestrekninger oppstrøms den delen av GUSDALSSELVA som mottar avrenning fra dagbruddet. Dette er strekninger som har god til svært god bunndyrproduksjon og høyt biologisk mangfold. Disse fungerer som «artsbanker» for påvirket strekning. Gjennom naturlig drift og rekolonisering av bunndyr gjenopprettes bunndyrsamfunnet relativt hurtig etter perioder med stor avrenning, noe som gjør at GUSDALSSELVAS evne til å håndtere denne type belastning derfor er å anse som relativt høy, noe dataene våre indikerer.

I tilløpsbekkene er vannmiljøtilstanden (uttrykt ved bunndyrsamfunnet) noe mer redusert. Den økologiske tilstanden reflekterer dette, og den er markert redusert på flere av stasjonene. De som ligger nedstrøms dagbruddet, og som i perioder mottar høy belastning, viser tydelige indikasjoner på forstyrrelser, både med hensyn til biologisk mangfold, strukturell/funksjonell sammensetning og på bakgrunn av forurensningsindeksene som er benyttet. Dette er tydelig når resultatene sammenlignes med de to stasjonene som mottar minst avrenning (stasjon 2 og 5). Begge har et mer intakt bunndyrsamfunn, høyere biologisk mangfold, og oppnår en høyere miljøtilstandsbedømming ved bruk av de samme forurensningsindeksene. Som for hovedelva GUSDALSSELVA er det trolig kun en fysisk-mekanisk påvirkning som gjør seg gjeldende, og ingen indikasjoner på toksiske effekter. Nedslamming og tiltetting av mikrohabitater er framtrepende på enkelte av stasjonene i tilløpsbekkene, og i langt større grad enn i GUSDALSSELVA.

4.4.3 Ungfiskundersøkelser

GUSDALSSELVA

I tabell 14 er det vist en sammenstilling av estimerte tettheter for ungfisk av laks og ørret på de undersøkte stasjonene i GUSDALSSELVA og tilhørende sidebekker (figur 8 og 9). For årsyngel av laks varierer tettheten i GUSDALSSELVA mellom 22,1 fisk per 100 m² på øverste stasjon i elva (st. Øvre/D), til 169,3 fisk per 100 m² på A/F3. Dette var høyeste tetthet, av denne aldersgruppen som ble påvist, stasjonen ligger like ovenfor tilløpet med Slivasselva. Denne bidrar periodevis og særlig ved store nedbørmengder med dreinsvann fra dagbruddet. Etter samløpet med Slivasselva synker årsyngel-tettheten markant på stasjon B/F2, for så å øke vesentlig på den nederste stasjonen like oppstrøms GUSDALSBRUA (stasjon A/F3). Eldre ungfisk av laks hadde jevnt over like tettheter på tre av fire stasjoner, med henholdsvis 21,4 (st. Øvre/D), 24,9 (st. A/F3) og 26,3 (st. B/F2) fisk per 100 m². Nederste stasjon (C/F1) hadde en markant høyere tetthet, med 73,9 fisk per 100 m².

For ørret ble det jevnt over estimert lave til svært lave tettheter av alle årsklasser i hovedelva GUSDALSSELVA (tabell 14). Årsyngeltettheten varierte fra 4,7 fisk per 100 m² på stasjon B/F2 til 25,6 på stasjon C/F1. Eldre ungfisk av ørret ble enten ikke påvist eller kun påvist med enkeltindivider på stasjonene i hovedelva, der tetthetene varierte fra ingen fisk (st. Øvre/D) til 4,4 fisk per 100 m² (st. C/F1).

Samlet varierte total tetthet av laksefisk (både laks og ørret) fra 54,9 fisk per 100 m² (st. Øvre/D) til 232,5 fisk (st. C/F1). For stasjonene Øvre/D og B/F2 (hhv. 54,9 og 59,7 fisk per 100 m²) tilsvarer den samlede ungfisktettheten tilstandsklasse «God økologisk tilstand» etter forventningsverdier oppgitt i tabell 9, mens stasjon C/F1 og A/F3 oppnår «Svært god økologisk tilstand» (hhv. 232,5 og 205 fisk per 100 m²). Gjennomsnittet for total tetthet av laksefisk i hovedelva GUSDALSSELVA var 138 fisk per 100 m², tilsvarende «Svært god økologisk tilstand» etter tabell 9.

Tabell 14. Estimerte tettheter av laks- og ørretunger, samt ål, i Åheimsvassdraget (Gusdalselva med tilløpsbekker) høsten 2015. Kolonnen «All Laksefisk» har fargekoder som synliggjør økologisk tilstand klassifisert etter forventningsnivåer Anonym 2013).

Åheimsvassdraget- Gusdalselva			Estimert tetthet (antall individer per 100 m ²)					
			Laks		Ørret		All Laksefisk	Ål
Vassdrag	St. nr.	M ²	0+	≥ 1+	0+	≥ 1+	Sum	
Gusdalselva	Øvre/D	70	22,1	21,4	11,4	0	54,9	0
Gusdalselva	A/F3	65	169,3	24,9	7,7	3,1	205	1,5
Gusdalselva	B/F2	80	27,4	26,3	4,7	1,3	59,7	0
Gusdalselva	C/F1	68	128,6	73,9	25,6	4,4	232,5	5,6
Gj.snitt alle stasjoner			86,9	36,6	12,4	2,2	138	1,8
Åheimsvassdraget-tilløpsbekker			Estimert tetthet (antall individer per 100 m ²)					
			Laks		Ørret		Laksefisk	Ål
Vassdrag	St. nr.	M ²	0+	≥ 1+	0+	≥ 1+	All laksefisk	
Sidebekk	S1	18	0	0	50,4	16,7	67,1	0
Sidebekk	S2	30	0	0	7,3	6,7	14	0
Grunnvasselva/Slivasselva	S3	60	35,3	8,4	34,3	1,7	79,7	0
Grunnvasselva/Slivasselva	S4	70	5,8	1,4	20,1	1,4	28,7	0
Grunnvasselva/Slivasselva	S5	70	0	0	0	7,1	7,1	0
Gj.snitt alle stasjoner			8,2	2	22,4	6,7	39,3	0

Sidebekker

For stasjonene i tilløpsbekkene (figur 9) viser resultatene i tabell 15 at laksunger her var fåtallige. Kun to stasjoner i Grunnvasselva/Slivasselva (st. S3 og S4) fikk påvist laksunger. Tettheten av årsyngel var henholdsvis 35,3 (St. S3) og 5,8 (St. S4) per 100 m², og for eldre laksunger hhv. 8,4 og 1,4 per 100 m² for disse stasjonene.

Før ørret var tetthetsnivåene jevnt over noe høyere, og denne arten dominerer i tilløpsbekkene. Bortsett fra en stasjon (S5), som var uten årsyngel, så ble det estimert tettheter fra 7,3 til 50,4 årsyngel av ørret per 100 m² i de undersøkte tilløpsbekkene. Tettheten av eldre ungfisk av ørret varierte fra 1,4 fisk til 16,7 fisk per 100 m²(tabell 15).

Samlet, varierte total tetthet av laksefisk (både laks og ørret) fra 7,1 til 79,7 fisk per 100 m². For stasjonene S5 og S2 (hhv. 7,1 og 14 fisk per 100 m²) tilsvarer samlet ungfisktetthet her tilstandsklassen «Svært dårlig økologisk tilstand» etter forventningsverdier oppgitt i tabell 9, mens stasjon S4 oppnår «Dårlig økologisk tilstand» (28,7 fisk per 100 m²). Stasjon S3 og S 1 oppnår hhv. «Svært god» og «God økologisk tilstand», med hhv. 79,7 og 67,1 ungfisk per 100 m². Gjennomsnitts tetthet for total tetthet av laksefisk i tilløpsbekkene var 39, 8 fisk per 100 m². Dette tilsvarer «Moderat økologisk tilstand»

I vedlegg C er detaljerte fangstdata fra ungfiskundersøkelsene sammenstilt, med figurer over lengdefordeling og antatte aldersklasser for ungfiskmaterialet i hovedelva Gusdalselva og i tilløpsbekkene.

4.4.4 Diskusjon ungfisk

Resultatene viser at laksunger dominerer sterkt i Gusdalselva i 2015, og at alle forventede årsklasser av laksunger er til stede på elveavsnittet. Tetthetene av laksunger var relativt høy og tilfredsstillende på flere stasjoner i elva, noe som indikerer at vassdraget i dag er relativt produktiv. Tettheten av ungfisk av ørret var generelt sett lav i Gusdalselva, og indikerer at denne arten har en svært redusert bestand.

Den øvre stasjonen i Gusdalselva har ingen påvirkning fra olivinbruddet. Både tetthet og antatt aldersstruktur avviker noe fra de øvrige stasjonene i Gusdalselva, og de laveste ungfisktetthetene ble estimert her. Stasjonen befinner seg ovenfor flere temporære vandringshindre, både naturlige og menneskeskapte, og dette kan være bestemmende for ungfiskbestanden og dens bestandsstruktur/tetthet som en finner på

dette elveavsnittet. Som referanse- eller sammenligningsgrunnlag for stasjoner som mottar avrenning fra dagbruddet anses derfor stasjonen som lite anvendelig.

Rustefossen i GUSDALSSELVA ovenfor GUSDALSVATNET har historisk vært angitt som en naturlig vandringsbarriere for laks i vassdraget (Bruun 2001). Bruun (2001) viste imidlertid at laks passerer fossen, og pekte samtidig på at det var bygget en fisketrapp på nedsiden av GUSDALSVATNET. Våre undersøkelser nå i 2015 påviser laksunger ovenfor fossen, og bekrefter at laks har mulighet til å vandre forbi fossen på gunstig vannføring, og trolig helt opp til de bratte fossepartiene oppstrøms Almklovnakken. Ungfiskbestanden (tetthet), og årsklassestruktur på disse øvre elvepartiene var i nedre sjikt i 2015-materialet for GUSDALSSELVA, til tross for god vann- og habitakvalitet. Trolig styres ungfiskbestandens tetthet og sammensetning mye av slike (årlig varierende) oppgangsforhold for gytefisk i GUSDALSSELVA nedstrøms. Vi vurderer oppgangsforholdene som betydelig vannførings- og temperaturavhengige. I tillegg til Rustefossen, så foreligger det flere ulike temporære, vann-/temperaturavhengige stryk og fossefall, som vil være bestemmende for hvor mye gytefisk som vil passere. I tillegg virker slike naturlige vandringshindre selekterende på både fiskestørrelse, kroppsform og sannsynligvis også på art (laks/sjøørret), alt etter utformingen av elveløpet og de naturlige hindrenes fysiske egenskaper. Dette er ikke studert eller vurdert videre i dette prosjektet.

Tilløpsbekkene som ble undersøkt hadde ungfiskbestander av laksefisk, der fortrinnsvis ørret dominerte. Disse tilløpsbekkene er ikke undersøkt tidligere, så det er liten mulighet for sammenligning. Generelt sett tilhører disse bekkene kategorien godt egnede gytebekker for ørret/sjøørret, med en forventning til høye tetthetsnivåer, spesielt av årsyngel. Bekkene skal også ha et godt egnet gytesubstrat ved en naturtilstand, og sikker helårsavrenning. Tilsvarende, lite påvirkede bekker med oppgang og gyting av større ørret/sjøørret har normalt ungfisktettheter opp til flere hundre individer per 100 m², og da ofte sterkt dominert av årsyngel (Bergan mfl. 2011). Tetthetene i disse tilløpsbekkene var derimot moderate, og til dels lave, på alle stasjoner i 2015. Årsaken til dette må knyttes til dagens resipientforhold, som bærer preg av sterk nedslamming og fastkitting av elvestein som følge av for stor tilførsel av finere partikler fra olivinbruddet (figur 21).



Figur 21. Samløp mellom Grunnvasselva/Slivasselva og en mindre tilløpsbekk (st. 4), der sistnevnte mottar størst belastning fra gruveområdet. Foto: M. Bergan.

For vassdrag som domineres av laks, så kan små og mellomstore tilløpsbekker være svært betydningsfulle for ørret-/sjøørret. Noe av årsaken til svært lave tettheter av ørret i hovedelva GUSDALSSELVA kan skyldes at tilløpsbekkene er satt delvis ute av funksjon, og ikke fungerer som gyte- og rekrutteringsområder for arten

lenger. Velfungerende tilløpsbekker bidrar til å fullrekruttere hovedvassdrag med ungfisk. Det ble påvist gytegrøper av ørret i Grunnvasselva/Slivasselva ovenfor stasjon S3, så det er på det rene at det gjøres forsøk på å gyte i disse tilløpsbekkene.



Figur 22. Nylig anlagt gytegrøp (gul pil) ovenfor stasjon S3 i Grunnvasselva/Slivasselva. Foto: M. Bergan.

En må trolig anta at de undersøkte tilløpsbekkene var delvis eller helt fisketomme på den tiden da avrenningen til GUSDALSVA var størst, altså før avbøtende tiltak var iverksatt. Vi har lokale opplysninger som beskriver at Åheimsvassdraget historisk har hatt en svært tallrik sjøørretbestand (Anonym, pers. med.). Sjøørretbestander, i vassdrag tilhørende dette kystområdet slik som Åheimsvassdraget er utsatt for store belastninger i sjøfasen, først og fremst med hensyn til lakselus. Det på det rene at dette er en påvirkning som potensielt kan ha bestandsreducerende effekter (Thorstad m.fl. 2015) og/eller gi endret livshistoriestrategi (Thorstad m.fl. 2016) for sjøørreten i vassdraget. Dette vil gi effekter på bestanden av gytefisk av sjøørret, noe som vil ha stor betydning for den ungfiskbestanden av sjøørret en til enhver tid finner i vassdraget. Usikkerhet er også knyttet til at vi ikke har full oversikt over oppgangsmulighetene for sjøørret i nedre del av Åheimsvassdraget, dvs. stryk og fossepartiene nedstrøms GUSDALSVATNET, og om disse har eller har ført til endringer i størrelses- eller artsselektive egenskaper og mulighetene anadrom laksefisk har til å passere.

Tross periodevis antatt stor partikkelpåvirkning, tiltetting og nedslamming, trekker ørret- og laksunger opp i de påvirkede bekkene. Det ble her også påvist gytemoden (antatt ferskvannstasjonær) ørret som hadde vandret opp til stasjonene S1 og S2 (figur 23), i nærheten av nygravde gytegrøper ved stasjonene (figur 22 og 24).

Dette indikerer også (som for bunndyr-resultatene) at avrenningen fra gruveområdet ikke har akutte, toksiske effekter på laksefisk, og at partiklene ikke har en skadelig utforming som kan påvirke gjellestrukturer mm. Videre er ikke vannkvaliteten av en slik art at laksefisk unnviker disse vassdragene. Reduserte bestander skyldes i stor grad kun fysisk-mekaniske årsaker, som nedslamming av substrat, reduserte gyteområder, tiltetting av skjul-/hulrom og redusert habitatkvalitet generelt.



Figur 23. Hunnørret (utgytt), av antatt ferskvannstasjonær variant fanget ved stasjon S1 og S2. Foto: M. Bergan.



Figur 24. Gytegrøp ved stasjon S1. Foto: M. Bergan.

Sammenligning med tidligere års fiskedata

Naturlige og unaturlige variasjoner i ungfisktettheter, årsklassestyrker og gytefiskebestander uavhengig av en konkret påvirkningskilde gjør at det kan være vanskelig å sammenligne ungfisktetthet mellom år i forhold til påvirkningsfaktoren i et vassdrag. En trenger flerårige, sammenhengende ungfiskundersøkelser med stort omfang over et lengre tidsrom for å kunne gjøre treffsikre vurderinger av slike sammenhenger. Videre spiller ulike aspekter ved gjennomføring i felt og metode inn, samt vann- og miljøforhold ved gjennomføringen av undersøkelsene. Videre er kompetanse og erfaring på personellet som har foretatt ungfisktellingene viktig. Derfor bør man helst sammenligne mellom år der samme personell har utført

undersøkelsene, etter samme metodikk og med tilnærmet like vann-/miljøforhold mellom år. Vi har ikke innsikt i detaljene rundt overnevnte fra tidligere års ungfiskmateriale, utover de publiserte rapporter.

