



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

E16 Bjørnum - Skaret

Forundersøkelser i vannforekomster som kan påvirkes av
anleggsaktivitet – Årsrapport 2019

NIBIO RAPPORT | VOL. 6 | NR. 48 | 2020



Johanna Skrutvold og Roger Roseth (NIBIO)
Ingar Aasestad (Naturplan)
Kristine Våge, Silje Hereid og Elisabeth Skautvedt (Faun)

TITTEL/TITLE

E16 Bjørum - Skaret. Forundersøkelser i vassdrag som kan påvirkes av anleggsaktivitet. Årsrapport 2019.

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Johanna Skrutvold, Ingar Aaestad, Kristine Våge, Silje Hereid, Elisabeth Skautvedt og Roger Roseth.

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
08.05.20	6/48/2020	Åpen	10625-18	19/00513
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02551-1	2464-1162	49	4	

OPPDRAUGSIVER/EMPLOYER:

Statens Vegvesen

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Ida Viddal Vartdal

STIKKORD/KEYWORDS:

Vannkvalitet, forundersøkelser

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Vannmiljø

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Etter oppdrag fra Statens Vegvesen har NIBIO gjennomført forundersøkelser i vannforekomster som kan bli påvirket av anleggsaktivitet i forbindelse med utbygging av ny E16 på strekningen Bjørum - Skaret i Bærum og Hole kommune. I 2019 ble det tatt kvartalsvise vannprøver i Isielva og Rustanbekken i Sandviksvassdraget, samt i Nordlandsbekken, Damtjernbekken og Vefsrudbekken som drenerer til Holsfjorden. Det ble samlet inn prøver av bunndyr og begroingsalger i alle bekkene, samt utført fiskeundersøkelser.

Alle vassdragene, unntatt Rustanbekken og Vefsrudbekken, viste god kjemisk og økologisk tilstand. Rustanbekken og Vefsrudbekken hadde høye konsentrasjoner av nitrogen innenfor dårlig og moderat tilstand. Prøvene av begroingsalger indikerte moderat tilstand. De fleste bekkene hadde forhøyet ledningsevne og forhøyede konsentrasjoner av klorid vinterstid og under snøsmeltingen, noe som knyttes til salting av veger.

Samlet tetthet av laks og ørret i nedre del av Rustanbekken var 88 fisk/100 m², noe lavere enn i 2018. I øvre del av Rustanbekken ble tetthet av bekkørret beregnet til 18 fisk/100 m². Det ble også påvist ørret i nedre deler av Vefsrudbekken og Damtjernsbekken.

Automatiske målinger av vannkvalitet ble utført ved en stasjon i Isielva og to stasjoner i Rustanbekken. Målingene viste at turbiditeten generelt var lav (<10 NTU) i perioder med lav og normal vannføring, men med økt turbiditet i perioder med flom. Høyeste ledningsevne ble målt vinterstid i forbindelse med salting av veger og under snøsmelting på våren. De laveste pH-verdiene ble registrert under flom, og de høyeste i perioder med lav vannføring og høy algeproduksjon.

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Det ble tatt ut månedlige vann- og planktonprøver i perioden mai - oktober ved to stasjoner i Holsfjorden. Prøvene viste god kjemisk og svært god økologisk tilstand. Ved stasjonen utenfor Nordlandsbekken ble det gjennomført automatiske målinger av vannkvalitet ved tre dyp i perioden juni – september. Målingene viste at temperatur, pH og turbiditet i overflatelaget var betydelig påvirket av vindforholdene. Høyeste pH ble målt i perioder med lite vind og høy temperatur som ga gode forhold for algeproduksjon. Laveste pH og temperatur ble målt i perioder med mye vind og opprøring av kaldt bunnvann. Variasjoner i turbiditet var hovedsakelig knyttet til algeproduksjon. De høyeste målingene av turbiditet ble målt i perioder med høy algeproduksjon.

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Viken
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Bærum/Hole
STED/LOKALITET: E16 Bjørum - Skaret

GODKJENT /APPROVED



EVA SKARBØVIK

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



ROGER ROSETH



Forord

Etter oppdrag fra Statens vegvesen Region øst og prosjektet E16 Bjørum - Skaret har NIBIO med samarbeidspartnere FAUN og LFI utført forundersøkelser av biologiske kvalitetsparametere og vannkvalitet for vannforekomster som kan berøres under utbygging. De viktigste vannforekomstene er Isielva og Rustanbekken i Bærum, og Holsfjorden i Hole kommune.

Vannprøvene har blitt tatt av Johanna Skrutvold, Alexander Engebretsen og Yvonne Rognan (NIBIO).

Bunndyrprøvene ble tatt ut våren og høsten 2019 av Johanna Skrutvold og Ruben Pettersen (vår), og Cilie Kristiansen og Charles Haakon Carr (høst). Bunndyrene ble bestemt og indeks-klassifisert av Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI) ved Universitetet i Oslo og FAUN.

Undersøkelsen av begroingsalger ble utført av Silje Hereid (FAUN) og Yvonne Rognan august 2019. Begroingsalgene ble bestemt og indeks-klassifisert av Trond Stabell (Norconsult).

Fiskeundersøkelsene i Rustanbekken samt nedre del av Damtjern- og Vefsrudbekken ble utført av Ingar Aasestad (Naturplan), og Johanna Skrutvold i september 2019.

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).

Prøvetaking av alger, zooplankton og vannkvalitet i Holsfjorden har i hovedsak blitt utført av Johanna Skrutvold og Yvonne Rognan fra NIBIO og Anne Engh og Silje Hereid fra Faun. Planteplankton har blitt bestemt og indeks-klassifisert av Trond Stabell. Zooplankton har blitt bestemt og indekssklassifisert av Elisabeth Skautvedt (FAUN).

Miljøbøya i Holsfjorden, for automatisk måling av vannkvalitet i tre ulike dyp, ble satt ut av Vetle Vikheim, Rune Hansen og Srikanthapalan Muthulingam.

Asker og Bærum Vannverk IKS har bistått med utlån av båt til undersøkelsene i Holsfjorden.

Forundersøkelsene har blitt gjennomført i løpende kontakt med fagansvarlige for ytre miljø hos Statens vegvesen, Ida Viddal Vartdal og Haldis Fjermestad. 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, Roger Roseth, Ingar Aasestad og Kristine Øritsland Våge (Faun) har sammenstilt resultatene og skrevet rapporten.

