



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

E16 Bjørnum – Skaret. Forundersøkelser i Isielva, Rustanbekken og Holsfjorden, samt i noen mindre bekker

NIBIO RAPPORT | VOL 5 | NR. 31 | 2019



Johanna Skrutvold, Roger Roseth, Inga Greipsland, Ingar Aasestad og Jonas Reinemo (NIBIO), Trond Stabell og Anne Engh (FAUN) og Trond Bremnes (LFI/UiO)

TITTEL

E16 Bjørum – Skaret. Forundersøkelser i Isielva, Rustanbekken og Holsfjorden, samt i noen mindre bekker

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Johanna Skrutvold, Roger Roseth, Inga Greipsland, Ingar Aasestad og Jonas Reinemo (NIBIO), Trond Stabell og Anne Engh (FAUN) og Trond Bremnes (LFI/UiO).

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
08.05.2019	5/31/2019	Åpen	10625.18	18/00244
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02270-1	2464-1162	41	5	

OPPDRAUGS GIVER/EMPLOYER:

Statens vegvesen, Region øst, E16 Bjørum - Skaret

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Daniel Skoog og Ida Viddal Vartdal

STIKKORD/KEYWORDS:

E16 Bjørum - Skaret, forundersøkelser, anleggsvirksomhet, miljøoppfølging, Isielva, Rustanbekken og Holsfjorden

E16 Bjørum - Skaret, preinvestigations, water quality, biological indicators, construction work

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Miljøoppfølging av vannforekomster under anleggsvirksomhet

Environmental monitoring of water quality and investigation of invertebrates, algae and fish during construction work

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Etter oppdrag fra Statens vegvesen Region øst har NIBIO i samarbeid med FAUN Naturforvaltning, Naturplan og Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfisk (LFI) utført forundersøkelser av vannkvalitet, bunndyr, begroingsalger og fisk i vannforekomster som kan bli berørt av utbygging av ny E16 Bjørum – Skaret.

Forundersøkelsene har i hovedsak vist «God økologisk tilstand» i alle vannforekomster. Bunndyrundersøkelsene viste god økologisk tilstand i alle bekkene. Undersøkelser av begroingsalger viste god økologisk tilstand i alle bekker med unntak av Rustanbekken som var i moderat tilstand. Det var svært god økologisk tilstand for laksefisk i både Isielva og nedre del av Rustanbekken. I øvre del av Rustanbekken ble det påvist stasjonær ørret. I Brekkedalsbekken ble det også påvist ørret, i hovedsak utsatt årsyngel av sjørret på nedre stasjon og stasjonær ørret på øvre stasjon. Det ble ikke påvist fisk i Damtjernbekken. Befaring av utløp for Damtjern- og Vefsrudbekken til Holsfjorden viste at disse hadde korte strekninger med potensielt gyteområde for ørret fra Holsfjorden. Under tørkesommeren 2018 var disse bekkene delvis tørrlagte og antatt uten produksjon.

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

For de kjemiske støtteparameterne fosfor og nitrogen viste både Isielva og Rustanbekken «Moderat tilstand», mens de viste «God tilstand» for metaller, oljeforbindelser og PAH. Automatiske målinger av vannkvalitet har dokumentert at Rustanbekken tidvis mottar mye vegsalt. Både Rustanbekken og Isielva hadde høye vanntemperaturer som var ugunstig for laksefisk i juli og august 2018. Det skjer raske endringer i vannføringen i begge vassdrag under nedbørhendelser.

I Holsfjorden viste månedlige undersøkelser av planteplankton og uttak av vannprøver «God økologisk tilstand». De automatiske målingene av vannkvalitet på tre ulike dyp (1, 7 og 14 m) i Holsfjorden viste god vannkvalitet i alle dyp. Målingene av klorofyll A på 1 m dyp indikerte en algeoppblomstring tidlig i september; denne kom etter næringsstofftilførsel fra første avrenningsepisode etter den tørre sommeren. Målingen på 9 m dyp indikerte at avrenning etter nedbør kan påvirke vannkvaliteten i det tetthetsstabiliserte vannlaget rett over sprangsjiktet. For 2019 planlegges forundersøkelsene videreført med samme stasjoner, opplegg og omfang som i 2018, eventuelt med mindre justeringer.

LAND/COUNTRY:	Norge
FYLKE/COUNTY:	Viken
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Bærum og Hole
STED/LOKALITET:	E16 Bjørum – Skaret. Sandviksvassdraget og bekkefelt mot Holsfjorden

GODKJENT /APPROVED

EVA SKARBØVIK

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

ROGER ROSETH

Forord

Etter oppdrag fra Statens vegvesen Region øst og prosjektet E16 Bjørum - Skaret har NIBO med samarbeidspartnere FAUN og LFI utført forundersøkelser av biologiske kvalitetsparametere og vannkvalitet for vannforekomster som kan berøres under utbygging. Deler av rapporterte forundersøkelser har blitt gjennomført som et samarbeid mellom Statens vegvesen og Bane NOR/Norconsult. De viktigste vannforekomstene er Isielva og Rustanbekken i Bærum, og Holsfjorden i Hole kommune.

Vannprøvene i Isielva og Rustanbekken har blitt tatt ut månedlig av Johanna Skrutvold (NIBIO).

Bunndyrprøvene ble tatt ut våren 2018 av Johanna Skrutvold og Inga Greipsland (begge NIBIO). Bunndyrene ble bestemt og indeks-klassifisert av Trond Bremnes ved Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI) ved Universitetet i Oslo.

Undersøkelsen av begroingsalger ble utført i august 2018 av Anne Engh (FAUN) og Johanna Skrutvold. Begroingsalgene ble bestemt og indeks-klassifisert av Trond Stabell (FAUN).

Fiskeundersøkelsene i Isielva, Rustanbekken og Brekkedalsbekken samt overfiske i bekker hvor det ikke ble påvist fisk, ble utført av Ingar Aasestad (Naturplan), og Johanna Skrutvold i september og oktober 2018.

Utstyr for automatisk overvåking av vannkvalitet i Isielva og Rustanbekken ble montert av Srikanthapalan Muthulingam og Roger Roseth (NIBIO). Thor Endre Nytrø og Øistein Johansen (NIBIO) har vært ansvarlig for automatisk innhenting av data samt oppsett og vedlikehold av nettbasert database for lagring og presentasjon av resultater. Vedlikehold av utstyret har blitt utført av Srikanthapalan Muthulingam, Johanna Skrutvold og Jonas Reinemo (NIBIO).

Undersøkelsene av alger, zooplankton og vannkvalitet i Holsfjorden har i hovedsak blitt utført av Johanna Skrutvold og Anne Engh. Alge- og zooplankton har blitt bestemt og indeks-klassifisert av Trond Stabell. Miljøbøya i Holsfjorden, for automatisk måling av vannkvalitet i tre ulike dyp, ble satt ut av Thor Endre Nytrø og Johanna Skrutvold. Bøya har tidvis vært ute av drift, som følge av ytre påvirkninger og at utstyret hadde større batteriforbruk enn forutsatt.

Forundersøkelsene har blitt gjennomført i løpende kontakt med fagansvarlige for ytre miljø hos Statens vegvesen, Daniel Skoog og Ida Viddal Vartdal. Det har også vært kontakt mot arbeidsfellesskapet Cowi og Rambøll (CoRa) som har prosjektert vegløsningene som en forberedelse til utlysning av byggeprosjektet. Håkon Dalen har vært kontaktperson hos CoRa.

Kvaliteten og presisjonen av forundersøkelsene har blitt forbedret gjennom verdifull informasjon og innspill fra Morten Merkesdal og Ingvild Tandberg i Bærum kommune.

Johanna Skrutvold, Ingar Aasestad, Trond Stabell og Roger Roseth har sammenstilt resultatene og skrevet rapporten.

Kvalitetssikring av rapporten er utført av avdelingsleder Eva Skarbøvik, i henhold til NIBIOs kvalitetssikringsrutiner.

Ås, 08.05.19

Roger Roseth

Innhold

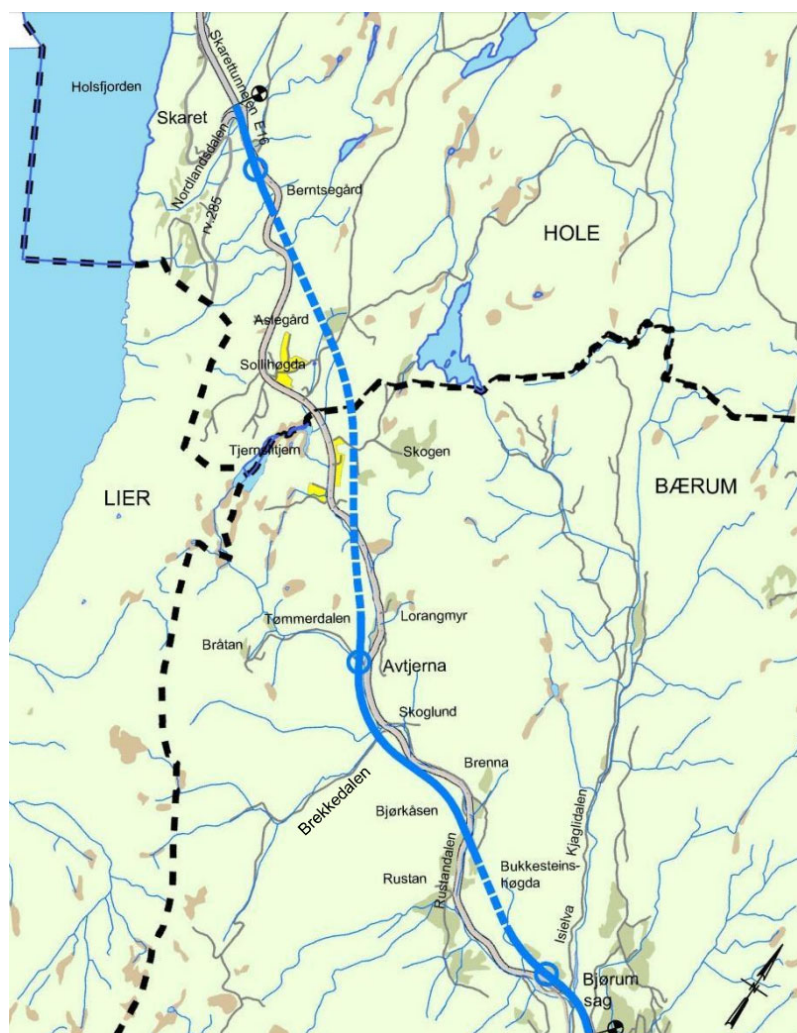
1 Innledning.....	6
2 Vannforekomster og stasjoner	7
2.1 Isielva	9
2.2 Rustanbekken	10
2.3 Nordlandsbekken	12
2.4 Damtjernbekken	14
2.5 Vefsrudbekken.....	15
2.6 Brekkedalsbekken.....	17
2.7 Myrbonnbekken	18
2.8 Tømmerdalsbekken	19
2.9 Holsfjorden	20
3 Metode	22
3.1 Vannprøver.....	22
3.2 Sensormålinger.....	23
3.3 Fiskeundersøkelser	25
3.4 Bunndyr	26
3.5 Begroingsalger	26
3.6 Plankton.....	27
4 Resultater	29
4.1 Vannprøver.....	29
4.2 Sensormålinger.....	30
4.2.1 Isielva (ISI)	30
4.2.2 Rustanbekken (RUS 1 og RUS 2).....	31
4.2.3 Nordlandsbekken (NOR)	35
4.2.4 Holsfjorden (HOL-N).....	37
4.3 Fiskeundersøkelser	40
4.4 Bunndyr	41
4.5 Begroingsalger	42
4.6 Plankton i Holsfjorden	42
5 Sammenfattende vurderinger	44
6 Litteratur.....	45
Vedlegg I – Nedbørfelt vannforekomster	47
Vedlegg II – Analyseresultater.....	56
Vedlegg III – Rådata bunndyr	63
Vedlegg IV – Rådata begroingsalger.....	65
Vedlegg V – Dybdekart Holsfjorden	66
Vedlegg VI – Biologiske analyser 2018, notat FAUN	67

1 Innledning

Bygging av ny E16 Bjørum – Skaret (figur 1) vil kunne påvirke vannkvaliteten i vannforekomster som Isielva og Rustanbekken (som er en del av Sandviksvassdraget) og Holsfjorden, samt flere mindre bekker. Sandvikselva er det viktigste lakse- og sjørretvassdraget i Indre Oslofjord. Holsfjorden blir en av landets viktigste råvannskilder for drikkevannsproduksjon, med dagens forsyning til Asker og Bærum vannverk (ABV), og som planlagt framtidig råvannskilde for Oslo kommune.

Planlagt bygging og drift av E18 Bjørum – Skaret vil medføre arbeid som kan påvirke kvaliteten i lokale vannforekomster: Tunneldriving med utslipp av rensset anleggsvann og tilhørende deponering av nitrogenholdig sprengstein, omfattende dagsprengning i dyp fjellskjæring på Bjørkåsen, stor dagsoneaktivitet nær vassdrag i kryssområder, bygging av ny firefelts bru over Isielva, oppfylling med sprengstein for ny rasteplass ved Skaret, samt utslipp av rensset overvann og vaskevann fra tunneler i driftsfasen. Bygging av den nye vegen antas å starte opp senhøsten 2019.

Forundersøkelsene har hatt som mål å klarlegge undersøkte vannforekomsters økologiske tilstand, naturverdi, verdi for produksjon av laksefisk, naturlig dynamiske endringer i vannkvalitet og vannkjemisammensetning under flom og tørrvær og gjennom ulike årstider. Dette for å ha et grunnlag for å beskrive eventuelle endringer og skadevirkninger påvist gjennom miljøoppfølging av de samme parameterne gjennom byggefasen og i etterundersøkelser etter at vegen er i normal drift.



Figur 1. Viser veglinje og tunneler for ny E16 Bjørum – Skaret. Figuren er hentet fra reguleringsplanen som ble godkjent i Bærum og Hole kommune i 2013 (Illustrasjonsplan, Statens vegvesen 2012).

2 Vannforekomster og stasjoner

Vegprosjektet antas å kunne påvirke vannforekomstene vist i tabell 1. Stasjonene i forundersøkelsen er vist i figur 2. Vannforekomstene er tidligere beskrevet og vurdert under arbeidet med reguleringsplan (Statens vegvesen 2012) samt tidligere kommunedelplan (Statens vegvesen 2006A og 2006B). For Isielva og Holsfjorden har det blitt utført mange undersøkelser av vannkjemi, biologi og økologisk tilstand tidligere, siden disse vannforekomstene er av stor samfunns- og rekreasjonsmessig betydning.

Tabell 1. Vannforekomster som kan bli berørt av vegprosjektet og stasjoner der det har blitt utført forundersøkelser.

Navn	Vannforekomst ID	Nedbørfelt (km ²)	Stasjoner	Vanntype	GPS UTM 32
Isielva (Kjaglielva)	008-90-R	70,5	ISI ISIF	Middels, moderat kalkrik, klar	6645230, 579873 6645018, 580074
Rustanbekken	008-83-R	14,2	RUS1 RUS2 RUS3	Middels, moderat kalkrik, humøs	6645312, 579342 6646295, 578170 6647454, 576467
Nordlandsbekken (Tyrifjorden bekkefelt Ø)	012-2622-R	2,0	NOR NORUT	Små, kalkfattig, humøs	6649094, 573822 6648850, 573403
Damtjernbekken (Tyrifjorden bekkefelt Ø)	012-2622-R	1,9	DAM DAMUT	Små, kalkfattig, humøs	6648686, 574214 6648339, 573703
Vefsrudbekken (Tyrifjorden bekkefelt Ø)	012-2622-R	0,7	VEF VEFUT	Små, kalkfattig, humøs	6648379, 574379 6647757, 574013
Brekkedalsbekken (Rustanbekken bekkefelt)	008-85-R	2,6	BREN BREQ	Små, moderat kalkrik, humøs	6646327, 577347 6645737, 577175
Myrbonnbekken (Rustanbekken bekkefelt)	008-85-R	0,7	MYR	Små, moderat kalkrik, humøs	6646319, 577317
Tømmerdalsbekken (Rustanbekken bekkefelt)	008-85-R	1,6	TØM	Små, moderat kalkrik, humøs	6646689, 576887
Holsfjorden (Tyrifj. bekkefelt Ø og V)	012-522-2-L	123,6	HOL-N HOL-T	Stor, moderat, kalkrik, klar	6648815, 573321 6642970, 574480



Figur 2. Viser ny E16 Bjørum-Skaret, bekker og vassdrag langs veilinja og stasjoner for undersøkelse av vannmiljø (røde punkter).

2.1 Isielva

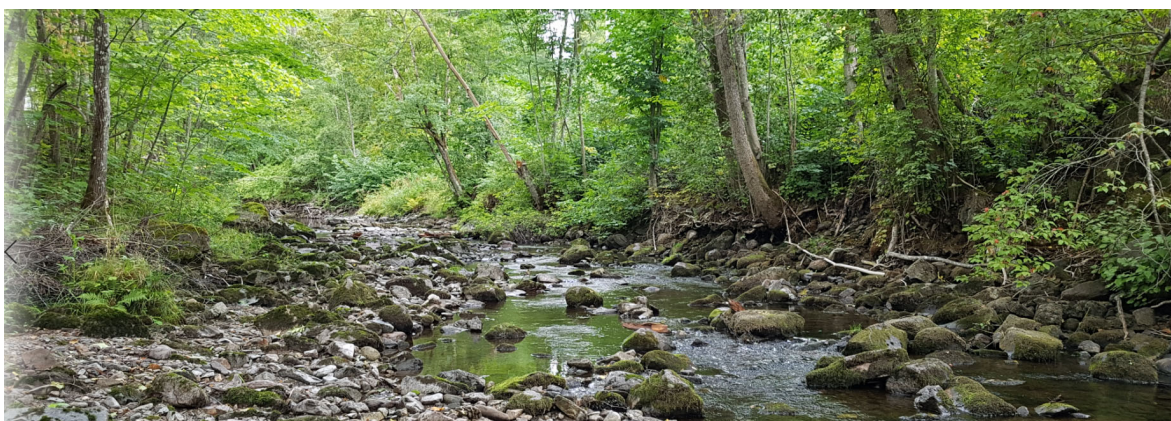
Ved samløp med Lomma har Isielva et nedbørfelt på 71 km². Nedbørfeltet består av 85 % skog, 2 % myr, 7,5 % dyrka mark, 3,5 % urbant areal/veg og 2 % sjø/tjern (vedlegg I). Sammen med Lomma danner Isielva Sandvikselva, det viktigste lakse- og sjøørretvassdraget i Indre Oslofjord.

I den øvre delen av vassdraget, i Kjaglidalen, er vannkvaliteten i Isielva kun preget av avrenning fra skog og utmark. Nedstrøms Bjørum går vassdraget sammen med Rustanbekken, som har en vannkvalitet som er noe påvirket av veg, landbruk og bebyggelse. Nedstrøms samløpet med Rustanbekken øker urbaniseringen og den menneskelige påvirkningen, med avrenning fra tette flater, tak, veier, områder med næringsvirksomhet og bebyggelse. Sandviksvassdraget er varig vernet mot kraftutbygging, har stor lokal rekreasjonsverdi og gir gyte- og oppvekstmuligheter for laks og sjøørret i hele lengden av vassdraget nedstrøms Bjørum. Oppstrøms Bjørum blir det satt ut årsyngel av laks og sjøørret, både i Rustanbekken og i Isielva.

Forundersøkelsen i Isielva har omfattet to stasjoner i området rett nedstrøms Bjørum og utløpet av Rustanbekken. Ved stasjonen **ISI** (figur 3) har det blitt gjort automatiske målinger av vannkvalitet, tatt ut månedlige vannprøver, og gjort undersøkelser av bunndyr og alger. Ved stasjonen **ISIF** (figur 4) ble det utført fiskeundersøkelser. Begge stasjonene har blitt etablert i samråd med Morten Merkesdal i Bærum kommune.



Figur 3. Stasjonen ISI i Isielva nedstrøms utløpet av Rustanbekken ved Bjørum. Automatiske målinger av vannkvalitet (Foto: Roger Roseth, NIBIO).



Figur 4. Stasjonen ISIF, der det ble gjennomført fiskeundersøkelser i september 2018. Ligger 300 m nedstrøms ISI (Foto: Johanna Skrutvold, NIBIO).

2.2 Rustanbekken

Rustanbekken inngår i nedbørfeltet til Isielva, og har et nedbørfelt på 14,2 km². Nedbørfeltet består av 93 % skog, 3 % myr, 3 % dyrka mark, 1,5 % urbant areal/veg og 0,5 % sjø/tjern (vedlegg I).

Rustanbekken har et vandringshinder for anadrom fisk nær utløpet ved Bjørum, men har likevel blitt tatt i bruk som oppvekstområde for lokal laks og sjøørret, gjennom årlig utsetting av årsyngel.

Årsyngelen blir i hovedsak satt ut i de nedre delene av bekken. Lenger opp i bekken og i øvre deler av sidebekken fra Brekkedalen er det gyte- og oppvekstmuligheter for en stedegen bestand av stasjonær ørret, noe som bidrar til at det er ørret i Tjernslitjernet.

Rustanbekken blir allerede påvirket av eksisterende E16 og vil videre kunne påvirkes av planlagt utbygging av E16 med avrenning fra dagsone, riggområder, sprengstein, bygging av tunneler samt utslipp av byggerelaterte kjemikalier og drivstoff. Dersom det oppstår situasjoner med stor eller akutt avrenning fra veganlegget vil Isielva kunne påvirkes nedstrøms utløpet av Rustanbekken.

Forundersøkelsene i 2018 har omfattet tre stasjoner i Rustanbekken.

Stasjon **RUS1** er lokalisert rett oppstrøms Jomarveien (figur 5). Her har det blitt tatt ut månedlige vannprøver og gjort undersøkelser av bunndyr, alger og fisk. Høsten 2018 ble det utført automatiske målinger av vannkvalitet på stasjonen, med normalt oppsett av multiparametersensorer samt en ny sonde for optisk måling av nitrat.

Stasjon **RUS2** er lokalisert ved Brenna, rett nedstrøms strekningen der Rustanbekken føres i betongrenne (figur 6). Her har det blitt utført automatiske målinger av turbiditet, pH, ledningsevne, vannhøyde og vanntemperatur gjennom store deler av 2017 og hele 2018. I tillegg har det blitt tatt ut vann-, bunndyr- og algeprøver.

Stasjonen **RUS3** er lokalisert rett oppstrøms Avtjerna, der Rustanbekken renner under dagens E16 i kulvert (figur 7). Her ble det utført fiskeundersøkelse i oktober 2018 og tatt ut en vannprøve.



Figur 5. Stasjonen **RUS1**, rett oppstrøms Jomarveien. Fisk, bunndyr, alger, vannprøver og automatiske målinger i 2018 (Foto: Johanna Skrutvold, NIBIO).



Figur 6. Stasjonen RUS2, ved Brenna. Bunndyr, alger, vannprøver og automatiske målinger i 2018 (Foto: Roger Roseth, NIBIO).



Figur 7. Stasjonen RUS3, oppstrøms Avtjerna. Fiskeundersøkelse og vannprøve i 2018 (Foto: Anette Tjomsland, NIBIO).

2.3 Nordlandsbekken

Nordlandsbekken er en mindre bekk med et nedbørfelt på 2 km². Bekken har sine kilder fra et mindre tjern på Krokskogen, innenfor Møllås. Nedbørfeltet består av 94 % skog, 1 % myr, 1,4 % dyrka mark, 0,1 % sjø/tjern og 3 % andre og udefinerte arealer (vedlegg I). I Holsfjordskråningen har bekken stort fall ned mot Holsfjorden avbrutt av et par flatere partier ved Nordland og Fjulsrud (figur 8). E16-prosjektet har planlagt en stor fylling med sprengstein i den øvre delen av Nordlandsdalen ned mot Holsfjorden. Utfyllingen må kunne forventes å gi en vesentlig påvirkning på vannmiljøet i Nordlandsbekken under anlegg, blant annet avrenning fra nitrogenholdig sprengstein. Foreløpig antas Nordlandsbekken å være fisketom, men det er ønskelig å avklare dette endelig gjennom enkelt overfiske av aktuelle bekkeavsnitt høsten 2019. Utløpet til Holsfjorden går i ur, og er ikke egnet som gyteområde for ørret fra Holsfjorden.

Det har blitt etablert to stasjoner i Nordlandsbekken. Stasjonen **NOR** er lokalisert rett ved gården Nordland (figur 9), midtveis nede i Holsfjordskråningen, og nedstrøms planlagt fylling. Her har det blitt tatt ut vannprøver samt utført undersøkelser av alger og bunndyr. I 2017 utførte NIBIO automatiske målinger av vannkvalitet i Nordlandsbekken etter oppdrag fra Bane NOR/Norconsult og Ringeriksbanen.

Stasjonen **NORUT** er lokalisert ved utløpet til Holsfjorden (figur 10). I 2018 har denne stasjonen kun blitt besøkt for å avklare om bekkeutløpet gir gytemuligheter for ørret fra Holsfjorden. Senere vil det være aktuelt å ta ut vannprøver på denne stasjonen, eventuelt iverksette automatisk overvåking av vannkvalitet under anleggsfasen.



Figur 8. Viser Nordlandsbekken rett nedstrøms gården Fjulsrud i 2012, et bekkeparti aktuelt for elfiske høsten 2019 (Foto: Roger Roseth, NIBIO).



Figur 9. Stasjonen NOR i Nordlandsbekken. Viser utstyr for automatisk overvåking etablert for Ringeriksbanen i 2017 (Foto: Roger Roseth, NIBIO).



Figur 10. Stasjonen NORUT ved Nordlandsbakkens utløp gjennom ur til Holsfjorden. Bilde fra 2012, men lokaliteten ble også besøkt i 2018 (Foto: Roger Roseth, NIBIO)

2.4 Damtjernbekken

Damtjernbekken kommer fra to mindre tjern på Krokskogen, Langtjern og Damtjern. Bekken har et nedbørfelt på 1,9 km², som består av 92 % skog, 5 % myr, 2 % dyrka mark og 1 % sjø/tjern (vedlegg I). I Holsfjordskråningen stuper bekken med stort fall ned mot Holsfjorden, iblandet noen flatere partier.

Under planlagt utbygging av E16 vil vannmiljøet i Damtjernbekken kunne bli påvirket av anleggsaktivitet og avrenning i forbindelse med utlegging av større sprengsteinsmasser for etablering av ny stor rasteplass på Skaret.

Det har blitt etablert to stasjoner i bekken. Stasjonen **DAM** er lokalisert nedstrøms der bekken renner i kulvert under Fv285 og oppstrøms Fjulsrudveien (figur 11). Her har det blitt tatt kvartalsvis vannprøver og gjort undersøkelser av bunndyr og alger i 2018.

Stasjonen **DAMUT** er lokalisert ved Damtjernbekkens utløp til Holsfjorden (figur 12). Stasjonen ble besøkt høsten 2018 for å avklare gyte- og oppvekstmuligheter i utløpssonen, med samtidig uttak av en vannprøve. Det var vandringsmuligheter på en kort strekning på rundt 60 m opp fra Holsfjorden, før vandringshinder (figur 13). Bekken må antas å være tidvis temporær, og var helt tørrlagt i august 2018.



Figur 11. Stasjonen DAM nedstrøms der Damtjernbekken føres under Fv285 i kulvert og oppstrøms Fjulsrudveien (Foto: Roger Roseth, NIBIO).



Figur 12. Stasjonen DAMUT der Damtjernbekken renner ut i Holsfjorden (Foto: Roger Roseth, NIBIO).



Figur 13. Bratt fall i Damtjernbekken som antas å skape vandringshinder, ca. 60 m opp fra utløpet til Holsfjorden (Foto: Roger Roseth, NIBIO).

2.5 Vefsrudbekken

Vefsrudbekken er en liten bekk med et nedbørfelt på 0,7 km² (vedlegg I). Den har et begrenset nedbørfelt oppstrøms dagens E16. Nedbørfeltet består av 97 % skog, 0,5 % myr og 2,5 % annet areal (vedlegg I). Bekken forventes ikke å påvirkes av anleggsaktivitet i forbindelse med ny E16, men kan eventuelt motta avrenning fra tunneldriving gjennom fjellsprekker. Bekken har vært med i forundersøkelsene i 2018, men er ikke høyt prioritert for videre undersøkelser og prøvetaking.

Det har blitt etablert to stasjoner i Vefsrudbekken. Stasjon **VEF** er lokalisert nedstrøms der bekken krysser i kulvert under Fv285 (figur 14). I 2018 har det blitt tatt ut kvartalsvise vannprøver samt utført bunndyrundersøkelser på denne stasjonen.

Stasjon VEFUT er lokalisert ved Vefsrudbekkens utløp til Holsfjorden (figur 15). Her ble det utført befarings for å avklare gyte- og oppvekstmuligheter i den nedre delen av bekken i november 2018, og samtidig ble det tatt ut en vannprøve. En strekning på rundt 250 m fra utløpet til Holsfjorden ble vurdert å kunne gi vandringsmuligheter (figur 16), men bekken må antas å være tidvis temporær.



Figur 14. Stasjonen VEF i Vefsrudbekken, rett nedstrøms Fv285, under prøvetaking 04.04.18 (Foto: Roger Roseth, NIBIO).



Figur 15. Stasjonen VEFUT ved Vefsrudbekkens utløp til Holsfjorden, befaring 30.11.18 (Foto: Roger Roseth, NIBIO).



Figur 16. Nederst i Vefsrudbekken er det vandringsmuligheter 250 m opp fra Holsfjorden, men bekken antas temporær, altså har den ikke årssikker vannføring (Foto: Roger Roseth, NIBIO) .

2.6 Brekkedalsbekken

Brekkedalsbekken er en av de større bekkene med avrenning mot Rustanbekken og har et nedbørfelt på 2,6 km² inn i Vestmarka. Nedbørfeltet består av 96 % skog og 4 % myr (vedlegg I). Ny E16 skal krysse bekkeløpet til Brekkedalsbekken og Myrbonnbekken i bru, og bekken vil kunne påvirkes av anleggsarbeider nær og i selve bekkeløpet. Anleggsveier og evt. mellomlagring av stein i området er ikke avklart. Brekkedalsbekken er fiskeførende som vist i gjennomførte fiskeundersøkelser, både utsatt årsyngel av sjøørret og laks, og en stedegen stamme av stasjonær ørret påvist oppstrøms i bekken.

Det har blitt etablert to stasjoner i bekken. Stasjon **BREN** er lokalisert nær utløpet til Rustanbekken (figur 17). Her ble det utført fiskeundersøkelse og tatt ut en vannprøve.

Stasjon **BREO** er lokalisert nær en større kulp i bekken i Brekkedalen (figur 18). Her ble det utført fiskeundersøkelse og påvist stasjonær ørret.