Våre ungfiskdata fra 2015 viser imidlertid at forekomsten av både laks- og ørretunger i dag er vesentlig høyere sammenlignet med tidligere data fra 2001 (Bruun 2001) og 2009 (Sægvov mfl. 2010), som er det nærmeste våre data kan sammenlignes med. Dette er slik vi vurderer materialet en god indikasjon på en positiv utvikling hos ungfiskbestandene.

Bruun (2001) gjennomførte ungfisktellinger i 2001, på et par av de samme stasjonsområdene i GUSDALS ELVA (stasjon F4 og F5 i tabell 14 og 15) som i vårt program for 2015. Resultatene fra 2001 viste at disse avsnittene av GUSDALS ELVA var enten fisketomme eller hadde en svært lav ungfisktetthet. Data om tetthet fra 2001 (tabell 15) viser en ungfiskbestand som er svært forstyrret, der det den gang hverken synes å være muligheter for gyting eller akseptable oppvekstområder for ungfisk på de undersøkte elvestrekningene. Bruun (2001) pekte på at elvebunnen var betydelig nedslammet, og at substratet (steiner/grus) var mer eller mindre «kittet fast» til bunn som årsak til de lave tetthetene.

Tabell 15. Ungfiskdata fra GUSDALS ELVA i 2001, hentet fra Bruun (2001). Stasjon F4 og F5 tilsvarer våre stasjoner C og B i 2015 (figur 8).

Stasjonsnr	Elv	Areal (m ²)	Laks		Aure	
			0+	eldre	0+	eldre
F4	GUSDALS ELVA	75	0	0	min. 9	0
F5	GUSDALS ELVA	80	min. 4	min. 2	min. 13	min. 5
F6	GUSDALS ELVA	84	min. 8	min. 1	min. 5	min. 4

Sægvov mfl. (2010) gjorde et omfattende arbeid i ÅHEIMSVASSDRAGET i 2009, der ungfisktellinger også var en del av disse undersøkelsene. I dette stasjonsnettet var tre av stasjonene (st. 11, 12 og 13 (figur 8) i Sægvov mfl. 2010) lagt til området nedstrøms, avrenningen fra dagbruddet og oppstrøms OLIVINBRUDDET. Stasjonsplasseringer tilsvarer våre stasjoner (C/F1, B/F2 og A/F3). Sammenlignet med 2009 er det nå i 2015 skjedd en vesentlig økning i ungfiskbestanden, der både årsyngel og eldre ungfisk har økt vesentlig (tabell 16).

Tabell 16. Data om ungfisktetthet i 2009, hentet fra Sægvov mfl. (2010).

St.	Alder/ gruppe	Fangst, antal				tetthet pr 100m ²
		1.omg	2.omg	3.omg	Totalt	
11 100 m ²	0	15	15	2	32	37,3
	1	8	2	0	10	10,1
	2	17	6	0	23	23,3
	3	0	0	0	0	0,0
	Sum	40	23	2	65	68,2
	Sum>0+	25	8	0	33	33,3
	Presmolt	7	2	0	9	9,1
12 100 m ²	0	11	12	4	27	38,7
	1	1	2	2	5	5,7
	2	2	1	2	5	5,7
	3	0	0	0	0	0,0
	Sum	14	15	8	37	42,3
	Sum>0+	3	3	4	10	11,4
	Presmolt	1	1	1	3	3,4
13 100 m ²	0	1	2	3	6	6,9
	1	2	5	2	9	10,3
	2	8	1	0	9	9,0
	3	0	0	0	0	0,0
	Sum	11	8	5	24	27,4
	Sum>0+	10	6	2	18	20,3
	Presmolt	3	4	0	7	8,0

4.5 Konklusjon Undersøkelser av ungfisk og bunndyr

Resultatene fra ungfisketellingene i GUSDALS ELVA høsten 2015 viser at det er høye tettheter av laksunger i flere aldersklasser i GUSDALS ELVA på partier nedstrøms olivinbruddet. Ørretunger er stedvis fåtallige, med til dels svært lave tettheter, og mer klumpvis fordelt i elva.

Sammenlignet med tidligere undersøkelser på samme stasjonsområder er det nå en markant økning i tetthet for alle aldersklasser av laksunger. Dette kan skyldes redusert partikkelavrenningen, mindre nedslamming og redusert kitting av steiner og substrat. Det er imidlertid fortsatt problemer knyttet til partikkelavrenning og sedimentering i GUSDALS ELVA nedstrøms olivinbruddet. Elvesubstratet er nedslammet, og hulrom mellom stein og grus er tiltettet. Dette har redusert bekkestrekningenes skjulkapasitet for ungfisk, og kan fortsatt også gi noe reduserte gytemuligheter for voksenfisk.

De undersøkte tilløpsbekkene domineres av ørretunger, hovedsakelig årsyngel, der også årsyngel av laks påvises med lav forekomst. Eldre laksunger ble kun påvist med enkelt individer, som trolig har søkt opp i bekkene fra GUSDALS ELVA. Tetthetene av ørretunger er moderat til lave, der årsyngel av ørret dominerer sterkt. Tilløpsbekkene har opprinnelig egenskaper i vassdragssystemet som viktige gytebekker for ørret/sjøørret, men denne funksjonen er i dag stedvis borte eller kun delvis ivarett. Årsaken er sterk nedslamming av olivinstøv og partikler fra bruddet, som stedvis dekker bekkebunnen helt, og har ført til en fastkitting av gytesubstrat. Videre er bekkenes skjulkapasitet sterkt redusert, med kun tilgjengelig skjul langs kanter, «undercuts», nedsunkne røtter og død trevirke. Lite eller ingen skjulmuligheter fins i selve bekkeløpet og mellom steiner.

I det øyeblikket en tilslamming av olivinstøv, sand og andre og partikler fra dagbruddet kitter («dimer») elvesubstratet så vidt hardt fast at gytende laks eller ørret ikke får flyttet stein og grus, og dermed fullført gytingen, kolliderer fiskebestandene i påvirket strekning. Nedslamming gjennom vinteren kan også dekke nedgravd fiskerogn, og på denne måten gi lav eller ingen overlevelse fram til swim-up av plommesekk- yngel. Slike forhold har svært negative effekter for hele vassdraget, og kan på sikt redusere hele gytebestander. Basert på vårt inntrykk fra befaringer i felt, egne resultater og vurderinger fra tidligere undersøkelser (Bruun 2001), tyder mye på at dette kan ha vært situasjonen i 2001 (og da evt. årene forut).

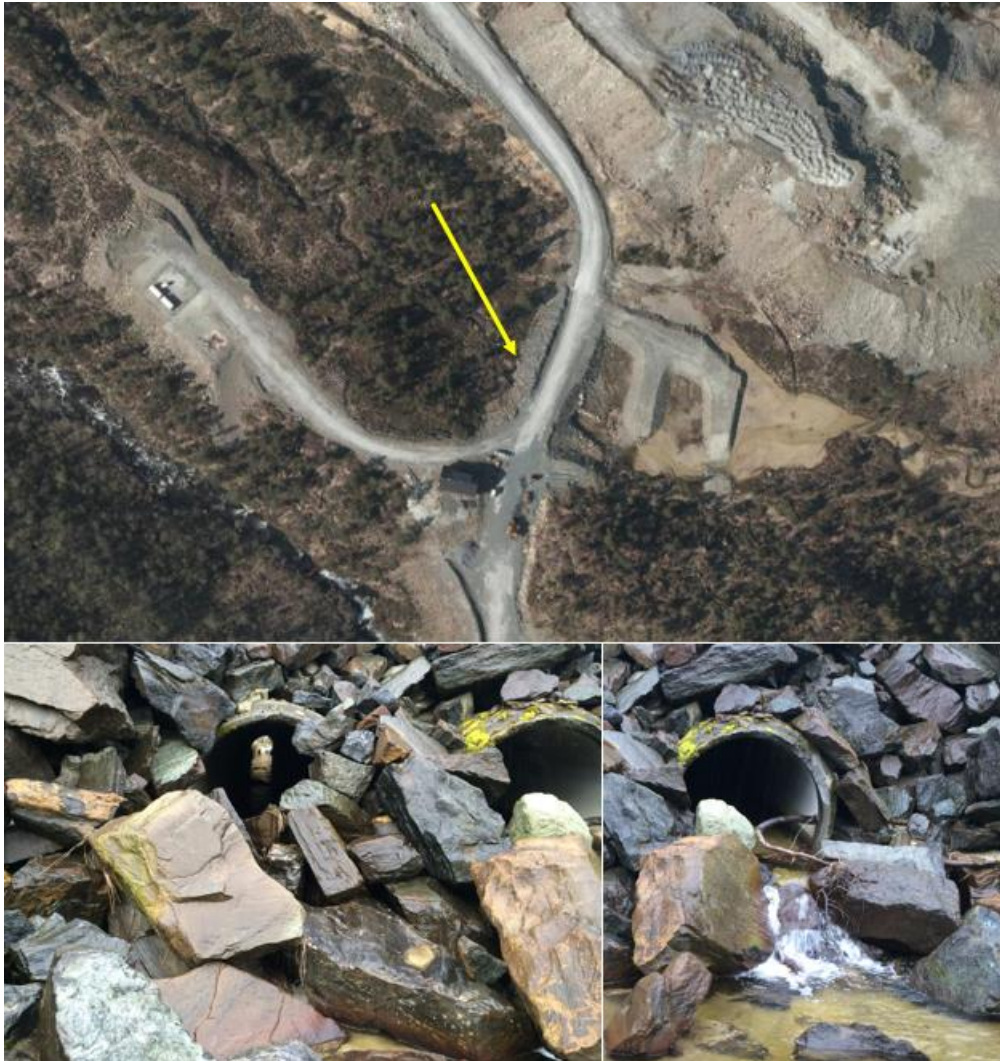
Vår konklusjon er at situasjonen i dag har forbedret seg vesentlig sammenlignet med 2001, og videre når en sammenligner med dataene fra 2009 (Sægrov mfl. 2010). Det er allikevel problemer knyttet til nedslamming i både GUSDALS ELVA, og da spesielt i de berørte tilløpsbekkene. Anlagte sedimenteringsbassenger og fangdammer ser ut til å ha fungert etter hensikt de siste årene, men disse må tømmes og vedlikeholdes jevnlig for å fungere godt nok. Flere bassenger var fylt opp av finpartikler høsten 2015, og fungerer derved dårlig eller ikke i det hele tatt, som sedimenteringsfeller. Videre må en se på tiltak for få ned slam- og partikkelavrenningen ytterligere, slik at viktige gyteområder for ørret/-sjøørret i tilløpsbekkene igjen kan benyttes med suksess.

Resultatene fra ungfisketellingene, med støtte i bunndyrundersøkelsene i 2015, både i GUSDALS ELVA og tilløpsbekkene, finner ingen holdepunkter til at de foreligger negative, toksiske (letale eller subletale) effekter hos akvatisk biologi knyttet til avrenningen fra dagbruddet.

Resultatene fra undersøkelsen av bunndyrfaunene viser stort sett samme trend som undersøkelsen av ungfisk. Bunndyrfaunaen har samlet sett et tilfredsstillende biologisk mangfold i hovedelva GUSDALS ELVA, med en bunndyrproduksjon som gir et godt nok næringsgrunnlag for ungfisk. Høyest bunndyrmangfold og produksjon er imidlertid på strekninger oppstrøms påvirkningen fra olivinbruddet. Det er lokale endringer i bunndyrfaunens strukturelle og funksjonelle oppbygning nedstrøms olivinbruddet. Dette reduserer både bunndyrproduksjonen og artsmangfoldet.

Den økologiske tilstanden klassifiseres samlet sett som god i GUSDALS ELVA, men en svak reduksjon observeres på stasjoner nedstrøms olivinbruddet. Tilløpsbekkene er mest påvirket av avrenning fra dagbruddet. De er små og har beskjeden vannføring og derved liten evne til å håndtere denne

påvirkningen. Dette reflekteres også i bunndyrresultatene, som viser en tydelig redusert økologisk tilstand i de bekkene som mottar størst belastning. For å oppnå fastsatte miljømål i tilløpsbekkene, bør en redusere tilførselen av finstoff fra dagbruddet.



Figur 25. Sprengstein fra anleggsvei har rast ned foran kulverter i tilløpsbekken fra øst. Dette kan føre til tap av viktige, mindre påvirkede og svært godt egnede gyte- og oppvekstområder for laksefisk oppstrøms kulverten.

Andre fiskeforsterkende tiltak i GUSDALSELVA som bør følges opp, er forhold som begrenser oppvandring av laks og sjørret. Dette er et forhold som også gjelder tilløpsbekkene. Det ble her registrert vanskelige oppgangsforhold i flere av tilløpsbekkene (figur 25), og oppgangsforholdene i GUSDALSELVA helt opp til Almklovna kan med fordel gjøres lettere forbi enkelte problempunkter i elva. Vi gjør ingen videre vurderinger rundt denne problemstillingen i dette prosjektet, men peker kun på at slike tiltak kan være en viktig del av avbøtende, kompensierende tiltak for å hente igjen en eventuelt redusert produksjon som følge av påvirkningen knyttet til avrenning fra dagbruddet.

5 Samlet oversikt: Økologisk og kjemisk tilstand

Tabell 17. Økologisk og kjemisk tilstand per stasjon. Klassifisering av økologisk tilstand: Blå = svært god, Grønn = god, Gul = moderat, brun = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. Blank = ikke data for å klassifisere økologisk tilstand. Klassifisering av kjemisk tilstand: blått = God tilstand, rødt = Ikke god tilstand og blankt felt = underlag for tilstandsvurdering mangler.

Stasjonskode	Kjemiske støtteparametere				Økologisk tilstand		Kjemisk tilstand*
	pH	Tot - N µg/l	Tot - P µg/l	STS mg/l	Bunndyr	Fisk	
1 A		133	3,3	0,31	(Data kun om kjemiske støtteparametere)		
1 B		146	3,2	0,68			
2		261	3,4	13,86	Bunndyr	Fisk	
3		225	3,5	19,7			
4		1372	4,2	154,8	Bunndyr	Fisk	
5		280	5,4	17,1	Bunndyr	Fisk	
6		541	4,0	65,7	Bunndyr	Fisk	
7		964	2,3	17,0	Bunndyr	Fisk	
8		269	7,8	1,2			
10 A		140	3,3	0,54	Bunndyr	Fisk	
11 B		274	3,1	9,9	Bunndyr	Fisk	
12 C		200	3,0	4,7	Bunndyr	Fisk	

* Manglende tilstands klassifisering er pga. at data om Ni representerer konsentrasjonen i ufiltrerte prøver.

6 Konklusjoner og videre overvåking

6.1 Mulige årsaker til dårlig og svært dårlig økologisk tilstand

Vannforekomsten GUSDALSELVA oppnår god økologisk tilstand, mens flere av bekkene i bekkfeltet som drenerer dagbruddet når ikke opp til miljømålet. Partikulært uorganisk stoff later til å være hovedårsaken til dette. Ingen av de vannregion-spesifikke stoffene som inngikk i programmet (kun metaller) overskred grenseverdiene. Av EUs prioriterte miljøgifter lå nikkel konsentrasjonen i ufiltrerte prøver betydelig over grenseverdien, mens alle de øvrige stoffene på listen (Hg, Cd og Pb) lå under grense-verdiene. Det var bare de to stasjonene ovenfor bruddet (St 1A og 1B) og referanse stasjonen i GUSDALSELVA oppstrøms dagbruddet (10A), som hadde en midlere Ni konsentrasjon for undersøkelsesperioden som var under 4 µg Ni/l og får god kjemisk tilstand. Det bør imidlertid bemerkes at selv om verdiene for Ni på de andre stasjonene er høye og til dels meget høye i perioder så antas det at en vesentlig fraksjon av Ni er knyttet til partikulært materiale og dermed ikke biologisk tilgjengelig. Analysene ble foretatt på ufiltrerte prøver og under forbehandlingen til analysen blir prøven surgjort ned til en pH på 1. Nikkel som er bundet i krystallgitteret i olivinpartiklene vil da løses ut og påvirke resultatet.

Selv om GUSDALSELVA har en usikker kjemisk tilstand er økologisk tilstand god både for bunndyr og god til svært god mht. fisk. Dette kan tyde på at faunaen i hovedvassdraget greier å håndtere den belastningen som er i dag relativt bra, men at det må arbeides videre for å få en bedre økologisk tilstand i sidevassdragene fra bruddet.