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

Ås, 11.05.20

Roger Roseth

Innhold

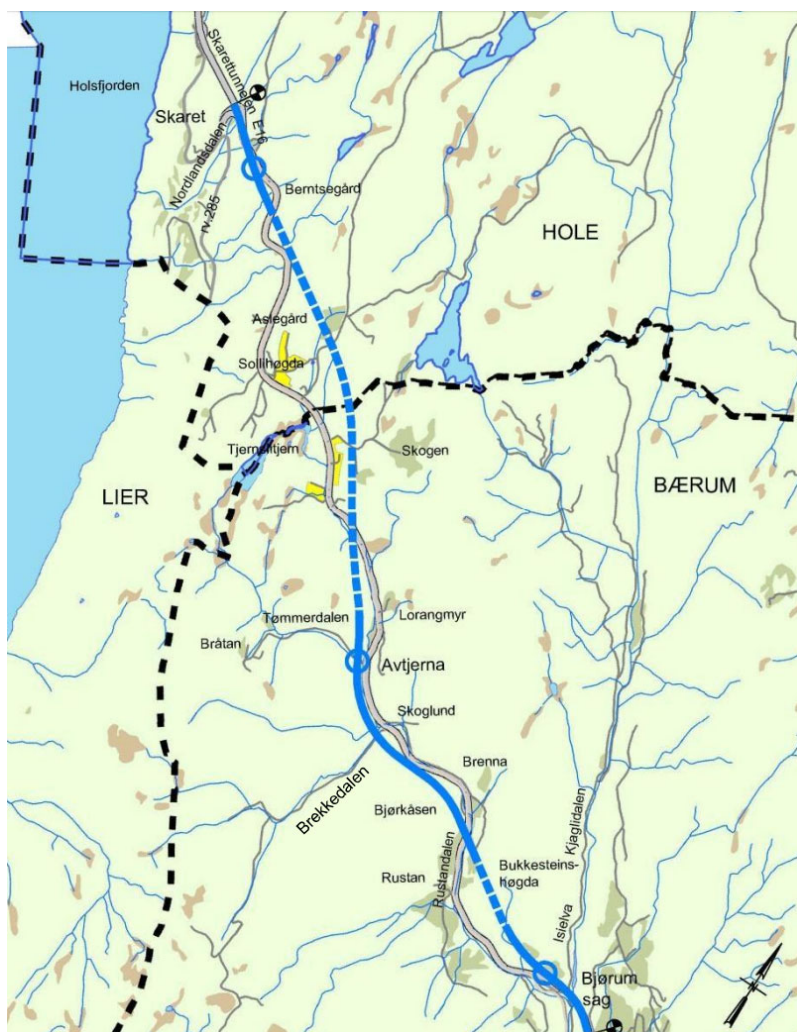
1	Innledning.....	6
2	Vannforekomster og stasjoner.....	7
2.1	Isielva.....	9
2.2	Rustanbekken.....	10
2.3	Nordlandsbekken.....	12
2.4	Damtjernbekken.....	14
2.5	Vefsruddbekken.....	15
2.6	Brekkedalsbekken.....	17
2.7	Myrbonnbekken.....	18
2.8	Tømmerdalsbekken.....	19
2.9	Holsfjorden.....	20
3	Metode.....	22
3.1	Vannprøver.....	22
3.2	Sensormålinger.....	23
3.3	Fiskeundersøkelser.....	25
3.4	Begroingsalger.....	26
3.5	Bunndyr.....	26
3.6	Plankton.....	27
4	Resultater.....	29
4.1	Nedbør og temperatur.....	29
4.2	Vannprøver.....	30
4.2.1	Fysisk-kjemiske parametere, basekationer og anioner.....	30
4.2.2	Næringsstoffer.....	31
4.2.3	Tungmetaller.....	31
4.3	Sensormålinger.....	32
4.3.1	Det var lite variasjon i ledningsevne ved alle dyp. Isielva (ISI).....	33
4.3.2	Rustanbekken (RUS1 og RUS2).....	35
4.3.3	Holsfjorden (HOL-N).....	38
4.4	Fiskeundersøkelser.....	42
4.5	Begroingsalger.....	43
4.6	Bunndyr.....	43
4.7	Plankton.....	45
5	Sammenfattende vurderinger.....	47
	Litteraturreferanse.....	48
	Vedlegg.....	50

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 sjørrettvassdraget 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 rensert 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 rensert overvann og vaskevann fra tunneler i driftsfasen.

Forundersøkelsene har hatt som mål å klarlegge undersøkte vannforekomsters økologiske tilstand, naturverdi, verdi for produksjon av laksefisk, naturlig dynamiske endringer i vannkvalitet og vannkemi 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 veganlegget er i normal drift.



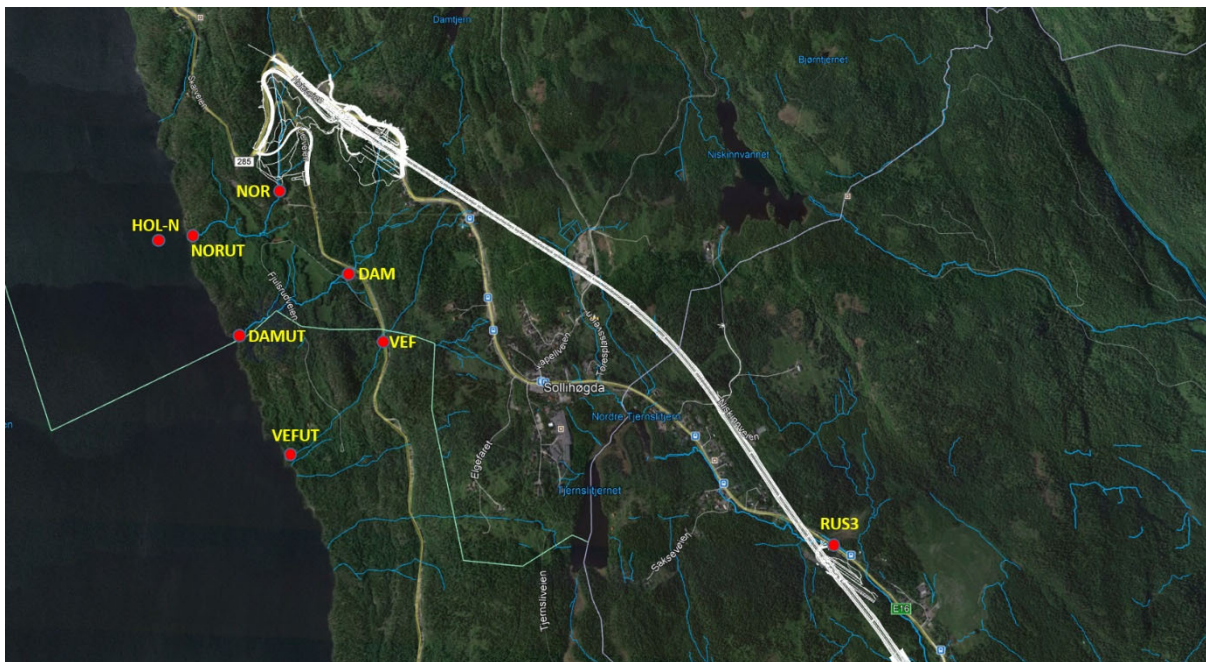
Figur 1. Viser veglinje og tunneler for ny E16 Bjørum – Skaret. Figuren er hentet fra reguleringsplanen som ble godkjent i Bærum og Hole kommune i 2013 (Illustrasjonsplan, Statens vegvesen 2012).

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, kalkrik, klar	6649094, 573822 6648850, 573403
Damtjernbekken (Tyrifjorden bekkefelt Ø)	012-2622-R	1,9	DAM DAMUT	Små, kalkrik, klar	6648686, 574214 6648339, 573703
Vefsrudbekken (Tyrifjorden bekkefelt Ø)	012-2622-R	0,7	VEF VEFUT	Små, kalkrik, klar	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 veglinja og stasjoner for undersøkelse av vannmiljø (røde punkter).