Figur 17. Stasjon BREN nederst i Brekkedalsbekken under elfiske i oktober 2018 (Foto: Anette Tjomsland, NIBIO)



Figur 18. Stasjon BREO ved kulp i Brekkedalsbekken oppstrøms i Brekkedalen under elfiske i oktober 2018 (Foto: Anette Tjomsland, NIBIO).

2.7 Myrbonnbekken

Myrbonnbekken er en liten bekk med avrenning til Rustanbekken. Nedbørfeltet er 0,7 km², og består kun av skog (vedlegg I). Det ble etablert en stasjon (**MYR**) nær utløpet til Rustanbekken (figur 19), der det ble utført enkelt overfiske og tatt ut en vannprøve.

Ny E16 vil krysse både Brekkedals- og Myrbonnbekken på samme bru (figur 20), og det blir anleggsarbeider tett på bekkeløpene.



Figur 19. Stasjon MYR (Myrbonnbekken). Bildet tatt fra et område under hogst utført av grunneier i nedre deler av nedbørfeltet til Myrbonnbekken 30.11.18 (Foto: Roger Roseth, NIBIO).



Figur 20. Planlagt bru for kryssing over Myrbonn- og Brekkedalsbekken (Kilde: 3D animasjon, ViaNova 2013).

2.8 Tømmerdalsbekken

Tømmerdalsbekken kommer fra områdene rundt Huldremyr og Bråtan i Vestmarka og har utløp til Rustanbekken rett nedstrøms Avtjerna og oppstrøms Skoglund. Bekken har et nedbørfelt på 1,6 km² som består av 91 % skog, 7 % myr, 0,5 % sjø/tjern og 1,5 udefinert areal (vedlegg I).

Det er etablert en stasjon i bekken (**TØM**) rett oppstrøms utløpet til Rustanbekken (figur 21) der det ble utført enkelt overfiske og der det senere ble tatt ut en vannprøve.

I planene for bygging av ny E16 kommer Tømmerdalsbekken ned mot kryssområde med rundkjøring ved Avtjerna og synes å måtte bli ført i kulvert under kryssområdet fram til Rustanbekken (figur 22). Det vil dermed blir større arbeider ved bekkens utløp til Rustanbekken.



Figur 21. Stasjon TØM i Tømmerdalsbekken langs veien opp mot Bråtan, rett oppstrøms utløpet til Rustanbekken (Foto: Roger Roseth, NIBIO).



Figur 22. Kryssområde ved Avtjerna der Tømmerdalsbekken kommer fra venstre og må føres i kulvert til Rustanbekken (Kilde: 3D animasjon, ViaNova 2013).

2.9 Holsfjorden

Holsfjorden er den sørligste delen av Tyrifjorden. I motsetning til de nordlige delene av Tyrifjorden er det ingen større tilførselsvassdrag til Holsfjorden, kun bekkefelt med flere mindre lokale bekker, både på øst- og vestsiden. Bekkene har i hovedsak nedbørfelt i skog og utmark, og har god vannkvalitet. Holsfjorden er dyp med stabil innlagring av dypvann av god kvalitet, og har stor samfunnsverdi som råvannskilde til Asker og Bærum vannverk (ABV) og som kommende råvannskilde til Oslo. Når overføringstunnel og vannbehandlingsanlegg for Oslo står ferdig vil Holsfjorden være råvannskilde for rundt 1 million mennesker. Holsfjorden er den dypeste delen av Tyrifjorden med et dyp på rundt 288 m i Holsfjordrenna midtfjords (NVE atlas) (vedlegg V). Tyrifjorden har et nedbørfeltareal på rundt 9900 km², og de to største tilløpselvene Storelva og Sogna kommer inn nordfra (vedlegg I). I tillegg kommer det et par mindre vassdrag fra Holleiea, Henåa- og Skjærdalsvassdraget.

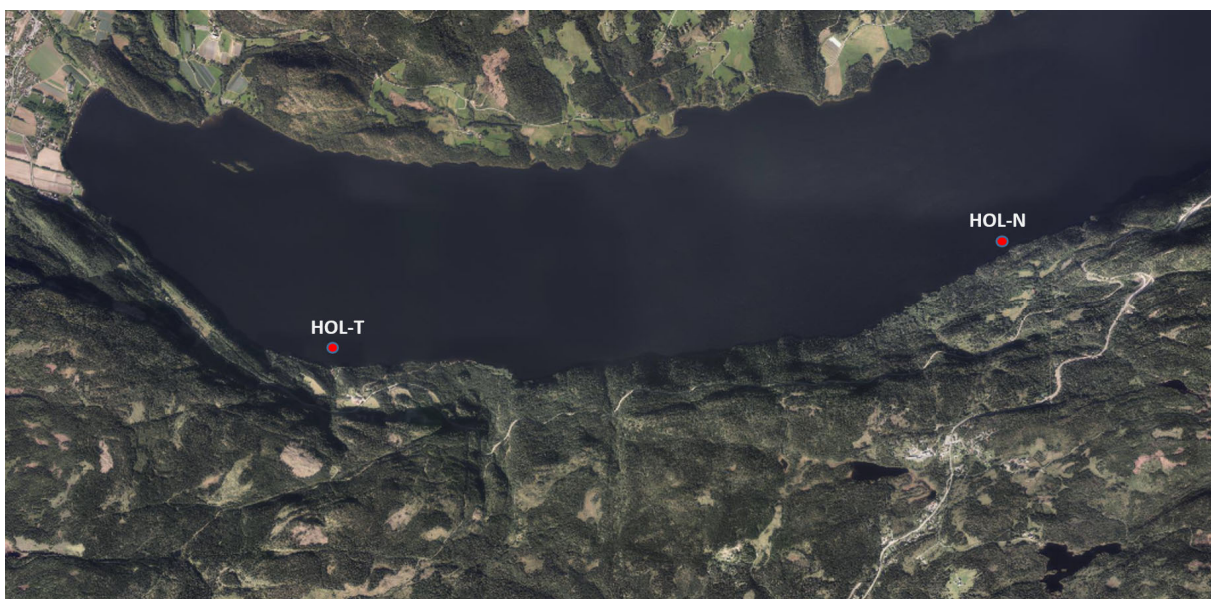
Råvannsinntaket for ABV ligger ved Toverud sørøst i Holsfjorden. Nytt råvannsinntak for Oslo planlegges lagt litt sør for Fjulsrud, omtrent rett vest for Sollihøgda.

Nordlands-, Damtjern- og Vefsrudbekken har utløp i nærområdet til planlagt råvannsinntak for Oslo.

Med bakgrunn i de store drikkevannsinteressene i Holsfjorden, både i dag og i fremtiden, har det blitt gjort utvidede undersøkelser på to stasjoner, HOL-N og HOL-T (figur 23).

Stasjonen **HOL-N** er lokalisert i Holsfjorden, rundt 50 m på utsiden av utløpet til Nordlandsbekken. Her ble det satt ut en miljøbøye (figur 24) for automatiske målinger av vannkvalitet i tre dyp, 1, 9 og 14 m sommer og høst 2018. Månedlig ble det tatt ut vannprøver samt prøver av alge- og zooplankton for kartlegging av artssammensetning samt klassifisering av økologisk tilstand (etter veileder 02:2018).

Stasjonen **HOL-T** ligger ved Toverud, ikke langt unna dypvannsinntak for råvann til ABV. Denne stasjonen er ment å tjene som en referansestasjon for å klarlegge eventuell påvirkning av E16 utbyggingen og planlagt fylling i Nordlandsdalen på biologi, vannkvalitet og økologisk tilstand på HOLN. På samme måte som for HOLN har det blitt tatt ut månedlige vannprøver samt prøver av alge- og zooplankton for kartlegging og klassifisering.



Figur 23. Viser plassering av stasjonene i Holsfjorden, HOL-N utenfor utløpet av Nordlandsbekken og referansestasjonen HOL-T utenfor Toverud.



Figur 24. Viser miljøbøye på stasjonen HOL-N utenfor Nordlandsbekken, med sensorer for målinger i tre dyp (Foto: Johanna Skrutvold, NIBIO).

3 Metode

3.1 Vannprøver

På stasjonen i Isielva (ISI) og nedre stasjon i Rustanbekken (RUS1) har det blitt tatt ut månedlige vannprøver i perioden juni – november 2018. For stasjonene i Holsfjorden (HOL-N og HOL-T) har det blitt tatt ut månedlige vannprøver i perioden mai – oktober 2018, iht. veileder 02:2018.

For de andre stasjonene som har inngått i et fast opplegg for prøvetaking, har det blitt tatt ut vannprøver hvert kvartal (RUS2, NOR, DAM og VEF). For stasjonene BRE, MYR, TØM, RUS3, NORUT og VEFUT har det bare blitt tatt ut én vannprøve, den 30.11.18.

Vannprøvene har blitt levert til Eurofins mottak straks etter prøvetaking, alternativt blitt hentet med budbil til Eurofins dagen etter prøvetaking, etter mellomgring på kjølerom.

Vannprøvene har i all hovedsak blitt analysert etter samme analysepakke (se vedlegg II), der blant annet total nitrogen, vegsalt (NaCl), tungmetaller, PAH, suspendert stoff, olje og pH er inkludert. Resultatene av metaller og miljøgifter har blitt vurdert og fargekodet etter veileder M-608 og 02:2018. System for klassifisering av vannprøver basert på grenseverdier er vist i tabell 2. Metallene har blitt analysert på filtrerte prøver. Ved beregning av middelverdier der målte verdier er under deteksjonsgrensen er halvparten av deteksjonsgrensen benyttet som verdi.

For prøvene fra Holsfjorden har analysepakken blitt supplert med analyse av klorofyll A og gløderest.

Tabell 2. Tilstandsklasser etter veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen 2018).

Bakgrunn I	God II	Moderat III	Dårlig IV	Svært dårlig V
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtidseksponering	Akutt toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende toksiske effekter

Tabell 3: Klassegrenser for analyseparametere (µg/l). Tilpasset etter tabellene 7.9a, 7.10, og 11.10.1 i veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen 2018).

Parameter	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
N-total (elver)	425	675	950	1425	>1425
P-total (elver)	20	29	58	98	>98
As (Arsen)	0.15	0.5	8.5	85	>85
Cd (Kadmium)	0.003				
<40 mg CaCO ₃ /l		<0,08	<0,45	<4,5	>4,5
40-50 mg CaCO ₃ /l		0,08	0,45	4,5	>4,5
50-100 mg CaCO ₃ /l		0,09	0,6	6	>6
100-200 mg CaCO ₃ /l		0,15	0,9	9	>9
>200 mg CaCO ₃ /l		0,25	1,5	15	>15
Cr (Krom)	0.1	3.4			>3.4
Cu (Kopper)	0.3	7.8		15.6	>15.6
Hg (Kvikksølv)	0.001	0.047	0.07	0.14	>0,14
Ni (Nikkel)	0.5	4	34	67	>67
Pb (Bly)	0.02	1.2	14	57	>57
Zn (Sink)	1.5	11		60	>60

3.2 Sensormålinger

Det har blitt gjennomført automatiske målinger med sensor av vannkvalitet i Rustanbekken ved stasjonene RUS2 og RUS1. For RUS2 ble målingene startet 13.06.17 og har pågått gjennom resten av 2017 og hele 2018. For RUS1 ble målingene satt i drift 10.10. 18, men ble avbrutt av skade påført ved flom 12.11.18.

I Isielva har det blitt gjennomført automatiske målinger på stasjonen ISI rett nedstrøms Bjørum og utløpet av Rustanbekken. Her har målingene pågått i perioden 26.06.18 til 30.11.18.

For Nordlandsbekken på stasjonen NOR ble det utført automatiske målinger i perioden 13.06.17 til 28.11.17. Målingene på NOR og RUS2 i 2017 ble finansiert av Bane NOR ved Ringeriksbanen.

For miljøbøya på stasjon HOL-N i Holsfjorden har målingene blitt utført i perioden 27.06.18 til 11.10.18, men med driftsavbrudd i periodene 09.07 – 19.07 og 06.08 – 28.08. Sensorene på 1 m og 9 m dyp har målinger for hele perioden, mens sensoren på 14 m ble varig ødelagt 06.08.18 etter å ha blitt slept langs bunnen under sterk vind.

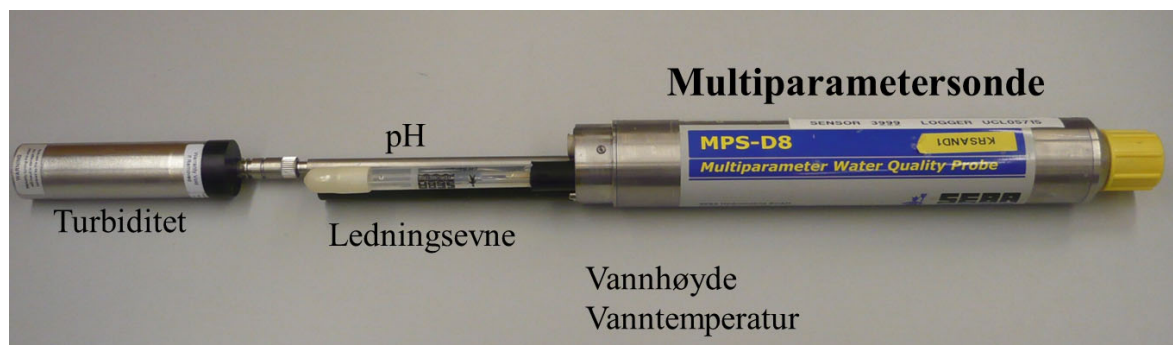
For on-line målinger av vannkvalitet på RUS1, RUS2, ISI, NOR, HOL-T 9 m, HOL-T 14 m ble det benyttet en multiparametersensor (MPS) med SEBA UnilogCom logger og MPS-D8 sonde (figur 25). Vedlikehold og oppfølging av sensorene ble utført annenhver uke.

Sondene var utstyrt med sensorer for vannhøyde, vanntemperatur, ledningsevne, pH og turbiditet. Mengde suspendert materiale kan beregnes på bakgrunn av målt turbiditet etter kalibrering, og det kan lages kalibreringskurver for sammenhengen mellom turbiditet og SS basert på månedsanalyser for ISI og RUS2.

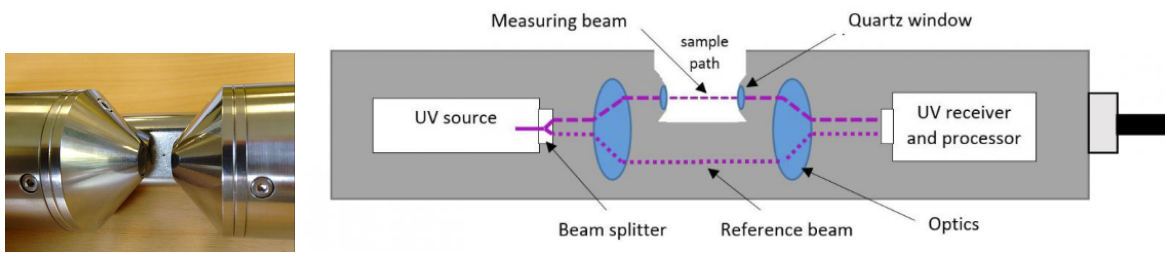
For RUS1 ble det i tillegg prøvd ut en ny optisk sensor for online måling av nitrat, TriOS NICO nitrate sensor med wiper (figur 26), som måler konsentrasjon av nitrat basert på adsorpsjon av UV-lys. Sensoren har måleområde 0-30 mg NO₃-N/l, og korrigerer for turbiditet. Utprøving med kjente nitratløsninger i laboratoriet og tilsats av turbiditet viste at sensoren ga pålitelige resultater for nitratkonsentrasjon. Dette er et tredjegenasjons instrument, kommersielt produsert og solgt for blant annet overvåking av nitrat i grunnvann til vannforsyning i Tyskland.

For HOL-T 1 m ble det brukt en multiparametersensor MPS-D16, fra SEBA, som tillegg til angitte parameter for D8 også måler klorofyll A og fykocyanin (figur 26). Disse målingene presenteres ukalibrert, og må tolkes med forsiktighet.

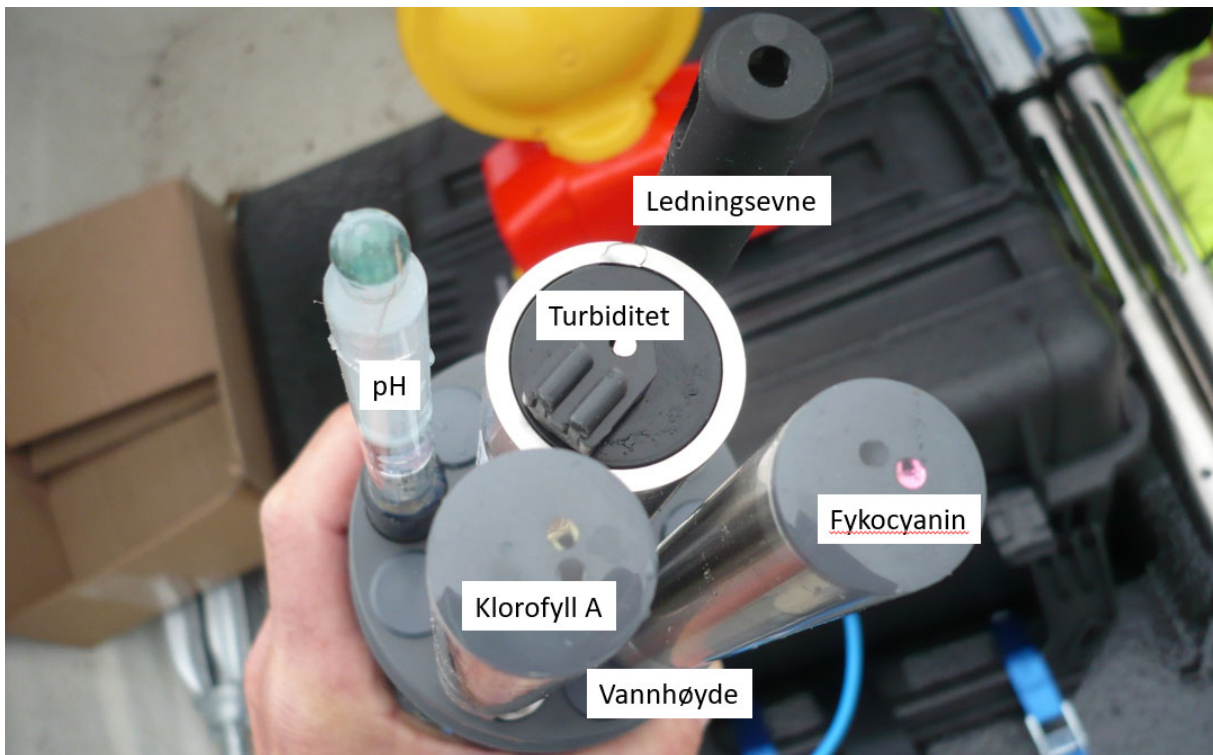
For alle automatiske stasjoner ble det utført de automatiske målinger med MPS hvert 30. minutt. Data ble sendt til server, via mobilnettet, for presentasjon på egen nettbasert overvåkningside 1 gang i døgnet. Rådata fra målingene lagres på NIBIOs database <http://biowebo8.bioforsk.no/seba/projects/login.php>.



Figur 25. Multiparametersonde (MPS-D8) som er benyttet på stasjonen for kontinuerlige automatiske målinger.



Figur 26. Måleprinsipp for TriOS NICO nitratsensor testet ut på stasjon RUS1 sammen med multiparameter MPS-D8.



Figur 27. MPS-D16 på HOL-T, 1 m dyp, med sensorer for optisk måling av klorofyll A og fykocyanin.

3.3 Fiskeundersøkelser

Fiskeundersøkelsene ble gjennomført av Ingar Aasestad (Naturplan) og Johanna Skrutvold. Undersøkelsene er beskrevet i en egen NIBIO-rapport (Skrutvold m.fl. 2018).

I Isielva (ISIF) og Rustanbekken (RUS1) ble fiskeundersøkelsen utført 28.08.18. Samtidig ble det utført enkelt overfiske i Damtjernbekken (DAM). Supplerende fiskeundersøkelser i Brekkedalsbekken (BREN og BREO), Myrbonnbekken (MYR), Tømmerdalsbekken (TØM) og øvre del av Rustanbekken (RUS3) ble utført 14. og 15.10.18. Befaring med avklaring av vandrings- og evt. gyte og oppvekstforhold i utløpet av Damtjernbekken (DAMUT) og Vefsrudbekken (VEFUT) ble utført 30.11.18. Utløpet av Norlandsbekken (NORUT) ble sjekket på samme måte under månedsprøvetaking i Holsfjorden i september. For Isielva (ISIF) og Rustanbekken (RUS1 og RUS3) ble det fisket på eller nær lokaliteter som har blitt undersøkt i tidligere undersøkelser (Gjemlestad og Haaland 2012 samt Bremnes et al. 2007). Alle stasjoner har blitt valgt ut i samråd med fiskeansvarlig Morten Merkesdal i Bærum kommune.

Fiskeundersøkelsen ble utført som kvantitativt el-fiske. Et el-fiskeapparat fra Terik Technology AS ble benyttet. For de fleste stasjonene har det blitt gjennomført full fiskeundersøkelse, med overfiske i tre omganger. For noen stasjoner, antatt fisketomme, ble et bare utført enkelt overfiske av en lengre strekning. Elektrisk fiske ble utført etter standardisert metode (NS-EN 14011) der valgt bekkeavsnitt ble overfisket i tre omganger med 30 minutters mellomrom. For de ulike lokalitetene ble det avfisket et areal på mellom 35 og 60 m². Det ble valgt å fiske på et såpass lite areal da det var høye tettheter av ungfisk. Tettheten av fisk (y) ble beregnet med Bohlins metode (jf. Zippin 1956; Bohlin mfl 1989):

$$y = \frac{T}{1 - \left(\frac{T - C_1}{T - C_3}\right)^3}$$

der y er tettheten av fisk, T er totalt antall fisk fanget, og C_1 og C_3 er antall fisk fanget ved hhv første og tredje gangs overfiske.

Usikkerheten i et slikt estimat kan være betydelig, særlig om metoden benyttes for en fangst på færre enn 50 fisk, jf. Forseth og Forsgren (2009). Det har bare blitt beregnet total tetthet av ørret, og det er ikke gitt separate estimater for tetthet av årsyngel og annen ungfisk. Fangbarheten (p) ble beregnet ut i fra estimert tetthet og totalt antall fanget fisk via følgende formel:

$$p = 1 - \sqrt[3]{1 - \frac{T}{y}}$$

Det er skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk ($\geq 1+$), basert på lengdefordelingen. Figur 28 viser ungfisk av ørret og laks fra Isielva.



Figur 28. Ungfisk av ørret (venstre) og laks til høyre (høyre) fra fiskeundersøkelsen i Isielva slutten av august 2018 (Foto: Johanna Skrutvold, NIBIO).

3.4 Bunndyr

Bunndyrundersøkelsene ble utført 9. mai 2018 av Johanna Skrutvold og Inga Greipsland. Undersøkelsene ble utført i mai etter vårfloppen. Gjennomgående lav vanntemperatur sikret at bunndyrsamfunnet var intakt, og ikke forringet gjennom tidlig sverming.

Bunndyrprøvene ble tatt ut ved bruk av sparkemetoden (NS-ISO 10870). Det ble benyttet håv med maskevidde på 250 µm, montert i en ramme på 25 cm x 25 cm. Det ble tatt ut prøver som i sum representerte bekkens habitatfordeling på best mulig måte. Det ble sparket i om lag 1 minutt per prøve over en strekning på 3 meter. Det ble tatt ut tre delprøver som ble slått sammen til en blandprøve. Prøven ble fiksert med etanol og lagret mørkt. Bunndyrprøvene ble bestemt av Trond Bremnes, Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI), Universitetet i Oslo. Trond Bremnes utførte også indeksvurderingen av prøvene, henholdsvis ASPT og EPT (vedlegg III).

Graden av organisk belastning (forurensningstype eutrofiering) ble vurdert ved bruk av ASPT-indeksen (Average Score per Taxon; Brittain (1988)). ASPT-indeksen benyttes til å vurdere den økologiske tilstanden i bunndyrsamfunnet, med utgangspunkt i toleranseverdier på familienivå (Armitage mfl 1983);

$$ASPT = \frac{\sum_{i=1}^n S_k}{n}$$

der n er antall indikatorene og S_k er score til den i -te indikatorene.

I veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018) til vannforskriften er det en tabell med klassegrenser og referanseverdi for ASPT for fastsettelse av økologisk tilstand i elver (tabell 4). Verdiene i denne tabellen har blitt brukt for å vurdere økologisk tilstand i Farriselve på bakgrunn av bunndyrprøvene.

I tillegg til ASPT-indeksen, ble EPT-indeksen beregnet for å kunne gi en enkel vurdering av biologisk mangfold. Indeksen benytter summen av (total taksonomisk antall) for døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera) (Lenat and Penrose, 1996).

Tabell 4. Klassegrenser for ASPT i elver (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018).

Tabell 5.8a Klassegrenser og referanseverdi, absoluttverdi, for bunndyrindeksen ASPT for fastsettelse av økologisk tilstand i elver påvirka av eutrofi og organisk belastning.						
Vanntype	referanseverdi	svært god	god	moderat	dårlig	svært dårlig
Alle	6,9	>6,8	6,8 – 6,0	6,0 – 5,2	5,2 – 4,4	< 4,4

3.5 Begroingsalger

Feltarbeidet med innsamling av begroingsalger ble gjennomført 22.08.18 av Anne Engh (FAUN) og Johanna Skrutvold (NIBIO). Begroingsprøvene ble bestemt og indeksplassert av Trond Stabell i FAUN (vedlegg IV og VI).

Prøvetaking og dekningsgrad for makroalger ble gjennomført ved hjelp av vannkikkert der en strekning på ca. 10 meter blir undersøkt. Alle synlige makroskopiske bentiske alger ble samlet inn og lagret i hver sine prøveglass (dramsglass). Under feltarbeidet ble det notert dekningsgrad, tetthet og andre forhold som karakteriserte lokaliteten. Prøvene av mikroskopiske alger ble tatt ved å samle 10 steiner med diameter 10-20 cm fra områder av elvebunnen som ligger dypere enn laveste vannstands nivå. Oversiden av hver stein ble børstet (areal ca. 8 x 8 cm), materialet blandes med ca. 1 liter vann og overføres til prøveglass. Alle prøvene tilsettes så konserveringsmiddel (lugol) og oppbevares deretter mørkt og kjølig frem til analyse.

Vannforekomstens tilstand med hensyn til aktuell påvirkning har blitt vurdert etter fastsatte indekser angitt i Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018). Ved klassifisering av analyseresultatene for begroingsalger beregnes PIT-indeksen (Periphyton Index of Trophic status) mht. eutrofiering og AIP (Acidification Index Periphyton) mht. forsuring. AIP registreres kun dersom det observeres tre eller flere indikatortaksa. Det er PIT-indeksen som er av interesse for de relativt kalkrike bekkene og elvene øst og vest for Sollihøgda. Klassegrensene for PIT-indeksen er vist i tabell 5.

Tabell 5. Klassegrenser for begroingsalger og PIT-indeksen i lokaliteter med kalsiumkonsentrasjon over 1 mg/l.

Parameter	Referanse-verdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Begroingsalger (PIT)	6,71	< 9,69	9,69 – 16,18	16,18 – 31,34	31,34– 46,50	> 46,50

3.6 Plankton

Planteplankton er meget følsomme overfor økning av næringssalttilførsler (eutrofiering). Med økende eutrofiering øker biomassen samtidig med at artssammensetningen endres mot artsgrupper som er mer tolerante overfor næringstilførsel. Med økende grad av eutrofiering kan artssammensetningen til slutt gå i en retning mot giftproduserende arter (cyanobakterier) som ikke blir spist av andre organismer lenger opp i næringskjeden.

Det ble tatt månedlige prøver av planteplankton ved stasjonen HOL-N i Holsfjorden i perioden mai til oktober. I mai, juli og august ble det også tatt ut prøver ved HOL-T. Prøvene av planteplankton ble tatt ut fra en blandprøve hentet med vannhenter fra 0-15 m dyp. Samtidig ble det tatt ut vannprøver for analyse av klorofyll som brukes som mål på total biomasse av planteplankton. Det ble også tatt ut vannprøver som ble analysert for parametere beskrevet i kapittel 3.1, deriblant næringsstoffer. Forekomsten og artssammensetningen av planteplankton ble vurdert etter Planteplankton Trofisk Indeks (PTI):

$$PTI = \frac{\sum_{j=1}^n a_j s_j}{\sum_{j=1}^n a_j}$$

a_j = andel av taxon j i prøven s_j = indikatorverdi for taxon j i prøven

Indeksen uttrykker økningen og reduksjonen av artsgrupper (taksa) som er henholdsvis tolerante og følsomme for næringstilførsel (fosfor). Indeksverdien for innsjøer varierer mellom 1,5 og 4,0 der lave verdier indikerer god status med hensyn på eutrofiering. Klassegrensene er tilpasset sju vanntyper.

Tabell 6. Klassegrenser for økologisk tilstand i innsjøtype LN1]. Tilpasset etter tabell 4.2 i Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen 2018).

Parameter	Ref. verdi	Maks-verdi	I (Svært god)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Total biomasse	0,28	6,00	< 0,64	0,64 – 1,04	1,04 – 2,35	2,35 – 5,33	> 5,33
PTI	2,09	4,00	< 2,26	2,26 – 2,43	2,43 – 2,60	2,60 – 2,86	> 2,86
Cyano _{max}	0,00	10,00	< 0,16	0,16 – 1,00	1,00 – 2,00	2,00 – 5,00	> 5
Klorofyll a	3		< 6	6 - 9	9 - 18	18 - 36	> 36
Total fosfor	6		< 10	10 – 17	17 – 26	26 – 42	> 42
Totalt nitrogen	275		< 425	425 – 675	675 – 950	950 – 1425	> 1425

I tillegg til planteplankton, ble det også tatt ut prøver av dyreplankton ved to stasjoner i Holsfjorden. Sammensetningen av dyreplanktonsamfunnet er viktig for næringskjeden og avgjørende for nedbeiting og dynamiske variasjoner av ulike arter av planteplankton. Referanseundersøkelsene av dyreplankton vil kunne vise seg viktige og nødvendige for å avklare eventuelle endringer og økologiske sammenhenger ved økt belastning av nitrogenforbindelser og partikler i anleggsfasen i prosjektet.

Prøver av dyreplankton ble tatt ut i mai, juli og august. Prøvene ble tatt ut ved håvtrekk fra 10-15 m dyp. I veileder 02:2018 har det blitt innført to forsuringsindekser basert på småkreps og indikatoraksa med ulik følsomhet for forsurening (LAC1) sammen med diversitet av krepsdyr (LAC2). I dette prosjektet er det hovedsakelig eutrofieringsproblematikken som er relevant.