6.2 Videre overvåking

Den fysisk- kjemiske overvåkingen bør videreføre opplegget med egenkontroll av avrenningen fra dagbruddet. For nikkel konsentrasjonen i vannprøvene bør analysene foretas både på filtrerte og ufiltrerte prøver. På grunn av store svingninger i avrenning og belastning vil det i en periode nå etter denne ganske omfattende undersøkelsen kanskje i noen år konsentrere seg om noen biologiske kvalitets elementer som langt bedre integrerer effektene av miljøbelastningen over tid. Naturlig vil det da være å følge opp de biologiske undersøkelsene som ble utført i 2015.

Det er nå samlet inn et godt referansemateriale fra vannforekomstene som gjør det mulig å følge med i utviklingen fremover og effekten av nye tiltak for å begrense påvirkningen fra aktivitetene i dagbruddet. Behov for nye supplerende undersøkelser i tillegg til den rutinemessige overvåkingen som vi har foreslått over bør vurderes ut fra endringer i utslippet, med hensyn på sammensetning og mengde.

6.3 Vurdering av mulige tiltak

Fokus fremover vil være ytterligere å begrense transporten av mineralske partikler fra bruddet (figur 26). For å planlegge effektive tiltak er det nødvendig å utarbeide et regnskap ved å måle vannføring og partikkelkonsentrasjon mere presist. Da er det mulig å beregne den samlede transporten av finpartikulært uorganisk materiale ut av bruddet fra de ulike sidevassdragene. Dette vil gi informasjon om de enkelte kildene og deres betydning for den samlede belastningen på vassdraget. Dett gjør det lettere å prioritere og velge de tiltakene som er mest kostnadseffektive. Det må videre etableres et opplegg for rutinemessig ettersyn og tømning av fangdammene med fastsatte intervaller.

Avstanden fra dagens tilstand til miljømålet om usikkerhet om god kjemisk tilstand må følges opp. Grenseverdien som er satt for blant annet nikkel gjelder den løste fraksjonen i vannprøven. Resultatene som vi har fra denne undersøkelsen er fra ufiltrerte prøver. I en fremtidig overvåking må EUs prioriterte miljøgifter og vannregion spesifikke metaller (og da først og fremst Ni) utføres på filtrerte prøver.



Figur 26. Ulike tiltak for å redusere transporten av uorganisk partikulært materiale fra dagbruddet i GUSDALEN. Foto: K. J. Aanes.

7 Referanser

- Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O., Aanes, K. J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04. Miljødirektoratets rapportserie TA-1468/1997
- Anonym 1988. Vannundersøkelse: Bunnfauna. Prøvetaking med elvehåv i rennende vann. NS 4719. Standard Norge, Oslo, 6 s.
- Anonym 1994. Vannundersøkelse: Metoder for biologisk prøvetaking - Retningslinjer for prøvetaking med håv av akvatiske bunndyr. NS-ISO 7828. Standard Norge, Oslo, 6 s.
- Anonym 2009. Overvåking av miljøtilstand i vann. Veileder for vannovervåking iht. kravene i Vannforskriften. – Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanndirektivet - veileder 02:2009, 169 s.
- Anonym 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver. – Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanndirektivet - veileder 02:2013, 263 s.
- Armitage PD, Moss D, Wright JF, Furse MT. 1983. The performance of a new biological water-quality score system based on macroinvertebrates over a wide-range of unpolluted running-water site. *Water Res.*17:333-347.
- Arp, H.P, Ruus, A., Machen, A., Lillicrap, A. 2014. Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. Miljødirektoratets rapportserie M-241/2014
- Asplan Viak. 2002. Konsekvensutredning – Utvidelse av uttaksområdene i Gusdalen og Sundalen. Asplan Viak, februar 2002.
- Bruun, P. 2001. Bestandsituasjon for laks, aure og elvemusling i Åheimsvassdraget, Møre og Romsdal I 2001. Utredningsarbeid i forbindelse med uttaksområdene til A/S OLIVIN I Gusdalen og Sunndalen. Asplan Viak rapport, oppdragsnummer 702386. 23 s.
- Bergan, M.A., Nøst, T. H. & Berger, H. M. 2011. Laksefisk som indikator på økologisk tilstand og miljøkvalitet i lavereliggende småelver og bekker: Forslag til metodikk iht. vanndirektivet. NIVA-rapport L. NR. 6224-2011. 52 s.
- Bohlin, T, Hamrin, S., Heggberget, T. G., Rasmussen, G. & Saltveit, S. J. 1989. Electrofishing – Theory and practice with special emphasis on salmonids. – *Hydrobiologia* 173, 9-43.
- Direktiv 2009/90 EC, Technical specifications for chemical analysis and monitoring of water status, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, 3 sider.
- Frost, S., Huni, A., & Kershaw, W.E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. – *Canadian Journal of Zoology* 49: 167-173.
- Hawkes HA. 1998. Origin and development of the Biological Monitoring Working Party score system. *Water Res. Mar.*32:964-968.
- Hynes, H.B.N. 1960. *The Biology of Polluted Waters*. University of Liverpool Press, 202 s.

Sandlund (red.) mfl. 2013. Vannforskriften og fisk – forslag til klassifiseringssystem. Miljødirektoratets Rapport M 22-2013, 59 s.

Sægrov, H. mfl. 2010. Ferskvassbiologiske undersøkingar i Åheimsvassdraget i 2009. Rågådgivende Biologer AS, Rapport 1335. 17. Juli 2010. ISBN 978-82-7658-773-9.

Thorstad, E. B., Todd, C. D., Uglem, I., Bjørn, P. A., Gargan, P. G., Vollset, K. W., Halttunen, E., Kålås, S., Berg, M. og Finstad, B. (2015). Effects of salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* on wild sea trout *Salmo trutta*—a literature review. *Aquaculture Environment Interactions* 7, 91–113.

Thorstad, E. B., Todd, C. D., Uglem, I., Bjørn, P. A., Gargan, P. G., Vollset, K. W., Halttunen, E., Kålås, S., Berg, M. & Finstad, B. (2016). Marine life of the sea trout. *Marine Biology* 163, 1–19

Vannforskriften 2015. FOR-2006-12-15-1446, Forskrift om rammer for vannforvaltningen, www.lovdatab.no

Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. – *J. Wild. Managem.* 22. 82-90

Aanes, K. J., og M. A. Bergan 2016. Biologisk overvåking av Gaula ved Støren i 2015 knyttet til utslipp fra Norsk Kylling AS og Moøya renseanlegg. NIVA Rapport nr. 7059-2016. 45 s.

Vedlegg A. Fysisk-kjemiske analyseresultater

Tabell A1. pH. Resultater: Sibelco AS 2015 - 2016

Dato /Stasjon	1 A	1 B	2	3	4	5	6	7	8	10 A	11 B	12 C
18. 05. 2015	6,78	6,77	7,45	7,82	8,44	7,90	8,06	> 8,5	7,55	6,94	7,25	7,19
16. 06	6,75	6,82	7,39	7,74	> 8,5	7,88	7,95	> 8,5	7,44	7,02	7,52	7,31
14. 07	6,86	6,74	7,53	7,72	8,37	7,95	8,09	> 8,5	7,51	7,12	7,53	7,33
18. 08	7,21	6,79	7,62	7,53	8,43	8,14	8,23	> 8,5	7,85	7,45	7,69	7,61
16. 09	7,24	6,82	7,56		8,44	8,04	8,15	> 8,5	7,75	7,58	7,91	7,78
15. 10	7,12	6,74	7,58		8,40	8,09	8,15	> 8,5	7,86	7,57	7,79	7,73
18. 11	6,71	6,73	7,50	7,80	8,48	7,85	8,01	> 8,5	7,45	6,98	7,54	7,28
15. 12	6,74	6,64	7,27	7,63	8,22	7,69	7,87	> 8,5	7,57	7,09	7,69	7,45
27. 01. 2016	6,51	6,55	7,79	7,60	> 8,5	7,93	> 8,5	8,37	7,23	6,71	7,64	7,37
18. 02	6,98	6,69	7,39	7,61	8,19	7,90	7,88	< 8,5	7,70	7,30	7,73	7,56
15. 03	6,46	6,52	7,45	7,61	8,42	7,80	8,00	> 8,5	7,31	6,88	7,49	7,20
19. 04	6,42	6,39	7,38	7,51	> 8,5*	8,01	8,39	> 8,5	7,48	7,11	7,77	7,42
23. 05	6,57	6,67	7,34	7,62	8,36	7,88	7,96	> 8,5	7,26	6,71	7,07	6,94
21. 06	7,38	6,90	8,04		8,43	8,37	8,41	> 8,5	8,08	7,40	7,76	7,62
Middel	6,84	6,7	7,52	7,65	> 8,41	7,96	> 8,12	> 8,49	7,57	7,13	7,6	7,41
Min	6,42	6,39	7,27	7,51	8,19	7,69	7,87	8,37	7,55	6,71	7,07	6,94
Maks	7,38	6,9	8,04	7,82	> 8,5	8,37	> 8,5	> 8,5	8,08	7,58	7,91	7,78
n	14	14	14	11	14	14	14	14	14	14	14	14

*Intern metode 9,17

Tabell A2. Konduktivitet mS/m. Resultater: Sibelco AS 2015 – 2016

Dato /Stasjon	1 A	1 B	2	3	4	5	6	7	8	10 A	11 B	12 C
18. 05. 2015	2,53	3,49	5,71	13,0	31,8	10,8	14,1	26,2	5,87	2,91	4,26	3,79
16. 06	2,57	3,31	5,57	11,5	29,4	10,4	13,8	22,0	5,38	2,66	5,43	3,99
14. 07	2,66	3,22	6,84	14,2	31,3	11,9	17,5	25,4	5,43	2,94	6,03	4,38
18. 08	3,46	3,28	8,65	20,4	34,6	17,3	21,9	27,7	8,66	4,42	8,66	6,79
16. 09	3,94	3,17	7,02		35,9	14,5	18,4	25,1	10,3	5,67	9,74	8,61
15. 10	3,85	3,23	8,64		34,7	17,8	21,6	26,8	10,9	5,94	10,2	8,92
18. 11	2,98	3,39	6,42	11,9	27,4	10,5	14,4	23,5	5,93	3,35	6,53	4,75
15. 12	3,85	3,28	5,22	11,1	27,3	10,5	12,9	23,6	8,37	4,68	9,46	6,77

27. 01. 2016	2,94	3,17	7,36	8,94	20,5	12,5	13,4	15,5	4,35	2,97	5,83	4,38
18. 02	6,61	4,42	7,24	13,1	25,7	13,6	15,6	23,9	11,0	6,69	10,5	8,61
15. 03	6,11	4,79	9,79	11,6	26,4	12,7	18,0	19,4	7,31	6,25	9,05	7,48
19. 04	3,24	3,07	6,43	9,23	23,0	12,4	13,9	17,8	6,10	4,32	8,22	5,77
23. 05	3,06	3,39	5,69	15,1	30,7	10,9	14,1	24,3	4,68	2,66	3,86	3,18
21. 06	5,19	3,53	15,5		34,5	25,2	29,5	29,0	15,9	3,74	6,82	5,54
Middel	3,79	3,48	7,58	12,73	29,51	13,64	17,08	23,59	7,87	4,23	7,47	5,93
Min	2,53	3,07	5,71	8,94	20,5	10,4	12,9	15,5	4,35	2,66	3,86	3,18
Maks	6,61	4,79	15,5	20,4	35,9	25,2	29,5	29	15,9	6,69	10,5	8,92
n	14	14	14	11	14	14	14	14	14	14	14	14

Tabell A3. Fargetall mg/l Pt. Resultater: Sibelco AS 2015 – 2016

Dato /Stasjon	1 A	1 B	2	3	4	5	6	7	8	10 A	11 B	12 C
18. 05. 2015	18	22	22	41	2	24	20	4	11	21	21	21
16. 06												
14. 07	47	24	26	48	3	29	23	6	17	40	39	40
18. 08												
16. 09	28	26	25		3	29	24	3	13	22	20	21
15. 10												
18. 11	24	25	29	69	4	35	28	7	23	28	27	28
15. 12	14	26	26	44	4	27	23	5	14	16	16	17
27. 01. 2016	23	27	22	45	< 2	23	6	7	18	17	13	15
18. 02												
15. 03	12	23	23	43	4	30	20	7	14	15	15	16
19. 04												
23. 05	26	25	27	37	3	29	25	7	14	27	27	28
21. 06												
Middel	24	24,8	25	46,7	3	28,3	21,1	5,8	15,5	23,3	22,3	23,3
Min	12	22	22	37	< 2	23	6	3	11	15	13	15
Maks	47	27	29	69	4	35	28	7	23	40	39	40
n	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8

Tabell A4. Kalsium mg Ca/l. Resultater: Sibelco AS 2015 – 2016

Dato /Stasjon	1 A	1 B	2	3	4	5	6	7	8	10 A	11 B	12 C
18. 05. 2015	0,60	0,96	0,99	0,73	3,65	1,10	1,50	3,38	0,85	0,80	0,91	0,84
16. 06												
14. 07	0,53	0,694	0,885	0,789	3,13	1,05	1,61	3,36	0,673	0,706	1,02	0,804
18. 08												
16. 09	1,01	0,649	0,756		3,29	1,05	1,45	3,81	1,18	1,33	1,67	1,47
15. 10												
18. 11	0,493	0,763	0,884	0,588	3,33	0,983	1,47	2,95	0,758	0,646	0,976	0,783
15. 12	0,660	0,700	0,751	0,493	3,07	0,910	1,31	2,95	0,988	0,874	1,36	1,03
27. 01. 2016	0,445	0,635	1,50	0,409	4,63	1,12	2,85	2,08	0,568	0,525	1,00	0,733
18. 02												
15. 03	0,855	0,824	1,12	0,527	2,41	1,00	1,46	2,34	0,925	1,11	1,30	1,17
19. 04												
23. 05	0,460	0,698	0,776	0,679	3,05	0,974	1,30	3,12	0,556	0,540	0,659	0,568
21. 06												
Middel	0,63	0,74	0,96	0,6	3,32	1,02	1,62	3,00	0,81	0,82	1,11	0,93
Min	0,445	0,635	0,751	0,409	2,41	0,91	1,3	2,08	0,556	0,525	0,659	0,568
Maks	1,01	0,96	1,5	0,789	4,63	1,12	2,85	3,81	1,18	1,33	1,67	1,47
n	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8

Tabell A5. Tot – N µg N/l. Resultater: Sibelco AS 2015 – 2016

Dato /Stasjon	1 A	1 B	2	3	4	5	6	7	8	10 A	11 B	12 C
18. 05. 2015	79	134	180	149	1290	210	390	935	146	92	137	117
16. 06	84	98	131	150	1350	180	440	755	119	78	170	117
14. 07	135	118	205	149	1320	215	495	960	290	125	225	165
18. 08	190	149	240	585	2100	265	715	940	360	165	295	235
16. 09	180	144	225		1800	265	570	865	380	190	320	275
15. 10	131	144	260		1580	305	508	905	350	160	295	240
18. 11	109	136	320	245	985	330	485	1040	210	134	260	185
15. 12	109	142	195	205	945	230	365	1390	275	138	420	230
27. 01. 2016	210	195	345	265	560	355	580	610	315	180	255	220
18. 02	126	145	210	170	1390	245	495	1500	315	170	450	275
15. 03	122	175	365	210	2100	320	950	1015	210	155	340	255
19. 04	139	160	245	185	1000	410	515	765	275	160	320	225
23. 05	102	144	220	160	1330	245	445	810	135	120	160	137

21. 06	146	165	510		1460	350	615	1000	390	88	185	127
Middel	133	146	261	225	1372	280	541	964	269	140	274	200
Min	79	98	131	149	560	180	365	610	119	78	137	117
Maks	210	195	510		2100	410	950	1500	390	190	450	275
n	14	14	14	11	14	14	14	14	14	14	14	14