2.1 Isielva

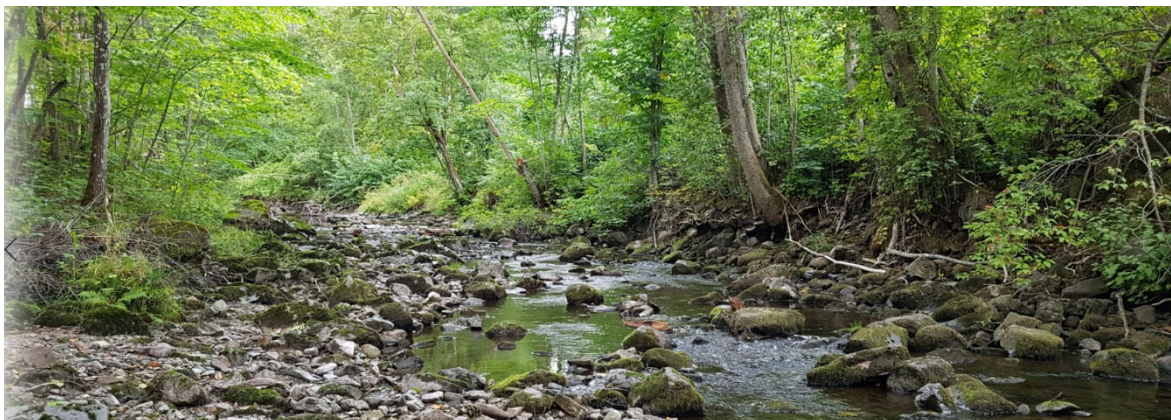
Ved samløp med Lomma har Isielva et nedbørfelt på 71 km². Nedbørfeltet består av 85 % skog, 2 % myr, 7,5 % dyrka mark, 3,5 % urbant areal/veg og 2 % sjø/tjern. Sammen med Lomma danner Isielva Sandvikselva, det viktigste lakse- og sjøørretvassdraget i Indre Oslofjord.

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, veger, 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. 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. Høsten 2019 ble det satt i drift automatisk måling av vannkvalitet rett oppstrøms Nypefoss bru.

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 vanningstemperatur gjennom store deler av 2017 og hele 2018 og 2019. 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 fiskeundersøkelser i oktober 2018 og september 2019 samt tatt ut vannprøver.



Figur 5. Stasjonen RUS1, rett oppstrøms Jomarveien. Fisk, bunndyr, alger, vannprøver og automatiske målinger i 2018. Stasjon for automatiske målinger ble flyttet ned mot Nypefoss bru i 2019 (Foto: Johanna Skrutvold, NIBIO).



Figur 6. Stasjonen RUS2, ved Brenna. Bunndyr, alger, vannprøver og automatiske målinger i 2018 og 2019 (Foto: Roger Roseth, NIBIO).



Figur 7. Stasjonen RUS3, oppstrøms Avtjerna. Fiskeundersøkelser og vannprøver i 2018 og 2019 (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. 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. Nordlandsbekken har blitt antatt å være fisketom, og det ble ikke påvist fisk ved overfiske nedstrøms Fjulsrud 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. Nordlandsbekken nedstrøms Fjulsrud gård hvor det ble gjennomført fiskeundersøkelser 2019.



Figur 9. Stasjonen NOR i Nordlandsbekken. Viser utstyr for automatisk overvåking etablert for Ringeriksbanen i 2017 og stasjon for uttak av vannprøver, bunndyr og begroingsalger 2018 og 2019 (Foto: Roger Roseth, NIBIO).



Figur 10. Stasjonen NORUT ved Nordlandsbekkens utløp gjennom ur til Holsfjorden. Bildet er fra oktober 2019, ved stor vannføring i bekken. (Foto: Johanna Skrutvold).

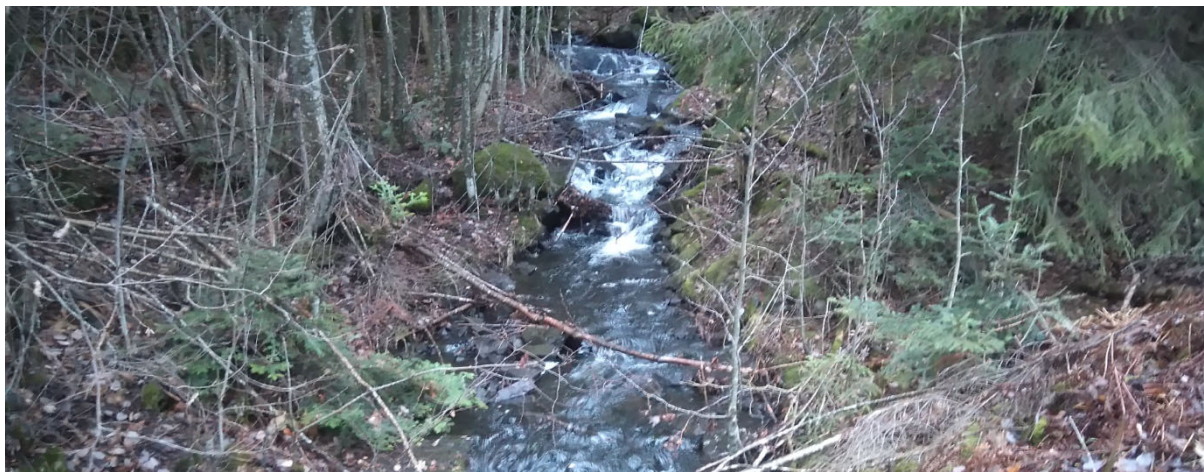
2.4 Damtjernbekken

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. 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 påslipp av tunneldrivevann samt 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 kvartalsvise vannprøver og gjort undersøkelser av bunndyr og alger i 2018 og 2019.

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. Det ble gjennomført fiskeundersøkelse ved stasjonen høsten 2019.



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. Den har et begrenset nedbørfelt oppstrøms dagens E16. Nedbørfeltet består av 97 % skog, 0,5 % myr og 2,5 % annet areal. Bekken forventes ikke å påvirkes av anleggsaktivitet i forbindelse med ny E16, men kan eventuelt motta avrenning fra tunneldriving gjennom fjellsprekker.

Det har blitt etablert to stasjoner i Vefsrudbekken. Stasjon **VEF** er lokalisert nedstrøms der bekken krysser i kulvert under Fv285 (figur 14). I både 2018 og 2019 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 befaring 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. Det ble gjennomført fiskeundersøkelse ved stasjonen høsten 2019.



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. Stasjonen VEFUT ved fiskeundersøkelser høsten 2019. Det antas at det er vandringsmuligheter for fisk 250 m opp fra Holsfjorden, men bekken antas temporær, uten sikker vannføring (Foto: Johanna Skrutvold, NIBIO).