Eutrofieringsindekser basert på småkreps og zooplankton har blitt anbefalt utviklet for bruk innenfor EUs vannrammedirektiv (Jeppesen et al. 2011), med basis i kunnskap om arter som er følsomme og tolerante for eutrofiering (Haberman and Halda 2014).

4 Resultater

4.1 Vannprøver

Den kjemiske tilstanden i vannforekomstene var generelt god gjennom 2018. Når det gjelder næringsstoffer varierer tilstanden i bekkene mellom svært god og moderat. Det totale innholdet av fosfor var lavt (klasse I) i alle vannforekomstene. Rustanbekken havner innenfor tilstandsklasse moderat med hensyn på total nitrogen (Tabell 7).

Tabell 7. Middelverdier av næringsstoffer i vannprøver (µg/l).

Stasjon	NO3-N (µg/l)	NH4-N (µg/l)	Tot-N (µg/l)	Tot-P (µg/l)
ISI	383	7,2	500	7,8
RUS 1	770	21	770	8,7
RUS 2	620	<5	730	6,3
NOR	460	<5	563	19
DAM	582	<5	720	10
DAM 2	326	4,3	630	10

PAH og THC ble kun påvist i to prøver. Det ble påvist en PAH-forbindelse (indeno[1,2,3-cd]pyren) i konsentrasjon innenfor klasse II i én prøve tatt i Isielva. Det ble påvist oljeforbindelser (THC C16-C25) i én prøve tatt i Norlandsbekken.

Konsentrasjon av metaller har også vært lave (Tabell 8 og 9) og alle vannforekomstene havner innenfor tilstandsklasse I eller II. Rustanbekken viste noe forhøyet konsentrasjon av klorid (373 mg/l) fra vegsalt i prøven tatt i april.

Fullstendige analyseresultater er i Vedlegg II.

Tabell 8. Middelverdier av tungmetaller i vannprøver; aluminium (Al), arsen (As), bly (Pb), jern (Fe), kadmium (Cd), krom (Cr), mangan (Mn), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni) og sink (Zn) (µg/l).

Stasjon	Al	As	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Hg	Ni	Zn
ISI	38,9	0,14	0,03	16,11	0,02	0,46	0,039	2,5	<0,001	0,11	1,13
RUS 1	48,9	0,14	0,02	9,81	0,007	0,55	0,08	1,96	<0,001	0,13	1,64
RUS 2	42,7	0,14	0,02	13,25	0,005	0,52	0,08	2,75	<0,001	0,13	1,05
NOR	10,1	0,09	0,01	1,21	<0,004	0,27	<0,05	2,5	<0,001	<0,05	0,55
DAM 1	29,8	0,1	<0,01	3,55	<0,004	0,32	0,06	0,29	<0,001	0,12	0,41
DAM 2	55,3	0,15	0,02	23,5	<0,002	0,29	0,07	51,4	<0,001	0,11	1,27

Tabell 9. Maksverdier av tungmetaller i vannprøver; aluminium (Al), arsen (As), bly (Pb), jern (Fe), kadmium (Cd), krom (Cr), mangan (Mn), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni) og sink (Zn) (µg/l).

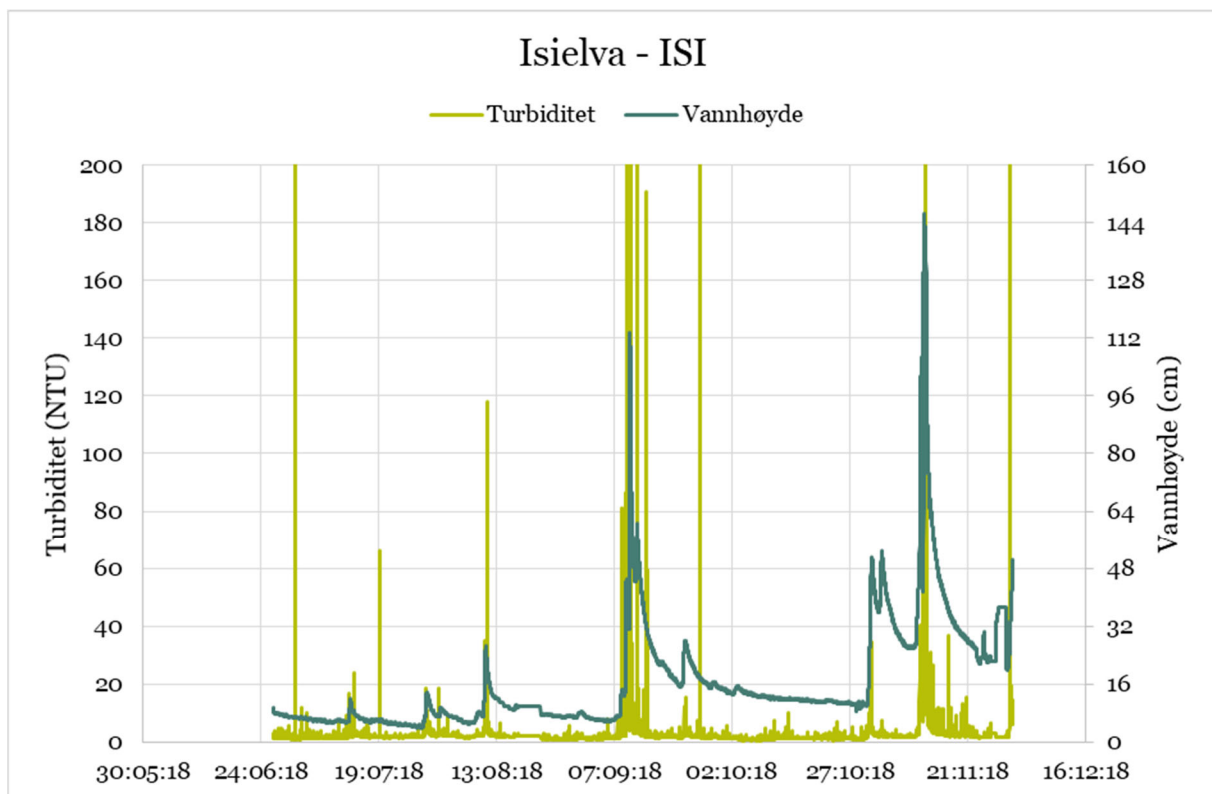
Stasjon	Al	As	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Hg	Ni	Zn
ISI	110	0,18	0,068	32	0,056	0,61	0,084	4,5	<0,001	0,13	1,5
RUS 1	140	0,17	0,028	24	0,018	0,66	0,14	5	<0,001	0,16	4,9
RUS 2	110	0,16	0,031	26	0,006	0,57	0,092	6,5	<0,001	0,15	1,9
NOR	12	0,11	<0,01	1,9	<0,004	0,32	<0,05	5,2	<0,001	0,065	0,55
DAM 1	57	0,14	<0,01	9,2	<0,004	0,45	0,06	0,58	<0,001	0,13	0,46
DAM 2	110	0,18	0,02	35	0,01	0,32	0,08	130	<0,001	0,13	2,40

4.2 Sensormålinger

4.2.1 Isielva (ISI)

Figur 29 viser resultatene for automatiske målinger av turbiditet og vannhøyde på stasjonen ISI for måleperioden 26.06.18 til 30.11.18. Målingene av turbiditet viste en variasjon fra 0,1 NTU i perioder med lav og normal vannføring til over 1000 NTU under større flommer. Under store flommer vil målingene bli mer usikre, blant annet som følge av mye luftbobler og om turbiditetssonden kommer i en sone med bunntransport av større partikler. Mest sannsynlig blir turbiditeten overestimert under flom.

Samlet sett viste resultatene at ISI hadde klart vann i perioder med lav og normal vannføring, men at naturlig turbiditet økte mye under flom. Dette har sammenheng med at økt vannføring gir erosjon i elvekanten og utvasking av materiale som har blitt lagret inn i elvebunnen, både mineralmateriale og organisk materiale fra begroingsalger. Målingene av vannhøyde viste at Isielva er en elv med raske vannstandsendringer, hvor økninger i vannhøyde under flom kom opp i 1,3 m over vannhøyden ved normal vannføring (11.11.18).



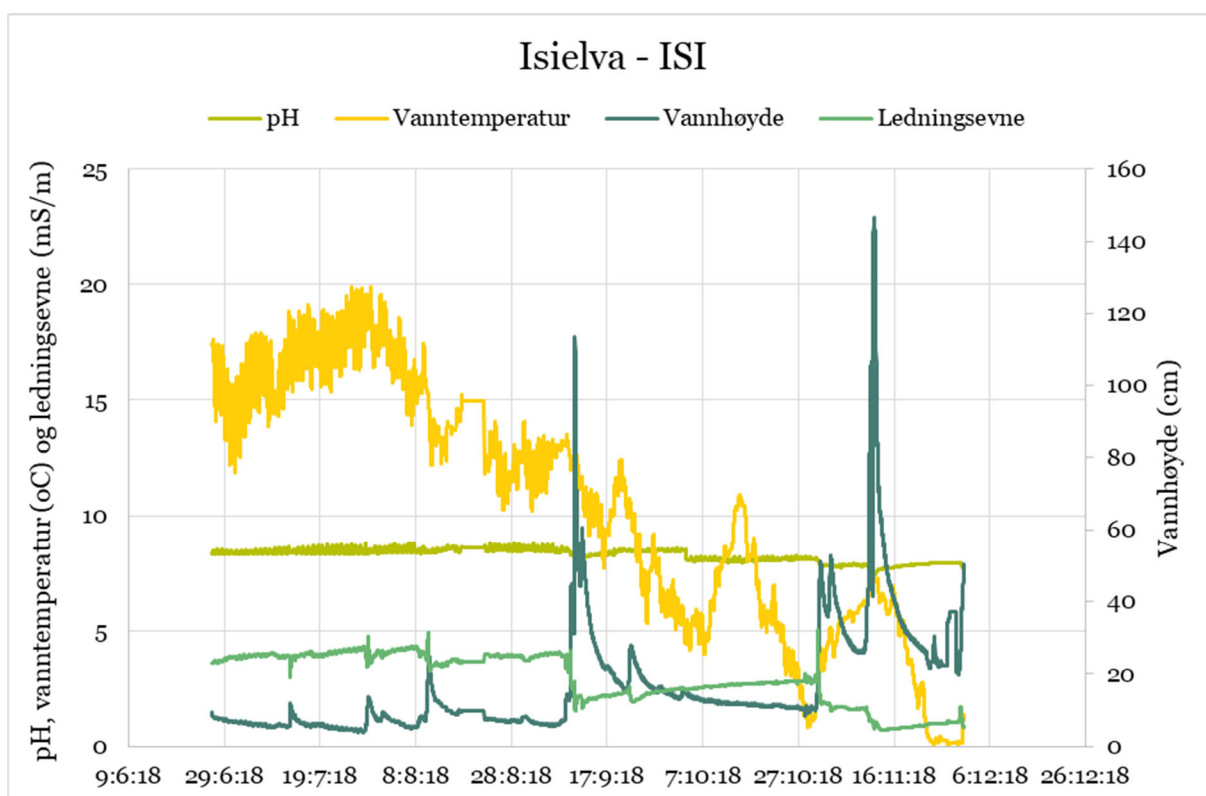
Figur 29. Automatiske målinger av turbiditet og vannhøyde i Isielva i perioden juni-desember 2018.

Figur 30 viser pH, vanntemperatur, vannhøyde og ledningsevne i Isielva gjennom måleperioden. pH viste en variasjon fra 7,4 under storflom den 11. november til 8,8 ved ekstrem lavvannføring i august. Gjennom sommeren viste pH klare døgnvariasjoner, som følge av begroingsalgers fotosyntese på dagtid.

Vanntemperaturen var høy gjennom deler av sommeren 2018, og spesielt i slutten av juli med maksimale temperaturer opp i 20 °C i flere dager. Ettårige ørretunger slutter å vokse når temperaturen overstiger 19 °C, og ved temperaturen over 21 °C øker dødeligheten for årsyngel og ettåringer (Solomon og Lightfoot 2008). Tørkesommeren 2018 demonstrerer forhold der yngel og ungfisk i

Isielva vil være spesielt utsatt for økte forurensningstilførsler i elva, siden de allerede er stresset av høy vanntemperatur og økt predasjon som følge av lav vannstand med reduserte skjul- og fluktmuligheter.

Ledningsevnen varierte mellom 4 og 32 mS/m. Laveste ledningsevne inntraff på maksimal vannføring under flomtappen 11.11.18. Høyeste ledningsevne ble målt på begynnende flom den 31.10.18, en avrenningsepisode etter et snøfall der det hadde blitt brukt vegsalt på E16. Vegsaltet ble tilført via Rustanbekken, slik det framkommer i figur 32. Gjennom sommeren var det gjennomgående høy ledningsevne i Isielva, mellom 20 og 30 mS/m. Trolig er dette hovedsakelig en effekt av tilførsler av overflatenært saltpåvirket grunnvann til Rustanbekken, siden vegsalt tilført tidligere vil gi ettervirkninger i bekkene.



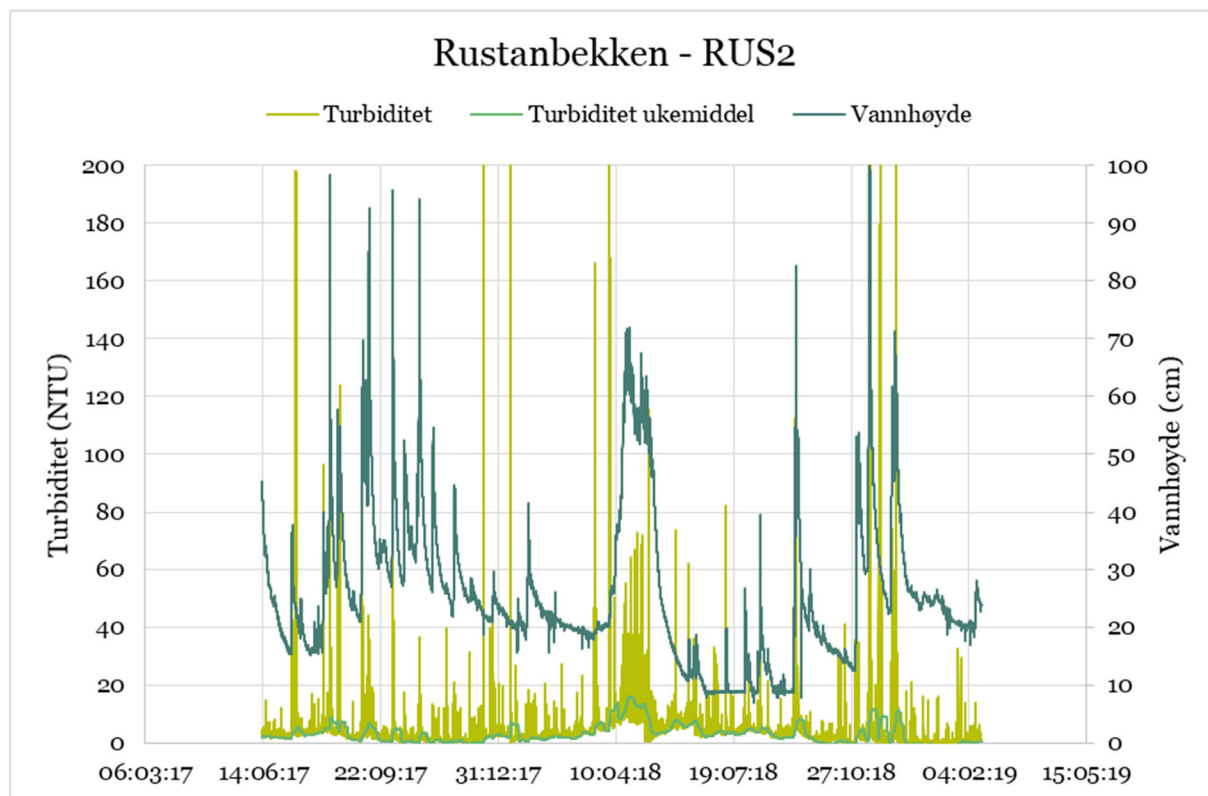
Figur 30. Automatiske målinger av pH, ledningsevne, vanntemperatur og vannhøyde i Isielva i perioden juni til desember 2018.

4.2.2 Rustanbekken (RUS 1 og RUS 2)

Figur 31 viser turbiditet, ukemiddel turbiditet og vannhøyde for stasjon RUS2 for måleperioden 13.06.17 til 13.02.19. Turbiditeten har variert fra 0,2 til over 1000 NTU, der de høyeste målingene har vært kortvarige hendelser under flom. I perioder med lav og normal vannføring har Rustanbekken i hovedsak hatt klart vann med lav turbiditet. Alle hendelser med flom eller økt vannføring har gitt økt turbiditet, og under de større flommene har Rustanbekken hyppig vist turbiditet på mellom 40 og 80 NTU i lengre perioder. Under snøsmeltingen i april og begynnelsen av mai 2018 var det ofte relativt høy turbiditet på mellom 40 og 70 NTU. Turbiditeten i Rustanbekken påvirkes opplagt av brøyting og partikkeltransport fra dagens E16.

Flytende ukemiddelverdi for turbiditet varierte mellom 0 og 16 NTU, med de laveste verdiene vinteren 2017/2018 og senhøsten 2018. De høyeste verdiene oppsto under vårflom og snøsmelting i april og begynnelsen av mai 2018 samt en stor høstflom tidlig i november 2018.

Målingene av vannhøyde har vist stor variasjon, med vekslinger i vannhøyde mellom normalvannføring og flom på opptil 90 cm. Sommeren 2018 var det svært lite vann og lav vannhøyde i Rustanbekken.

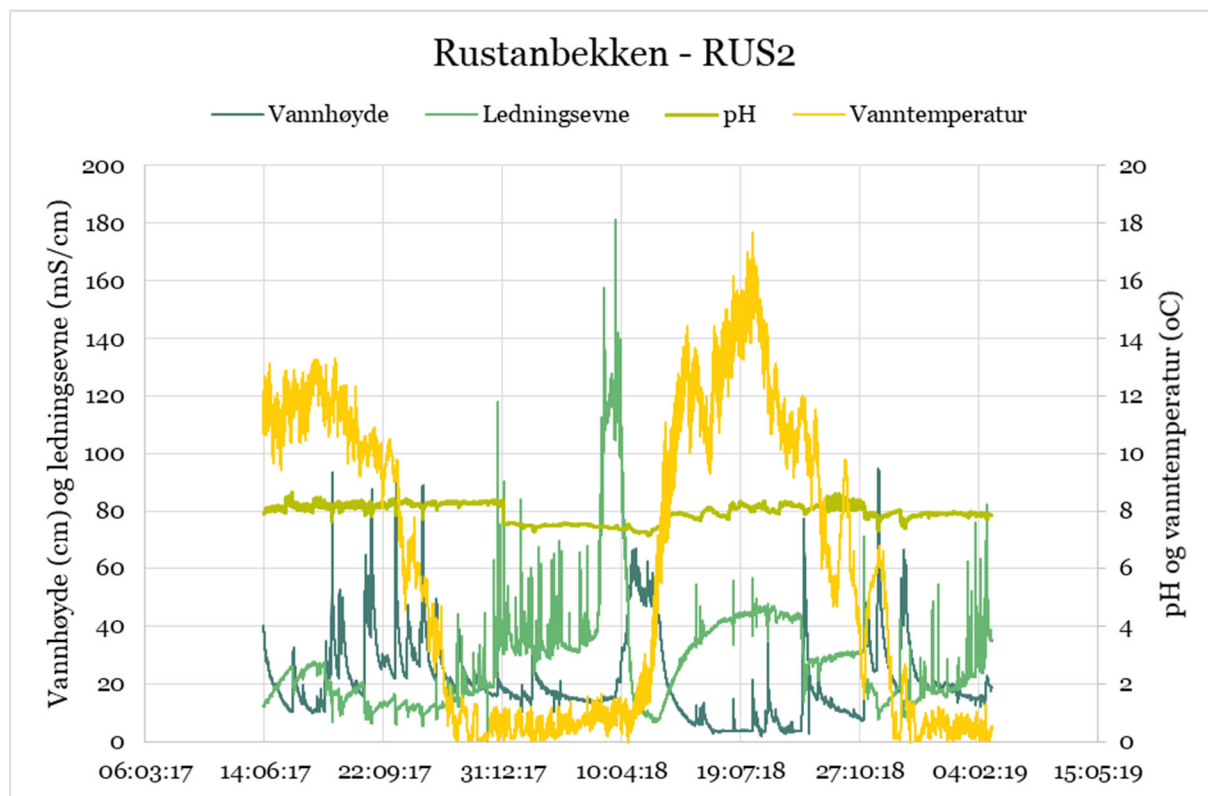


Figur 31. Automatiske målinger av turbiditet, ukemiddel turbiditet og vannhøyde i Rustanbekken ved stasjon RUS 2 i perioden juni 2018 til februar 2019.

Figur 32 viser vannhøyde, ledningsevne, pH og vanntemperatur for stasjon RUS2 i måleperioden 13.06.17 til 13.02.19. Ledningsevnen viste en variasjon fra 5 til 181 mS/m. Laveste ledningsevne ble målt i oktober 2017, ikke lenge før oppstart av ny sesong med vegsalt. Høyeste ledningsevne ble målt i begynnelsen av april 2018, på stigende vannføring i første fase av smelteflommen. Maksimal ledningsevne oppstår som følge av utvasking av vegsalt tidlig i smelteforløpet. Mot slutten av vårflommen blir tilført vegsalt fortynt av store vannmengder. Gjennom tørkesommeren 2018, med lav og grunnvannsdominert avrenning i Rustanbekken, økte ledningsevnen til mellom 40 og 60 mS/cm. Ledningsevnen var uvanlig høy til å være midt på sommeren, og skyldes nok at bekken for en stor del ble matet av overflatenært og saltholdig grunnvann fra vegkantene rundt E16 i tillegg til at vannet i liten grad ble fortynt. Tidvis høy ledningsevne og stor variasjon i målte verdier gjennom senhøsten og vinteren skyldes avrenning av vegsalt spredd under snøfall og perioder med glatt veg. Dagens E16 over Sollihøgda blir prioritert for høyt forbruk av vegsalt som følge av at den er bratt, har dårlig standard, stor trafikk og stor andel tyngre kjøretøy. Vegsaltet gjør at Rustanbekken har vesentlig høyere ledningsevne enn Isielva, der mesteparten av vannet kommer fra den upåvirkede Kjaglidalen.

pH har variert mellom 7,3 og 8,6 i Rustanbekken. De laveste pH-verdiene ble målt under den store høstflommen i første del av november 2018. De høyeste pH-verdiene ble målt om sommeren 2017, sommeren og tidlig høst 2018. pH-sonden ble skiftet 27.09.18, da den gamle sonden viste for høy verdi, ca. 0,8 for høy. Alle pH-verdier for 2018 ble dermed justert fra 01.01.2018, og de målte verdiene fra våren kan ha vært noe lavere enn hva som var reelt.

Vanntemperaturen på RUS2 har variert fra nær null på vinteren og maksimalt rundt 18 °C i slutten av juli 2018. Til sammenligning var de høyeste vanntemperaturene i Rustanbekken rundt 13 °C sommeren 2017.

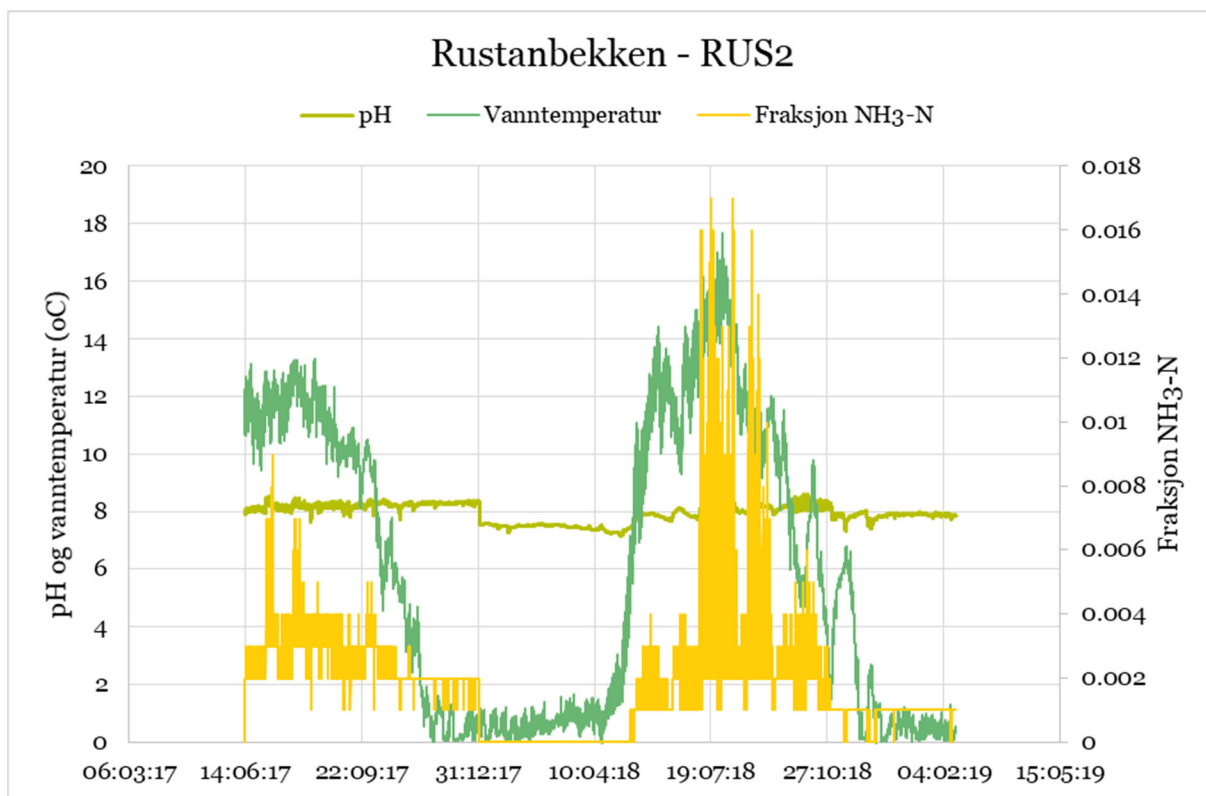


Figur 32. Automatiske målinger av vannhøyde, ledningsevne, pH og vanntemperatur i Rustanbekken ved stasjon RUS 2 i perioden juni 2018 til februar 2019.

Figur 33 viser andel av ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$) som teoretisk vil foreligge som ammoniakk ($\text{NH}_3\text{-N}$) som følge av at likevekten mellom disse påvirkes av pH og vanntemperatur. Fraksjon $\text{NH}_3\text{-N}$ kan brukes til løpende vurderinger av fare for gifteffekter på fisk og andre vannlevende organismer. I juli 2018 med kombinasjon av relativt høy pH (8,3) og vanntemperaturer over 16 °C gir beregningene den høyeste fraksjonen $\text{NH}_3\text{-N}$, mellom 1,6 og 1,7 % av total $\text{NH}_4\text{-N}$.

I juli 2017 var maksimal fraksjon $\text{NH}_3\text{-N}$ på 0,9 %, der det samtidig ble målt pH 8,6 og en vanntemperatur på 12 °C. Forskjellene mellom sommeren 2017 og 2018 demonstrerer hvor viktig vanntemperaturen er for likevekten mellom ammonium og giftig ammoniakk.

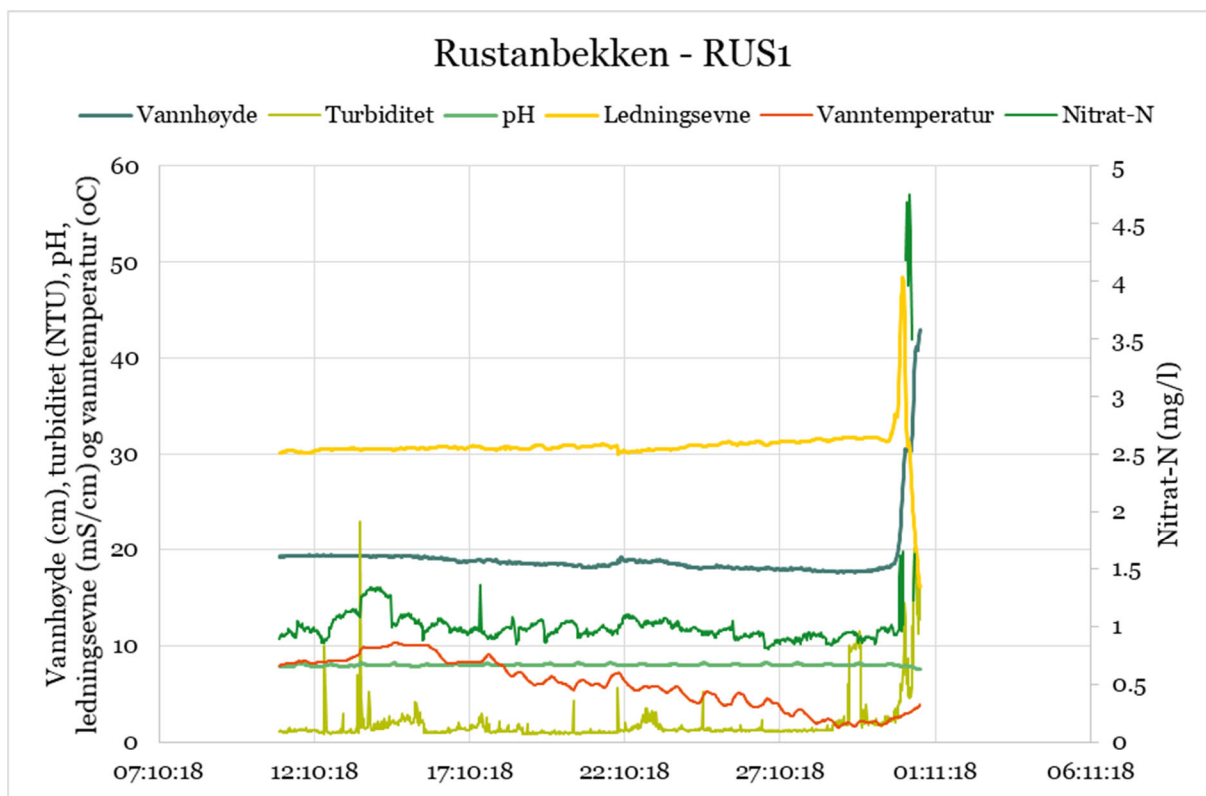
Fortløpende beregninger av teoretisk fraksjon ammoniakk basert på løpende målinger av pH og vanntemperatur, gir bakgrunn for å vurdere mulige gifteffekter av ammoniakk basert på forholdene i elva. Både Rustanbekken og Isielva viser normalt høy pH, som følge av kalkrik berggrunn, og pH vil øke ytterligere ved god lystilgang og stor vekst/fotosyntese for begroingsalger.



Figur 33. Automatiske målinger av pH, vanntemperatur og teoretisk andel ammonium som vil forekomme som ammoniakk med observerte variasjoner i pH og temperatur.