Tabell A6. Ammonium $\mu\text{g N/l}$. Resultater: Sibelco AS 2015 – 2016

Dato /Stasjon	1 A	1 B	2	3	4	5	6	7	8	10 A	11 B	12 C
18. 05. 2015	< 2	< 2	< 2	< 2	38	2	7	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
16. 06	2	2	< 2	< 2	83	4	21	2	< 2	< 2	< 2	< 2
14. 07	4	6	5	5	51	14	24	5	11	4	4	4
18. 08	11	7	10	50	270	18	71	5	28	6	10	9
16. 09	< 5	< 5	5		84	16	27	< 5	32	< 5	5	6
15. 10	< 5	5	5		6	28	22	< 5	20	6	7	5
18. 11	5	5	6	9	46	12	20	50	8	< 5	11	6
15. 12	7	8	8	10	39	17	20	71	14	10	24	15
27. 01. 2016	13	8	7	7	18	18	11	14	35	7	9	9
18. 02	9	8	7	7	260	24	77	97	14	12	34	21
15. 03	5	< 5	< 5	< 5	650	6	220	193	< 5	< 5	45	13
19. 04	< 5	< 5	< 5	< 5	30	6	12	24	< 5	< 5	9	< 5
23. 05	6	< 5	6	7	11	13	12	< 5	5	7	7	5
21. 06	< 5	< 5	< 5		< 5	15	9	< 5	5	< 5	< 5	< 5
Middel	5,2	4,5	4,9	9,3	113,5	13,8	39,5	33,7	12,8	4,75	12,1	7,1
Min	< 2	< 2	< 2	< 2	< 5	2	7	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Maks	13	8	10	50	650	28	220	193	35	12	45	21
n	14	14	14	11	14	14	14	14	14	14	14	14

Tabell A7. Tot – P $\mu\text{g P/l}$. Resultater: Sibelco AS 2015 – 2016

Dato /Stasjon	1 A	1 B	2	3	4	5	6	7	8	10 A	11 B	12 C
18. 05. 2015	3	4	4	6	< 1	2	2	3	2	1	2	2
16. 06												
14. 07	3	3	2	2	1	2	2	1	13	4	3	4
18. 08												
16. 09	3	3	3		1	2	2	2	10	3	3	3
15. 10	2	2	2	3	1	2	2	1	4	2	2	1

18. 11	2	2	3	2	2	3	2	2	6	3	2	2
15. 12												
27. 01. 2016	11	8	10	9	30	32	20	8	25	8	8	8
18. 02												
15. 03	2	3	3	2	1	2	2	2	4	3	2	3
19. 04	2	2	2	2	< 1	2	2	1	3	3	3	2
23. 05	2	2	2	2	< 1	2	2	1	3	3	3	2
21. 06												
Middel	3,3	3,2	3,4	3,5	4,2	5,4	4	2,3	7,8	3,3	3,1	3
Min	2	2	2	2	< 1	2	2	1	2	1	2	1
Maks	11	8	10		30	32	20	8	25	8	8	8
n	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabell A8. Kvikksølv µg Hg/l. Resultater: Sibelco AS 2015 – 2016

Dato /Stasjon	1 A	1 B	2	3	4	5	6	7	8	10 A	11 B	12 C
18. 05. 2015	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
16. 06												
14. 07	0,002	0,001*	<0,001	0,002*	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
18. 08												
16. 09	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
15. 10												
18. 11	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
15. 12	0,003*	0,003*	0,003*	<0,001	0,003*	0,004*	0,004*	0,003*	0,002*	0,003*	<0,001	0,003*
27. 01. 2016*	<0,001	<0,001	0,001*	0,003	<0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	<0,001	<0,001
18. 02												
15. 03	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
19. 04												
23. 05	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
21. 06												
Middel							0,0011					
Min	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Maks*	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,003	0,002	0,003	0,001	0,001
n	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8

* Eurofins - ikke omfattet av akkrediteringen (NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA Test 003)

Tabell A9. Arsen $\mu\text{g As/l}$. Resultater: Sibelco AS 2015 – 2016

Dato /Stasjon	1 A	1 B	2	3	4	5	6	7	8	10 A	11 B	12 C
18. 05. 2015	0,031	0,036	0,027	0,043	0,032	0,028	0,041	<0,025	<0,025	0,025	<0,025	0,028
16. 06												
14. 07	0,065	0,033	0,043	0,062	0,044	0,049	0,047	0,03	0,029	0,034	0,042	0,043
18. 08												
16. 09	0,056	0,044	< 0,025		0,042	0,040	0,036	0,048	0,05	0,04	0,053	0,042
15. 10	0,038	0,045	0,044		0,03	0,040	0,037	0,041	0,038	0,032	0,037	0,043
18. 11	0,044	0,031	0,042	0,046	0,04	0,054	0,055	0,04	0,059	0,033	0,033	0,039
15. 12	0,038	0,042	0,04	0,040	0,033	0,042	0,045	<0,025	0,046	0,026	<0,025	0,036
27. 01. 2016	< 0,025	< 0,025	0,044	0,036	0,077	0,054	0,10	<0,025	0,034	<0,025	0,025	<0,025
18. 02												
15. 03	0,033	0,031	0,029	0,059	0,037	<0,025	0,033	0,034	<0,025	<0,025	<0,025	0,029
19. 04												
23. 05	0,031	< 0,025	0,026	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,033	< 0,025	< 0,025	< 0,025
21. 06												
Middel	0,039	0,032	0,47	0,043	0,039	0,037	0,045	0,027	0,035	0,024	0,027	0,032
Min	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
Maks	0,065	0,045	4,00	0,062	0,077	0,054	0,100	0,048	0,059	0,04	0,053	0,043
N	9	9	9	7	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabell A10. Bly $\mu\text{g Pb/l}$. Resultater: Sibelco AS 2015 – 2016

Dato /Stasjon	1 A	1 B	2	3	4	5	6	7	8	10 A	11 B	12 C
18. 05. 2015	0,023	0,017	0,013	0,024	0,006	0,015	0,012	<0,005	0,005	0,021	0,019	0,020
16. 06												
14. 07	0,042	0,034	0,026	0,016	0,006	0,018	0,013	<0,005	0,014	0,047	0,04	0,043
18. 08												
16. 09	0,022	0,041	0,025		<0,005	0,015	0,014	0,01	0,013	0,03	0,022	0,022
15. 10	0,023	0,041	0,017		<0,005	0,012	0,007	<0,005	0,005	0,022	0,017	0,019
18. 11	0,031	0,035	0,032	0,038	0,025	0,032	0,033	0,011	0,023	0,047	0,038	0,044
15. 12	0,014	0,041	0,025	0,022	0,007	0,018	0,022	0,007	0,011	0,023	0,021	0,031
27. 01. 2016	0,035	0,043	0,233	0,054	0,470	0,277	0,463	0,088	0,042	0,05	0,134	0,127
18. 02												
15. 03	0,018	0,034	0,027	0,019	0,044	0,0230	0,029	0,013	0,026	0,042	0,029	0,032
19. 04												
23. 05	0,027	0,033	0,026	0,011	0,007	0,02	0,021	0,007	0,02	0,049	0,045	0,046

21. 06												
Middel	0,026	0,035	0,047	0,026	0,063	0,048	0,068	0,016	0,018	0,037	0,041	0,043
Min	0,014	0,017	0,013	0,011	<0,005	0,012	0,007	<0,005	0,005	0,021	0,017	0,019
Maks	0,042	0,043	0,233	0,054	0,47	0,277	0,463	0,088	0,042	0,05	0,134	0,127
N	9	9	9	7	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabell A11. Kadmium $\mu\text{g Cd/l}$. Resultater: Sibelco AS 2015 – 2016

Dato /Stasjon	1 A	1 B	2	3	4	5	6	7	8	10 A	11 B	12 C
18. 05. 2015	<0,0030	0,0033	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	0,0030	<0,0030	0,038
16. 06												
14. 07	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
18. 08												
16. 09	<0,0030	<0,0030	<0,0030		<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
15. 10	<0,0030	<0,0030	<0,0030		<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
18. 11	<0,0030	<0,0030	0,0031	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
15. 12	<0,0030	0,009	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	0,011
27. 01. 2016	0,0078	0,0046	0,0046	<0,0030	0,0050	0,0065	0,0078	0,0031	0,0046	0,0059	0,006	0,0051
18. 02												
15. 03	0,0031	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	0,0042	0,0045	0,0052
19. 04	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
23. 05												
21. 06												
Middel	0,0024	0,0029	0,0020				0,0022			0,0024	0,0023	0,0036
Min	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
Maks	0,0078	0,009	0,0046	<0,0030	0,0050	0,0065	0,0078	0,0031	0,0046	0,0059	0,006	0,038
N	9	9	9	7	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabell A12. Kobber $\mu\text{g Cu/l}$. Resultater: Sibelco AS 2015 – 2016

Dato /Stasjon	1 A	1 B	2	3	4	5	6	7	8	10 A	11 B	12 C
18. 05. 2015	0,25	0,15	0,16	0,38	0,094	0,19	0,18	0,16	0,23	0,22	0,20	0,21
16. 06												
14. 07	0,40	0,21	0,21	0,43	0,15	0,24	0,22	0,22	0,33	0,32	0,32	0,33
18. 08												
16. 09	0,32	0,20	0,18		0,14	0,23	0,21	0,45	0,39	0,27	0,28	0,27
15. 10	0,25	0,20	0,22		0,14	0,24	0,21	0,32	0,38	0,25	0,25	0,23
18. 11	0,26	0,18	0,21	0,41	0,30	0,31	0,30	0,34	0,37	0,25	0,26	0,31

15. 12	0,16	0,17	0,19	0,30	0,15	0,23	0,20	0,34	0,35	0,18	0,21	0,22
27. 01. 2016	0,27	0,23	2,07	0,30	4,55	2,05	4,44	0,72	0,40	0,25	1,08	0,92
18. 02												
15. 03	0,13	0,18	0,21	0,24	0,46	0,24	0,33	0,17	0,27	0,17	0,19	0,23
19. 04												
23. 05	0,23	0,19	0,19	0,37	0,13	0,21	0,21	0,21	0,27	0,25	0,22	0,26
21. 06												
Middel	0,25	0,19	0,4	0,35	0,68	0,44	0,7	0,33	0,33	0,24	0,33	0,33
Min	0,13	0,15	0,16	0,24	0,094	0,19	0,18	0,16	0,23	0,17	0,19	0,21
Maks	0,4	0,23	2,07	0,43	4,55	2,05	4,44	0,72	0,4	0,32	1,08	0,92
n	9	9	9	7	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabell A13. Krom $\mu\text{g Cr/l}$. Resultater: Sibelco AS 2015 – 2016

Dato /Stasjon	1 A	1 B	2	3	4	5	6	7	8	10 A	11 B	12 C
18. 05. 2015	0,075	0,084	0,10	0,25	0,19	0,15	0,14	0,21	0,10	0,090	0,096	0,038
16. 06												
14. 07	0,17	0,089	0,14	0,33	0,49	0,22	0,38	0,23	0,11	0,14	0,16	0,18
18. 08												
16. 09	0,12	0,10	0,13		0,40	0,20	0,24	0,26	0,18	0,10	0,13	0,14
15. 10	0,09	0,13	0,14		0,31	0,26	0,25	0,27	0,17	0,13	0,14	0,14
18. 11	0,11	0,10	0,23	0,48	2,71	0,34	1,01	0,40	0,14	0,12	0,22	0,24
15. 12	0,065	0,09	0,11	0,34	0,56	0,18	0,29	0,24	0,14	0,089	0,16	0,14
27. 01. 2016	0,08	0,098	11,3	0,53	15,6	5,08	15,8	5,43	0,15	0,10	5,98	4,39
18. 02												
15. 03	0,06	0,083	0,24	0,28	2,82	0,22	1,16	0,25	0,11	0,078	0,16	0,15
19. 04												
23. 05	0,074	0,088	0,18	0,21	0,88	0,23	0,36	0,45	0,092	0,11	0,14	0,11
21. 06												
Middel	0,094	0,096	1,4	0,35	2,66	0,76	2,18	0,86	0,13	0,11	0,8	0,61
Min	0,06	0,083	0,1	0,21	0,19	0,15	0,14	0,21	0,092	0,078	0,096	0,038
Maks	0,17	0,13	11,3	0,53	15,6	5,08	15,8	5,43	0,18	0,14	5,98	4,39
n	9	9	9	7	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabell A14. Nikkel $\mu\text{g Ni/l}$. Resultater: Sibelco AS 2015 – 2016

Dato /Stasjon	1 A	1 B	2	3	4	5	6	7	8	10 A	11 B	12 C
---------------	-----	-----	---	---	---	---	---	---	---	------	------	------

18. 05. 2015	1,12	0,98	3,41	39,6	3,08	6,79	6,15	2,97	4,51	1,30	1,67	1,72
16. 06	1,91	1,07	4,90	42,7	13,4	10,2	10,7	3,28	7,48	2,17	3,15	3,24
14. 07	2,41	1,13	6,12	52,5	6,87	10,1	11,0	2,58	4,72	2,70	3,32	3,51
18. 08	2,36	1,18	6,47	98,5	4,35	10,8	9,20	2,11	5,40	2,60	3,29	3,43
16. 09	2,25	1,15	5,17		5,41	10,0	9,18	2,17	6,65	3,06	3,75	4,11
15. 10	1,89	1,22	6,44		4,45	11,5	9,71	2,64	6,22	3,02	3,74	4,03
18. 11	1,42	1,02	7,72	47,7	23,8	14,8	17,3	3,74	9,21	2,88	4,07	4,30
15. 12	1,31	1,06	4,51	35,9	7,05	9,47	8,91	3,19	10,3	2,74	3,85	4,09
27. 01. 2016	1,57	1,25	119	33,9	377	67,1	365	32,9	7,23	2,45	63,1	49,6
18. 02	1,48	1,05	4,76	28,7	17,8	11,2	12,6	4,91	11,8	3,57	4,84	5,19
15. 03	1,36	1,29	9,45	33,6	33,4	15,6	22,3	4,09	7,66	2,83	4,29	4,44
19. 04	2,06	1,23	24,0	37,0	1270	119	518	276	13,4	6,36	86,8	31,3
23. 05	1,42	1,08	5,21	49,9	8,62	9,04	8,75	3,63	4,12	1,53	1,97	1,88
21. 06	1,8	1,0	10		4,6	14	13	2,0	6,1	1,6	2,0	2,1
Middel	1,74	1,12	15,51	41,7	127,1	22,83	73	24,73	7,49	2,77	13,56	8,78
Min	1,12	0,98	3,41	28,7	3,08	6,79	6,15	2	4,12	1,3	1,67	1,72
Maks	2,41	1,29	119	98,5	1270	119	518	276	13,4	6,36	86,8	49,6
n	14	14	14	12	14	14	14	14	14	14	14	14

Tabell A15. Sink µg Zn/l. Resultater: Sibelco AS 2015 – 2016

Dato /Stasjon	1 A	1 B	2	3	4	5	6	7	8	10 A	11 B	12 C
18. 05. 2015	0,65	0,47	0,26	0,46	< 0,15	0,28	< 0,15	< 0,15	0,22	0,66	0,50	0,56
16. 06												
14. 07	0,53	0,49	0,39	0,17	< 0,15	< 0,15	0,27	0,17	0,71	0,59	0,62	0,77
18. 08												
16. 09	0,40	0,45	0,19		< 0,15	0,22	0,17	< 0,15	< 0,15	0,30	0,31	0,22
15. 10	0,39	0,57	0,27		< 0,15	0,25	< 0,15	0,18	0,17	0,37	0,36	0,31
18. 11	0,49	0,52	0,44	0,40	0,60	0,36	0,45	0,19	0,46	0,77	0,70	1,2
15. 12	0,43	0,48	0,47	0,22	< 0,15	0,34	0,28	< 0,15	0,31	0,61	0,43	0,56
27. 01. 2016	0,62	0,96	3,7	0,43	8,9	2,9	8,6	1,3	0,53	0,85	2,3	2,1
18. 02												
15. 03	0,96	1,6	0,77	0,29	0,81	0,43	0,60	0,30	0,69	1,9	1,1	20,6*
19. 04												
23. 05	0,66	0,69	0,58	0,37	< 0,15	0,45	0,44	0,21	0,33	0,85	0,81	0,75
21. 06												
Middel	0,57	0,69	0,79	0,33	1,2	0,6	1,22	0,29	0,39	0,77	0,79	3,01*
Min	0,39	0,45	0,19	0,17	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	0,3	0,31	0,22

Maks	0,96	1,6	3,7	0,46	8,9	2,9	8,6	1,3	0,71	1,9	2,3	20,6
n	9	9	9	7	9	9	9	9	9	9	9	9

* Kontaminert prøve ? Uten denne observasjonen blir midlere verdi 0,81 µg Zn/l

Resultater 2015: Suspendert tørrstoff STS, gløderest (mineralsk materiale) og organisk innhold mg/l. * ingen vannføring