2.6 Brekkedalsbekken

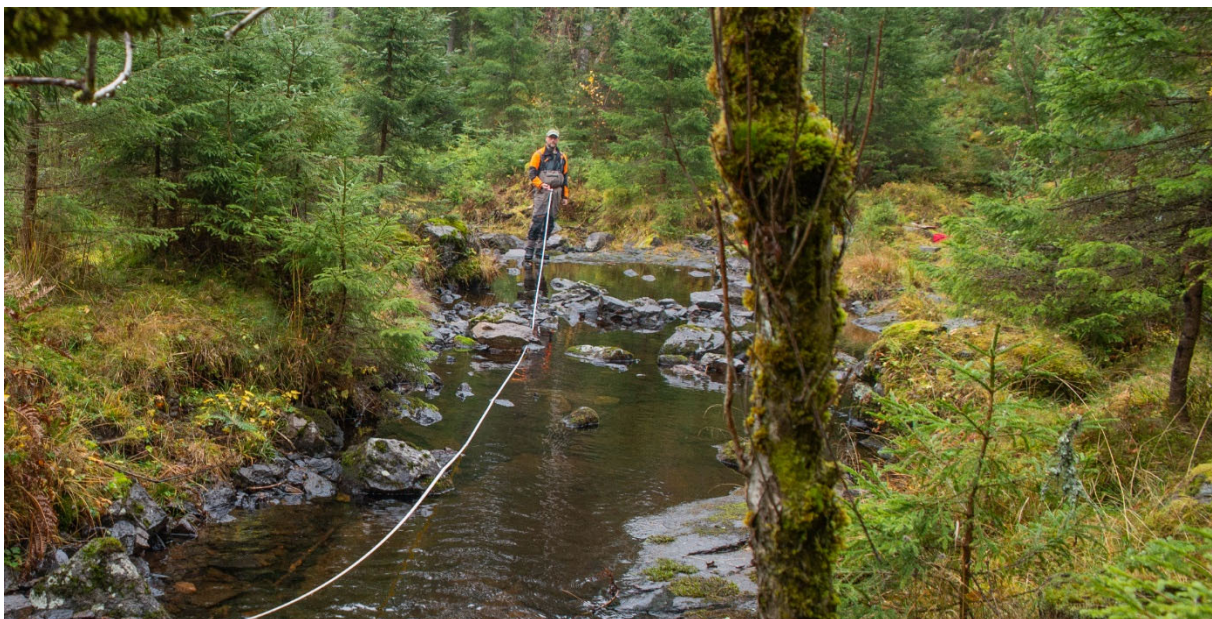
Brekkedalsbekken er en av de større bekkene med avrenning mot Rustanbekken og har et nedbørfelt på 2,6 km² inn i Vestmarka. Nedbørfeltet består av 96 % skog og 4 % myr. Ny E16 skal krysse bekkeløpet til Brekkedalsbekken og Myrbonnbekken i bru, og bekken vil kunne påvirkes av anleggsarbeider nær og i 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 sjørørret 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 i 2018.

Stasjon **BREO** er lokalisert nær en større kulp i bekken i Brekkedalen (figur 18). Her ble det utført fiskeundersøkelse og påvist stasjonær ørret i 2018.



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 i 2018.

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 Bråtåen 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 2018.

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 bli større arbeider ved bekkens utløp til Rustanbekken.



Figur 21. Stasjon TØM i Tømmerdalsbekken langs veien opp mot Bråtåen, 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 midtjords (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 samt 1,5, 10 og 20 m sommeren 2019. Det ble tatt ut månedlige vannprøver samt prøver av alge- og zooplankton for kartlegging av artssammensetning samt klassifisering av økologisk tilstand (etter veileder 02:2018) i perioden mai til oktober, både i 2018 og 2019.

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 HOL-N. På samme måte som for HOL-N har det blitt tatt ut månedlige vannprøver samt prøver av alge- og zooplankton for kartlegging og klassifisering begge år.



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

Ved alle stasjoner i bekkene og elvene har det blitt tatt ut kvartalsvise vannprøver i 2019. For stasjonene i Holsfjorden (HOL-N og HOL-T) har det blitt tatt ut månedlige vannprøver i perioden mai – oktober 2019, iht. veileder 02:2018.

Vannprøvene har blitt levert til Eurofins mottak straks etter prøvetaking, alternativt blitt hentet med budbil til Eurofins dagen etter prøvetaking, etter mellomlagring 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 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 ($\mu\text{g/l}$). 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 RUS1 og RUS2. Ved RUS1 ble det gjennomført målinger i perioden 18.09.19 til 31.12.19. For RUS2 ble målingene startet 13.06.17 og har pågått gjennom resten av 2017 og hele 2018 og 2019.

I Isielva har det blitt gjennomført automatiske målinger på stasjonen ISI rett nedstrøms Bjørum og utløpet av Rustanbekken. Her har målingene pågått i 2018 samt i perioden 06.06.19 til 09.12.19.

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 juni til september både i 2018 og 2019. Begge år var det perioder med driftavbrudd som følge av avdrift i perioder med sterk vind.

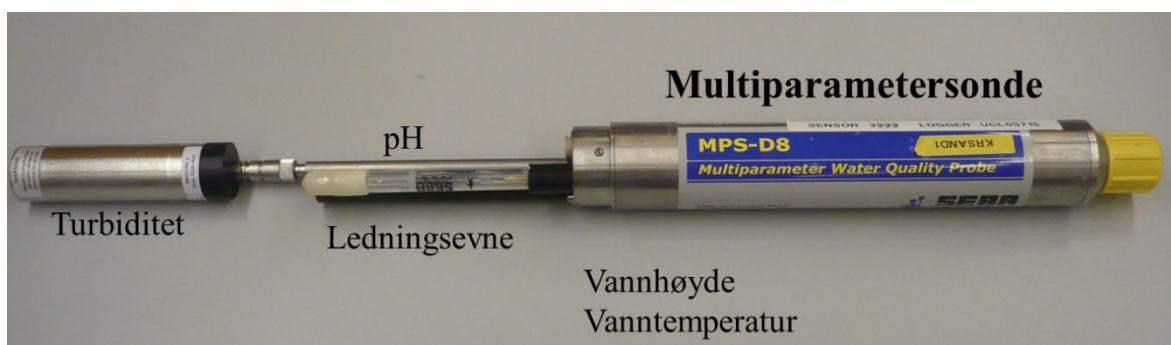
For on-line målinger av vannkvalitet på RUS1, RUS2, ISI, NOR, HOL-T 9 m, HOL-T 14 m ble det benyttet en multiparametersensor (MPS) med SEBA UnilogCom logger og MPS-D8 sonde (figur 25). Vedlikehold og oppfølging av sensorene ble utført annenhver uke.

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.

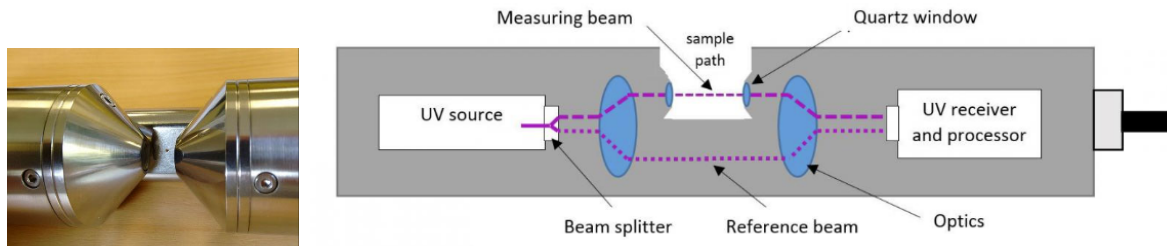
For RUS1 ble det i tillegg prøvd ut en ny optisk sensor for online måling av nitrat, TriOS NICO nitrate sensor med wiper (figur 26), som måler konsentrasjon av nitrat basert på adsorpsjon av UV-lys. Sensoren har et måleområde 0 - 30 mg NO₃-N/l, og korrigerer for turbiditet. Utprøving med kjente nitratløsninger 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-N 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 27). Disse målingene presenteres ukalibrert, og må tolkes med forsiktighet.