Figur 34 viser automatiske målinger av vannhøyde, turbiditet, pH, ledningsevne, vanntemperatur og nitrat (NO₃-N), på stasjon RUS1 i perioden 10.10.18 til 31.10.18. Figuren viser endringer i vannkvalitet som følge av begynnende flom 31.10.18, der vannhøyden raskt steg med over 20 cm. Parallelt skjedde det en økning i ledningsevne, som følge av utvasking av vegsalt fra E16 ved snøsmelting samt en økning i nitrat-N. Optisk målt nitrat økte fra et basisnivå rundt 1 mg NO₃-N/l til nærmere 5 mg NO₃-N/l.

Utprøvingen av optiske målinger av nitrat sammen med andre automatiserte basisparametere, vil gi viktig informasjon om nitrogenutvasking fra sprengstein og tunneldriving i anleggsfasen. Planen er å ha dette utstyret i drift fra april til desember 2019.



Figur 34. Automatiske målinger av vannhøyde, turbiditet, pH, ledningsevne, vanntemperatur og nitrat-N i Rustanbekken ved stasjon RUS1 i perioden oktober til november 2018.

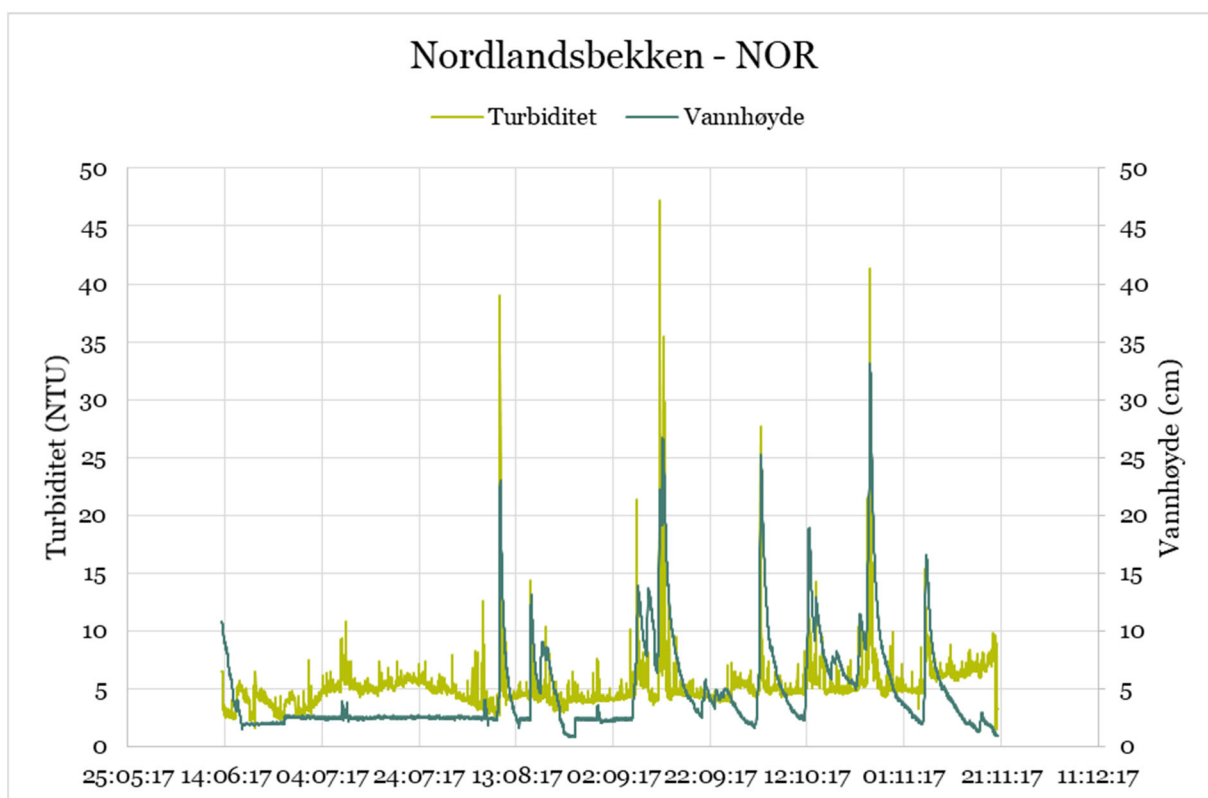
4.2.3 Nordlandsbekken (NOR)

Figur 35 viser automatiske målinger av turbiditet og vannhøyde i Nordlandsbekken ved stasjon NOR gjennom 2017. Målt turbiditet varierte fra 1 til maksimalt 47 NTU, og de høyeste verdiene inntraff naturlig nok ved høy vannføring. Høyeste vannhøyde målt gjennom 2017 var rundt 30 cm over vannhøyde ved lav vannføring. Perioden fra slutten av juni og fram til begynnelsen av august var nedbørfattig, og med lav vannføring i Nordlandsbekken. Utover høsten var det flere flommer skapt av nedbørshendelser.

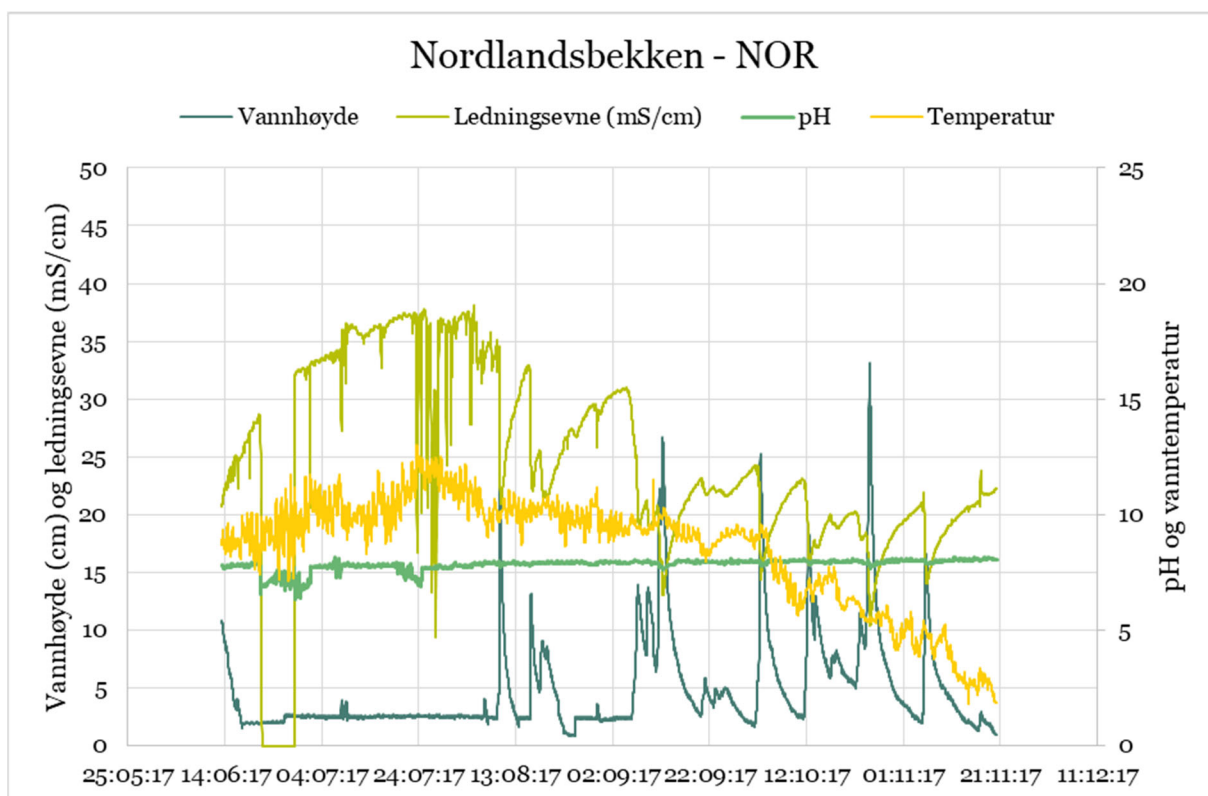
Figur 36 viser vannhøyde, ledningsevne, pH og vanntemperatur i Nordlandsbekken gjennom 2017. Ledningsevnen varierte mellom 10 og 38 mS/m, der de høyeste verdiene ble målt under lavvannsføring i juli og august. En periode med nullverdier kan forklares med at vannstanden sank slik at ledningsevnesensoren stod tørt. Periodisk lave målinger av ledningsevne i juli og august har nok også sammenheng med at sensoren var delvis tørrlagt. Ledningsevnen avtok i flommer.

pH lå stabilt rundt 8 gjennom hele måleperioden, med unntak av perioder der sensoren mest sannsynlig var tørrlagt, der det var feilmålinger som viste lavere pH-verdier.

Vanntemperaturen varierte fra et minimum på 1,8 °C i slutten av november til et maksimum rundt 13 °C i slutten av juli.



Figur 35. Automatiske målinger av turbiditet og vannhøyde i Nordlandsbekken i perioden juni-november 2017.



Figur 36. Automatiske målinger av pH, ledningsevne, vanntemperatur og vannhøyde i Nordlandsbekken i perioden juni til november 2017.

4.2.4 Holsfjorden (HOL-N)

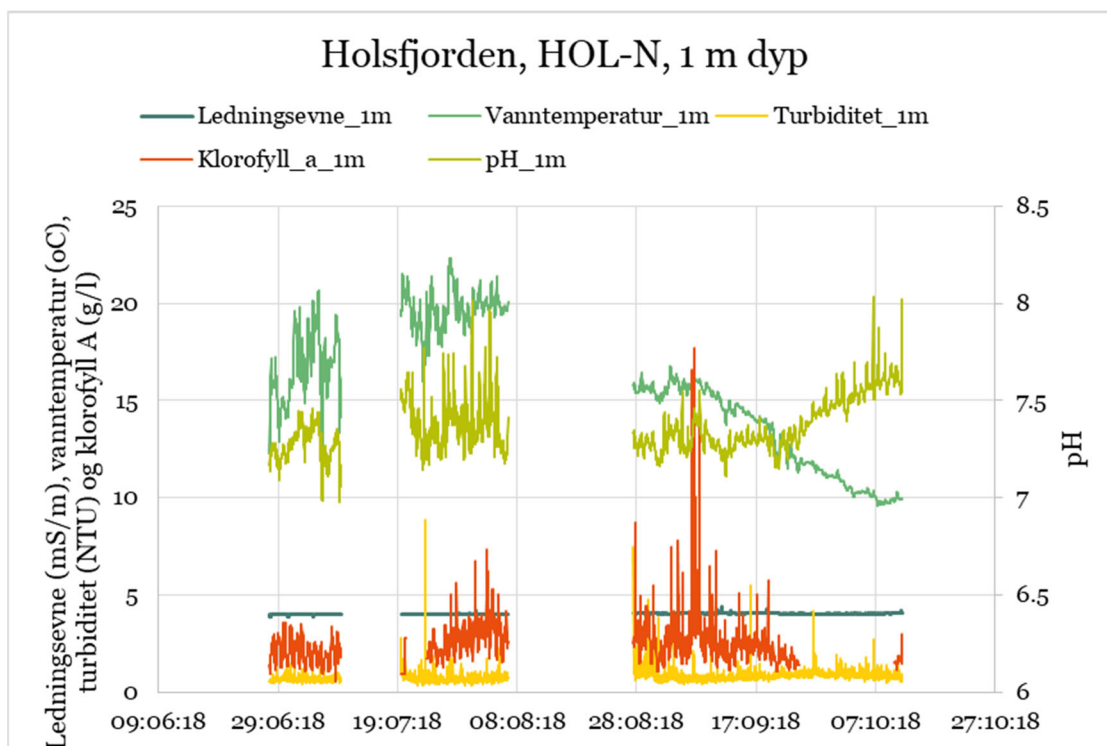
Figur 37 viser målingene av ledningsevne, vanntemperatur, turbiditet, klorofyll A og pH på 1 m dyp i Holsfjorden i måleperioden 27.06 til 11.10.18. Det var to perioder med avbrudd i målingene som følge av at batteriet ladet seg ut, som følge av stort strømtrekk fra GPS-posisjonering. En fra 09.07 til 19.07 og en fra 06.08 til 27.08 2018.

Målingene viste stabil ledningsevne rundt 4 mS/m gjennom hele måleperioden. Vanntemperaturen i overflatevannet viste en maksimal temperatur på 22 °C den 27. juli. Temperaturen sank gradvis utover høsten og var 10 °C den 11. oktober.

Målt turbiditet var lav, i all hovedsak under 1 NTU, og forhøyede verdier har mest sannsynlig sammenheng med tilfeldig passering av algemateriale eller andre feilkilder.

Målingene av klorofyll A og pH samvarierte, og viste tidvis store døgnvariasjoner. De største døgnvariasjonene i pH ble målt i den varmeste perioden i slutten av juli og begynnelsen av august, med maksimal pH på 8 tidlig på dagen (kl. 11 – 12) og rundt 7,2 på natta. I den samme perioden med det målt maksimale verdier av klorofyll A på 7,4 g/l og minimale på 1,5 g/l. De høyeste verdiene for klorofyll ble målt sent på kvelden, rundt kl. 21, mens de laveste ble målt midt på dagen. Dette må antas å ha sammenheng med at algene forflytter seg i dybden for å optimalisere lysforholdene, og at det er mer alger høyt oppe i vannmassene på 1 m dyp når lyset sviner på kvelden.

De aller høyeste verdiene for klorofyll A ble målt i perioden 6. til 8. september i september, tidlig på morgenen (kl. 7-9) og sent på ettermiddagen (kl.17 -18). Maksimal verdi var nærmere 18 g/l. Om natta var klorofyll A lavt, med verdier rundt 2-3 g/l. Økningen i klorofyllverdiene i september kan antas å ha sammenheng med en algeoppblomstring som følge av tilførsel av nye næringsstoffer i overflatevannet etter sommerens første nedbørs- og avrenningshendelser i midten av august.



Figur 37. Automatiske målinger av ledningsevne, vanntemperatur, turbiditet, klorofyll a og pH ved 1 m dyp i Holsfjorden ved stasjon HOL-N i perioden juni til oktober 2018.

Figur 38 viser ledningsevne, vanntemperatur, turbiditet og pH på 9 m dyp på HOL-N. Som omtalt tidligere er det perioder uten målinger, som følge av utladet batteri.

Ledningsevnen ligger stabilt rundt 4 mS/m der meste av måleperioden, men med noen episodiske endringer i løpet av høsten, og spesielt i en periode fra 10.09 til 18.09.18, der det måles høyere ledningsevne, og maksimalt 7,1 mS/m.

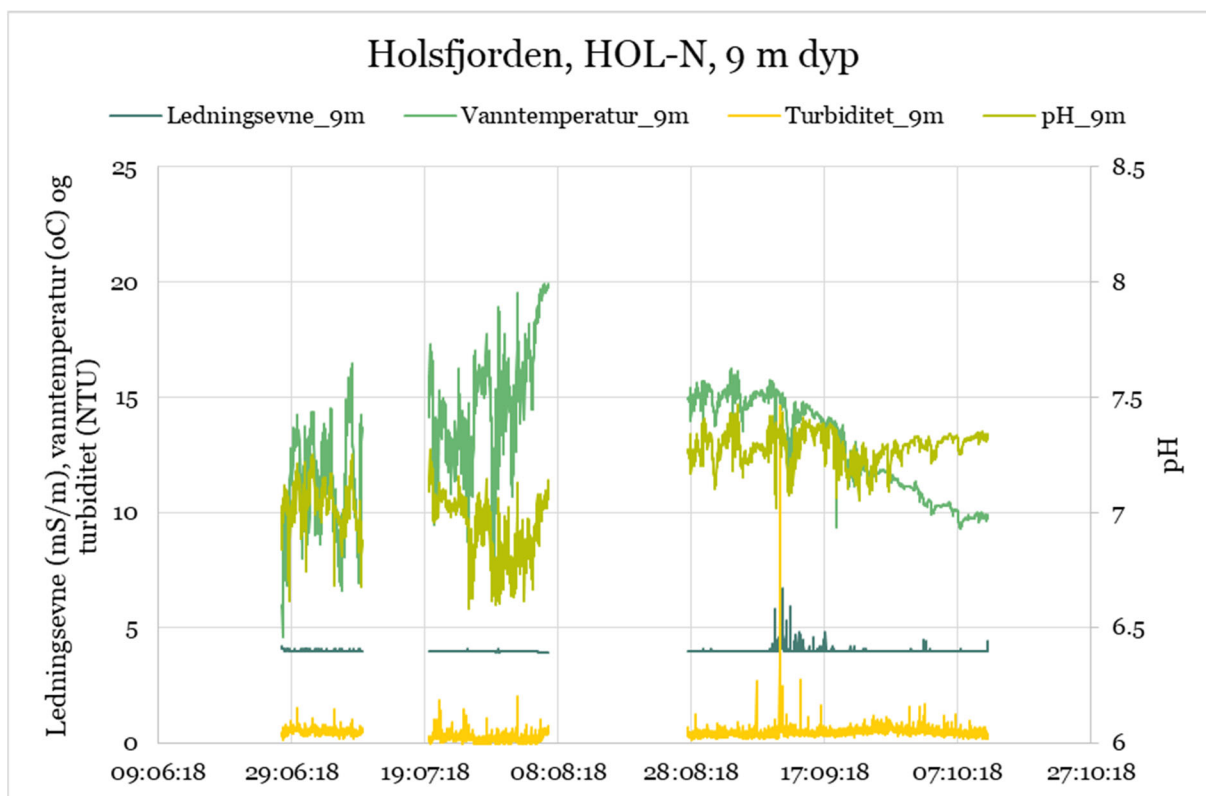
Målt turbiditet er lav, og de fleste målingene er under 0,5 NTU. Men i perioden 10.09 til 18.09 ble det også målt økt turbiditet i en periode, med flere målinger over 3 NTU og en maksimal verdi på 14 NTU.

pH viste en variasjon mellom 6,6 og 7,5, der de høyeste verdiene ble målt i august og september, og de laveste i slutten av juni og begynnelsen av august.

Vanntemperaturen viste stor variasjon i slutten av juli og begynnelsen av august, og ble mer stabil mot slutten av august samt i september og begynnelsen av oktober. pH viste et tilsvarende mønster.

Målingen av ledningsevne og pH kan indikere at målingene var midt i sprangsjiktet i slutten av juli og begynnelsen av august, men at sprangsjiktet flyttet seg nedover i slutten av august, slik at det ble mer stabile forhold rundt målesonden på 9 m dyp.

Episoden med økt ledningsevne og økt turbiditet i perioden 10.09 til 18.09.18 faller sammen med en periode med mye nedbør og flomavrenning i vassdragene, som vist for både Isielva og Rustanbekken. Økt turbiditet og ledningsevne på 9 m dyp i denne perioden kan ha sammenheng med flomavrenning fra Nordlandsbekken, med tilførsel av partikler og vegsalt fra dagens E16. En må anta at avrenning fra Nordlandsbekken har lavere vanntemperatur enn Holsfjorden, og at økt tetthet gjør at avrenningen vil trenge ned gjennom overflatevannsjiktet og ned mot sprangsjiktet. Alternativt kan dette skyldes flomtilførsler fra andre deler av Hols- og Tyrifjorden der vann med noe forhøyet turbiditet og ledningsevne «rir» på toppen av sprangsjiktet.



Figur 38. Automatiske målinger av ledningsevne, vanntemperatur, turbiditet, klorofyll a og pH ved 9 m dyp i Holsfjorden ved stasjon HOL-N i perioden juni til oktober 2018.

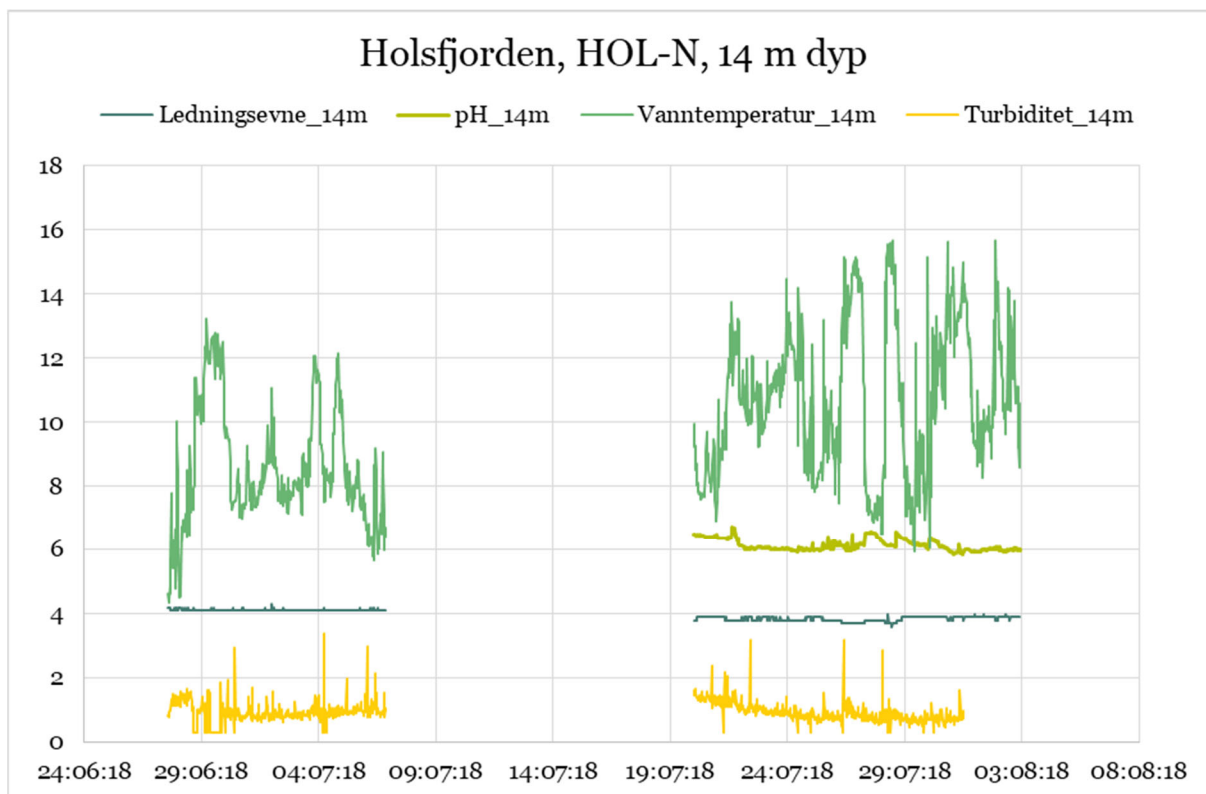
Figur 39 viser ledningsevne, pH, vanntemperatur og turbiditet på 14 m dyp. Det var egentlig ønskelig å sette denne multiparametersensoren dypere, rundt 20 m, for å være sikker på å måle i dypvannet under sprangsjiktet. Dette var vanskelig som følge av dybdeforholdene på valgt lokalitet.

Multiparametersensoren ble likevel tidvis slept langs bunnen under perioder med sterk vind og stor bevegelse i miljøbøya. Sensoren ble ødelagt av disse påkjeningene i begynnelsen av august, og sluttet å måle. Belastningene på sensorene samt ustabilitet i pH-målingene har gitt usikre data på 14 m dyp. I grunnlaget for presentert figur har det blitt fjernet en del data som har blitt vurdert som usikre eller feil. Urørte grunnlagsdata ligger på NIBIOs database <http://biowebo8.bioforsk.no/seba/projects/login.php>. Den nettbaserte databasen er passordbeskyttet.

Ledningsevnen har ligget stabilt rundt 4 mS/m gjennom hele måleperioden. pH har variert mellom 5,8 og 6,6 for den måleperioden som vi har valgt å presentere, men målingene vurderes som usikre.

Vanntemperaturen har vist overraskende stor variasjon over korte tidsintervaller, og indikerer at målingene på 14 m dyp ikke representerer en stabil dypvannssituasjon. Det kan synes som strømninger og vindpåvirkning skaper en ustabil situasjon der overflatevann og dypvann med ulik temperatur stadig blandes og gir store endringer i vanntemperaturen på 14 m.

I en videreføring av disse målingene i Holsfjorden bør måledyp for dypvann ligge dypere enn 20 m for å kunne fange variasjonene i «råvannssonen» aktuell for vannforsyning.



Figur 39. Automatiske målinger av ledningsevne, vanntemperatur, turbiditet, klorofyll a og pH ved 14 m dyp i Holsfjorden ved stasjon HOL-N i perioden juni til oktober 2018.

4.3 Fiskeundersøkelser

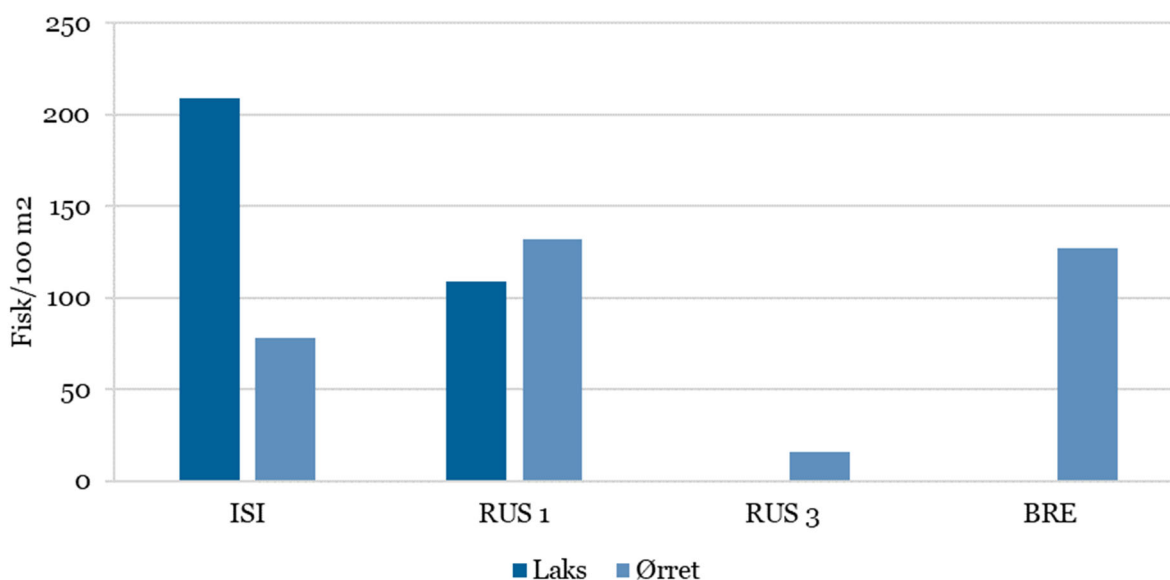
Fiskeundersøkelsene har blitt omtalt NIBIO-Rapport 5(31)2019 (Skrutvold m.fl. 2019) og dette kapitlet gir en kort sammenfatning av resultatene. For stasjonen ISI i Isielva ble det påvist en samlet tetthet av laks- og sjøørretunger på 287 fisk/100 m² (figur 38). For stasjonen RUS1 i Rustanbekken ble det påvist en samlet tetthet av laks- og sjøørretunger på 141 fisk/100 m². For BRE i Brekkedalsbekken som renner ut i Rustanbekken ble det påvist en tetthet på 127 ørret/100 m².

For ISI og RUS1 ble det påvist svært stor tetthet av fisk, noe som har sammenheng med at det årlig settes ut mye årsyngel av laks og sjøørret, i tillegg til naturlig rekruttering. Lav vannføring førte til at ungfisken ble trykket sammen på mindre arealer enn normalt, noe som også bidrar til økt tetthet.

Begge stasjoner hadde godt gytehabitat og godt skjul for ungfisk, tilsvarende habitatklasse 3. I henhold til klassifisering i veileder 02:2018, har disse stasjonene «Svært god økologisk tilstand» basert på kvalitetselementet fisk. Det samme gjelder for Brekkedalsbekken, der stasjonene ble vurdert å ha «Moderate gytemuligheter og noe skjul tilstede», tilsvarende habitatklasse 2.

For den øvre stasjonen i Brekkedalsbekken, ble det påvist ørret som antas å være stasjonær, da det ikke settes ut årsyngel av sjøørret i den øvre delen av bekken. For den nedre delen av Brekkedalsbekken, rett før utløp til Rustanbekken, ble påvist fisk antatt å være utsatt årsyngel av sjøørret.

For stasjon RUS3 i Rustanbekken ble det påvist stasjonær ørret, delvis voksen og kjønnsmoden fisk, og med en tetthet på 16 fisk/100 m². Stasjonen viste noe gytemuligheter og noe skjul, tilsvarende habitatklasse 2. Siden det ble påvist ørekyt, kan stasjonen vurderes som stasjonær sympatrisk, og vil da klassifiseres som «God» eller «Svært god» økologisk tilstand.



Figur 38. Tetthet av ungfisk (antall/100 m²) i Isielva (ISI), to stasjoner i Rustanbekken (RUS1 og RUS3) og i Brekkedalsbekken (BRE).

4.4 Bunndyr

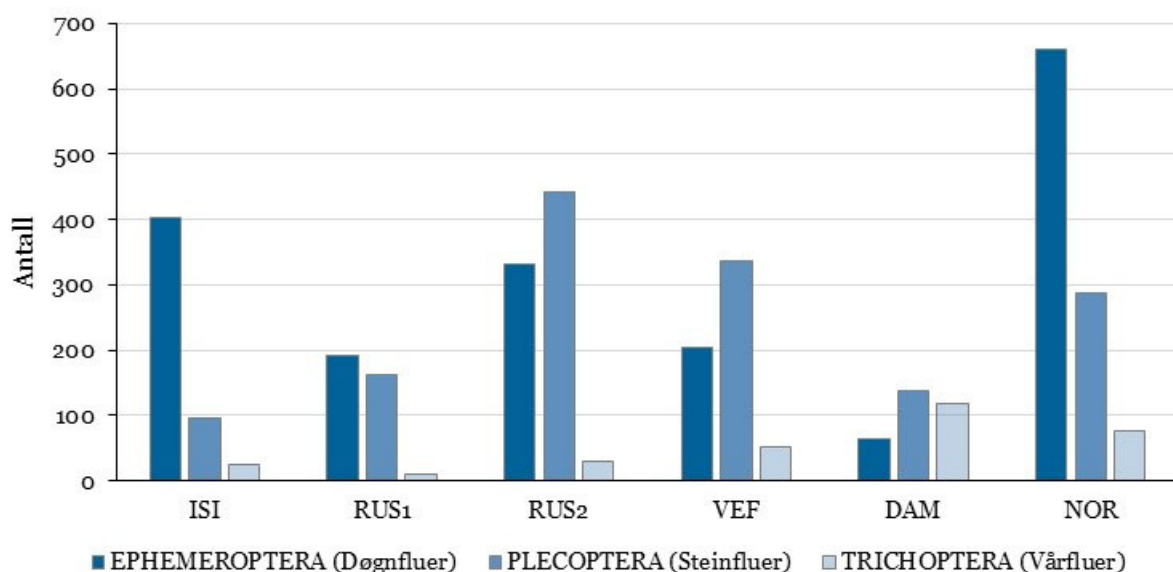
Bunndyrundersøkelsene viste god økologisk tilstand i alle bekkene som ble undersøkt (Tabell 10). Tidligere undersøkelser har også vist god eller svært god tilstand i Rustanbekken (Gjemlestad og Haaland 2012) og Isielva (Persson m.fl. 2014).