Stasjon 1A. Resultater STS mg/l				Stasjon 1B. Resultater STS mg/l				Stasjon 2. Resultater STS mg/l			
Dato	Totalt	Mineralsk	Organisk	Dato	Totalt	Mineralsk	Organisk	Dato	Totalt	Mineralsk	Organisk
18. 05. 15	0,4	0,3	0,1	18. 05. 15	0,1	0,0	0,1	18. 05. 15	0,3	0,0	0,3
16. 06	0,0	0,0	0,0	16. 06	0,2	0,0	0,2	16. 06	0,6	0,0	0,6
14. 07	0,3	0,0	0,3	14. 07	0,5	0,0	0,5	14. 07	0,9	0,0	0,9
18. 08	1,0	0,4	0,6	18. 08	0,6	0,0	0,6	18. 08	0,4	0,0	0,4
16. 09	0,2	0,0	0,2	16. 09	0,7	0,1	0,6	16. 09	0,8	0,2	0,6
15. 10	0,2	0,0	0,2	15. 10	0,6	0,0	0,6	15. 10	0,3	0,1	0,2
18. 11	0,6	0,3	0,3	18. 11	0,4	0,1	0,3	18. 11	1,9	1,3	0,6
15. 12	0,4	0,0	0,4	15. 12	0,6	0,1	0,5	15. 12	1,4	0,8	0,6
27. 01. 16	0,9	0,0	0,9	27. 01. 16	1,3	0,2	1,1	27. 01. 16	169,5	154,3	15,2
18. 02	0,2	0,0	0,2	18. 02	0,4	0,1	0,3	18. 02	1,0	0,2	0,8
15. 03	0,4	0,4	0,0	15. 03	0,4	0,0	0,4	15. 03	1,4	1,0	0,4
19. 04	0,5	0,0	0,5	19. 04	1,0	0,1	0,9	19. 04	14,6	13,3	1,3
23. 05	0,2	0,0	0,2	23. 05	0,4	0,0	0,4	23. 05	0,7	0,1	0,6
21. 06	0,3	0,1	0,2	21. 06	2,2	1,2	1,0	21. 06	0,7	0,0	0,7
Middel	0,4	0,11	0,3	Middel	0,67	0,14	0,54	Middel	13,9	12,2	1,66
Min	0	0	0	Min	0,1	0	0,1	Min	0,3	0	0,2
Maks	1	0,4	0,9	Maks	2,2	1,2	1,1	Maks	154,3	15,2	154,3
N	14	14	14	N	14	14	14	N	14	14	14

Stasjon 3. Resultater STS mg/l				Stasjon 4. Resultater STS mg/l				Stasjon 5. Resultater STS mg/l			
Dato	Totalt	Mineralsk	Organisk	Dato	Totalt	Mineralsk	Organisk	Dato	Totalt	Mineralsk	Organisk
18. 05. 15	0,0	0,0	0,0	18. 05. 15	0,5	0,0	0,5	18. 05. 15	0,4	0,0	0,4
16. 06	2,6	1,3	1,2	16. 06	6,2	5,1	1,1	16. 06	1,1	0,6	0,6
14. 07	0,2	0,0	0,2	14. 07	4,7	4,1	0,6	14. 07	0,5	0,0	0,5
18. 08	268,7	177,7	91,0	18. 08	1,1	0,5	0,6	18. 08	0,7	0,0	0,7
16. 09 *	-	-	-	16. 09	1,1	0,4	0,7	16. 09	0,8	0,1	0,7
15. 10 *	-	-	-	15. 10	0,4	0,0	0,4	15. 10	0,8	0,0	0,8
18. 11	0,8	0,1	0,7	18. 11	13,9	12,8	1,1	18. 11	4,1	3,4	0,7

15. 12	0,7	0,1	0,6	15. 12	2,8	2,4	0,4	15. 12	1,9	1,1	0,8
27. 01. 16	1,2	0,4	0,8	27. 01. 16	631,3	607,3	24,0	27. 01. 16	67,7	62,7	5,0
18. 02	0,2	0,1	0,1	18. 02	9,2	9,0	0,2	18. 02	1,4	1,1	0,3
15. 03	0,2	0,0	0,2	15. 03	15,1	14,3	0,8	15. 03	1,2	0,8	0,4
19. 04	1,2	0,4	0,8	19. 04	1478,0	1433,3	44,7	19. 04	157,8	148,0	9,8
23. 05	0,0	0,0	0,0	23. 05	2,4	1,4	1,0	23. 05	0,8	0,6	0,2
21. 06*	-	-	-	21. 06	0,4	0,0	0,4	21. 06	0,3	0,0	0,3
Middel	19,7	12,9	6,8	Middel	154,8	149,3	5,5	Middel	17,1	15,6	1,5
Min	0	0	0	Min	0,4	0	0,2	Min	0,3	0	0,2
Maks	268,7	177,7	91	Maks	1478	1433,3	44,7	Maks	157,8	148	9,8
N	11	11	11	N	14	14	14	N	14	14	14

Stasjon 6. Resultater STS mg/l				Stasjon 7. Resultater STS mg/l				Stasjon 8. Resultater STS mg/l			
Dato	Totalt	Mineralsk	Organisk	Dato	Totalt	Mineralsk	Organisk	Dato	Totalt	Mineralsk	Organisk
18. 05. 15	1,8	1,4	0,4	18. 05. 15	7,1	6,6	0,5	18. 05. 15	0,0	0,0	0,0
16. 06	2,0	0,3	1,7	16. 06	0,8	0,4	0,3	16. 06	0,3	0,0	0,3
14. 07	1,2	0,8	0,4	14. 07	0,3	0,0	0,3	14. 07	0,6	0,5	0,1
18. 08	0,6	0,0	0,6	18. 08	0,7	0,0	0,7	18. 08	0,5	0,0	0,5
16. 09	1,4	0,4	1,0	16. 09	0,3	0,0	0,3	16. 09	0,6	0,3	0,3
15. 10	0,8	0,3	0,5	15. 10	0,9	0,4	0,5	15. 10	0,4	0,0	0,4
18. 11	6,0	5,6	0,4	18. 11	1,3	0,3	1,0	18. 11	1,1	0,6	0,5
15. 12	2,3	1,6	0,7	15. 12	1,0	0,0	1,0	15. 12	1,0	0,0	1,0
27. 01. 16	473,5	437	36,5	27. 01. 16	26,8	25,8	1,0	27. 01. 16	1,8	0,8	1,0
18. 02	3,2	3,0	0,2	18. 02	1,6	1,2	0,4	18. 02	0,1	0,0	0,1
15. 03	6,9	6,2	0,7	15. 03	2,2	2,2	0,0	15. 03	0,8	0,1	0,7
19. 04	419,3	392,0	27,3	19. 04	193,0	180,7	12,3	19. 04	7,7	3,0	4,7
23. 05	1,1	0,4	0,7	23. 05	0,9	0,3	0,6	23. 05	0,8	0,2	0,6
21. 06	0,6	0,0	0,6	21. 06	0,2	0,0	0,2	21. 06	1,5	0,2	1,3
Middel	65,8	60,6	5,1	Middel	16,9	15,6	1,4	Middel	1,2	0,4	0,8
Min	0,6	0	0,2	Min	0,2	0	0	Min	0	0	0
Maks	473,5	437	36,5	Maks	193	180,7	12,3	Maks	7,7	3	4,7
N	14	14	14	N	14	14	14	N	14	14	14

Stasjon 10. Resultater STS	Stasjon 11. Resultater STS	Stasjon 12. Resultater STS
----------------------------	----------------------------	----------------------------

Dato	Totalt	Mineralsk	Organisk	Dato	Totalt	Mineralsk	Organisk	Dato	Totalt	Mineralsk	Organisk
18. 05. 15	0,0	0,0	0,0	18. 05. 15	1,1	0,0	0,1	18. 05. 15	0,2	0,0	0,2
16. 06	0,3	0,0	0,3	16. 06	0,9	0,2	0,7	16. 06	0,7	0,0	0,7
14. 07	0,4	0,0	0,4	14. 07	0,6	0,0	0,6	14. 07	0,7	0,0	0,7
18. 08	0,4	0,0	0,4	18. 08	0,4	0,0	0,4	18. 08	0,4	0,0	0,4
16. 09	0,1	0,0	0,1	16. 09	0,3	0,0	0,3	16. 09	0,2	0,1	0,1
15. 10	0,0	0,0	0,0	15. 10	0,3	0,0	0,3	15. 10	0,3	0,0	0,3
18. 11	0,7	0,1	0,6	18. 11	1,0	0,8	0,2	18. 11	0,8	0,6	0,2
15. 12	0,4	0,0	0,4	15. 12	0,6	0,6	0,0	15. 12	0,4	0,2	0,2
27. 01. 16	0,9	0,0	0,9	27. 01. 16	73,4	70,0	3,4	27. 01. 16	42,0	40,8	1,2
18. 02	0,1	0,0	0,1	18. 02	0,8	0,6	0,2	18. 02	0,5	0,4	0,1
15. 03	0,6	0,0	0,6	15. 03	1,1	1,0	0,1	15. 03	0,4	0,3	0,1
19. 04	1,8	0,4	1,4	19. 04	58,8	58,8	0,0	19. 04	18,7	17,4	1,3
23. 05	0,3	0,0	0,3	23. 05	0,6	0,2	0,4	23. 05	0,3	0,1	0,2
21. 06	0,6	0,0	0,6	21. 06	0,4	0,1	0,3	21. 06	0,2	0,0	0,2
Middel	0,5	0,04	0,5	Middel	10	9,45	0,5	Middel	4,7	4,3	0,4
Min	0	0	0	Min	0,3	0	0	Min	0,2	0	0,1
Maks	1,8	0,4	1,4	Maks	73,4	70,0	3,4	Maks	42	40,8	1,3
N	14	14	14	N	14	14	14	N	14	14	14

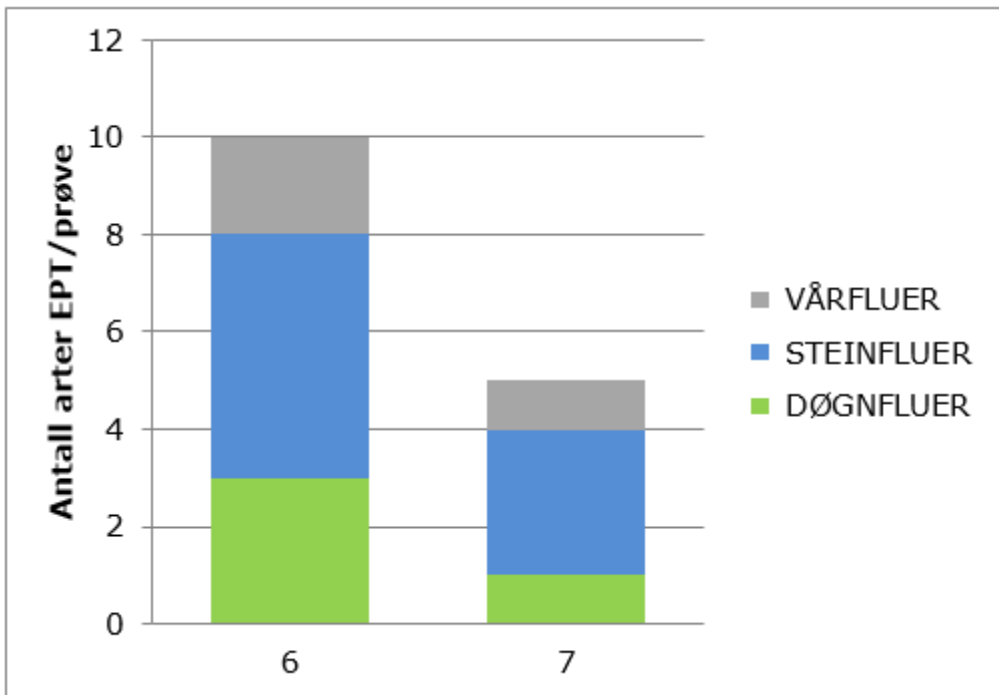
Vedlegg B. Artslister bunndyrundersøkelser

Gusdalselva 19.05.2015	A/10	B/11	C/12
Annelida (Bløtdyr)	0	0	0
Oligochaeta	1	24	8
Arachnidae (Edderkoppdyr)	0	0	0
Acari	32	160	32
Ephemeroptera (Døgnfluer)	0	0	0
Centroptilum luteolum	0	0	32
Baetis sp.	16	16	256
Alainites muticus	4	0	0
Nigrobaetis niger	8	3	48
Baetis rhodani	496	1408	512
Epheremella aurivilli	8	1	11
Plecoptera (Steinfluer)	0	0	0
Isoperla obscura/grammatica	2	1	2
Siphonoperla burmeisteri	0	0	3
Brachyptera risi	1	56	5
Amphinemura borealis	12	24	80
Amphinemura sulcicollis	8	8	1
Protonemura meyeri	0	0	2
Coleoptera (Biller)	0	0	0
Elmidae, juvenile	128	32	256
Elmis aenea	16	16	0
Trichoptera (Vårfluer)	0	0	0
Trichoptera ubestemt	0	0	2
Rhyacophila nubila	1	7	0
Glossosoma sp	0	8	0
Agapetus ochripes	16	48	64
Hydroptila sp.	0	0	32
Ithytrichia lamellaris	4	0	2
Oxyethira sp	8	8	8
Polycentropodidae	0	8	24
Plectrocnemia conspersa	0	0	8
Polycentropus flavomaculatus	4	2	8
Hydropsyche sp	0	4	0
Hydropsyche siltalai	4	0	0
Hydropsyche pellucidula	1	2	4
Limnephilidae sp.	32	0	2
Apatania sp.	0	0	1
Diptera (Tovinger)	0	0	0
Tovingelarver ubest	128	96	16
Psychodidae	0	0	0
Tipula sp.	0	0	2
Tipulidae/Limoniidae	16	80	16
Simuliidae	1	24	8
Ceratopogonidae	1	2	0
Chironomidae	3200	2944	1280
Sum antall bunndyr per R-3	4148	4982	2725

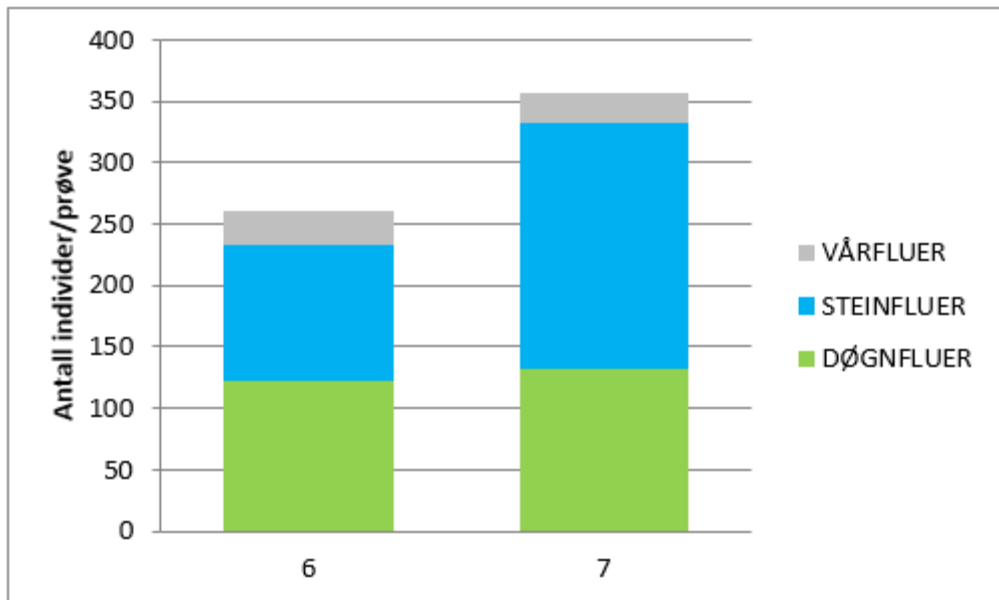
Gusdalselva 20.10.2015	A/10	B/11	C/12
Gastropoda (Snegler)	0	0	0
Planorbidae	0	0	1
Annelida (Bløtdyr)	0	0	0
Oligochaeta	256	128	128
Arachnida (Edderkoppdyr)	0	0	0
Acari	128	8	128
Ephemeroptera (Døgnfluer)	0	0	0
Centroptilum luteolum	16	0	136
Baetis sp.	1408	1280	640
Nigrobaetis niger	640	96	256
Baetis rhodani	1792	1536	1152
Leptophlebiidae	0	0	3
Epheremella aurivilli	16	12	1
Plecoptera (Steinfluer)	0	0	0
Diura nanseni	10	4	1
Isoperla sp.	72	4	0
Taeniopteryx nebulosa	2	0	0
Brachyptera risi	768	144	1
Amphinemura sp	1888	112	112
Amphinemura sulcicollis	32	0	0
Nemouridae	0	1	0
Protonemura meyeri	40	16	88
Capniidae	0	0	0
Capnia sp	32	24	0
Leuctra hippopus	120	8	8
Coleoptera (Biller)	0	0	0
Elmidae, juvenile	128	16	384
Elmis aenea	8	12	2
Hydraenidae	0	4	0
Trichoptera (Vårfluer)	0	0	0
Trichoptera ubestemt	0	0	1
Rhyacophila nubila	56	64	28
Glossosoma sp	2	3	1
Agapetus ochripes	64	2	160
Hydroptila sp.	24	0	1
Oxyethira sp	4	1	8
Polycentropodidae	16	1	80
Plectrocnemia conspersa	8	12	1
Polycentropus flavomaculatus	1	4	4
Hydropsyche sp	64	2	208
Hydropsyche siltalai	0	0	1
Hydropsyche pellucidula	96	1	0
Lepidostoma hirtum	16	0	4
Limnephilidae sp.	2	0	1
Potamophylax sp.	0	0	1
Diptera (Tovinger)	0	0	0
Tovingelarver ubest	128	0	16
Psychodidae	0	4	0
Tipula sp.	8	1	16
Tipulidae/Limoniidae	160	80	128
Simuliidae	80	128	16
Ceratopogonidae	0	4	16
Chironomidae	4992	1024	3840
Sum antall bunndyr per R-3	13077	4736	7572