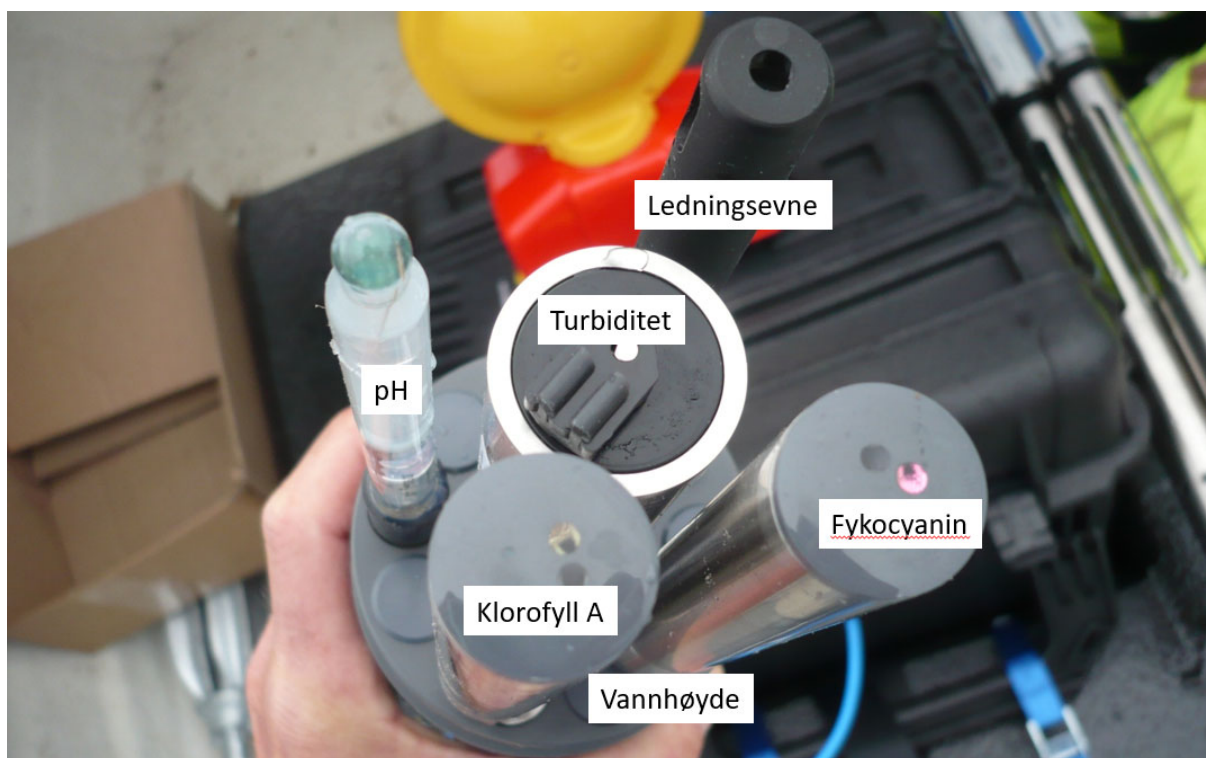
For alle automatiske stasjoner ble det utført de automatiske målinger med MPS hvert 30. minutt. Data ble sendt til server, via mobilnettet, for presentasjon på egen nettbasert overvåkningside 1 gang i døgnet. Rådata fra målingene lagres på NIBIOs database <http://bioweb08.bioforsk.no/seba/projects/login.php>.



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-N, 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. 2020).

Fiskeundersøkelsene ble gjennomført 18. og 19. september 2019 ved stasjonene RUS1 og RUS3 i Rustanbekken, ved utløpet av Damtjernsbekken (DAMUT) og Vefsrudbekken (VEFUT) samt over en lengre strekning i nedre del av Nordlandsbekken. I 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 i Sandviksvassdraget har blitt valgt ut i samråd med fiskeansvarlig Morten Merkesdal i Bærum kommune. Det ble ikke gjennomført fiskeundersøkelser i Isielva i 2019 etter samråd med Morten Merkesdal.

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 (ISIF) i slutten av august 2018 (Foto: Johanna Skrutvold, NIBIO).

3.4 Begroingsalger

Feltarbeidet med innsamling av begroingsalger ble gjennomført 16.08.19 av Silje Hereid (FAUN) og Yvonne Rognan (NIBIO). Begroingsprøvene ble bestemt og indeksplassert av Trond Stabell (Norconsult) (vedlegg 4).

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 4.

Tabell 4. Klassegrenser for begroingsalger og PIT-indeksen 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

3.5 Bunndyr

Bunndyrundersøkelsene ble utført 30.04.2019 av Johanna Skrutvold og Ruben Pettersen og 11.12.19 av Cilie Kristensen og Charles Haakon Carr.

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 ferskvannøkologi 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 indikatortaksa og S_k er score til den i -te indikatorer.

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 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 5. Klassegrenser for ASPT i elver (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018).

Tabell 5.8a Klassegrenser og referanseverdi, absoluttverdier, 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

3.6 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 og HOL-T i Holsfjorden i perioden mai til oktober. 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.

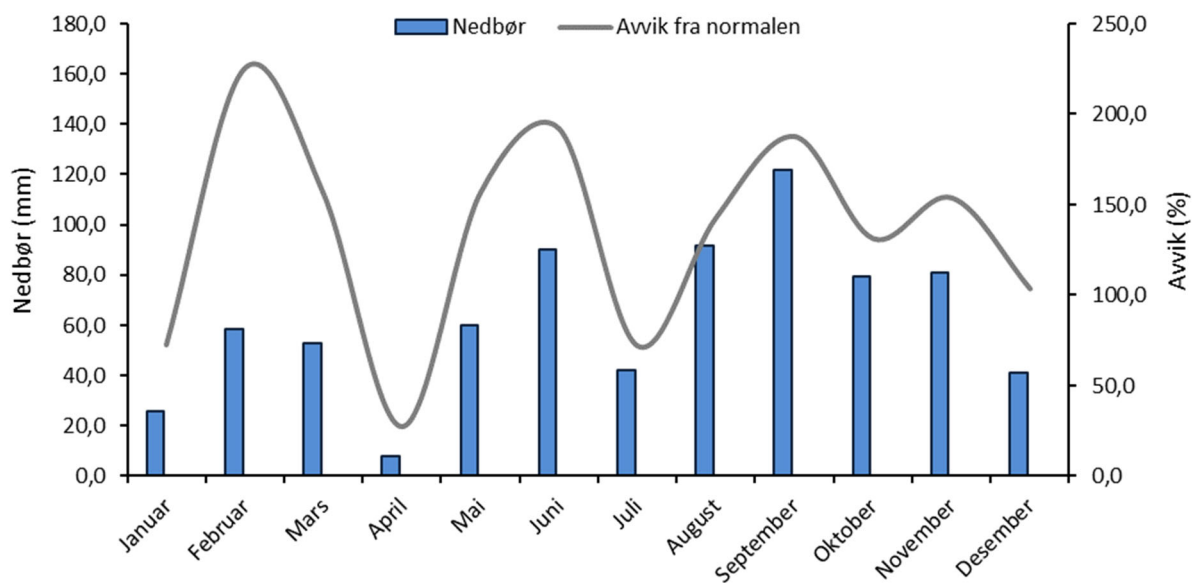
Prøver av dyreplankton ble tatt ut i mai, juli og august. Prøvene ble tatt ut ved håvtrekk fra 10-15 m dyp. I veileder O2:2018 har det blitt innført to forsurningsindekser basert på småkreps og indikatoraksa med ulik følsomhet for forsuring (LAC1) sammen med diversitet av krepsdyr (LAC2). I dette prosjektet 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).