De såkalte EPT-artene (døgnfluer, vårfluer og steinfluer) var godt representert i alle bekkene. Blant døgnfluene utgjorde artene *Baetis rhodani* og *Alainites muticus* nesten alle individer. *B. rhodani* er en vanlig art som regnes å være tolerant overfor organisk belastning, men følsom for forsurening.

Nordlandsbekken (NOR), Rustanbekken (RUS 2) og Damtjernbekken (DAM) hadde henholdsvis høyest forekomst av døgnfluer, steinfluer og vårfluer (figur 39). I Damtjernbekken ble det funnet både muslinger og snegler som ikke ble funnet i noen av de andre bekkene. Fullstendig artsliste er å finne i vedlegg III.

Tabell 10. Økologisk tilstand i Isielva (ISI), Rustanbekken (RUS 1 og RUS 2), Vefsruddbekken (VEF), Damtjernbekken (DAM) og Nordlandsbekken (NOR) basert på kvalitetselementet bunndyr og ASPT-indeksen for organisk belastning.

	ISI	RUS1	RUS2	VEF	DAM	NOR
EPT	13	14	16	19	19	13
ASPT	6.31	6.50	6.56	6.77	6.55	6.33



Figur 39. Antall individer av døgnfluer, steinfluer og vårfluer i Isielva (ISI), Rustanbekken (RUS 1 og RUS 2), Vefsruddbekken (VEF), Damtjernbekken (DAM) og Nordlandsbekken (NOR) i bunndyrprøver tatt høsten 2018.

4.5 Begroingsalger

Det ble funnet et variert utvalg av indikatorarter på alle stasjonene, unntatt i Damtjernbekken. Der ble kun to arter registrert, noe som gjør klassifiseringen av denne stasjonen mer usikker enn de øvrige.

Generelt ser det ikke ut til å være stor forskjell i økologisk tilstand på de undersøkte bekkene. Alle kan synes å ligge i grenseområdet mellom «god» og «moderat» tilstand. Det ble funnet en del indikatortaksa med lav PIT-verdi i Rustanbekken, men her ble også grønnalgen *Cladophora* og gulgrønnalgen *Vaucheria* registrert. Begge disse har svært høy indeksverdi, noe som trakk endelig klassifisering for RUS1 og RUS2 ned til «moderat». På de øvrige tre stasjonene ble den økologiske tilstanden ut fra indikatortaksa i PIT satt til «god» (Tabell 11). Det ble ikke funnet noen form for heterotrof begroing i noen av bekkene.

Tabell 11. Økologisk tilstand i Isielva, Rustanbekken, Damtjernbekken og Norlandsbekken basert på kvalitetselementet begroingsalger.

	ISI	RUS1	RUS2	DAM	NOR
PIT, nEQR	0,66	0,59	0,58	0,64	0,77
AIP, nEQR	> 1	0,96	0,96	0,78*	0,78*
HBI, nEQR	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
nEQR, totalt	0,66	0,59	0,58	0,64	0,77

*basert på kun to registreringer

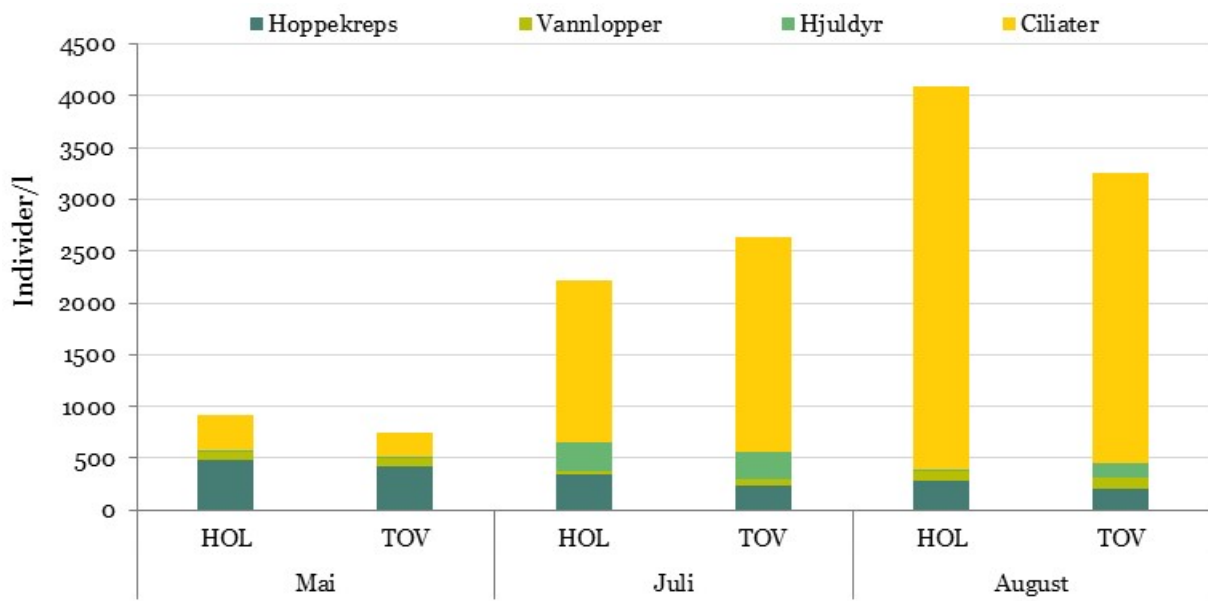
4.6 Plankton i Holsfjorden

Den økologiske tilstanden i Holsfjorden vurderes til å være svært god basert på kvalitetselementet planteplankton (Tabell 12). Forekomsten av planteplankton på begge stasjonene var generelt lav, og godt innenfor grensene for beste tilstandsklasse. Et utdypende notat om undersøkelsene i Holsfjorden er å finne i vedlegg VI.

Tabell 12. Oppsummering av vurdering av økologisk status i Holsfjorden, stasjon HOL-N basert på parametere som inngår i kvalitetselementet planteplankton.

Dato	Total fosfor (mg/l)	Klorofyll a (mg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Økologisk tilstand
23.05.2018	3,0	0,7	0,037	2,117		
21.06.2018	3,4	1,2	0,046	2,066	0,002	
19.07.2018	3,5	3,6	0,248	2,098	0,001	
27.08.2018	4,9	2,2	0,152	2,110	0,005	
18.09.2018	5,6	3,1	0,131	2,216	0,002	
23.10.2018	3,0	1,2	0,090	2,174		
Gjennomsnitt	3,9	2,0	0,117	2,130		
nEQR	> 1	> 1	> 1	0,95	0,99	0,98

Fordelingen av ulike grupper av dyreplankton på stasjonene HOL-N og HOL-T for tre omganger med prøvetaking sommeren 2018 er vist i figur 40. Sammensetningen av dyreplankton var temmelig lik på begge stasjonene, der småkreps utgjorde 60-70 % av biomassen, hjuldyr ca. 15 % og ciliater ca. 20 %. En stor andel småkreps gir et potensiale for effektiv nedbeiting av planteplankton, da småkreps gir større beitetrykk enn hjuldyr og ciliater. Sammensetningen av dyreplanktonsamfunnet er viktig for næringskjeden og avgjørende for dynamiske variasjoner innen planteplanktonsamfunnet. Referanseundersøkelsene av dyreplankton vil kunne vise seg viktige og nødvendige for å avklare endringer og økologiske sammenhenger ved økt belastning av nitrogenforbindelser og partikler i overflatevannet utenfor Nordlandsbekken og Damtjernbekken.



Figur 40: Antall individer av hoppekreps, vannlopper, hjuldyr og ciliater i dyreplanktonprøver tatt ved to stasjoner i Holsfjorden i mai, juli og august.

5 Sammenfattende vurderinger

Automatiske målinger av vannkvalitet har dokumentert at Rustanbekken tidvis mottar mye vegsalt og at både Rustanbekken og Isielva hadde høye vanntemperaturer som var ugunstig for laksefisk i juli og august 2018. Det skjer raske endringer i vannføringen i begge vassdrag under nedbørhendelser.

Undersøkelse av biologiske kvalitetsparametere på valgte stasjoner i Isielva og Rustanbekken viste i «God økologisk tilstand» for bunndyr og begroingsalger, og «Svært god økologisk tilstand» for fisk (sjøørret- og laksunger). For de kjemiske støtteparametere fosfor og nitrogen viste Isielva og Rustanbekken «Moderat tilstand», mens det var «God tilstand» for metaller, oljeforbindelser og PAH. Automatiske målinger av vannkvalitet har dokumentert at Rustanbekken tidvis mottar mye vegsalt, at både Rustanbekken og Isielva viste høy vanntemperatur ugunstig for laksefisk i juli og august 2018 og at det skjer raske endringer i vannføringen i begge vassdrag under nedbørhendelser.

Bunndyr- og algeundersøkelser i Nordlands-, Damtjern- og Vefsrudbekken, viste i hovedsak god tilstand. Det ble ikke påvist fisk i Damtjernbekken ved et enkelt overfiske i september 2018. Nordlands- og Vefsrudbekken ble ikke elfisket, men planlegges undersøkt høsten 2019.

Det ble utført supplerende fiskeundersøkelser i Brekkedalsbekken, Myrbonnbekken, Tømmerdalsbekken og Rustanbekken oppstrøms Avtjerna i oktober 2018. I Brekkedalsbekken ble det påvist ørret, i hovedsak utsatt årsyngel av sjøørret på nedre stasjon og stasjonær ørret på øvre stasjon. I Rustanbekken oppstrøms ble det påvist stasjonær ørret.

I Holsfjorden viste månedlige undersøkelser av planteplankton og uttak av vannprøver «God økologisk tilstand» for både hovedstasjon (utenfor Nordlandsbekken) og referansestasjon (utenfor Toverud). De automatiske målingene av vannkvalitet på tre ulike dyp (1, 7 og 14 m) i Holsfjorden utenfor Nordlandsbekken viste god vannkvalitet i alle dyp. Målingene av klorofyll A på 1 m dyp, indikerte en algeoppblomstring tidlig i september, etter ny næringsstofftilførsel som følge av første avrenningshendelse etter en tørr sommer. Målingen på 9 m dyp indikerte at avrenning etter nedbør kan påvirke vannkvaliteten i det tetthetsstabiliserte vannlaget rett over sprangsjiktet.

Befaring av utløp for Damtjern- og Vefsrudbekken til Holsfjorden, viste at disse hadde korte strekninger med mulig potensiale som gyteområde for ørret fra Holsfjorden. Under tørkesommeren 2018 var disse bekkene temporære og antatt uten produksjon.

For ny E16 Bjørum – Skaret antas det oppstart anleggsaktivitet mot slutten av 2019, og med forberedende arbeider (hogst) noe tidligere. Vannforekomstene i dette området vil senere kunne påvirkes av planlagt bygging av Ringeriksbanen samt ny vannforsyningstunnel fra Holsfjorden til Oslo.

For 2019 planlegges forundersøkelsene videreført med samme stasjoner, opplegg og omfang som i 2018, eventuelt med mindre justeringer.

Deler av rapporterte forundersøkelser har blitt gjennomført som et samarbeid mellom Statens vegvesen og Bane NOR/Norconsult.

Oppsummert har forundersøkelsene av vannforekomster i hovedsak vist «God økologisk tilstand», at Isielva og Rustanbekken er viktige oppvekstområder for både naturlig og utsatt laks- og sjøørret og at den viktige råvannskilden Holsfjorden viste «God økologisk tilstand» for begge undersøkte stasjoner.

Litteratur

- Armitage, P. D., Moss, D., Wright, J. F., Furse, M. T. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res.*, 17(3): 333-347.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T. G., Rasmussen, G. og Saltveit, S. J. 1989. Electrofishing -Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Bremnes, T., Saltveit, S. J. og Brabrand, Å. 2007. Bunndyr og fisk som indikator på vannkvaliteten i Sandviksvassdraget med Øverlandselva. Rapportnr. 248-2007. Laboratorium for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske. Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo.
- Bremset, G., Diserud, O., Saksgård, L. og Sandlund, O. T. 2015. Elektrisk fiske – faktorer som påvirker fangbarhet av ungfisk. Resultater fra eksperimentelle feltstudier 2010-2014. NINA Rapport 1147, 35 s. ISBN 978-82-426-2769-8.
- Brittain, J. E. 1988. Bruk av bunndyr i vassdragsovervåkning med vekt på organisk forurensing i rennende vann. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 108: 1-70.
- Direktoratsgruppen vanddirektivet. 2018. Veileder 2: 2018 - Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Forseth, T. & Forsgren, E. (red.) 2008. El-fiskemetodikk. Gamle problemer og nye utfordringer. NINA Rapport 488. 74 s.
- Gjemlestad, L. J. og Haaland, S. 2012. Fisk og bunndyrundersøkelse i Rustanbekken – Bærum, Akershus. Forundersøkelse i forbindelse med bygging av ny E16 Bjørum – Skaret. Bioforsk Rapport 7(8)2012.
- Haberman, J. and Haldna, M. 2014. Indices of Zooplankton Community as Valuable Tools in Assessing the Trophic State and Water Quality of Eutropic Lakes: Long Term Study of Lake Vörtsjärv. *Journal of Limnology* 2014.828/985.
- Jeppesen, Erik & Nöges, Peeter & Davidson, Thomas & Haberman, Jutta & Nöges, Tiina & Blank, Kätlin & Lauridsen, Torben & Søndergaard, Martin & Sayer, Carl & Laugaste, Reet & Johansson, Liselotte & Bjerring, Rikke & Amsinck, Susanne. (2011). Zooplankton as indicators in lakes: A scientific-based plea for including zooplankton in the ecological quality assessment of lakes according to the European Water Framework Directive (WFD). *Hydrobiologia*. 676. 279-297. 10.1007/s10750-011-0831-0.
- Lenat, D. R. and Penrose, D. L. 1996. History of the EPT richness metric. *Bulletin North American Benthological Society* 12: 279-290.
- Miljødirektoratet. 2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Veileder M-608.
- Persson J., Bækken, T. og Eriksen, T.E. 2014. Økologisk tilstandsklassifisering av elveforekomster ved bruk av bunndyr i Vannområde Indre Oslofjord Vest 2013. NIVA-rapport 6683-2014.
- Sandlund, O. T. (red) 2013. Vannforskriften og fisk – forslag til klassifiseringssystem. Miljødir. rapport M22-2013.
- Skrutvold, J., Aasestad, I. og Roseth, R. 2019. Forundersøkelser av fisk i vassdrag som kan påvirkes av anleggsarbeid. NIBIO-rapport 5/32/2019.
- Solomon, D. and Lightfoot, G. 2008. The thermal biology of brown trout and Atlantic salmon. ISBN 978-1-84432-932-8.

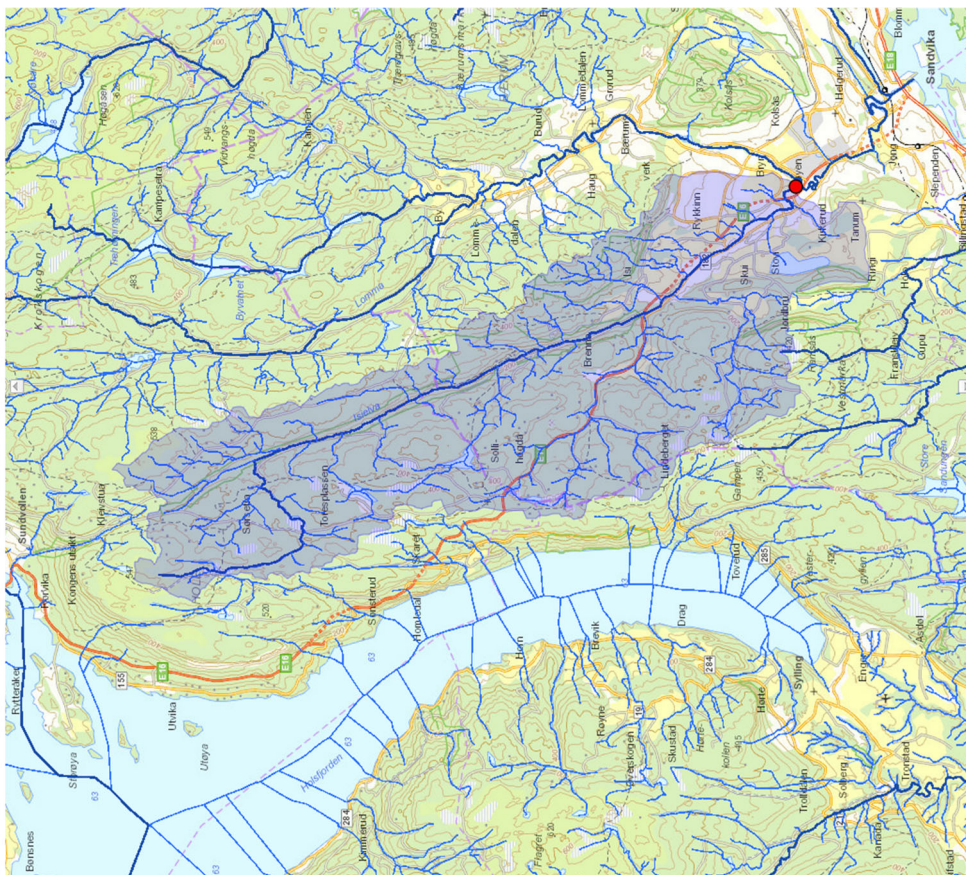
Statens vegvesen. 2012. E16 Bjørum – Skaret. Reguleringsplan. YM-plan. Plan for ytre miljø.
Dokumentnr: M-002. Utarbeidet av Bioforsk og ViaNova Plan og Trafikk.

Statens vegvesen. 2006. Kommunedelplan E16 Bjørum – Skaret. Konsekvensutredning.
Hovedrapport.

Statens vegvesen. 2006. Kommunedelplan E16 Bjørum – Skaret. Konsekvensutredning. Delrapporter
ikke-prissatte konsekvenser.

Zippin, C. 1956. An evaluation of the removal method of estimating animal populations. *Biometrics* 12,
163-189.

Vedlegg I – Nedbørfelt vannforekomster



Isielva

Parameternavn	Generert verdi
ObjectId	57 338
Vassdragsnummer	008.B
Klimaregion	Ost
Region	Ost
Areal (km ²)	70,52
Avrenning (mm år)	622,7
Minimum høyde (m)	22
Maksimum høyde (m)	544
Sjø (%)	1,36
Bre (%)	0
Skog (%)	83,66
Dyrtet mark (%)	7,4
Myr (%)	1,94
Snaufell (%)	0
Urban (%)	3,22
Effektivt sjø (%)	0,03
Sommertemperatur (Mai - September) (°C)	12,03
Vintertemperatur (Oktober-April) (°C)	-1,64
Sommernedbør (Mai-September) (mm)	439,55

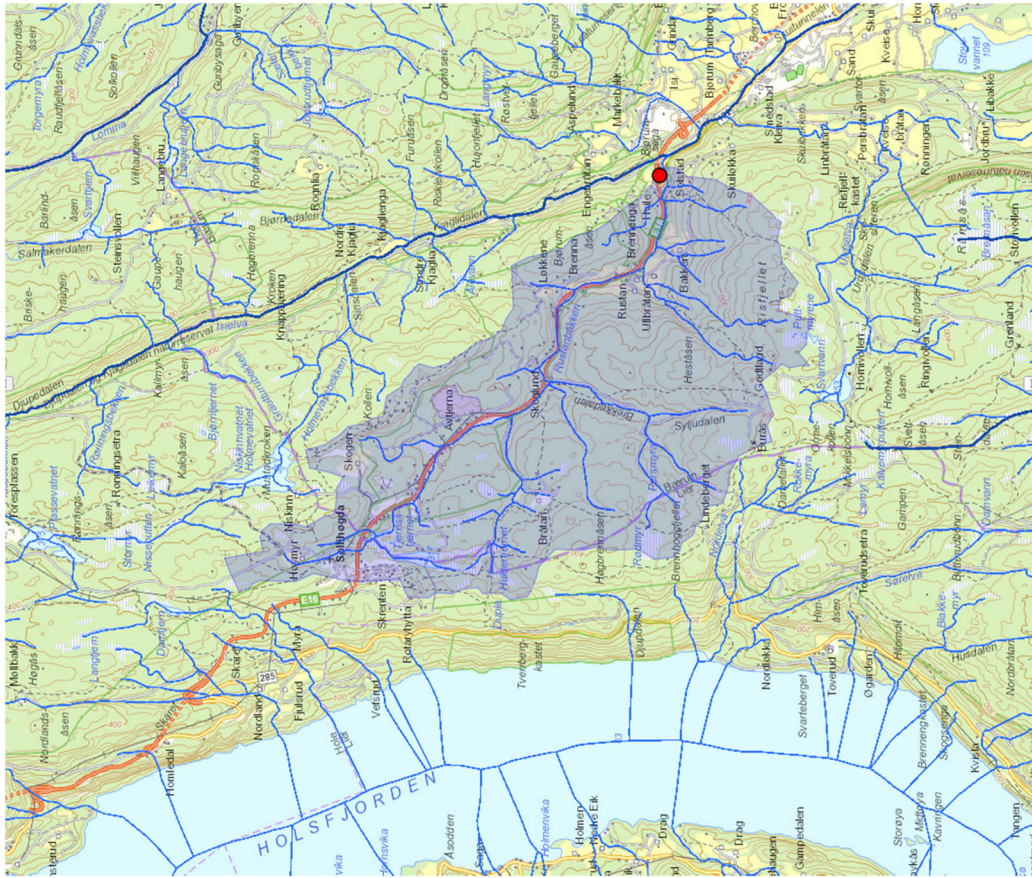
Parameternavn	Verdi (l/s*km ²)
Middellavrenning (61-90)	19,7
Alminnetlig lavvannføring	0,9
5-persentil (hele året)	1,0
5-persentil (1,5 - 30,9)	0,7
5-persentil (1,10 - 30,4)	1,7
BFI	0,4

Parameternavn	Flomvannføring (m ³ /s)	95% intervall - nedre grense (m ³ /s)	95% intervall - øvre grense (m ³ /s)
Middelflom (Q _M)	24,2	13,7	42,8
5-årsflom (Q ₅)	30,4	16,8	55,0
10-årsflom (Q ₁₀)	36,1	19,5	66,7
20-årsflom (Q ₂₀)	42,1	22,3	79,7
50-årsflom (Q ₅₀)	51,2	26,3	99,9
100-årsflom (Q ₁₀₀)	59,1	29,6	118
200-årsflom (Q ₂₀₀)	68,1	34,1	136

Rustanbekken

Parameternavn	Generert verdi
Objektid	57 341
Vassdragsnummer	008.B
Klimaregion	Ost
Region	Ost
Areal (km ²)	14,18
Avrenning (mm/år)	674,5
Minimum høyde (m)	95
Maksimum høyde (m)	422
Sjø (%)	0,5
Bre (%)	0
Skog (%)	91,37
Dyrket mark (%)	2,49
Myr (%)	2,8
Snaufjell (%)	0
Urban (%)	1,45
Effektivt sjø (%)	0,02
Sommertemperatur (Mai - September) (°C)	12,07
Vintertemperatur (Oktober-April) (°C)	-1,45
Sommernedbør (Mar-September) (mm)	447,8

Parameternavn	Verdi (l/(s*km ²))		
Middellevering (61-90)	21,4		
Alminnelig lavvannføring	0,6		
5-persentil (hele året)	0,7		
5-persentil (1.5 - 30.9)	0,4		
5-persentil (1.10 - 30.4)	1,2		
BFI	0,4		
Parameternavn	Flomvannføring (m ³ /s)	95% intervall - nedre grense (m ³ /s)	95% intervall - øvre grense (m ³ /s)
Middelflom (Q _M)	6,5	3,7	11,6
5-årsflom (Q ₅)	8,2	4,5	14,8
10-årsflom (Q ₁₀)	9,7	5,2	18,0
20-årsflom (Q ₂₀)	11,3	6,0	21,4
50-årsflom (Q ₅₀)	13,8	7,1	26,8
100-årsflom (Q ₁₀₀)	15,9	7,9	31,7
200-årsflom (Q ₂₀₀)	18,3	9,1	36,5

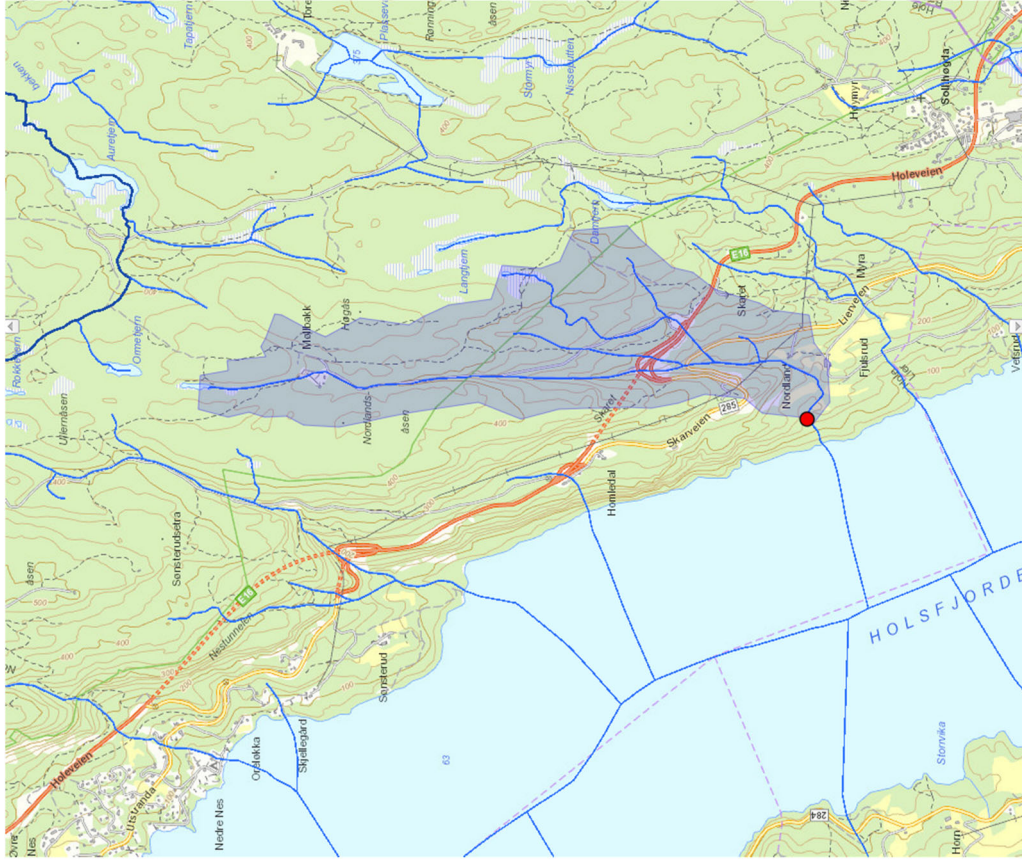


Nordlandsbekken

Parameternavn	Generert verdi
Objectid	57.350
Vassdragsnummer	012.D52
Klimaregion	Ost
Region	Ost
Areal (km ²)	2,01
Avrenning (mm/år)	412,66
Minimum høyde (m)	118
Maksimum høyde (m)	451
Sjø (%)	0,09
Bre (%)	0
Skog (%)	94,03
Dyretet mark (%)	1,43
Myr (%)	1,18
Snaufjell (%)	0
Urban (%)	0
Effektiv sjø (%)	0
Sommertemperatur (Mai - September) (°C)	11,26
Vintertemperatur (Oktober-April) (°C)	-2,27
Sommernedbør (Mai-September) (mm)	392,27

Parameternavn	Verdi (l/(s*km ²))
Middellavrenning (61-90)	13,1
Alminnelig lavvannføring	0,4
5-persentil (hele året)	0,5
5-persentil (1.5 - 30.9)	0,2
5-persentil (1.10 - 30.4)	1,1
BFI	0,4

Parameternavn	Flomvannføring (m ³ /s)	95% intervall - nedre grense (m ³ /s)	95% intervall - øvre grense (m ³ /s)
Middelflom (Q ₃)	0,8	0,5	1,4
5-årsflom (Q ₅)	1,0	0,6	1,9
10-årsflom (Q ₁₀)	1,2	0,7	2,3
20-årsflom (Q ₂₀)	1,5	0,8	2,8
50-årsflom (Q ₅₀)	1,8	0,9	3,5
100-årsflom (Q ₁₀₀)	2,1	1,0	4,1
200-årsflom (Q ₂₀₀)	2,4	1,2	4,8

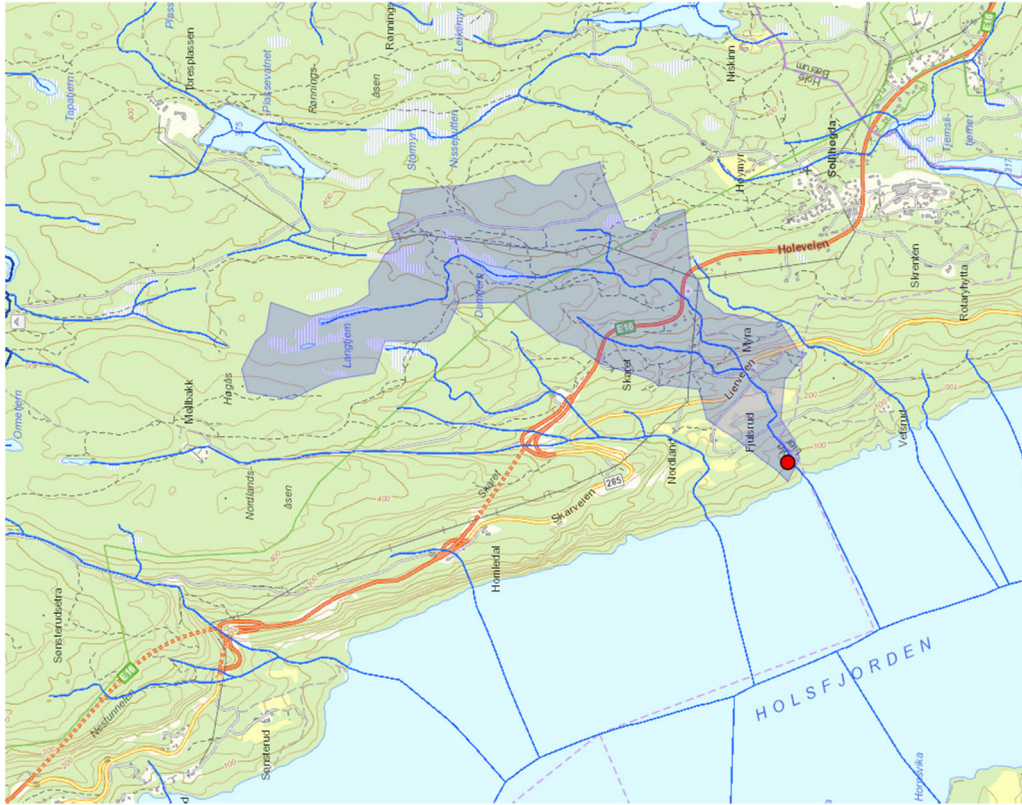


Damtjernsbekken

Parameternavn	Generert verdi
Objectid	57 351
Vassdragsnummer	012.D52
Klimaregion	Ost
Region	Ost
Areal (km ²)	1,93
Avrenning (mm/år)	496,06
Minimum høyde (m)	78
Maksimum høyde (m)	452
Sjø (%)	1,17
Bre (%)	0
Steg (%)	91,87
Dyret mark (%)	1,75
Myr (%)	4,7
Snaufjell (%)	0
Urban (%)	0
Effektivt sjø (%)	0,35
Sommertemperatur (Mai - September) (°C)	11,3
Vintertemperatur (Oktober-April) (°C)	-2,03
Sommernedbør (Mai-September) (mm)	409,32