Tilsigbekker 21.10. 2015	St. 2	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
Annelida (Bløtdyr)	0	0	0	0	0
Oligochaeta	128	1	160	2	128
Arachnida (Edderkoppdyr)	0	0	0	0	0
Acari	16	24	64	16	0
Ephemeroptera (Døgnfluer)	0	0	0	0	0
Centroptilum luteolum	8	0	0	0	0
Baetis sp.	2496	576	1024	1200	320
Nigrobaetis niger	384	0	0	3	0
Baetis rhodani	2880	1536	1280	976	1472
Plecoptera (Steinfluer)	0	0	0	0	0
Diura nanseni	2	0	0	0	0
Isoperla sp.	20	0	0	0	0
Isoperla difformis	120	0	1	0	0
Siphonoperla burmeisteri	16	0	0	0	0
Taeniopteryx nebulosa	4	0	0	0	0
Brachyptera risi	2944	192	768	1024	576
Amphinemura sp	448	0	32	0	0
Amphinemura sulcicollis	48	0	16	0	0
Nemouridae	0	0	0	16	0
Nemoura sp	0	0	0	0	2
Protonemura meyeri	20	0	112	224	4
Capnia sp	0	0	0	0	20
Capniopsis schilleri	9	0	0	0	0
Leuctra sp	0	0	0	4	0
Leuctra hippopus	56	0	12	0	0
Coleoptera (Biller)	0	0	0	0	0
Coleoptera indet (larve)	48	0	4	0	0
Elmidae, juvenile	32	24	64	26	0
Elmis aenea	0	0	16	4	0
Hydraenidae	32	24	0	8	0
Hydraenidae, cf. Limnebius sp.	0	0	0	1	0
Trichoptera (Vårfluer)	0	0	0	0	0
Rhyacophila nubila	40	3	16	24	88
Glossosoma sp	0	0	0	5	0
Agapetus ochripes	0	0	2	0	0
Polycentropodidae	8	0	0	0	0
Plectrocnemia conspersa	2	0	0	0	0
Polycentropus flavomaculatus	0	0	1	0	0
Hydropsyche sp	16	0	16	1	0
Hydropsyche siltalai	2	3	1	1	0
Lepidostoma hirtum	8	6	0	0	0
Limnephilidae sp.	36	0	8	0	1
Leptoceridae sp	0	0	1	0	0
Diptera (Tovinger)	0	0	0	0	0
Tovingelarver ubest	0	768	256	0	192
Psychodidae	48	0	0	0	0
Tipula sp.	12	3	16	1	6
Tipulidae/Limoniidae	96	0	8	39	256
Simuliidae	2240	0	160	338	1
Ceratopogonidae	192	12	0	6	0
Chironomidae	1088	1536	256	288	4032
Sum antall bunndyr per R-3	13499	4708	4294	4207	7098

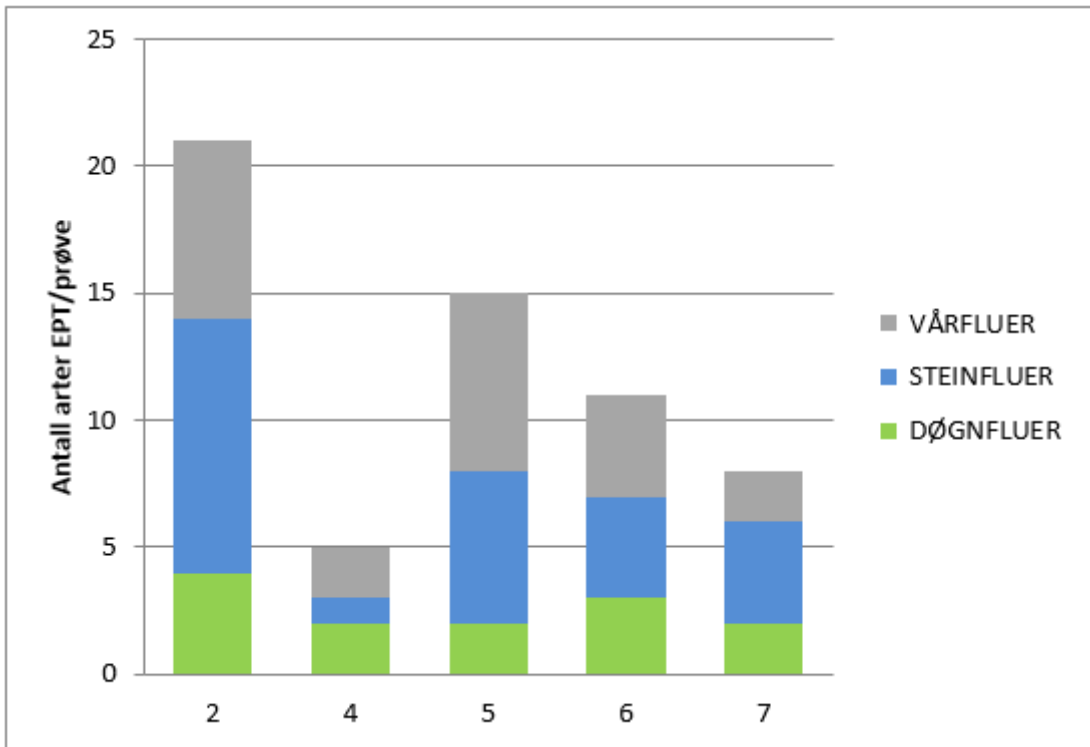
Vedlegg C. Figurer bunndyrsamfunn tilløpsbekker



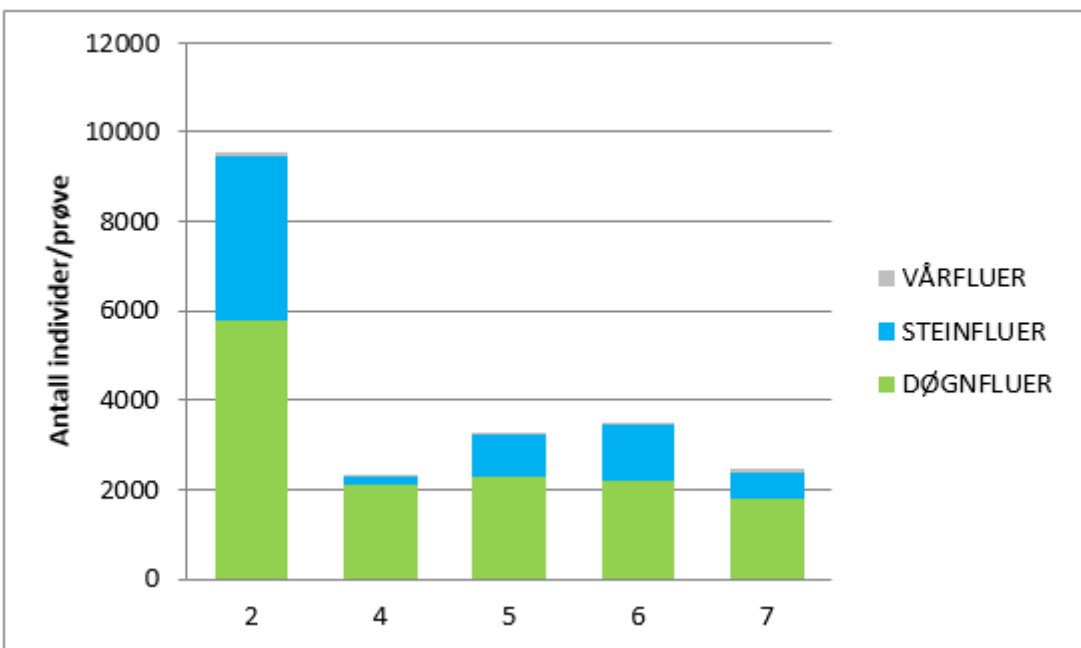
Figur C1. Antall ulike døgn-, stein- og vårfluer (EPT) per prøve på stasjon 6 og 7 i tilløpsbekker til GUSDALSELVA, mai 2015.



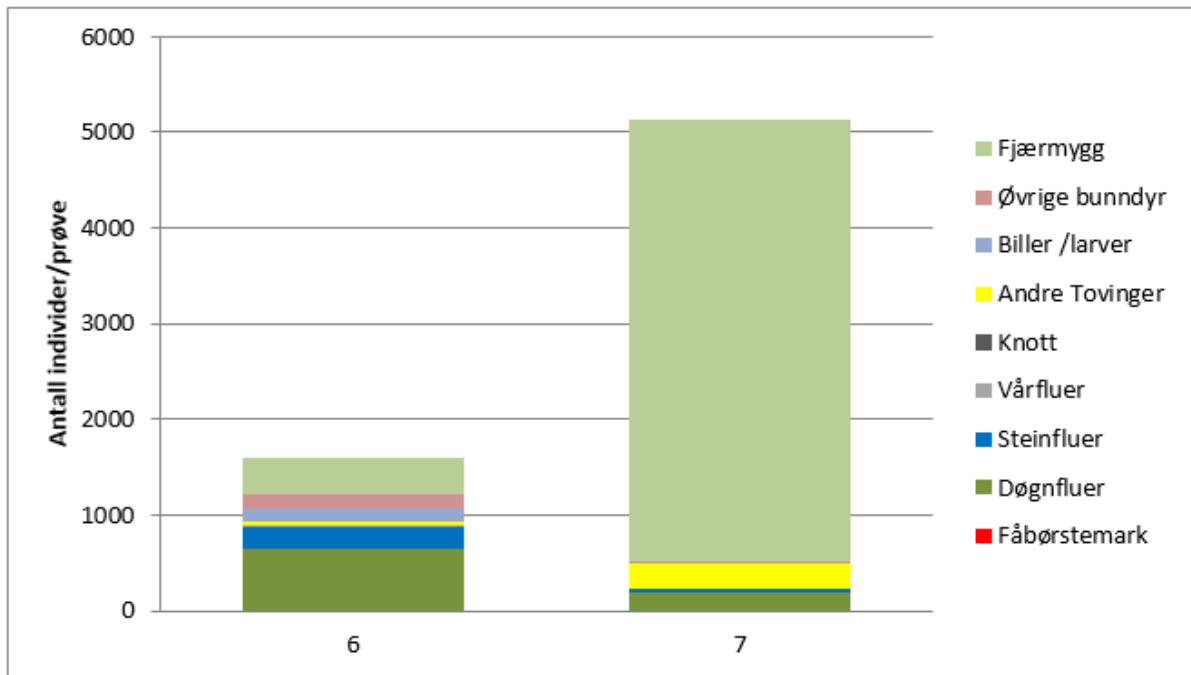
Figur C2. Antall individer av døgn-, stein- og vårfluer (EPT) per prøve på stasjon 6 og 7 i tilløpsbekker til GUSDALSELVA, mai 2015.



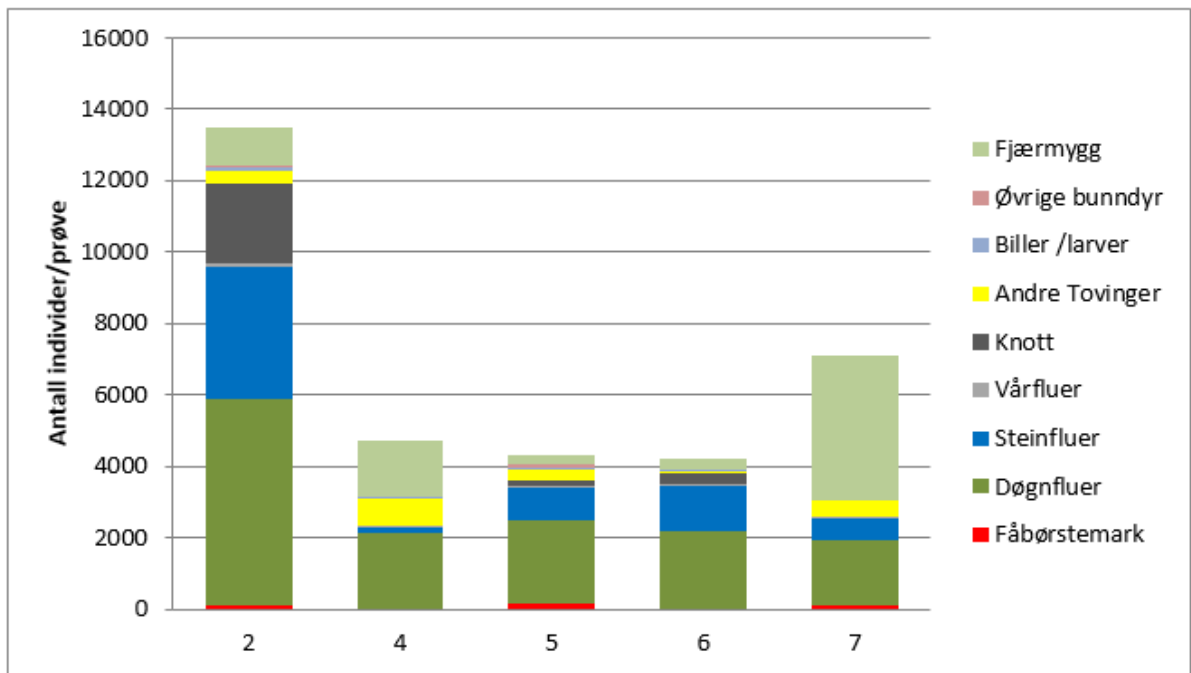
Figur C3. Antall ulike døgn-, stein- og vårfluer (EPT) per prøve på stasjon 6 og 7 i tilløpsbekker til GUSDALSELVA, mai 2015.



Figur C4. Antall individer av døgn-, stein- og vårfluer (EPT) per prøve på stasjon 2, 4, 5, 6 og 7 i tilløpsbekker til GUSDALSELVA, oktober 2015.



Figur C5. Antall bunndyr og sammensetning av bunndyrsamfunnet på stasjon 6 og 7 i tilløpsbekker til GUSDALSELVA i mai 2015



Figur C6. Antall bunndyr og sammensetning av bunndyrsamfunnet på stasjon 2, 4, 5, 6 og 7 i tilløpsbekker til GUSDALSELVA i oktober 2015.