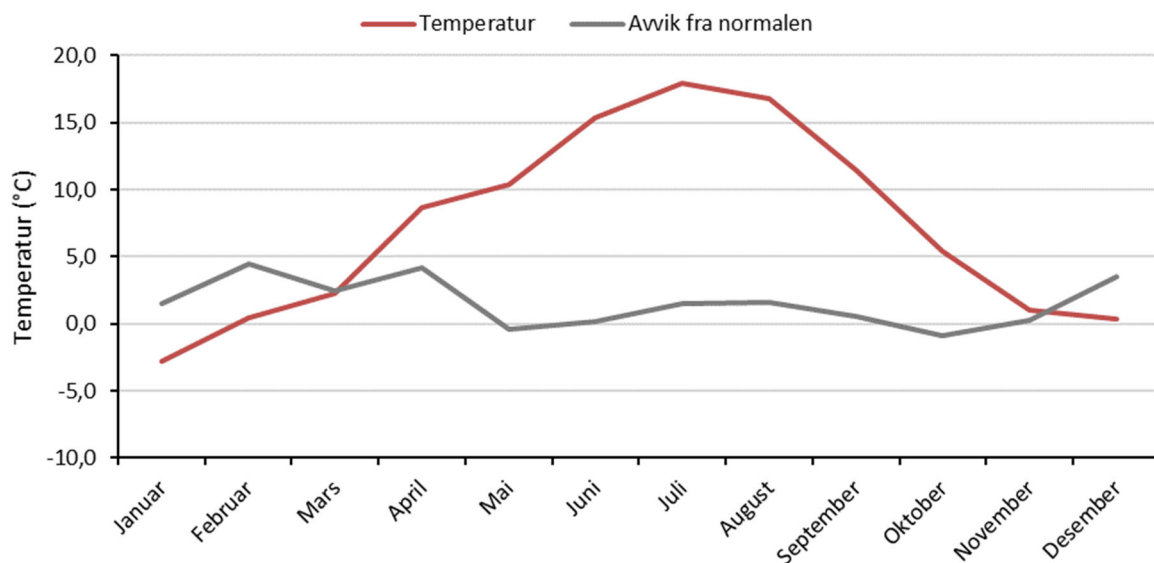
4 Resultater

4.1 Nedbør og temperatur

Figur 29 og 30 viser månedlig nedbør og middeltemperatur samt avvik fra normalen ved værstasjonen på Blindern i Oslo (dette var den nærmeste stasjonen med både nedbør og temperaturmålinger).



Figur 29. Månedlig nedbør i 2019 og avvik fra normalen ved målestasjonen på Blindern i Oslo (Kilde: Norsk Klimaservicesenter).



Figur 30. Middeltemperatur og avvik fra normalen fra målestasjonen på Blindern i Oslo (Kilde: Norsk Klimaservicesenter).

4.2 Vannprøver

I 2019 ble det tatt kvartalsvise vannprøver i Isielva, Rustanbekken, Nordlandsbekken, Damtjernbekken, Vefsrudbekken og ved to stasjoner i Holsfjorden.

Alle vannforekomstene unntatt Rustanbekken og Vefsrudbekken viste god kjemisk tilstand. De fleste bekkene hadde forhøyet ledningsevne og forhøyede konsentrasjoner av klorid vinterstid og under snøsmeltingen, noe som kan knyttes til salting av veger.

Alle undersøkte vannforekomster hadde lave konsentrasjoner av fosfor. Rustanbekken og Vefsrudbekken hadde høye konsentrasjoner av nitrogen innenfor *dårlig* og *moderat* tilstand. Alle prøvene viste lave konsentrasjoner av tungmetaller innenfor tilstandsklasse I (*svært god*) eller II (*god*).

4.2.1 Fysisk-kjemiske parametere, basekationer og anioner

Tabell 7 viser middel- og maksverdi av fysisk-kjemiske parametere i vannprøver tatt i 2019. Det var generelt liten variasjon gjennom året for de fleste parametere med unntak av ledningsevnen som var noe høyere vinterstid som følge av vegsalting.

Tabell 7. Middel- og maksverdi for pH, ledningsevne, turbiditet, suspendert stoff og total organisk karbon (TOC) i vannprøver tatt i 2019. Snittet er beregnet på fire prøver for de fleste stasjoner. Ved RUS1, HOL-T og HOL-N ble det tatt seks prøver.

Stasjon	pH			Ledningsevne (mS/m)		Turbiditet (NTU)		Suspendert stoff (mg/l)		TOC (mg/l)	
	Min	Snitt	Maks	Snitt	Maks	Snitt	Maks	Snitt	Maks	Snitt	Maks
ISI	7,2	7,7	8,0	11,2	18,8	0,48	0,9	2,3	2,3	5,7	8,5
RUS 1	7,5	7,8	8,1	24,1	51,4	1,05	3,2	3,9	5,5	4,9	7,2
RUS 2	7,4	7,7	8,0	23,9	50,4	1,24	3,7	3,0	3,9	5,5	7,6
RUS 3	7,4	7,5	7,5	31,1	45,5	1,15	1,6	3,2	3,2	7,7	8,3
NOR	7,5	7,8	8,0	30,1	62,3	0,57	1,1	3,0	3,0	4,8	8,5
DAM	7,2	7,5	8,2	18,2	30,3	0,62	1,0	3,3	3,3	7,0	10,0
VEF	7,6	7,8	8,0	33,3	51,4	0,57	1,4	3,4	3,4	5,3	7,9
HOL-N	7,2	7,2	7,3	3,8	3,9	0,48	0,8	3,1	3,1	3,7	3,8
HOL-T	7,2	7,2	7,3	3,8	4,1	0,47	0,7	3,1	3,1	3,6	3,8

Tabell 8 viser middel- og maksverdier av basekationer, sulfat og klorid i vannprøver. Isielva, Rustanbekken, Damtjernbekken og Holsfjorden typifiseres som moderat kalkrike med middelkonsentrasjoner av kalsium mellom 4-20 mg Ca/l. Nordlandsbakken og Vefsrudbekken kan vurderes som kalkrike med middelverdier på >20 mg Ca/l i 2019. Alle bekkene med unntak av Damtjernbekken og Isielva er tydelig påvirket av vegsalt med kloridkonsentrasjoner periodevis over 100 mg Cl/l.

Tabell 8. Middelerverdier og makskonsentrasjoner av basekationer og anioner i vannprøver i 2019. Snittet er beregnet på fire prøver for de fleste stasjoner. Ved RUS1, HOL-T og HOL-N ble det tatt seks prøver.