Parameternavn	Verdi (l/(s*km ²))	
Middellavrenning (61-90)	15,7	
Alminnelig lavvaunføring	0,7	
5-persentil (hele året)	0,8	
5-persentil (1/5 - 30/9)	0,3	
5-persentil (1/10 - 30/4)	1,5	
BFI	0,4	

Parameternavn	Flomvaunføring (m ³ /s)	95% intervall - nedre grense (m ³ /s)	95% intervall - øvre grense (m ³ /s)
Middelflom (Q _{0,1})	0,8	0,5	1,4
5-årsflom (Q ₅)	1,0	0,6	1,8
10-årsflom (Q ₁₀)	1,2	0,7	2,2
20-årsflom (Q ₂₀)	1,4	0,7	2,7
50-årsflom (Q ₅₀)	1,7	0,9	3,4
100-årsflom (Q ₁₀₀)	2,0	1,0	4,0
200-årsflom (Q ₂₀₀)	2,3	1,2	4,6

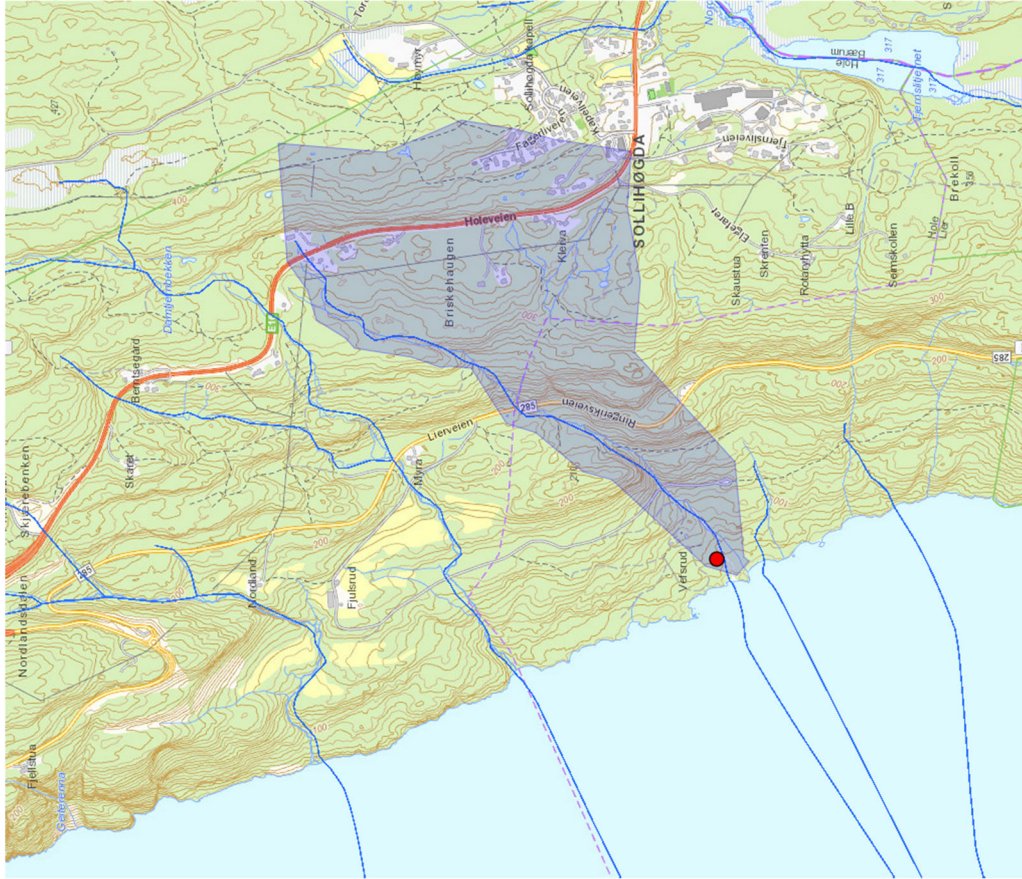


Vefsrudbekken

Parameternavn	Generert verdi
ObjectId	57.353
Vassdragsnummer	012.D52
Klimaregion	Ost
Region	Ost
Areal (km ²)	0.71
Avrenning (mm/år)	501,45
Minimum høyde (m)	66
Maksimum høyde (m)	399
Sjø (%)	0
Bre (%)	0
Skog (%)	96,48
Dyrket mark (%)	0
Myr (%)	0,44
Snaufell (%)	0
Urban (%)	1,67
Effektivt sjø (%)	0
Sommertemperatur (Mai - September) (°C)	11,65
Vintertemperatur (Oktober-April) (°C)	-1,68
Sommernedbør (Mai-September) (mm)	416,32

Parameternavn	Verdi (l/(s*km ²))
Middellavning (61-90)	15,9
Alminnelig lavvannføring	0,3
5-persentil (hele året)	0,4
5-persentil (1/5 - 30/9)	0,2
5-persentil (1/10 - 30/4)	1,2
BFI	0,4

Parameternavn	Flomvannføring (m ³ /s)	95% intervall - nedre grense (m ³ /s)	95% intervall - øvre grense (m ³ /s)
Middelflom (Q _{9,5})	0,4	0,2	0,7
5-årsflom (Q ₅)	0,5	0,3	0,9
10-årsflom (Q ₁₀)	0,6	0,3	1,1
20-årsflom (Q ₂₀)	0,7	0,4	1,3
50-årsflom (Q ₅₀)	0,8	0,4	1,7
100-årsflom (Q ₁₀₀)	1,0	0,5	2,0
200-årsflom (Q ₂₀₀)	1,1	0,6	2,3

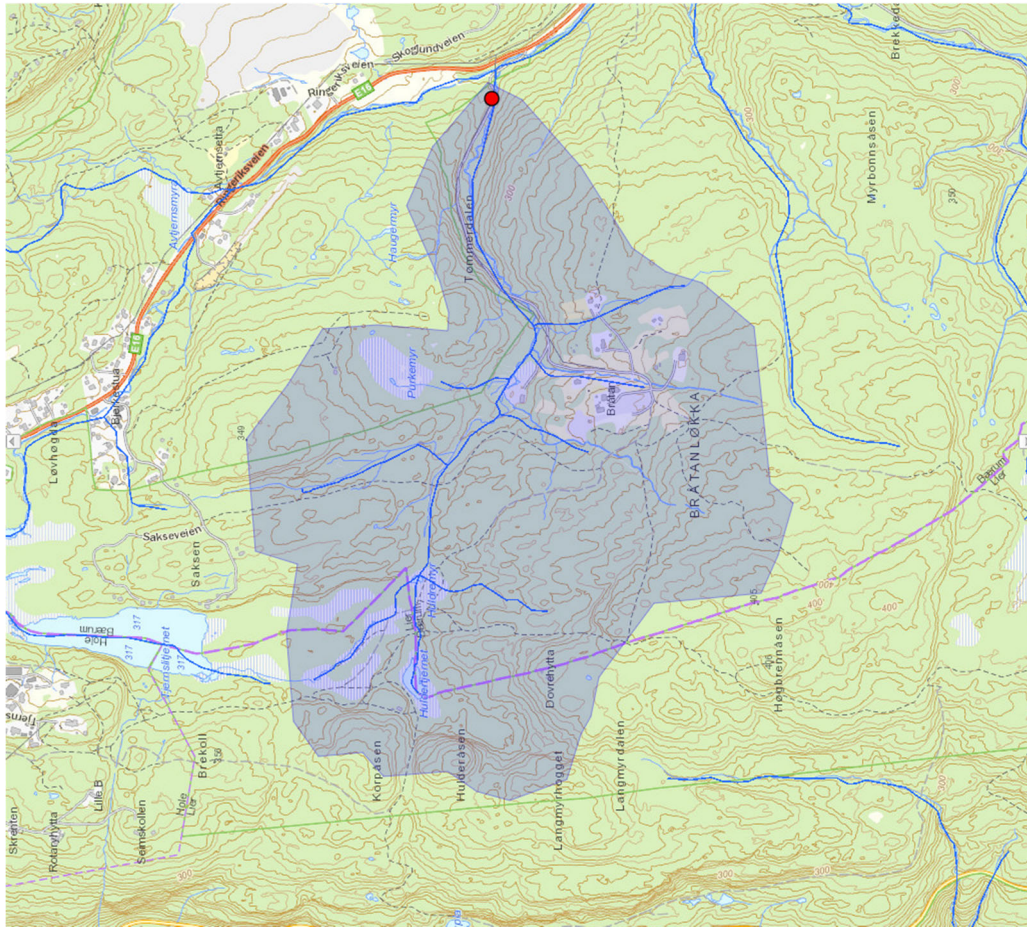


Tømmerdalbekken

Parameternavn	Generert verdi
Objektid	57.356
Vassdragsnummer	008.B
Klimaregion	Ost
Region	Ost
Areal (km ²)	1,63
Avrenning (mm/år)	732,81
Minimum høyde (m)	253
Maksimum høyde (m)	403
Sjø (%)	0,23
Bre (%)	0
Skog (%)	91,3
Dyrket mark (%)	0,46
Myr (%)	6,63
Snaufjell (%)	0
Urban (%)	0
Effektiv sjø (%)	0,02
Sommertemperatur (Mai - September) (°C)	11,95
Vintertemperatur (Oktober-April) (°C)	-1,51
Sommernedbør (Mai-September) (mm)	439,48

Parameternavn	Verdi (l/(s*km ²))
Middelvrenning (61-90)	23,2
Alminnelig lavvannføring	0,4
5-persentil (hele året)	0,5
5-persentil (1/5 - 30/9)	0,2
5-persentil (1/10 - 30/4)	0,8
BFI	0,4

Parameternavn	Flomvannføring (m ³ /s)	95% intervall - nedre grense (m ³ /s)	95% intervall - øvre grense (m ³ /s)
Middelflom (Q _M)	1,1	0,6	1,9
5-årsflom (Q ₅)	1,4	0,7	2,5
10-årsflom (Q ₁₀)	1,6	0,9	3,0
20-årsflom (Q ₂₀)	1,9	1,0	3,5
50-årsflom (Q ₅₀)	2,3	1,2	4,4
100-årsflom (Q ₁₀₀)	2,6	1,3	5,2
200-årsflom (Q ₂₀₀)	3,0	1,5	6,0

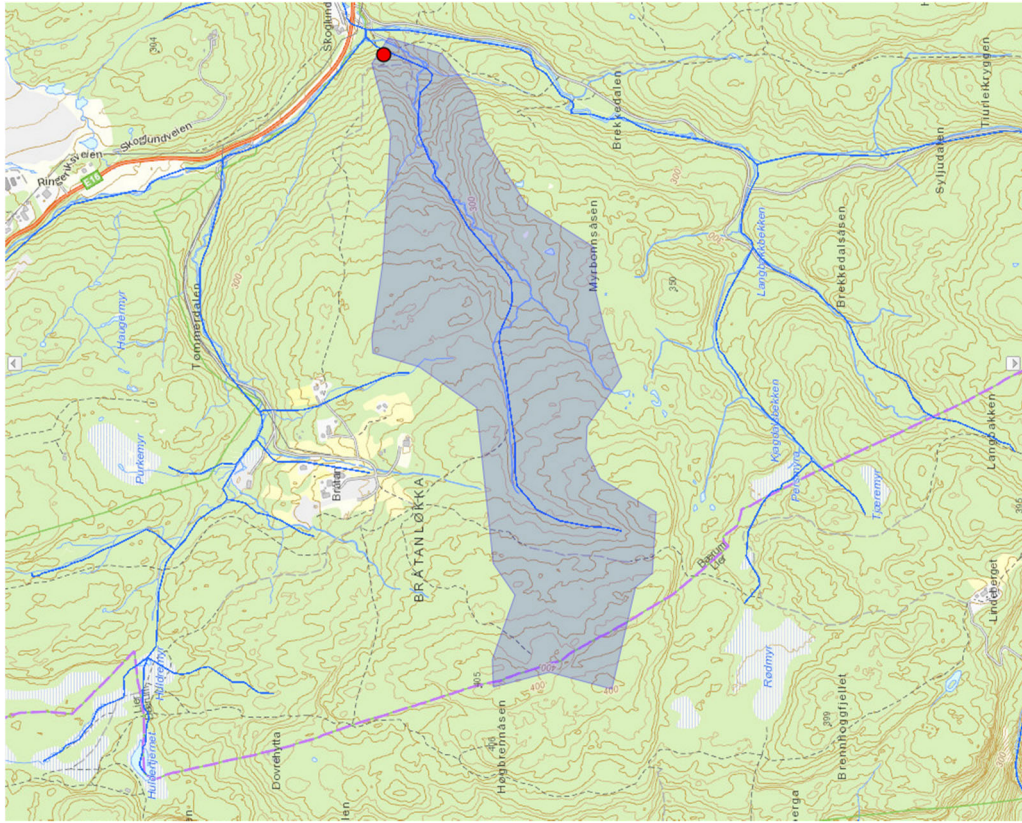


Myrbonnbekken

Parameternavn	Generert verdi
Objectid	57 359
Vassdragsnummer	008.B
Klimaregion	Ost
Region	Ost
Areal (km ²)	0,66
Avrenning (mm år)	652,89
Minimum høyde (m)	234
Maksimum høyde (m)	406
Sjø (%)	0
Bre (%)	0
Skog (%)	100,19
Dyrket mark (%)	0
Myr (%)	0,66
Snaufell (%)	0
Urban (%)	0
Effektivt sjø (%)	0
Sommertemperatur (Mai - September) (°C)	12,12
Vintertemperatur (Oktober-April) (°C)	-1,42
Sommernedbør (Mai-September) (mm)	445,02

Parameternavn	Verdi (l(s*km ²))
Middellavning (61-90)	20,7
Alminnelig lavvaunføring	0,3
5-persentil (hele året)	0,4
5-persentil (1/5 - 30/9)	0,2
5-persentil (1/10 - 30/4)	0,8
BFI	0,4

Parameternavn	Flomvaunføring (m ³ /s)	95% intervall - nedre grense (m ³ /s)	95% intervall - øvre grense (m ³ /s)
Middelflom (Q ₂)	0,5	0,3	0,8
5-årsflom (Q ₅)	0,6	0,3	1,1
10-årsflom (Q ₁₀)	0,7	0,4	1,3
20-årsflom (Q ₂₀)	0,8	0,4	1,5
50-årsflom (Q ₅₀)	1,0	0,5	1,9
100-årsflom (Q ₁₀₀)	1,1	0,6	2,3
200-årsflom (Q ₂₀₀)	1,3	0,7	2,6

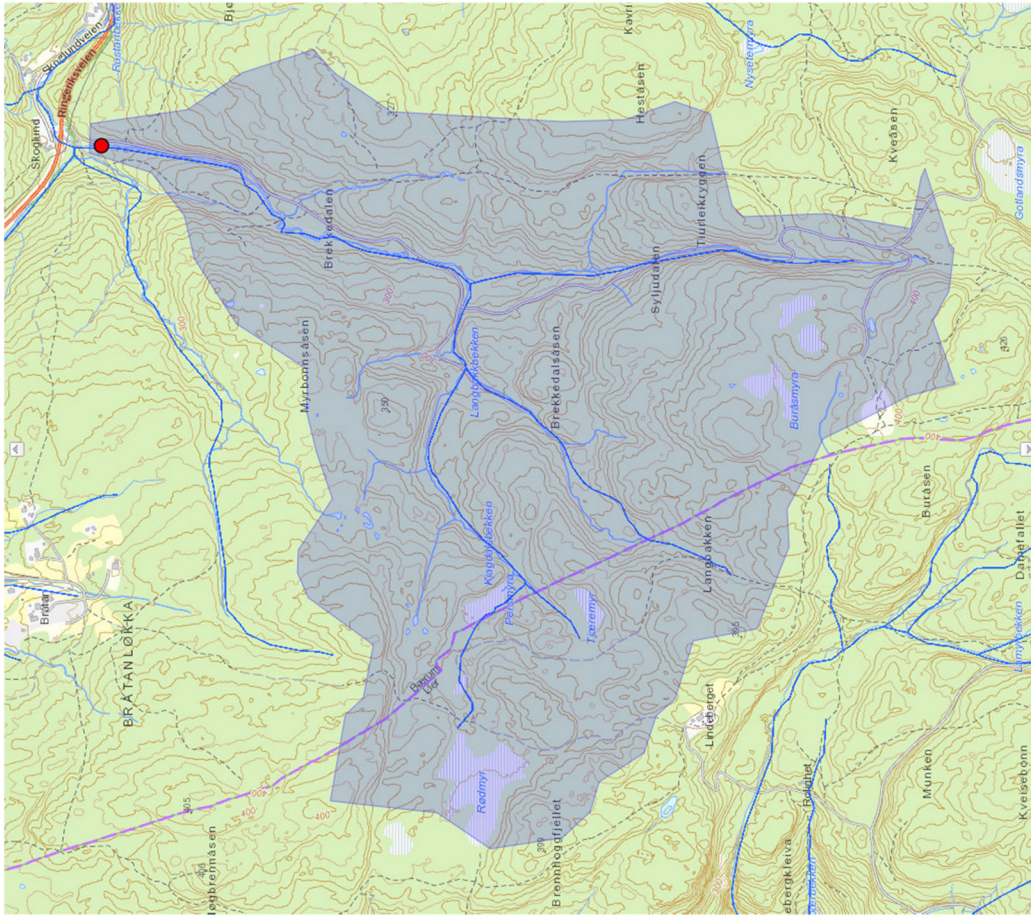


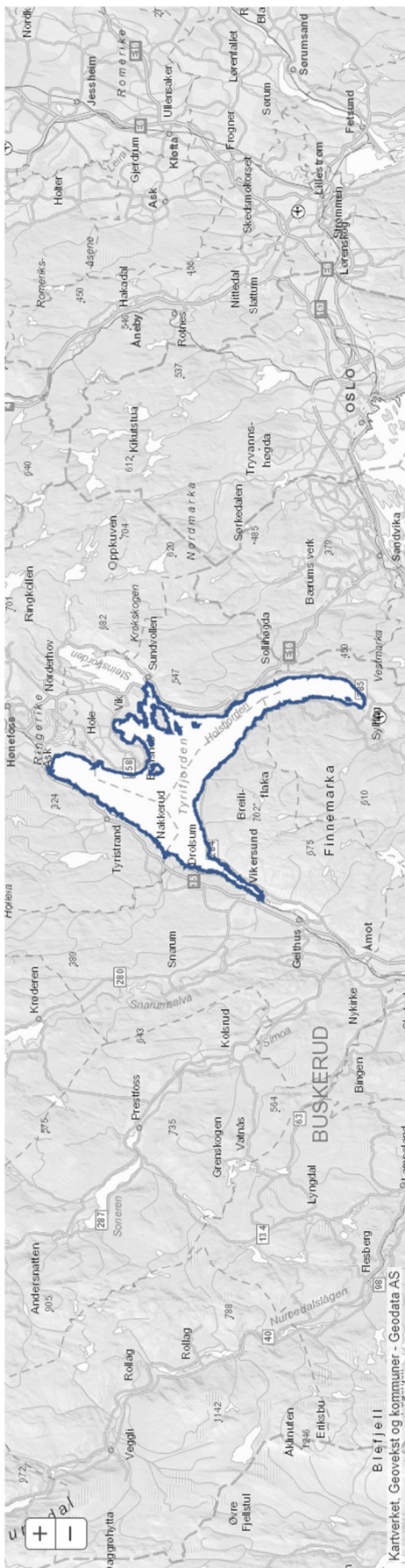
Brekkedalsbeken

Parameternavn	Generert verdi
ObjectId	57 363
Vassdragsnummer	008.B
Klimaregion	Ost
Region	Ost
Areal (km ²)	2,57
Avrenning (mm/år)	616,62
Minimum høyde (m)	236
Maksimum høyde (m)	417
Sjø (%)	0
Bre (%)	0
Skog (%)	96,06
Dyrket mark (%)	0
Myr (%)	3,99
Snaufjell (%)	0
Urban (%)	0
Effektiv sjø (%)	0
Sommertemperatur (Mai - September) (°C)	11,87
Vintertemperatur (Oktober-April) (°C)	-1,56
Sommernedbor (Mai-September) (mm)	448,52

Parameternavn	Verdi (l/(s·km ²))
Middellavrenning (61-90)	19,5
Alminnelig lavvannføring	0,3
5-persentil (hele året)	0,4
5-persentil (1/5 - 30/9)	0,2
5-persentil (1/10 - 30/4)	0,8
BFI	0,4

Parameternavn	Flomvannføring (m ³ /s)	95% intervall - nedre grense (m ³ /s)	95% intervall - øvre grense (m ³ /s)
Middelflom (Q ₉₅)	1,4	0,8	2,5
5-årsflom (Q ₅)	1,8	1,0	3,3
10-årsflom (Q ₁₀)	2,1	1,2	4,0
20-årsflom (Q ₂₀)	2,5	1,3	4,7
50-årsflom (Q ₅₀)	3,0	1,6	5,9
100-årsflom (Q ₁₀₀)	3,5	1,8	7,0
200-årsflom (Q ₂₀₀)	4,0	2,0	8,1





Generell informasjon

Navn	Tynnfjorden	Vannforekomstid	012-522-2-L
Vannkategori	Innsjø		
Vassdragsområde	012	Areal km ²	123,5667
Volium m ³	13130	Oppstrømsareal	9898,83
Maksdyb m	288	Middeldyp m	93
HRV	63	LRW	62
moh	63		
Vannregion	Buskerud	Vannregion	Vest-Viken
Vannområde	Tynnfjorden	Fylke	Buskerud
Kommune	Ringerike, Hole, Modum, Lier		

Vanntype

Vanntype navn	Stor, moderat kalkrik, klar (TOC2-5)	Klimasone	Lav (<200moh.)
Vanntypekode	LEL43113		

Vedlegg II – Analyseresultater

Tabell: Analyseresultater fra vannprøver tatt i Isielva 2018.

Parameter	Enhet	Isielva							
		04.04	05.05	21.06	20.07	22.08	18.09	23.10	30.11
Aluminium (Al)	µg/l	21	110	20	22	6.3	34	11	69
Ammonium (NH4-N)	µg/l	<5	6.4	<5	<5	6	<5	<5	9.4
Antimon (Sb)	µg/l	0.071	0.05	0.045	0.071	0.068	0.074	0.043	0,063
Arsen (As)	µg/l	0.1	0.14	0.13	0.17	0.13	0.18	0.1	0,14
Bly (Pb)	µg/l	0.01	0.068	0.022	0.012	< 0,010	0.018	< 0,010	0,029
Fargetall	mg Pt/l	11	45	8	9	7	21	8	29
Fosfat (PO4-P)	µg/l	5.7	2.8	3.4	2.9	3	3.6	3	4.5
Jern (Fe)	µg/l	14	32	9.1	8.7	13	14	14	22
Kadmium (Cd)	µg/l	0.04	0.059	0.015	0.01	0.008	0.004	0.007	0,0040
Kalium (K)	mg/l	0.96	0.22	0.78	0.85	0.69	0.5	0.6	0,33
Kalsium (Ca)	mg/l	42	6.7	30	33	29	19	29	11
Klorid (Cl)	mg/l	154	1.4	32.5	34	31.4	N/A	10.4	4.15
Kobber (Cu)	µg/l	0.57	0.45	0.37	0.46	0.55	0.61	0.33	0,51
Konduktivitet (25°C)	mS/m	61	4.58	24	27	27.5	13.3	16.7	7.77
Krom (Cr)	µg/l	0.12	0.084	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0.051	< 0,050	0,073
Kvikksølv (Hg)	µg/l	<0,002	0.002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Magnesium (Mg)	mg/l	3.7	0.61	2.5	2.8	2.5	1.7	2.5	1,1
Mangan (Mn)	µg/l	4.5	0.73	4	0.27	2.8	2.7	4.5	1,1
Natrium (Na)	mg/l	83							
Nikkel (Ni)	µg/l	0.12	0.13	0.11	0.11	0.098	0.12	0.093	0,12
Nitrat (NO3-N)	µg/l	580	160	450	270	430	420	360	590
Acenaften	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaftalen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[a]antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[a]pyren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[b]fluoranten	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[ghi]perylene	µg/l	<0,002 0	<0,002 0	<0,002	<0,002 0	<0,002 0	<0,002 0	<0,002 0	<0,0020
Benzo[k]fluoranten	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dibenzo[a,h]antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fenantren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoranten	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Indeno[1,2,3-cd]pyren]	µg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,0022
Krysen/Trifenylene	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Naftalen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Pyren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Sum PAH(16)	µg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0022
pH		7.8	7.5	8	8.5	8.1	7.8	8	7.5
Sink (Zn)	µg/l	4.8	1.1	1.5	1.1	1.2	1.1	0.82	1,0
Sulfat (SO4)	mg/l	7.72	1.43	6.63	9.27	8.65	11	7.35	3.91
Suspendert stoff (SS)	mg/l	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	4.6
Total Fosfor	mg/l	0.0036	0.005	0.0047	<0,003	<0,003	0.0066	<0,003	0.015
Total Nitrogen	mg/l	0.71	0.33	0.54	0.43	0.48	0.54	0.44	0.75
Total organisk karbon	mg/l	2.7	6.1	2.2	2.1	3.2	4.9	2.4	5.4
Sum THC (>C5-C35)	µg/l	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

THC >C10-C12	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C12-C16	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C16-C35	µg/l	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
THC >C5-C8	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C8-C10	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Turbiditet	FNU	0.49	0.47	0.34	0.33	0.25	0.28	<0,1	1.8

Tabell: Analyseresultater fra vannprøver tatt i Rustanbekken ved stasjon RUS 1 2018.

Parameter	Enhet	Rustanbekken (RUS 1)							
		04.04	05.05	21.06	20.07	22.08	18.09	23.10	30.11
Aluminium (Al)	µg/l	18	110	26	42	16	28	11	140
Ammonium (NH4-N)	µg/l	<5	<5	<5	<5	14	<5	<5	28
Antimon (Sb)	µg/l	0,096	0,068	0,073	0,12	0,11	0,12	0,076	0,066
Arsen (As)	µg/l	0,11	0,16	0,17	0,17	0,15	0,17	0,13	0,14
Bly (Pb)	µg/l	0,012	0,028	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,020	< 0,01	0,082
Fargetall	mg Pt/l	10	37	8	10	8	18	7	24
Fosfat (PO4-P)	µg/l	7,7	3,1	6	3,4	2,9	5,7	2,9	5,7
Jern (Fe)	µg/l	9,8	24	4,1	1,3	3	9,2	3,5	23
Kadmium (Cd)	µg/l	0,018	0,007	0,007	0,005	0,005	0,0070	0,005	0,041
Kalium (K)	mg/l	1,6	0,34	1,1	1,2	1,1	0,97	1,1	0,38
Kalsium (Ca)	mg/l	56	7,9	34	35	35	24	34	5,2
Klorid (Cl)	mg/l	373	9,16	73,2	74	76,5	33,8	34	6,26
Kobber (Cu)	µg/l	0,66	0,54	0,48	0,63	0,54	0,87	0,5	0,57
Konduktivitet (25°C)	mS/m	131	7,83	37,8	40,2	44,6	23,2	27,1	5,46
Krom (Cr)	µg/l	0,14	0,079	0,056	0,072	< 0,05	0,071	0,05	0,096
Kvikksølv (Hg)	µg/l	0,003	0,003	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Magnesium (Mg)	mg/l	5,8	0,8	3,3	3,8	3,4	2,6	3,6	0,61
Mangan (Mn)	µg/l	5	1	2,6	0,17	1,5	1,3	1,5	2,2
Natrium (Na)	mg/l	170							
Nikkel (Ni)	µg/l	0,14	0,15	0,16	0,11	0,1	0,25	0,12	0,25
Nitrat (NO3-N)	µg/l	990	270	770	600	690	790	660	450
Acenaften	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaftylen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[a]antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[a]pyren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[b]fluoranten	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[ghi]perylen	µg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Benzo[k]fluoranten	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dibenzo[a,h]antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fenantren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoranten	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Indeno[1,2,3-cd]pyren]	µg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Krysen/Trifenylen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Naftalen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Pyren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Sum PAH(16)	µg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
pH		7,8	7,5	8	8,3	8,2	7,8	8	7,1
Sink (Zn)	µg/l	4,9	1,7	0,64	0,52	1,2	1,7	0,88	6,9
Sulfat (SO4)	mg/l	13	3,22	11,6	12,2	11,8	13,3	13,1	4,4
Suspendert stoff (SS)	mg/l	< 2	< 2	< 2	< 2	4,6	< 2	< 2	5,6
Total Fosfor	mg/l	0,0064	0,0054	0,0078	0,0042	0,0073	0,012	<0,003	0,018
Total Nitrogen	mg/l	1,1	0,4	0,9	0,77	0,72	0,92	0,74	0,61
Total organisk karbon	mg/l	2,6	5,7	2,3	2,4	3,4	4,4	2,4	5,2
Sum THC (>C5-C35)	µg/l	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
THC >C10-C12	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0

THC >C12-C16	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C16-C35	µg/l	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
THC >C5-C8	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C8-C10	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Turbiditet	FNU	1,8	0,84	0,33	0,39	1,1	0,3	<0,1	1,7

Tabell: Analyseresultater fra vannprøver tatt i Rustanbekken ved stasjonene RUS 2 og RUS 3 2018.