Vedlegg D. Detaljerte Ungfiskdata

Tabell D1. Fangstdata fra ungfisktellingene

Ørret, Ettåringer og eldre ungfisk

Vannforekomst	Stasjon	Areal	C1	C2	C3	Y	n	N	p	ci	CI	
Gusdalselva	Øvre/D	70	0	0	0	0	0,00	0,0	0,00		0	0
Gusdalselva	A/F3	65	2	0	0	2	2,00	3,1	1,00		0	0
Gusdalselva	B/F2	80	1	0	0	1	1,00	1,3	1,00		0	0
Gusdalselva	C/F1	68	3	0	0	3	3,00	4,4	1,00		0	0
Sidebekk	S1	18	3	0	0	3	3,00	16,7	1,00		0	0
Sidebekk	S2	30	2	0	0	2	2,00	6,7	1,00		0	0
Grunnvassselva/Slivassselva	S3	60	1	0	0	1	1,00	1,7	1,00		0	0
Grunnvassselva/Slivassselva	S4	70	1	0	0	1	1,00	1,4	1,00		0	0
Grunnvassselva/Slivassselva	S5	70	5	0	0	5	5,00	7,1	1,00		0	0

Ørret, Årsyngel

Vannforekomst	Stasjon	Areal	C1	C2	C3	Y	n	N	p	ci	CI	
Gusdalselva	Øvre/D	70	8	0	0	8	8,00	11,4	1,00		0	0
Gusdalselva	A/F3	65	5	0	0	5	5,00	7,7	1,00		0,00	0
Gusdalselva	B/F2	80	2	0	1	3	3,79	4,7	0,41		4,85	6,1
Gusdalselva	C/F1	68	11	2	3	16	17,43	25,6	0,57		4,10	6
Sidebekk	S1	18	7	2	0	9	9,07	50,4	0,80		0,59	3,3
Sidebekk	S2	30	1	1	0	2	2,18	7,3	0,57		1,45	4,8
Grunnvassselva/Slivassselva	S3	60	14	5	1	20	20,58	34,3	0,70		2,00	3,3
Grunnvassselva/Slivassselva	S4	70	11	3	0	14	14,10	20,1	0,81		0,69	1
Grunnvassselva/Slivassselva	S5	70	0	0	0	0	0,00	0,0	0,00		0,00	0

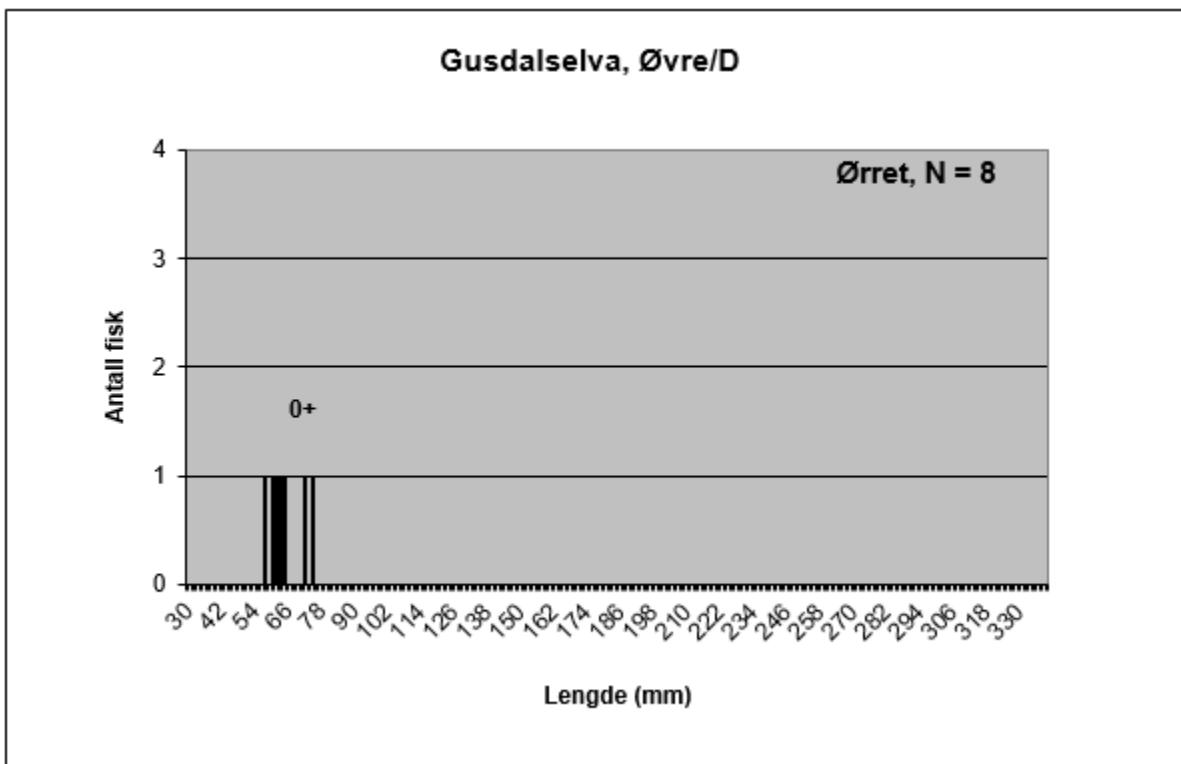
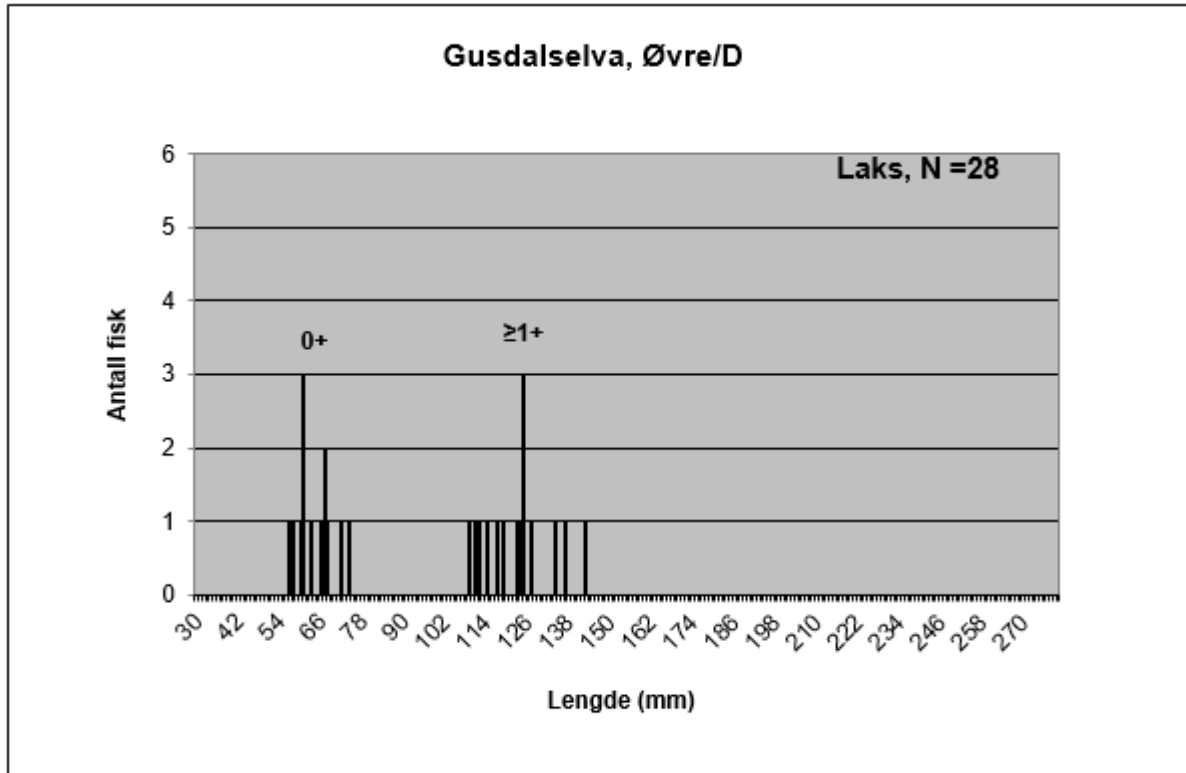
Laks, Ettåringer og eldre ungfisk

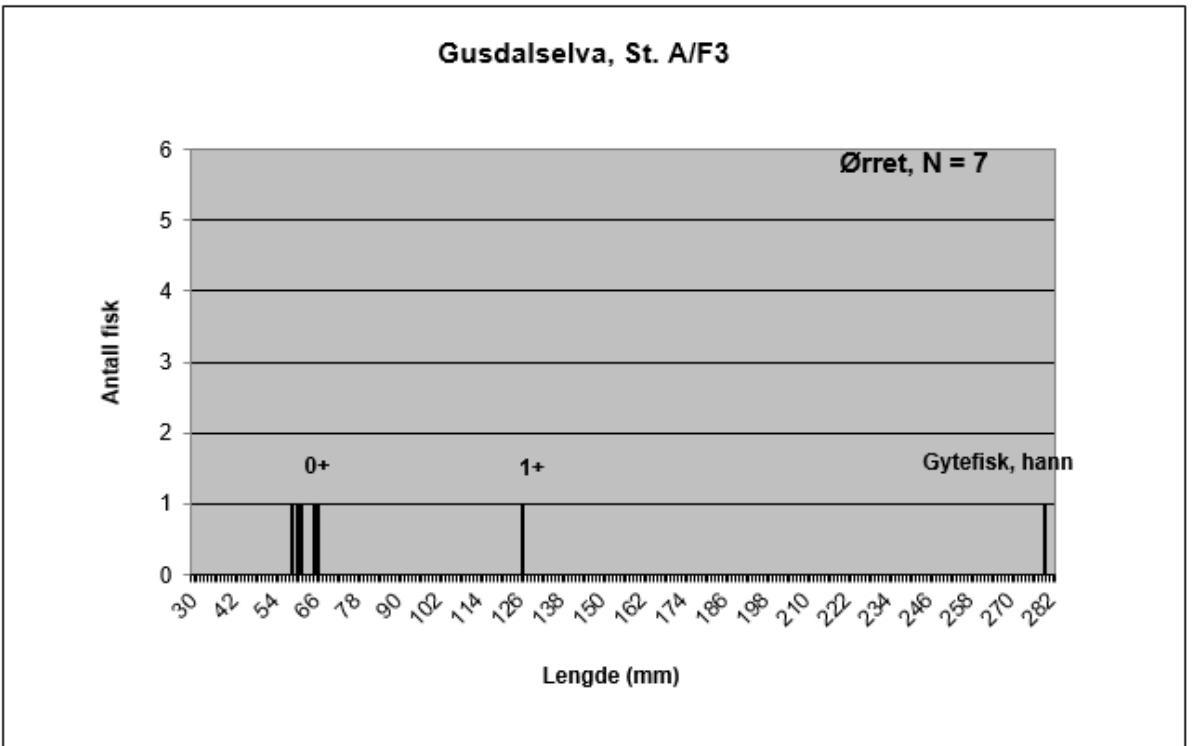
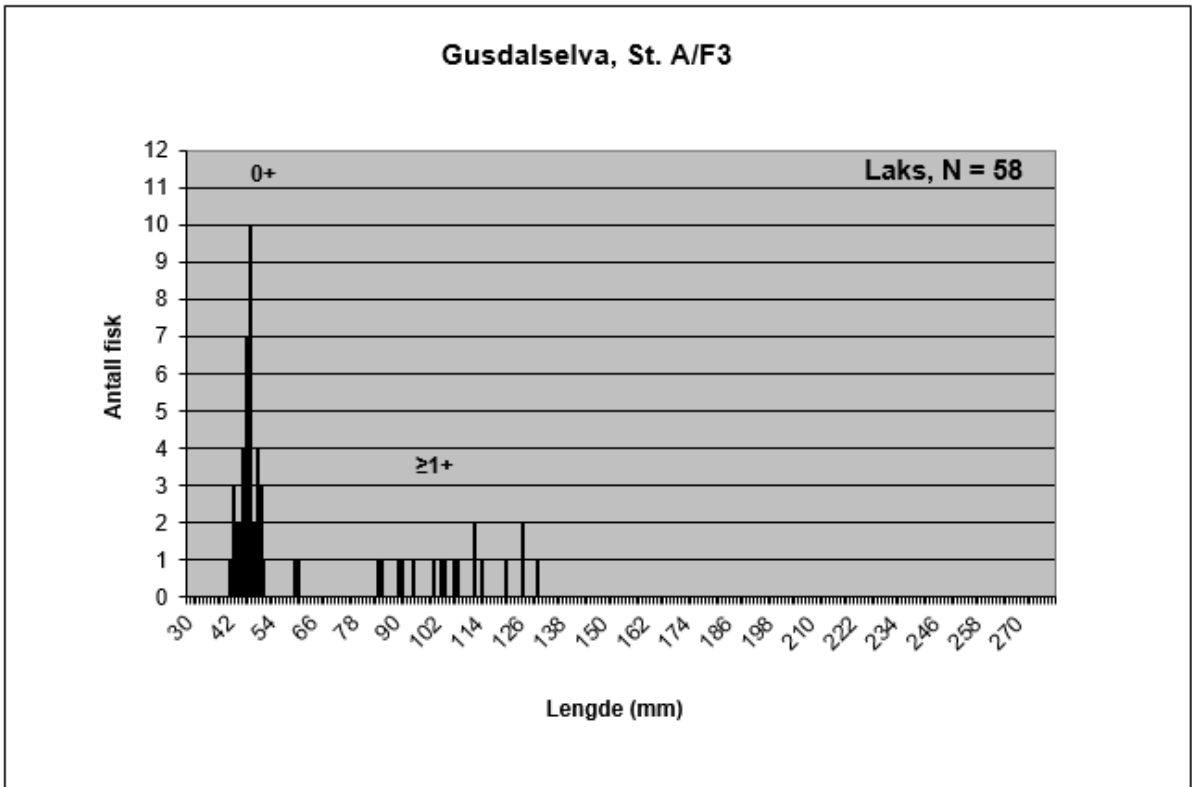
Vannforekomst	Stasjon	Areal	C1	C2	C3	Y	n	N	p	ci	CI
Gusdalselva	Øvre/D	70	12	2	1	15	15,19	21,7	0,77	1,04	1,5
Gusdalselva	A/F3	65	13	2	1	16	16,17	24,9	0,78	0,96	1,5
Gusdalselva	B/F2	80	20	1	0	21	21,00	26,3	0,95	0,09	0,1
Gusdalselva	C/F1	68	42	6	2	50	50,29	73,9	0,82	1,17	1,7
Sidebekk	S1	18	0	0	0	0	0,00	0,0	0,00	0	0
Sidebekk	S2	30	0	0	0	0	0,00	0,0	0,00	0	0
Grunnvasselva/Slivasselva	S3	60	4	1	0	5	5,03	8,4	0,82	0,37	0,6
Grunnvasselva/Slivasselva	S4	70	1	0	0	1	1,00	1,4	1,00	0,00	0
Grunnvasselva/Slivasselva	S5	70	0	0	0	0	0,00	0,0	0,00	0	0