Stasjon	Ca		Mg		K		Na		SO ₄		Cl	
	Snitt	Maks	Snitt	Maks	Snitt	Maks	Snitt	Maks	Snitt	Maks	Snitt	Maks
ISI	13,8	19,0	1,3	1,7	0,38	0,45	4,2	6,4	3,3	4,6	11,0	30,6
RUS 1	17,8	26,0	1,9	2,6	0,75	0,95	12,0	15,0	6,3	7,6	43,8	128
RUS 2	18,8	28,0	2,2	3,1	0,72	0,87	12,0	15,0	5,7	7,1	43,7	126
RUS 3	21,5	28,0	2,8	3,8	1,20	1,20	15,0	15,0	5,4	5,6	62,6	101
NOR	27,3	48,0	2,1	3,7	0,55	0,77	14,3	21,0	4,1	5,1	57,6	154
DAM	16,8	28,0	1,9	3,3	0,51	0,83	15,9	24,0	3,5	6,0	29,2	56,2
VEF	27,3	39,0	2,9	4,3	1,05	1,10	25,0	25,0	7,0	7,9	64,7	117
HOL-N	5,1	5,2	0,7	0,8	0,50	0,54	1,4	1,5	3,2	3,6	1,6	1,7
HOL-T	4,9	5,1	0,7	0,8	0,49	0,52	1,4	1,5	3,2	3,7	1,6	1,8

4.2.2 Næringsstoffer

Alle undersøkte vannforekomster hadde lave fosforkonsentrasjoner og viste *god* kjemisk tilstand (tabell 9). Rustanbekken hadde høye konsentrasjoner av totalnitrogen innenfor klassene *moderat* og *dårlig* tilstand. Vefsruddbekken hadde også høy konsentrasjon av totalnitrogen innenfor *moderat* tilstand.

Tabell 9. Middelerverdier av næringsstoffer i vannprøver (µg/l). Snittet er beregnet på fire prøver for de fleste stasjoner. Ved RUS1, HOL-T og HOL-N ble det tatt seks prøver.

Stasjon	NO ₃ -N (µg/l)	NH ₄ -N (µg/l)	Tot-N (µg/l)	Tot-P (µg/l)
ISI	390	<5	540	15,7
RUS 1	653	6,7	781	24,5
RUS 2	585	9,8	1130	21,3
RUS 3	695	33,5	880	17,5
NOR	425	<5	558	18,1
DAM	331	7,2	520	18,2
VEF	626	7,8	803	16,7
HOL-N	325	13,84	458	15,7
HOL-T	328	12,18	416	13,0

4.2.3 Tungmetaller

Tabell 10 og 11 viser middel- og makskonsentrasjoner av tungmetaller i vannprøver i 2019. Alle prøvene viste lave konsentrasjoner innenfor tilstandsklasse I (*svært god*) eller II (*god*).

Tabell 10. 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). Snittet er beregnet på fire prøver for de fleste stasjoner. Ved RUS1, HOL-T og HOL-N ble det tatt seks prøver.

Stasjon	Al	As	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Hg	Mn	Ni	Zn
ISI	81,0	0,15	0,021	32,5	0,007	0,39	0,11	0,002	1,55	0,17	1,17
RUS 1	67,3	0,15	0,031	19,0	0,009	0,54	0,10	<0,002	2,02	0,17	1,28
RUS 2	74,3	0,16	0,035	23,1	0,006	0,52	0,08	<0,002	3,01	0,17	0,83
RUS 3	88,5	0,20	0,063	59,0	0,007	0,61	0,12	<0,002	18,00	0,20	1,90
NOR	46,8	0,14	0,290	13,3	<0,001	0,48	0,09	0,003	0,85	0,10	0,40
DAM	91,8	0,17	0,077	34,5	0,005	0,41	0,10	<0,002	7,20	0,16	1,50
VEF	59,3	0,15	0,034	17,9	0,005	0,48	0,10	<0,002	0,74	0,17	0,73
HOL-N	33,8	0,13	0,027	14,5	0,007	1,18	0,14	0,025	0,36	0,57	1,90
HOL-T	33,2	0,13	0,021	10,5	0,006	0,78	0,08	0,003	0,31	0,56	1,44

Tabell 11. 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	Hg	Mn	Ni	Zn
ISI	160,0	0,18	0,045	56,0	0,011	0,54	0,14	0,002	2,70	0,27	1,60
RUS 1	130,0	0,18	0,057	41,0	0,019	0,60	0,14	<0,002	4,00	0,23	2,10
RUS 2	140,0	0,19	0,062	44,0	0,006	0,59	0,12	<0,002	5,10	0,21	1,50
RUS 3	110,0	0,22	0,074	64,0	0,007	0,66	0,12	<0,002	20,00	0,22	1,90
NOR	110,0	0,20	0,290	44,0	0,000	0,76	0,14	0,003	1,50	0,17	0,49
DAM	140,0	0,19	0,100	71,0	0,006	0,61	0,11	<0,002	19,00	0,19	3,80
VEF	100,0	0,20	0,057	42,0	0,005	0,71	0,15	<0,002	1,90	0,22	1,40
HOL-N	37,0	0,14	0,080	27,0	0,007	3,50	0,41	0,025	0,45	0,79	3,40
HOL-T	39,0	0,15	0,044	15,0	0,007	1,80	0,10	0,003	0,42	0,69	2,40

4.3 Sensormålinger

Automatiske målinger av vannkvalitet har blitt utført i Isielva og to stasjoner i Rustanbekken, samt ved tre dyp i Holsfjorden. Målingene fra elvene viser at turbiditeten generelt er lav (<10 NTU) i perioder med lav og normal vannføring, men med økt turbiditet opp mot 250 NTU i perioder med flom. Høsten 2019 var nedbørsrik, noe som viste seg i målingene med raske vannstandsendringer og forhøyet turbiditet. Høyeste ledningsevne ble målt i forbindelse med salting av veier vinterstid og snøsmelting på våren, men også ved utvasking av vegsalt fra jord og grunnvann sommerstid.

pH i elvene varierte fra 7,2 til 8,1. De laveste verdiene ble registrert under flom, og de høyeste i perioder med lav vannføring og høy algeproduksjon. Det var tydelige døgnvariasjoner i pH i perioden fra juni til oktober, og særlig i perioder med lav vannføring og gode lysforhold.

Målingene fra Holsfjorden viser at temperatur, pH og turbiditet i overflatelaget er betydelig påvirket av vindforholdene. Høyeste pH ble målt i perioder med lite vind og høy temperatur som ga gode forhold for algeproduksjon. Laveste pH og temperatur ble målt i perioder med mye vind og opprøring av kaldt bunnvann.

Variasjoner i turbiditet var hovedsakelig knyttet til algeproduksjon. De høyeste målingene av turbiditet ble målt i varme perioder med lite vind og høy algeproduksjon.