Parameter	Enhet	RUS 2				RUS 3
		04.04	09.05	22.08	23.10	23.10
Aluminium (Al)	µg/l	21	110	24	16	11
Ammonium (NH4-N)	µg/l	<5	<5	5,8	<5	8,4
Antimon (Sb)	µg/l	0,064	0,068	0,088	0,075	0,079
Arsen (As)	µg/l	0,11	0,15	0,16	0,14	0,2
Bly (Pb)	µg/l	0,01	0,031	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Fargetall	mg Pt/l	12	40	8	9	18
Fosfat (PO4-P)	µg/l	5,6	3,3	3,3	3,9	3
Jern (Fe)	µg/l	20	26	3,9	3,1	17
Kadmium (Cd)	µg/l	0,006	0,005	< 0,0040	< 0,0040	0,005
Kalium (K)	mg/l	1,4	0,33	1,1	1,1	1,5
Kalsium (Ca)	mg/l	56	8	35	35	33
Klorid (Cl)	mg/l	290	8,82	70,6	33,3	41,7
Kobber (Cu)	µg/l	0,48	0,57	0,52	0,54	0,6
Konduktivitet (25°C)	mS/m	104	7,86	43,7	26,8	27
Krom (Cr)	µg/l	0,06	0,092	< 0,050	0,081	0,061
Kvikksølv (Hg)	µg/l	0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Magnesium (Mg)	mg/l	6,3	0,87	4	4,3	5,3
Mangan (Mn)	µg/l	6,5	1,3	2,1	1,2	46
Natrium (Na)	mg/l	130				
Nikkel (Ni)	µg/l	0,13	0,15	0,12	0,13	0,16
Nitrat (NO3-N)	µg/l	720	250	730	780	220
Acenaften	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010
Acenaftylen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010
Antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010
Benzo[a]antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010
Benzo[a]pyren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010
Benzo[b]fluoranten	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010
Benzo[ghi]perylene	µg/l	<0,0020	<0,0020	<0,0020	< 0,0020	<0,0020
Benzo[k]fluoranten	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010
Dibenzo[a,h]antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010
Fenantren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010
Fluoranten	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010
Fluoren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010
Indeno[1,2,3-cd]pyren]	µg/l	<0,0020	<0,0020	<0,0020	< 0,0020	<0,0020
Krysen/Trifenylene	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010
Naftalen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010
Pyren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010
Sum PAH(16)	µg/l	ND	ND	ND	ND	ND
pH		8	7,5	8,2	8,1	7,7
Sink (Zn)	µg/l	1,9	1,1	0,58	0,65	1,1
Sulfat (SO4)	mg/l	9,39	3,03	12	10,7	8,84
Suspendert stoff (SS)	mg/l	< 2	< 2	3,6	< 2	< 2
Total Fosfor	mg/l	0,0072	0,0057	0,0085	0,0039	<0,003
Total Nitrogen	mg/l	0,87	0,41	0,78	0,87	0,4
Total organisk karbon	mg/l	3,1	5,7	3,7	2,9	4,7
Sum THC (>C5-C35)	µg/l	nd	nd	nd	nd	nd
THC >C10-C12	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0

THC >C12-C16	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C16-C35	µg/l	<20	<20	<20	<20	<20
THC >C5-C8	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C8-C10	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Turbiditet	FNU	1,7	0,7	0,51	0,21	0,17

Tabell: Analyseresultater fra vannprøver tatt i Vefsrudbekken og Damtjernbekken

Parameter	Enhet	VEF (DAM1)				DAM (DAM2)		
		04.04	09.05	22.08	23.10	04.04	09.05	23.10
Aluminium (Al)	µg/l	19	57	25	18	28	110	28
Ammonium (NH4-N)	µg/l	<5	<5	<5	<5	8,1	<5	<5
Antimon (Sb)	µg/l	0,055	0,080	0,076	0,075	0,032	0,052	0,059
Arsen (As)	µg/l	0,078	0,14	0,14	0,11	0,097	0,16	0,18
Bly (Pb)	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,017	< 0,010
Fargetall	mg Pt/l	7	23	10	10	19	58	11
Fosfat (PO4-P)	µg/l	4,9	2,8	3,8	2,6	4,2	2,7	2,3
Jern (Fe)	µg/l	2,3	9,2	1,4	1,3	28	35	7,6
Kadmium (Cd)	µg/l	0,004	< 0,004	< 0,004	0,005	< 0,004	< 0,004	0,01
Kalium (K)	mg/l	1,7	0,81	0,88	1	0,76	0,26	0,47
Kalsium (Ca)	mg/l	85	23	37	38	49	5,6	29
Klorid (Cl)	mg/l	388	44,3	82,6	49,8	155	6,72	45,4
Kobber (Cu)	µg/l	0,25	0,45	0,27	0,31	0,26	0,32	0,29
Konduktivitet (25°C)	mS/m	133	27,8	47	33	56,8	5,33	21,6
Krom (Cr)	µg/l	0,054	0,062	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,082	0,051
Kvikksølv (Hg)	µg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	<0,002
Magnesium (Mg)	mg/l	9	2,5	3,7	4,2	4,6	0,72	2,7
Mangan (Mn)	µg/l	0,58	0,11	0,18	0,29	130	3,2	21
Natrium (Na)	mg/l	140				46		
Nikkel (Ni)	µg/l	0,099	0,12	0,13	0,13	0,085	0,10	0,13
Nitrat (NO3-N)	µg/l	880	880	170	400	700	89	190
Acenaften	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaftylen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[a]antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[a]pyren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[b]fluoranten	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[ghi]perylen	µg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,0020	<0,0020	<0,002	<0,0020
Benzo[k]fluoranten	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dibenzo[a,h]antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fenantren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoranten	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Indeno[1,2,3-cd]pyren]	µg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Krysen/Trifenylen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Naftalen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Pyren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Sum PAH(16)	µg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
pH		7,9	8,0	8,1	8,2	7,3	7,2	6,9
Sink (Zn)	µg/l	0,46	0,42	0,32	0,45	0,57	0,85	2,4
Sulfat (SO4)	mg/l	7,61	6,81	10,6	10,2	3,2	1,24	7,27
Suspendert stoff (SS)	mg/l	8	< 2	7,4	4,6	6,3	< 2	13

Total Fosfor	mg/l	0,0083	<0,003	0,013	<0,003	<0,003	0.0045	0,0075
Total Nitrogen	mg/l	1,1	1,0	0,29	0,49	0,82	0.29	0,79
Total organisk karbon	mg/l	2,7	4,1	4,5	2,7	4,0	7.4	3,5
Sum THC (>C5-C35)	µg/l	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
THC >C10-C12	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C12-C16	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C16-C35	µg/l	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
THC >C5-C8	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C8-C10	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Turbiditet	FNU	2,1	0,44	2	0,49	0,39	0.67	2,1

Tabell: Analyseresultater fra vannprøver tatt i Brekkedalsbekken (BRE) og ved utløpet av Damtjernsbekken (DAMUT) og Vefsruddbekken (VEFUT) 2018.

Parameter	Enhet	BRE	DAMUT	VEFUT
		30.11	30.11	30.11
Aluminium (Al)	µg/l	84	39	16
Ammonium (NH4-N)	µg/l	7,7	<5	<5
Antimon (Sb)	µg/l	0,058	0,065	0,074
Arsen (As)	µg/l	0,12	0,12	0,12
Bly (Pb)	µg/l	0,037	< 0,010	0,037
Fargetall	mg Pt/l	29	25	18
Fosfat (PO4-P)	µg/l	4,1	3,8	3,5
Jern (Fe)	µg/l	27	19	7,7
Kadmium (Cd)	µg/l	0,006	< 0,004	< 0,004
Kalium (K)	mg/l	0,21	0,44	0,84
Kalsium (Ca)	mg/l	8,5	18	29
Klorid (Cl)	mg/l	2,43	35,6	43,1
Kobber (Cu)	µg/l	0,34	0,34	0,48
Konduktivitet (25°C)	mS/m	5,91	18,6	28,8
Krom (Cr)	µg/l	0,072	0,068	0,070
Kvikksølv (Hg)	µg/l	<0,002	<0,002	<0,002
Magnesium (Mg)	mg/l	1,0	1,7	2,7
Mangan (Mn)	µg/l	3,0	0,99	0,26
Natrium (Na)	mg/l			
Nikkel (Ni)	µg/l	0,12	0,12	0,15
Nitrat (NO3-N)	µg/l	470	460	760
Acenaften	µg/l			
Acenaftylen	µg/l			
Antracen	µg/l			
Benzo[a]antracen	µg/l			
Benzo[a]pyren	µg/l			
Benzo[b]fluoranten	µg/l			
Benzo[ghi]perylene	µg/l			
Benzo[k]fluoranten	µg/l			
Dibenzo[a,h]antracen	µg/l			
Fenantren	µg/l			
Fluoranten	µg/l			
Fluoren	µg/l			
Indeno[1,2,3-cd]pyren]	µg/l			
Krysen/Trifenylene	µg/l			
Naftalen	µg/l			
Pyren	µg/l			
Sum PAH(16)	µg/l			
pH		7,4	7,5	8,0
Sink (Zn)	µg/l	0,81	0,36	0,27

Sulfat (SO4)	mg/l	3,05	5,37	8,50
Suspendert stoff (SS)	mg/l	3,5	< 2	< 2
Total Fosfor	mg/l	0,017	0,0063	0,0067
Total Nitrogen	mg/l	0,63	0,61	0,89
Total organisk karbon	mg/l	5,5	5,4	4,0
Sum THC (>C5-C35)	µg/l			
THC >C10-C12	µg/l			
THC >C12-C16	µg/l			
THC >C16-C35	µg/l			
THC >C5-C8	µg/l			
THC >C8-C10	µg/l			
Turbiditet	FNU	1,3	0,37	0,33

Tabell: Analyseresulater fra vannprøver tatt ved to stasjoner i Holsfjorden mai-oktober 2018.

Parameter	Enhet	TOV		HOL				
		23.05	20.07	23.05	21.06	20.07	18.09	23.10
Aluminium (Al)	µg/l	34	31	36	32	28	24	31
Ammonium (NH4-N)	µg/l	12	20	5,6	11	18	12	6,7
Antimon (Sb)	µg/l	0,020	0,029	0,033	0,030	0,042	0,041	< 0,020
Arsen (As)	µg/l	0,099	0,11	0,087	0,13	0,12	0,12	0,14
Bly (Pb)	µg/l	0,57	0,31	0,26	< 0,010	0,12	0,050	< 0,010
Fargetall	mg Pt/l	16	16	16	17	15	15	15
Fosfat (PO4-P)	µg/l	3,4	3,5	3,1	2,4	2,2	3	2,5
Jern (Fe)	µg/l	9,0	9,8	9,2	13	9,2	7,2	10
Kadmium (Cd)	µg/l	0,0060	0,005	0,0040	0,0040	0,006	0,012	0,0040
Kalium (K)	mg/l	0,48	0,52	0,47	0,47	0,49	0,47	0,50
Kalsium (Ca)	mg/l	4,7	4,8	4,6	4,7	4,7	4,7	5,1
Klorid (Cl)	mg/l	1,65		1,6	2,1	1,8	1,67	1,57
Kobber (Cu)	µg/l	<=0,1	1,8	0,7	<=1,2	3,6	<=3,1	<= 1,2
Konduktivitet (25°C)	mS/m	<=0,1	<=3,4	0,94	0,62	0,76	0,79	0,58
Krom (Cr)	µg/l	1,4	1,2	3,93	3,7	3,61	4,88	3,39
Kvikksølv (Hg)	µg/l	3,96	3,77	0,066	0,072	0,059	0,081	0,082
Magnesium (Mg)	mg/l	0,13	0,075	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Mangan (Mn)	µg/l	<0,002	<0,002	0,72	0,67	0,69	0,69	0,73
Natrium (Na)	mg/l	0,71	0,72	0,37	0,45	0,18	0,51	0,34
Nikkel (Ni)	µg/l	0,32	0,24	0,40	0,60	0,49	0,54	0,39
Nitrat (NO3-N)	µg/l	0,44	1	340	340	280	290	310
Acenaften	µg/l	360	260	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaftylen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[a]antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[a]pyren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[b]fluoranten	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[ghi]perylene	µg/l	<0,010	<0,010	<0,002	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Benzo[k]fluoranten	µg/l	<0,0020	<0,0020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dibenzo[a,h]antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fenantren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoranten	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Indeno[1,2,3-cd]pyren]	µg/l	<0,010	<0,010	<0,002	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Krysen/Trifenylen	µg/l	<0,0020	<0,0020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Naftalen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,035	<0,010	<0,010
Pyren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Sum PAH(16)	µg/l	<0,010	<0,010	ND	ND	0,035	ND	ND
pH	µg/l	7,2	7,4	7,1	7,6	7,4	7,2	7,1
Sink (Zn)	mg/l	3,0	5,5	1,6	1,8	2,5	4,3	0,90

Sulfat (SO4)	mg/l	3,5	3,41	3,48	3,29	3,27	4,74	3,4
Suspendert stoff (SS)	mg/l	< 2	2,1	< 2	< 2	2,6	< 2	< 2
SS gløderest	mg/l	1,7	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Total Fosfor	mg/l	<0,003	0,0039	<0,003	0,0034	0,0035	0,0056	<0,003
Total Nitrogen	mg/l	0,56	0,52	0,47	0,41	0,51	0,41	0,39
Total organisk karbon (TOC)	µg/l	3,5	4,3	3,4	3,5	3,8	3,3	3,3
Sum THC (>C5-C35)	µg/l	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
THC >C10-C12	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C12-C16	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C16-C35	µg/l	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
THC >C5-C8	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C8-C10	FNU	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Turbiditet	µg/l	0,44	1,1	0,37	0,68	0,6	1,8	0,21

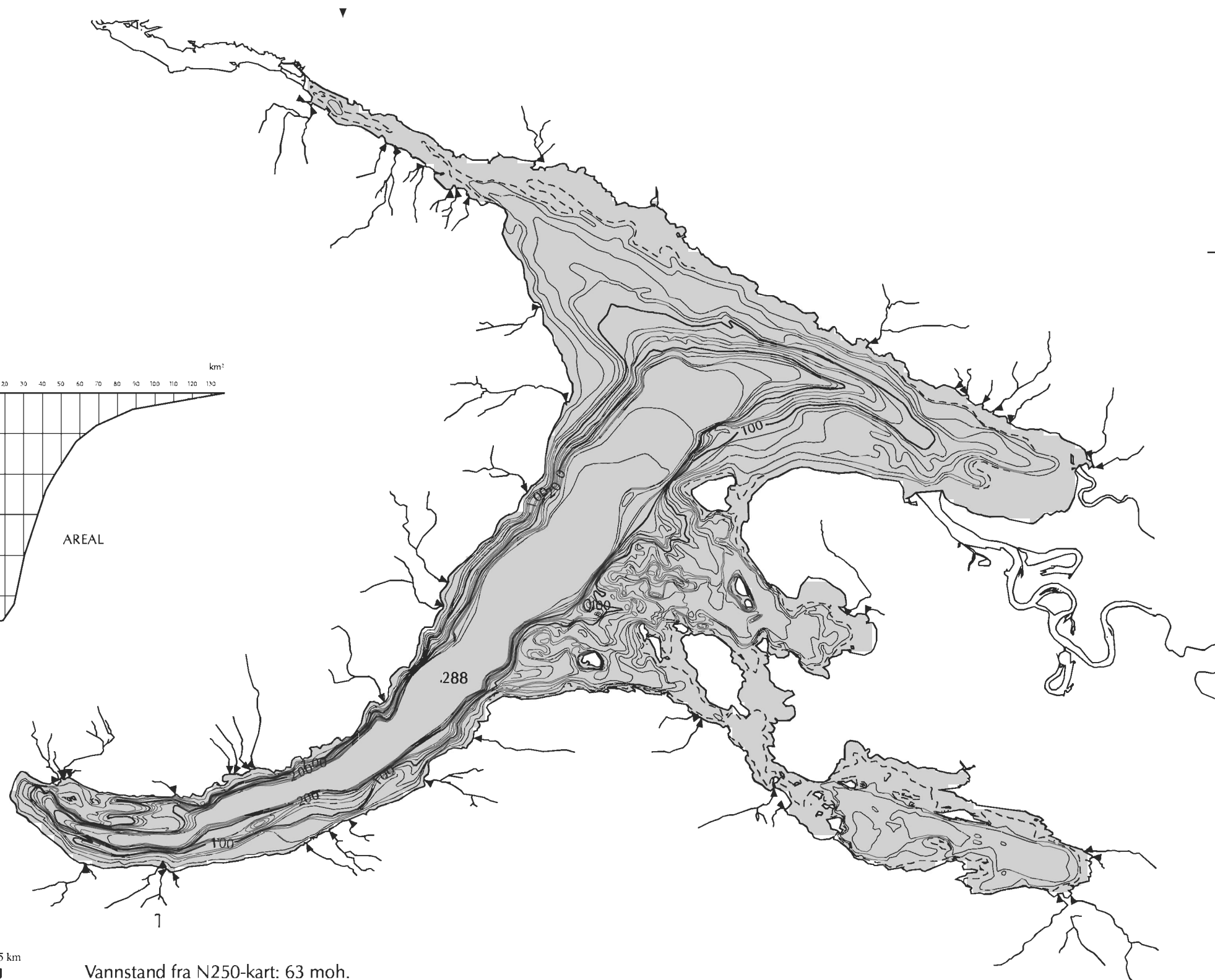
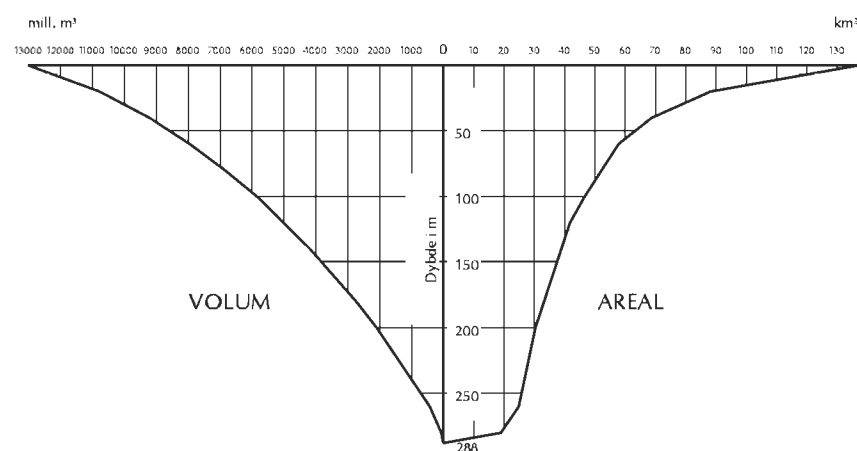
Vedlegg III – Rådata bunndyr

9. mai 2018	ISI	RUS1	RUS2	DAM1	DAM2	NOR1
TURBELLARIA (Flatmark)	-	16	-	-	-	-
NEMATODA (Rundormer)	-	8	-	12	44	8
OLIGOCHAETA (Fåbørstemark)						
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Vannmeitemark)	-	-	-	8	-	2
Lumbricidae ubestemte (Meitemark)	8	8	4	-	1	-
<i>Lumbriculus variegatus</i>	4	-	-	-	-	-
<i>Stylodrilus heringianus</i>	4	-	-	-	-	-
Enchytraeidae ubestemte	8	-	-	-	1	20
Ubestemte små (Naididae, Enchytraeidae)	4	4	-	24	40	20
Ubestemte	-	1	-	12	28	-
Ubestemte kokonger	-	-	8	4	16	12
BIVALVIA (Muslinger)						
<i>Pisidium</i> sp. (Ertemuslinger)	-	-	-	-	12	-
GASTROPODA (Snegl)						
<i>Gyraulus acronicus</i> (Vanlig skivesnegl)	-	-	-	-	4	-
CRUSTACEA (Krepsdyr)						
Copepoda, Cyclopoida (Hoppekreps)	-	-	-	-	4	-
Copepoda, Harpacticoida (Hoppekreps)	-	-	-	8	-	1
Ostracoda (Muslingkreps)	-	4	-	40	8	4
ACARI (Vannmidd)	20	-	8	40	28	24
COLLEMBOLA (Spretthaler)	1	-	4	-	-	-
EPHEMEROPTERA (Døgnfluer)						
<i>Alainites muticus</i>	100	56	72	76	8	344
<i>Baëtis rhodani</i>	304	136	260	128	52	316
<i>Leptophlebia marginata</i>	-	-	-	-	4	-
<i>Nigrobaëtis niger</i>	-	1	-	-	-	-
PLECOPTERA (Steinfluer)						
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	24	32	152	44	24	32
<i>Amphinemura</i> sp. (små)	36	32	156	-	-	-
<i>Brachyptera risi</i>	20	52	108	36	36	64
<i>Diura nanseni</i>	-	4	-	1	-	8
<i>Isoperla grammatica</i>	-	-	12	8	12	-
<i>Leuctra hippopus</i>	-	2	1	8	-	2
<i>Leuctra nigra</i>	-	8	-	4	28	-
<i>Leuctra</i> sp. (små)	12	8	-	132	12	168
<i>Nemoura cinerea</i>	-	1	4	8	9	1
<i>Protonemura meyeri</i>	-	-	4	96	16	8
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	4	24	4	-	-	-
Ubestemte (meget små)	-	-	-	-	-	4
TRICHOPTERA (Vårfluer)						
<i>Apatania</i> sp.	4	-	1	-	-	-
<i>Chaetopteryx</i> sp.	-	-	-	-	1	-
<i>Crunoecia irrorata</i>	-	-	-	4	-	-
<i>Ithytrichia lamellaris</i>	4	-	-	-	-	-
Limnephilidae ubestemte (små)	-	-	-	12	16	16
<i>Micrasema gelidum</i>	-	-	-	-	32	-
<i>Micrasema setiferum</i>	1	-	-	-	-	-
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	-	-	-	-	1	4

<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	1	-	-	-	-	-
Polycentropodidae ubestemte (små)	4	-	1	4	1	4
<i>Potamophylax cingulatus</i>	3	-	4	1	2	1
<i>Potamophylax nigricornis</i>	-	-	-	1	1	-
<i>Potamophylax</i> sp. (små)	1	-	-	1	-	4
<i>Philopotamus montanus</i>	-	-	4	16	-	-
<i>Rhyacophila fasciata</i>	-	-	-	1	-	-
<i>Rhyacophila nubila</i>	4	1	4	-	-	-
<i>Rhyacophila</i> sp. (små)	4	1	8	1	1	4
<i>Sericostoma personatum</i>	-	-	8	8	44	44
<i>Silo pallipes</i>	-	8	-	4	16	-
<i>Wormaldia subnigra</i>	-	-	-	-	4	-
COLEOPTERA (Biller)						
<i>Elodes</i> sp.	4	-	1	224	4	60
<i>Elmis aenea</i> (larver)	2	8	4	72	64	132
<i>Elmis aenea</i> (voksne)	-	-	-	24	20	4
<i>Hydraena</i> sp. (voksne)	24	4	4	24	16	60
<i>Limnius volckmari</i> (larver)	20	-	-	-	-	-
<i>Limnius volckmari</i> (voksne)	2	-	-	-	-	-
DIPTERA (Tovinger)						
CERATOPOGONIDAE (Sviknott)	12	4	4	28	-	8
CHIRONOMIDAE (Fjærmygg)	180	272	584	508	152	500
EMPIDIDAE (Dansefluer)	4	8	12	24	-	48
LIMONIIDAE (Småstankelbein)						
<i>Antocha</i> sp.	-	-	1	-	-	-
<i>Eloeophila</i> sp.	-	-	-	-	1	-
<i>Neolimnomyia</i> sp.	-	-	-	-	1	-
Ubestemte	-	-	-	4	1	-
PEDICIIDAE (Småstankelbein)						
<i>Dicranota</i> sp.	8	4	4	4	16	1
PSYCHODIDAE (Sommerfuglmygg)						
<i>Berdeniella</i> sp.	-	-	4	-	-	4
<i>Pericoma</i> sp.	-	-	4	8	-	4
SIMULIIDAE (Knott)	240	548	2	72	40	28
EPT	13	14	16	19	19	13
ASPT	6.31	6.50	6.56	6.77	6.55	6.33

Vedlegg IV – Rådata begroingsalger

Stasjon	Navn	PIT	AIP	PIT	AIP	Forekomst
ISI	<i>Cladophora sp.</i>	47				
	<i>Audouinella hermannii</i>	21.25	7.05			
	<i>Oedogonium e (35-43 μ)</i>	16.05	7.27			
	<i>Nostoc sp.</i>	7.02				1
	<i>Oedogonium c (23-28 μ)</i>	9.09	7.09			1
	<i>Ulothrix zonata</i>	8.39	7.26			1
	<i>Cosmarium sp.</i>	5.14				1
	<i>Staurastrum sp.</i>	3.05				1
	<i>Leptolyngbya sp.</i>	7.83		13.87	7.17	1
VEF	<i>Audouinella hermannii</i>	21.25	7.05			1
	<i>Oedogonium b (13-18 μ)</i>	7.73	6.92	14.49	6.99	1
RUS1	<i>Cladophora sp.</i>	47				
	<i>Vaucheria sp.</i>	42.15				
	<i>Audouinella hermannii</i>	21.25	7.05			3
	<i>Staurastrum sp.</i>	3.05				1
	<i>Oedogonium c (23-28 μ)</i>	9.09	7.09			1
	<i>Cosmarium sp.</i>	5.14				1
	<i>Ulothrix zonata</i>	8.39	7.26			1
	<i>Spirogyra sp5 (30-37 μ, 2K, L, l/b > 10)</i>	7.75				1
	<i>Oedogonium b (13-18 μ)</i>	7.73	6.92	16.84	7.08	1
RUS2	<i>Vaucheria sp.</i>	42.15				
	<i>Cladophora sp.</i>	47				
	<i>Cosmarium sp.</i>	5.14				1
	<i>Oedogonium a/b (19-21 μ)</i>	7.57				1
	<i>Aphanothece sp.</i>	7.83				1
	<i>Oedogonium c (23-28 μ)</i>	9.09	7.09			1
	<i>Audouinella hermannii</i>	21.25	7.05			1
	<i>Oedogonium e (35-43 μ)</i>	16.05	7.27			1
	<i>Oedogonium b (13-18 μ)</i>	7.73	6.92			1
	<i>Leptolyngbya sp.</i>	7.83		17.16	7.08	1
NOR1	<i>Audouinella hermannii</i>	21.25	7.05			1
	<i>Oedogonium a/b (19-21 μ)</i>	7.57				1
	<i>Oedogonium b (13-18 μ)</i>	7.73	6.92			1
	<i>Aphanothece sp.</i>	7.83				1
	<i>Leptolyngbya sp.</i>	7.83		10.44	6.99	1



Målestokk: 1:113000
(Kartformat A3)

Vannstand fra N250-kart: 63 moh.
Ukjent oppmålingsår
Ekvidistanse 20 m



Biologiske analyser i Holsfjorden og tilløpselver, 2018

FAUN NOTAT | 2018 | Fiske- og vassdragsforvaltning |
Trond Stabell (Faun), Johanna Skrutvold (Nibio) og Anne Engh (Faun)



1 Metoder

1.1 Feltarbeid og analyser

Prøvetaking på hovedstasjonen (HOL) i Tyrifjorden ble gjennomført: 23. mai, 21. juni, 19. juli, 27. august, 18. september og 23. oktober. I mai, juli og august ble det også tatt prøver på en stasjon lengre inn i Holsfjorden (TOV) for å avdekke eventuelle forskjeller mellom disse.

Vannprøver i innsjøen ble tatt som en blandprøve fra 0 – 10m i sirkulasjonsperioder og som en blandprøve fra epilimnion i perioden med termisk sjiktning. Alle vannkjemiske analyser er gjennomført av Eurofins AS.

Ved vurdering av kvalitetselementet «Planteplankton» er det klorofyll A, total fosfor og total nitrogen som er relevante vannkjemiske parametere. I tillegg benyttes innholdet av kalsium og organisk materiale (uttrykt som vannfarge og/eller totalt organisk karbon (TOC)) for typifisering av innsjøen.

Prøver av påvekstalger i tilløpselver ble samlet inn den xx.xx. Ved vurdering av økologisk tilstand ved bruk av dette kvalitetselementet må vannets innhold av kalsium være kjent.

Alle data for vannkjemi og fra biologiske analyser blir importert til portalen Vannmiljø¹, og kan hentes ut der.

Prøver for planteplankton ble samlet på 60 - 100ml plastflasker og konserverert med 0,5 -1 ml (ca. 1 %) Lugols løsning. Et volum på 3 – 10 ml ble sedimentert ved bruk av Utermöhls metode (se f.eks. Tikkanen & Willén 1992). Planktonalgene ble bestemt til art, slekt eller gruppe. Enkelte taxa ble inndelt i ulike størrelseskategorier.

Prøvetaking av begroingsalger ble gjennomført ved å undersøke elvebunnen for synlige alger, og ved å børste av overflaten på et utvalg steiner. Prøvene ble tilsatt Lugols løsning for konservering og algene ble bestemt i mikroskop. Arter og slekter som inngår i PIT-indeks ble identifisert. Disse utgjorde grunnlaget for klassifisering av lokalitetene ut fra kvalitetselementet «begrøingsalger».

1.2 Klassifisering

I den gjeldende versjonen av klassifiseringsveilederen denne finnes grenseverdier for inndeling i ulike kvalitetsklasser for de ulike kvalitetselementene (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2018).

En viktig forandring mellom denne veilederen, hvor første versjon ble utgitt i 2013, og tidligere norske klassifiseringssystemer, er at det her ved klasseinndelingen blir tatt hensyn til naturlige karaktertrekk. Områder med ulik geologi vil for eksempel naturlig ha ulik bakgrunnstilførsel av næringssalter, og selv uten noen menneskelig påvirkning ville vannforekomstene framstå forskjellig både med hensyn til kjemiske og biologiske parametere. I stedet for å benytte målte verdier som utgangspunkt for klassifiseringen, benyttes derfor heller *anniket* fra en definert referansetilstand. Dette forholdstallet mellom målt verdi og referanseverdi kalles økologisk kvalitetskvotient (ecological quality ratio, EQR), og varierer fra 0 til 1, der 1 er best. Til slutt normaliseres EQR – verdiene (nEQR) for de ulike parametere på en slik måte at klassegrensene for nEQR alltid blir 0.8, 0.6, 0.4 og 0.2. For mer utdypende forklaring om EQR-verdier og normalisering av disse, henvises det til nevnte veileder (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2018).

¹ <http://vannmiljo.miljodirektoratet.no>

I henhold til informasjonen på portalen Vann-nett ligger Tyrifjorden 63 moh., har et middeldyp på 93 meter, er moderat kalkrik (Ca: 4 – 20 mg/l), og er klar (TOC: 2 – 5 mg/l). Den havner dermed i norsk vanntype L107 («lavland, moderat kalkrik, klar» og såkalt NGIG-type L-N1. I tabellene 1 og 2 er klassegrensene for denne innsjøtypen gitt for alle komponentene som er relevante i kvalitetselementene «planteplankton» og «påvekstlger».

Det ble i Tyrifjorden tatt prøver for analyse av plankton på to stasjoner. Disse er tatt i den delen av innsjøen som kalles Holsfjorden; stasjonen HOL, som ligger like ved utløpet av Nordlandsbekken (fig. 1 og 2) og stasjonen TOV, som ligger utenfor området Toverud, ikke langt fra Sylling (fig. 3).