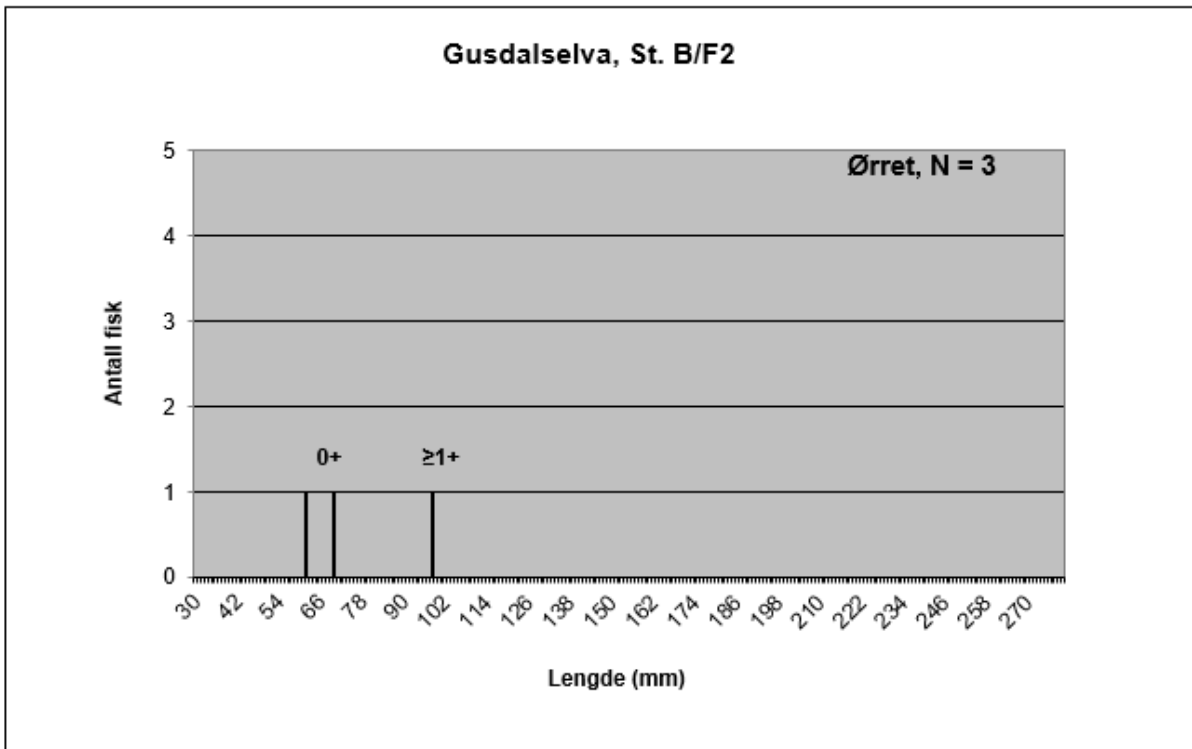
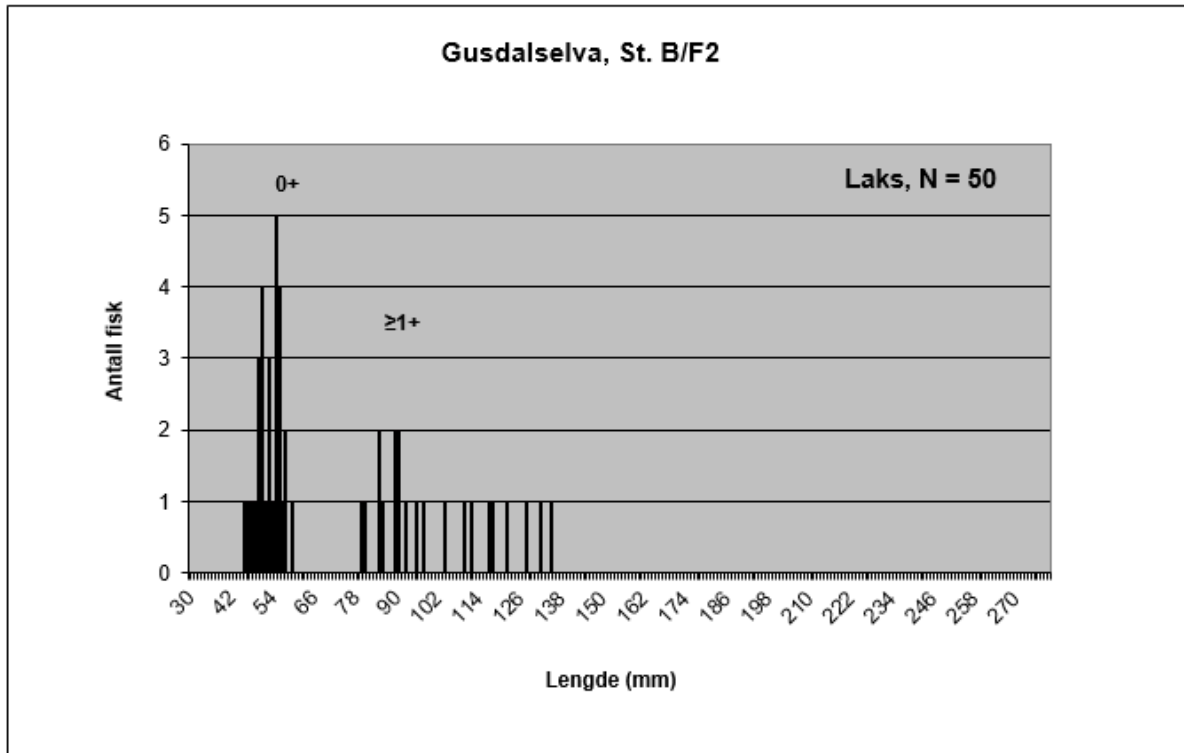
Laks, Årsyngel

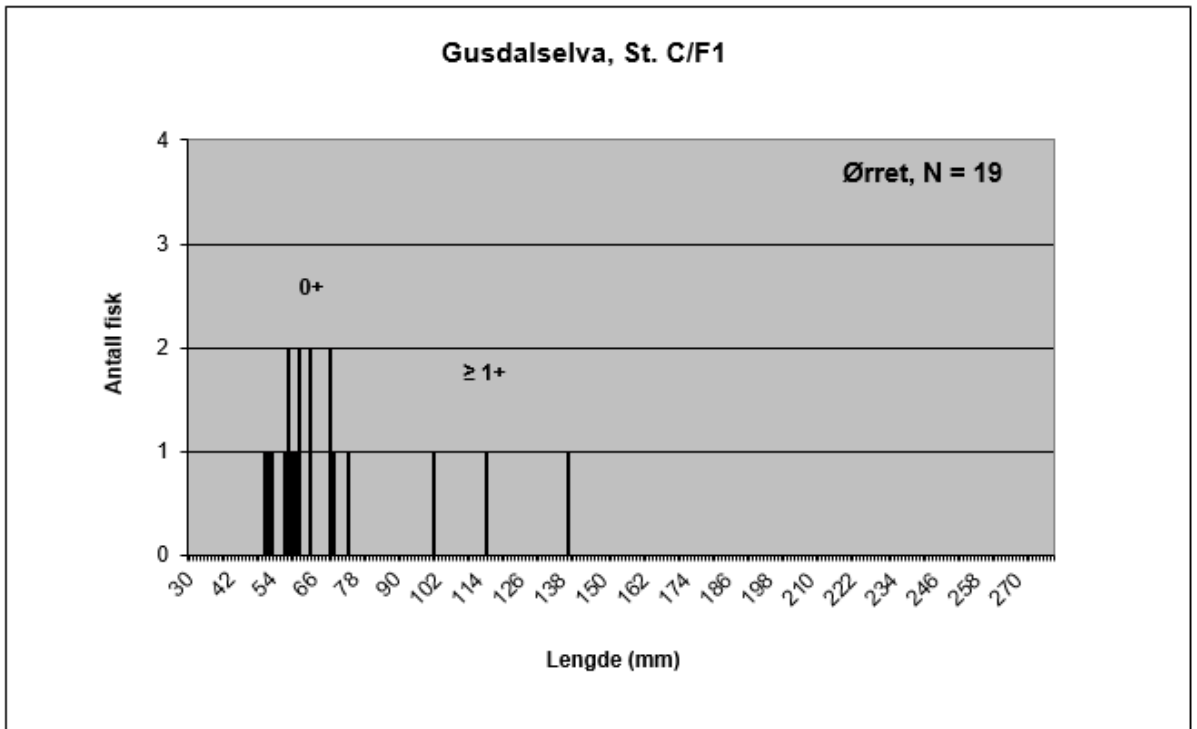
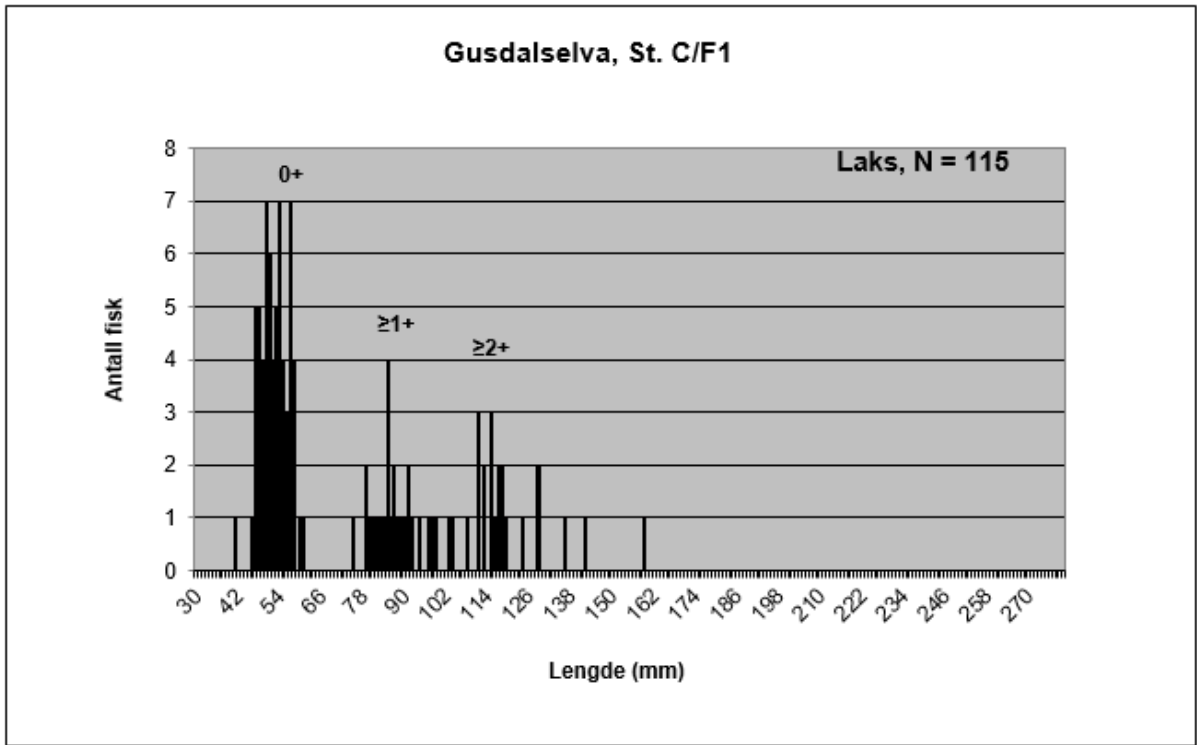
Vannforekomst	Stasjon	Areal	C1	C2	C3	Y	n	N	p	ci	CI
Gusdalselva	Øvre/D	70	7	4	2	13	15,46	22,1	0,46	7,23	10,3
Gusdalselva	A/F3	65	15	14	11	40	110,06	169,3	0,14	222,39	342,1
Gusdalselva	B/F2	80	13	12	4	29	37,88	47,4	0,38	17,73	22,2
Gusdalselva	C/F1	68	29	26	10	65	87,44	128,6	0,36	30,34	44,6
Sidebekk	S1	18	0	0	0	0	0,00	0,0	0,00	0	0
Sidebekk	S2	30	0	0	0	0	0,00	0,0	0,00	0	0
Grunnvasselva/Slivasselva	S3	60	7	5	3	15	21,16	35,3	0,34	17,82	29,7
Grunnvasselva/Slivasselva	S4	70	3	1	0	4	4,04	5,8	0,78	0,48	0,7
Grunnvasselva/Slivasselva	S5	70	0	0	0	0	0,00	0,0	0,00	0	0

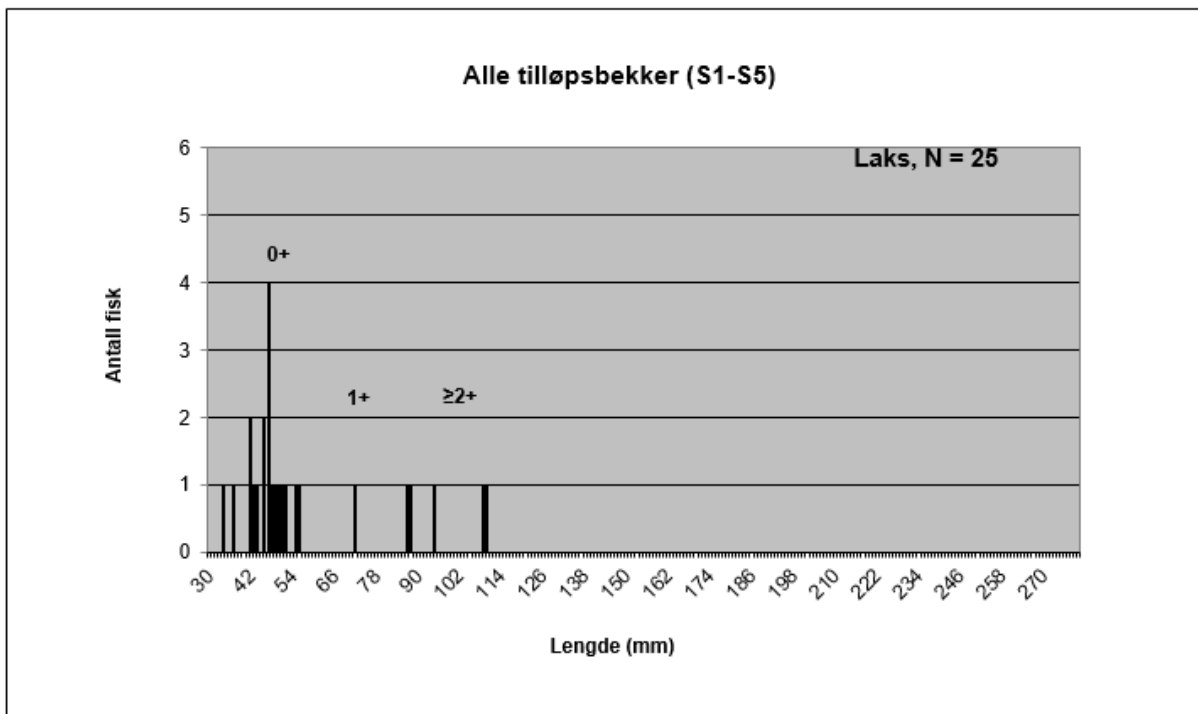
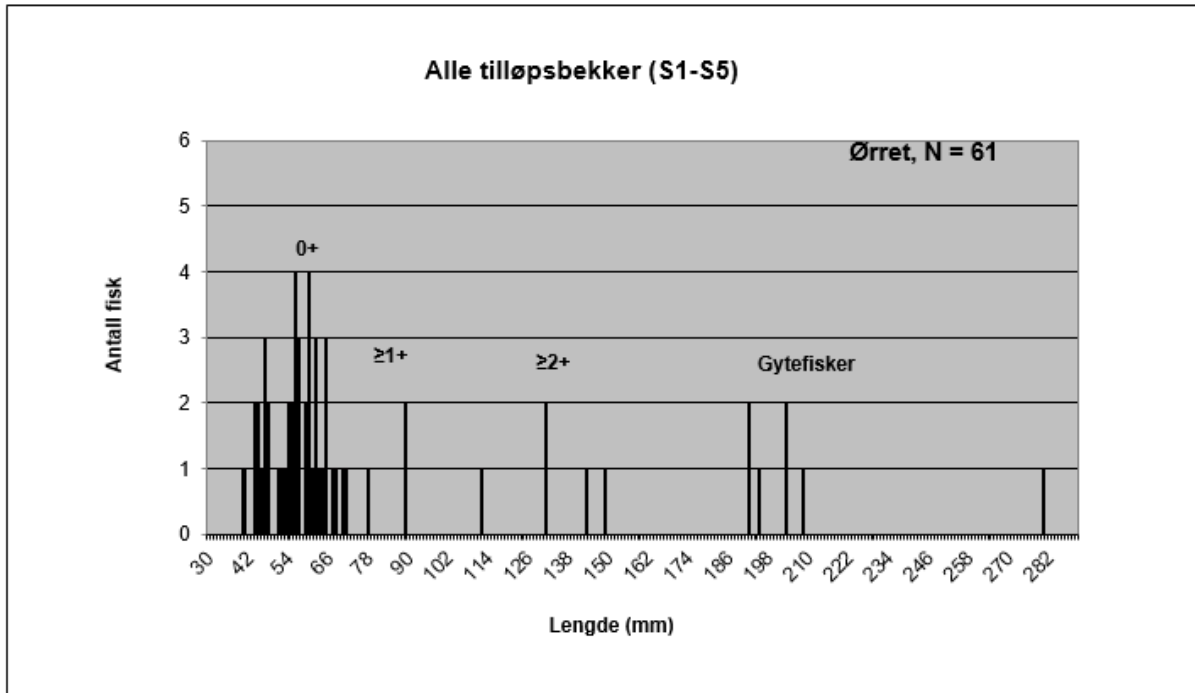
Antall, lengdeforedling og antatte aldersgrupper fra ungfisktellinger i GUSDALS ELVA med tilsigsbekker











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 samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

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