Tabell 1. Kvalitetselementet «Planteplankton». Klassegrenser for innsjøtype L-N1 som er relevant for denne undersøkelsen.

Parameter	Referanseverdi	Maksimalverdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Total biomasse	0,28	6,00	< 0,64	0,64 – 1,04	1,04 – 2,35	2,35 – 5,33	> 5,33
PTI	2,09	4,00	< 2,26	2,26 – 2,43	2,43 – 2,60	2,60 – 2,86	> 2,86
Cyano _{max}	0,00	10,00	< 0,16	0,16 – 1,00	1,00 – 2,00	2,00 – 5,00	> 5
Klorofyll <i>a</i>	3		< 6	6 - 9	9 - 18	18 - 36	> 36
Total fosfor	6		< 10	10 – 17	17 – 26	26 – 42	> 42
Totalt nitrogen	275		< 425	425 – 675	675 – 950	950 – 1425	> 1425

For komponentene total biomasse, artssammensetning (PTI) og maksimal forekomst av cyanobakterier (Cyano_{max}) regnes EQR ut etter formelen:

$$EQR = \frac{\text{Observert verdi} - \text{maksimalverdi}}{\text{Referanseverdi} - \text{maksimalverdi}}$$

Det er ikke satt noen maksimalverdi for klorofyll *a*. EQR fastsettes da ved:

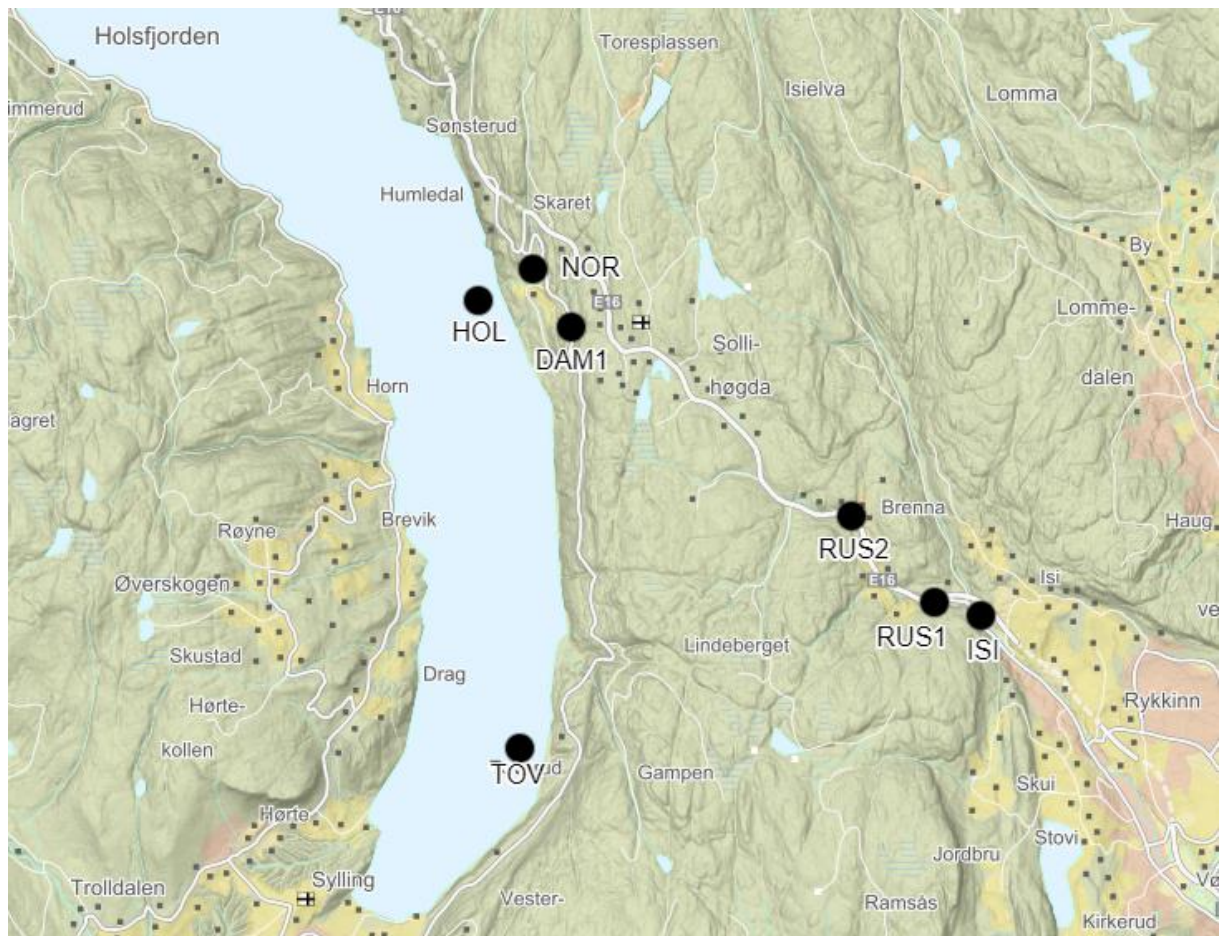
$$EQR (Kl. a) = \frac{\text{Referanseverdi}}{\text{Observert verdi}}$$

Det utvikles ikke samfunn av planteplankton i rennende vann. Derfor benyttes heller påvekstlger (også kalt begroingsalger) som indikatorer på lokalitetens trofegrad. Samfunnet av slike alger ble undersøkt på fem stasjoner i tre tilløpsbekker til Holsfjorden; Isielva (ISI), Rustanbekken (RUS1 og RUS2), Nordlandsbekken (NOR) og Damtjernbekken (DAM1) (fig. 1).

Klassifisering på bakgrunn av påvekstlger gjøres ved å bruke indeksen som kalles PIT. Prinsippet her er at ulike arter er gitt indeksverdier etter toleranse, og hvor klassifiseringen gjøres på bakgrunn av gjennomsnittlig indeksverdi. Denne indeksen avdekker primært belastning av næringssalter, og lav indeksverdi indikerer høy sensitivitet. For elver med kalsiuminnhold over 1 mg/l er klassegrensene som angitt i tabell 3.

Tabell 2. Klassegrenser for begroingsalger i lokaliteter med kalsiumkonsentrasjon over 1 mg/l.

Parameter	Referanseverdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Begroingsalger (PIT)	6,71	< 9,69	9,69 – 16,18	16,18 – 31,34	31,34– 46,50	> 46,50

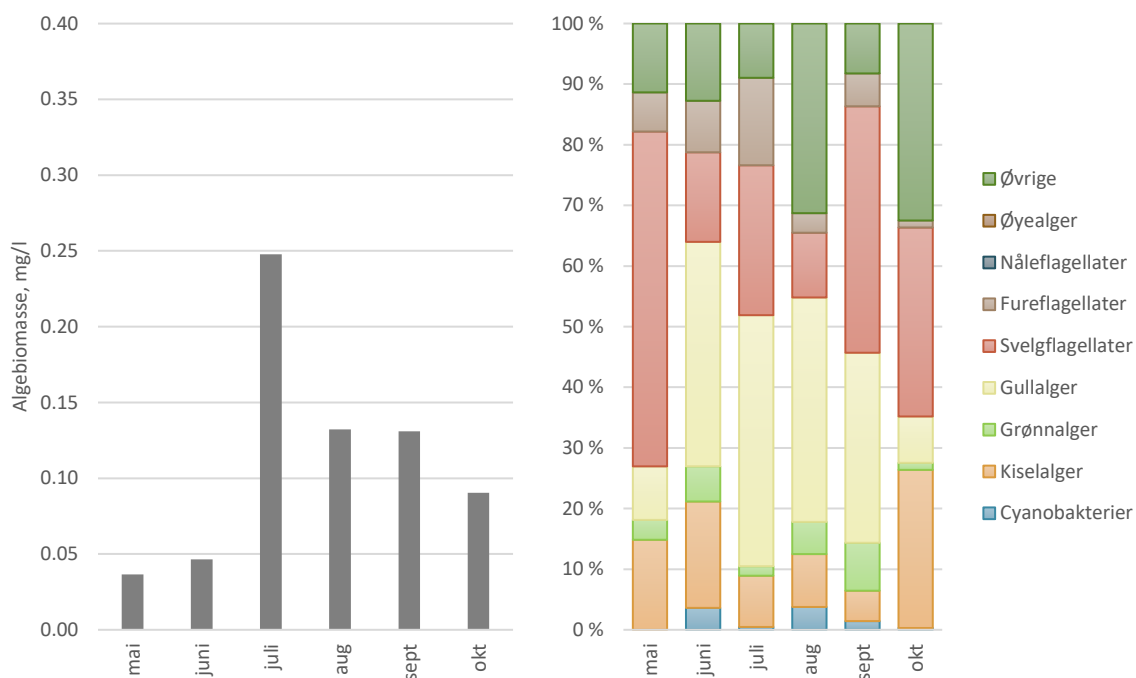
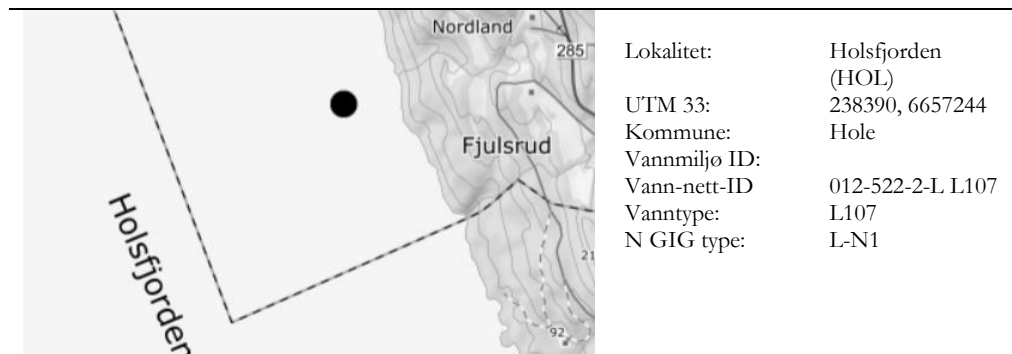


Figur 1. Oversikt over tilløpsbekkene ned mot hovedstasjonen i Holsfjorden (HOL). Stasjonene hvor det ble samlet begroingsalger er også angitt på dette kartet.

2 Resultater

2.1 Planteplankton

2.1.1 Hovedstasjon, Holsfjorden (HOL)

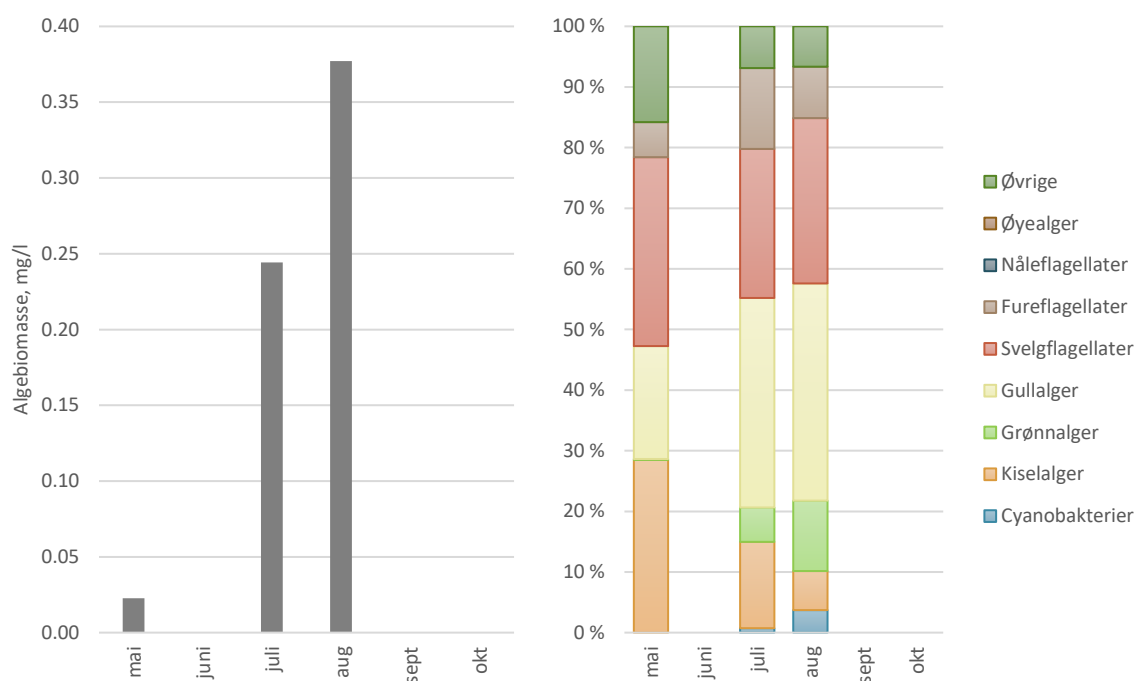
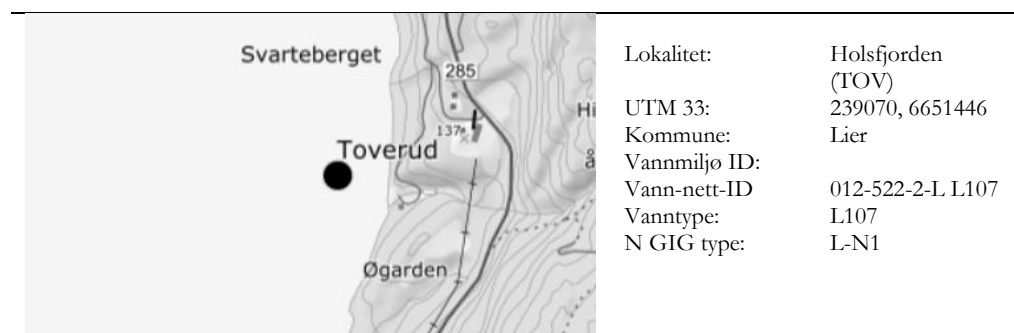


Figur 2. Holsfjorden, stasjon HOL. Biomasse og sammensetning av planteplankton

Tabell 3. Holsfjorden, stasjon HOL. Parametere som inngår i kvalitetselementet «Planteplankton». Fargekodene er i samsvar med tabell 1.

Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll <i>a</i> (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Økologisk tilstand
23.05.2018	3,0	0,7	0,037	2,117		
21.06.2018	3,4	1,2	0,046	2,066	0,002	
19.07.2018	3,5	3,6	0,248	2,098	0,001	
27.08.2018	4,9	2,2	0,152	2,110	0,005	
18.09.2018	5,6	3,1	0,131	2,216	0,002	
23.10.2018	3,0	1,2	0,090	2,174		
Gjennomsnitt	3,9	2,0	0,117	2,130		
nEQR	> 1	> 1	> 1	0,95	0,99	0,98 (svært god)

2.1.2 Referansestasjon, Holsfjorden (TOV)



Figur 3. Holsfjorden, stasjon TOV. Biomasse og sammensetning av planteplankton

Tabell 4. Holsfjorden, stasjon TOV. Parametere som inngår i kvalitetselementet «Planteplankton». Fargekodene er i samsvar med tabell 1.

Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll <i>a</i> (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Økologisk tilstand
23.05.2018	3,0	0,1	0,023	2,081		
21.06.2018						
19.07.2018	3,6	3,4	0,244	2,193	0,002	
27.08.2018	2,2	2,5	0,377	2,223	0,014	
18.09.2018						
23.10.2018						
Gjennomsnitt	2,9	2,0	0,215	2,166		
nEQR	> 1	> 1	> 1	0,91	0,98	0,96 (svært god)

2.1.3 Planteplankton, vurdering

Forekomsten av planteplankton på begge stasjonene var generelt lav, og godt innenfor grensene for beste tilstandsklasse. Det er imidlertid verdt å merke seg at innsjøen har et kalsiuminnhold bare like i overkant av 4 mg/l. Hadde dette vært noe lavere, slik at innsjøen hadde blitt definert som kalkfattig (Ca: 1-4 mg/l), ville den ha havnet i innsjøtype L105b («kalkfattig, klar, dyp»), som har vesentlig strengere klassegrenser. Etter disse ville begge stasjonene ha ligget i grensesjiktet mellom «svært god» og «god» tilstand.

Samfunnet av planteplankton var godt sammensatt med arter som i all hovedsak er lett beitebare. Det var størst forekomst av gullalger og svelgflagellater, mens innslaget av cyanobakterier var svært lavt. En slik sammensetning betyr at primærproduksjonen ikke akkumuleres på dette trofiske nivået, men transporteres effektivt oppover i næringskjedene. Det var arter som på noe tidspunkt dominerte stort, men på stasjonen TOV utgjorde slektene *Uroglena* og *Cryptomonas* til sammen over 50% av den totale biomassen i august.

2.2 Dyreplankton

2.2.1 Forekomst av dyreplankton

Forekomsten av dyreplankton i mai, juli og august er presentert i tabell 5.

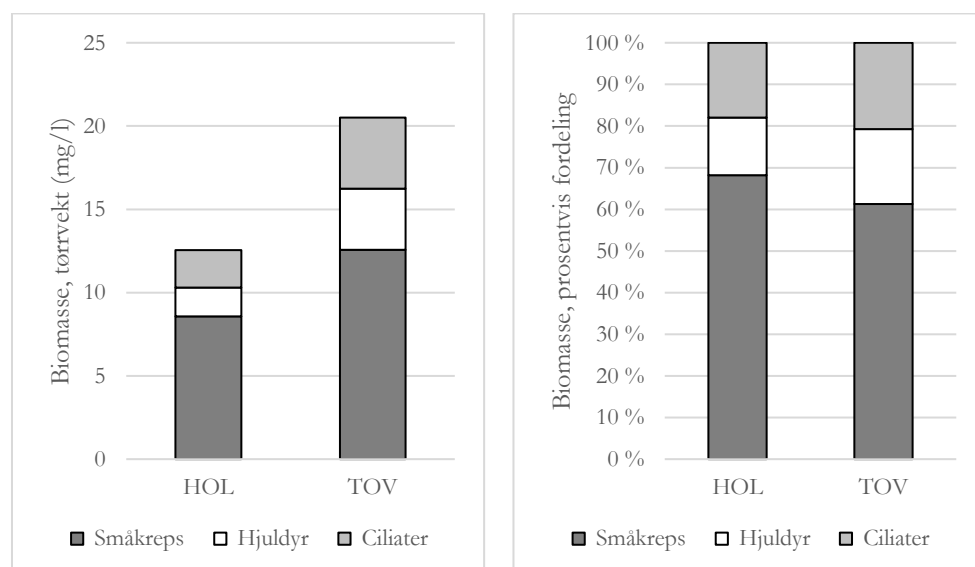
Av småkreps (hoppekreps og vannlopper) var det størst forekomst av hoppekreps. Den calanoide arten *Eudiatomus gracilis* er den vanligste hoppekrepsen i norske innsjøer, og var også den arten med gjennomgående høyest forekomst på begge de undersøkte stasjonene. Av cyclopoide slekter ble både *Cyclops*, *Diacyclops*, *Mesocyclops* og *Thermocyclops* registrert. Imidlertid utgjorde copepoditter hovedandelen av denne gruppen, og alle ble derfor slått sammen til samlegruppen «cyclopoide copepoder». *Bosmina longispina*, *Daphnia longispina* og *Holopedium gibberum* var de vanligste vannloppene (tab. 5). Alle disse er også svært vanlige arter i norske innsjøer.

Mikrozooplankton blir gjerne definert som planktoniske dyr med størrelse under 0,2 mm. I denne kategorien finner vi de fleste hjuldyrene og nesten alle de encellede dyrene i gruppen vi kaller ciliater. Av hjuldyrene var det en kolonidannende art i slekten *Conochilus*, og dessuten *Polyarthra dolichoptera* og *Kellicottia longispina* som tidvis hadde høy forekomst. Føden til disse artene består stort sett av alger som er mindre enn ca. 10 µm. Ciliatene besto for det meste av små arter. Føden til disse vil i hovedsak være bakterier og svært små alger, såkalt picoplankton (< 2 µm).

Verken ciliater eller hjuldyr anses som like effektive algebeitere som småkreps. Det er derfor et godt tegn dersom småkreps utgjør en stor andel av den totale biomassen av dyreplankton. Ved å benytte lengde/vekt-regresjoner for småkreps (Bottrell m.fl., 1976), og volumberegning av hjuldyr og ciliater, fant vi at småkreps i gjennomsnitt utgjorde 68% av den totale biomassen av dyreplankton på stasjonen HOL og 61% på stasjonen TOV (fig. 4).

Tabell 5. Forekomst av dyreplankton, antall individer pr. håvtrekk (0-10m) for hoppekreps og vannlopper, og antall individer pr. liter for hjuldyr og ciliater.

	29.mai		19.jul		27.aug	
	TOV	HOL	TOV	HOL	TOV	HOL
Hoppekreps						
<i>Cyclopoide copepoder</i>	211	158	78	13	84	157
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	207	325	152	339	90	117
<i>Heterocope appendiculata</i>			6		25	16
Vannlopper						
<i>Bosmina longispina</i>	83	54	4	2	37	33
<i>Bythotrephes longimanus</i>			11		4	1
<i>Daphnia longispina</i>	1	2	14	16	55	45
<i>Holopedium gibberum</i>		20	6	3	21	8
<i>Polyphemus pediculus</i>	1	1	25			
Hjuldyr						
<i>Asplanchna sp.</i>	0,1				0,2	
<i>Conochilus sp.</i>			136		126	9
<i>Filinia longiseta</i>						
<i>Kellicottia longispina</i>	4	14	4	120	6	6
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	4	6	112	140	0,2	0,1
<i>Synchaeta sp.</i>			8	20		0,1
<i>Trichocerca sp.</i>			4			
Ciliater						
<i>Askenasia spp.</i>	40	120			200	
<i>Halteria grandinella</i>	80	20	120	360	1 600	3 300
<i>Strobilidium humile</i>	20		160	280		
<i>Strobilidium spp.</i>			80	40	400	100
<i>Strombidium spp.</i>			1 200	600	200	300
<i>Tintinnidium spp.</i>			40	40		
<i>Tintinnopsis spp.</i>				40		
Ciliater, ubest. < 30	20	100	320	200	200	
Ciliater, ubest. 30-60	80	100	160		200	



Figur 4. Gjennomsnittlig biomasse (mai/juli/august, tørrvekt), og prosentvis fordeling av dyreplankton på stasjonene HOL og TOV

2.3 Forskjeller mellom stasjonene HOL og TOV

Det er interessant å undersøke om det var noen påfallende forskjeller mellom stasjonene HOL og TOV.

De fleste arter av planteplankton driver mer eller mindre passivt med vannmassene. I en vindeksponert innsjø som Tyrifjorden kan vi derfor forvente at horisontale og vertikale vannbevegelser som oftest vil være raskere enn vekstraten til de fleste arter av planteplankton. I så fall vil det ikke utvikle seg annet enn kortvarige, geografiske konsentrasjonsforskjeller. Småkreps er imidlertid mye større enn alger, og har en svømmeevne som gjør at de i større grad kan kontrollere sin egen posisjon i vannmassene. Innad i samme innsjø er det derfor mer sannsynlig at det kan utvikle seg forskjeller i samfunnet av småkreps enn av planteplankton.

Disse to stasjonene befinner seg så mye som ca. 6 km fra hverandre. Stasjonen HOL ligger i tillegg mye nærmere hovedbassenget av Tyrifjorden (Storfjorden). Ved gitte vind og strømforhold er det ikke vanskelig å tenke seg at HOL vil bli mer påvirket av forholdene i Storfjorden enn det stasjonen TOV gjør, i og med at denne ligger nesten helt innerst i Holsfjorden. Også i perioder med svært lite vind er det ikke usannsynlig at utviklingen av planteplanktonsamfunnene på disse to stasjonene midlertidig kan divergere.

Både plante- og dyreplankton vil alltid ha en viss flekkvis fordeling («patchiness»), så vi må naturlig forvente en betydelig variasjon mellom prøvetakinger. Like fullt må det sies å være indikasjoner på forskjeller mellom stasjonene. Vannloppen *Polyphemus* ble funnet i anselige mengder på stasjonen TOV i juli, mens denne ikke ble registrert i det hele tatt på HOL på samme tidspunkt. Også forekomsten av den store arten *Bythotrephes longimanus* så også ut til å være vesentlig større på TOV. Aller mest påfallende var den høye konsentrasjonen av hjuldyret *Conochilus* på stasjonen TOV både i juli og august, mens denne knapt ble funnet på HOV. Selv om enkeltdyrene her er små, er dette en art som danner store kolonier som kan bli flere millimeter store. Dermed får de også en betydelig evne til egenbevegelse. I august ble det også registrert vesentlig høyere konsentrasjon av planteplankton-slektene *Uroglena* og *Cryptomonas* på stasjonen TOV enn på HOL, noe som også resulterte i en høyere totalbiomasse av planteplankton (se fig. 3 opp mot fig. 2).

2.4 Påvekstalger

Påvekstalger ble samlet inn fra fire ulike bekker på totalt fem stasjoner (tab. 6). Alle bekkene er kalkrike, med et kalsiuminnhold i området 20 – 35 mg Ca/l.

Tabell 6. Koordinater til stasjonene hvor det ble gjort innsamling av påvekstalger.

Koordinater	Isibekken (ISI)	Rustanbekken (RUS1)	Rustanbekken (RUS2)	Damtjernbekken (DAM1)	Nordlandsbekken (NOR)
UTM33, øst	244735	244150	243090	6656821	239026
UTM33, nord	6653146	6653305	6654419	239513	6657572

Det ble funnet et variert utvalg av indikatorarter på alle stasjonene, unntatt i Damtjernbekken. Der ble kun to arter registrert, noe som gjør klassifiseringen av denne stasjonen mer usikker enn de øvrige.

Det ble funnet en del indikatortaxa med lav PIT-verdi i Rustanbekken, men her ble også grønnalgen *Cladophora* og gulgrønnalgen *Vaucheria* registrert. Begge disse har svært høy indeksverdi, noe som trakk endelig klassifisering for RUS1 og RUS2 ned til «moderat». På de øvrige tre stasjonene ble den økologiske tilstanden ut fra indikatortaxa i PIT satt til «god» (tab. 7).

Kiselalger inngår ikke i grunnlaget for klassifisering i Norge, men både på stasjonen ISI og RUS1 ble arten *Melosira varians* funnet i store mengder. Den ble funnet også på RUS2, men der med noe mindre forekomst. På de samme stasjonene ble også den store grønnalgen *Closterium ebrenbergii* registrert. Begge disse artene er

mer typiske for næringsrike enn næringsfattige forhold. Stor forekomst av disse kan tilsa noe dårligere tilstand på stasjonen ISI enn det indikatorartene i indeksen PIT ga. Også i Nordlandsbakken (NOR) ble *Melosira varians* funnet, men i relativt små mengder.

Det ble ikke registrert noen former for heterotrof begroing på noen av stasjonene. Indeksen HBI kom derfor ut med høyeste mulige verdi (1,0) for alle bekkene.

Generelt ser det ikke ut til å være stor forskjell i økologisk tilstand på de undersøkte bekkene. Alle kan synes å ligge i grenseområdet mellom «god» og «moderat» tilstand. Forekomsten av *Cladophora* og *Vaucheria* i Rustanbekken tilsier likevel at tilstanden i den er noe dårligere enn i de øvrige.

Tabell 7. Forekomst av påvekstalger som er inkludert i PIT-indeks.. +: sjelden, +++: dominant. <1: Funnet makroskopisk, men dekket mindre enn 1% av elvebunnen.

	ISI	RUS1	RUS2	DAM1	NOR1
Cyanobakterier					
<i>Aphanothece</i> sp.			+		+
<i>Leptolyngbya</i> sp.	+		+		+
<i>Nostoc</i> sp.	+				
Grønnalger					
<i>Cladophora</i> sp.	< 1	< 1	< 1		
<i>Cosmarium</i> sp.	+	+	+		
<i>Oedogonium</i> a/b (19-21 µ)			+		+
<i>Oedogonium</i> b (13-18 µ)		+	+	+	+
<i>Oedogonium</i> c (23-28 µ)	+	+	+		
<i>Oedogonium</i> e (35-43 µ)	< 1		+		
<i>Spirogyra</i> sp5 (30-37 µ, 2K, L, 1/b > 10)		+			
<i>Staurastrum</i> sp.	+	+			
<i>Ulothrix zonata</i>	+	+			
Gulgrønnalger					
<i>Vaucheria</i> sp.		< 1	< 1		
Rødalger					
<i>Audouinella hermannii</i>	< 1	+++	+	+	+
PIT, nEQR	0,66	0,59	0,58	0,64	0,77
AIP, nEQR	> 1	0,96	0,96	0,78*	0,78*
HBI, nEQR	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
nEQR, totalt	0,66	0,59	0,58	0,64	0,77

* basert på kun to registreringer

3 Oppsummering

Den økologiske tilstanden i Holsfjorden ser ut til å ligge godt innenfor klassegrensene til «svært god» tilstand for vanntype L-N1. Sommeren 2018 var imidlertid svært varm og nedbørfattig. Lave tilførsler kan ha gitt lavere konsentrasjoner av planteplankton enn normalt.

Under forhold med en del vind vil vi normalt ikke forvente forskjeller mellom stasjonene HOL og TOV. Pent, varmt vær vil gi høyere veksthastighet hos planteplankton enn ellers. Dersom en slik periode kombineres med rolige vindforhold, kan avstanden på ca. 6 km mellom stasjonene være tilstrekkelig til at planktonsamfunnet utvikler seg ulikt. Dersom noe slikt inntreffer kan vi også forvente at vi ser en ulik respons i forekomst og sammensetning av dyreplankton.

Sammensetningen av dyreplankton var som gjennomsnitt for sesongen temmelig lik på begge stasjonene. Her utgjorde småkreps 60-70% av biomassen, hjuldyr ca. 15% og ciliater ca. 20%. Ved eventuelle påvirkninger som influerer den ene stasjonen i større grad enn den andre, vil det med et slikt bakgrunnsmateriale være mulig å påvise om det skjer forskyvninger mellom de ulike gruppene. Dette vil være av betydning for hele strukturen av næringskjedene, siden dyreplankton utgjør et trofisk nivå som ligger mellom planteplankton og fisk.

Undersøkelsen av påvekstalger i tilførselsbekker til Holsfjorden indikerte at disse har en økologisk tilstand i grenseområdet mellom «god» og «moderat», og hvor forholdene i Rustanbekken så ut til å være noe dårligere enn i de øvrige. Det ble ikke registrert heterotrof begroing i noen av bekkene.

4 Referanser

Bottrell, H. H., A. Duncan, Z. M. Gliwicz, E. Grygierek, A. Herzig, A. Hillbicht-Ilkowska, H. Kurasawa, P. Larsson & T. Wegleńska, 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. *Norwegian Journal of Zoology* 24: 419–456.

Direktoratsgruppa, overvåkingsgruppa (2009). Veileder 02: 2009 – Overvåking av miljøtilstand i vann.

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

Tikkanen, T. & T. Willén (1992). Växtplanktonflora. Naturvårdsverket.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.