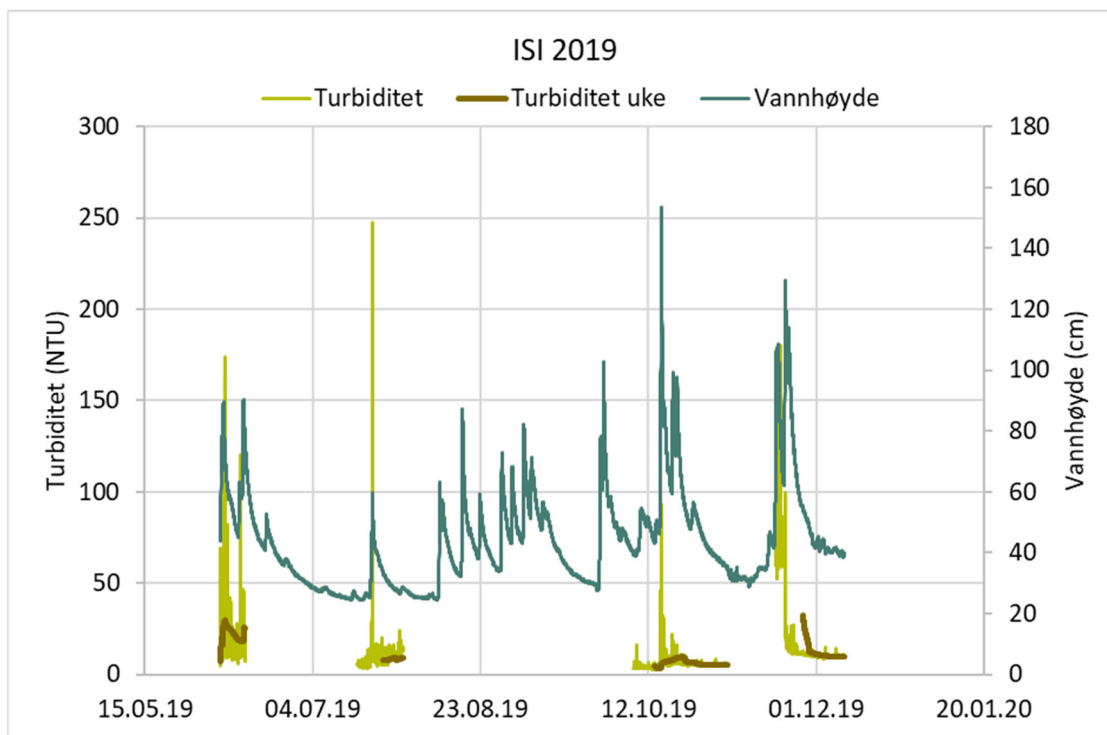
4.3.1 Det var lite variasjon i ledningsevne ved alle dyp. Isielva (ISI)

Isielva er en elv med raske vannstandsendringer (figur 31). Målingene fra 2019 viste store svingninger i vannhøyde, spesielt i høstperioden med vannhøyde opp mot 1,5 m (tabell 12, figur 32-33). Målingene av turbiditet viste at Isielva stort sett er klar i perioder med lav og normal vannføring, men med økt turbiditet (maks 250 NTU) i perioder med flom (figur 31). 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. Ukemiddelverdiene for turbiditet gir et sikrere utgangspunkt for å vurdere miljøforholdene for fisk, bunndyr og alger i elva enn enkeltverdier. For perioder med beregnet ukemiddelverdi ligger disse normalt mellom 5 og 10 NTU, og med en maksverdi på rundt 30 NTU. Det var tidvis problemer med turbiditetsmålingene i Isielva i 2019. En del data ble vurdert som usikre og har blitt fjernet.

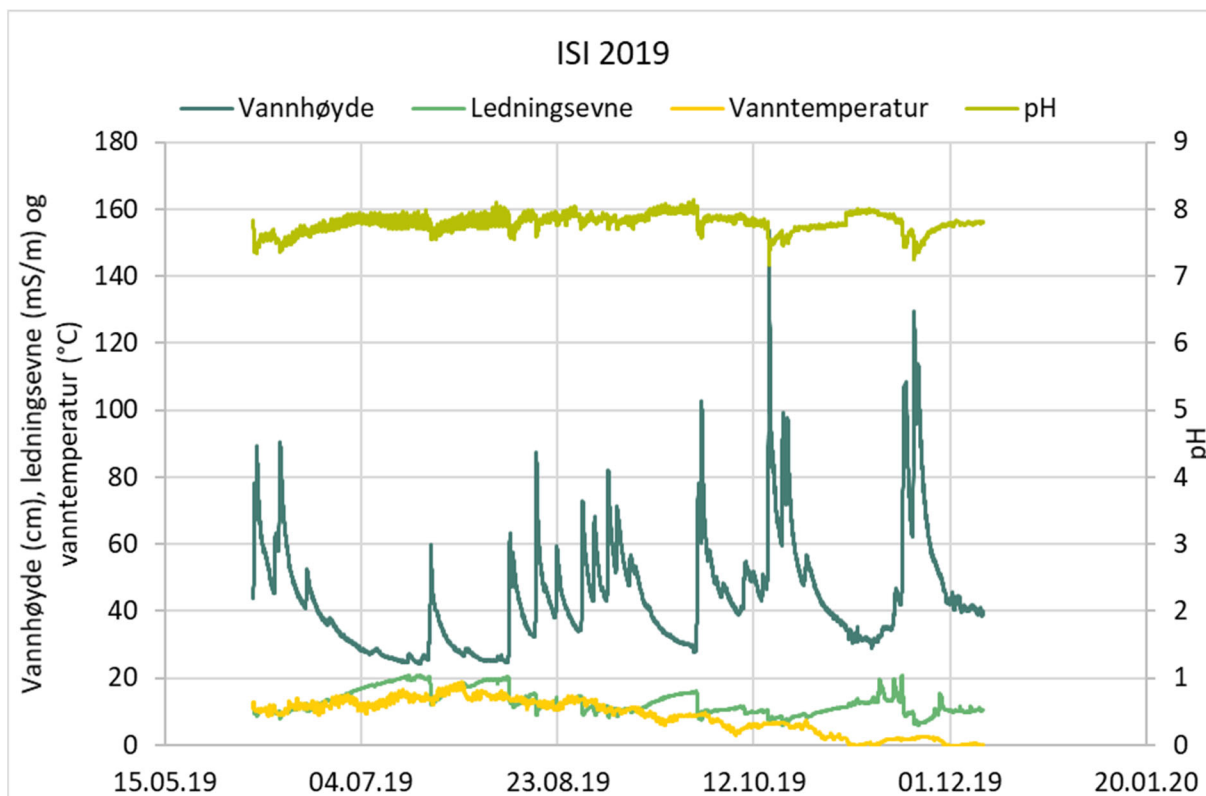
Ledningsevnen i elva har variert mellom 6 og 20 mS/m (figur 32). Laveste ledningsevne ble målt i oktober og november ved maksimal vannføring i elva. Høyeste ledningsevne ble målt i juli, august og september. Den høye ledningsevnen i november har trolig sammenheng med salting av E16 og tilførsel fra Rustanbekken, som er betydelig saltpåvirket vinterstid. Den høye ledningsevnen målt sommerstid er trolig en effekt av tilførsler av overflatenært saltpåvirket grunnvann til Rustanbekken, siden vegsilt tilført tidligere vil kunne gi ettervirkninger i bekkene.

Temperaturen i elva var ikke fullt så høy sommeren 2019 som den var i 2018. I perioden juni-august varierte temperaturen mellom 8,7 og 18,8 °C, som er et noe mer gunstig temperaturintervall for fisk enn det som ble målt året før.

pH varierte fra 7,3 til 8,1. De laveste verdiene ble registrert under flom, og de høyeste i perioder med lav vannføring og stor algeproduksjon. Det var tydelige døgnvariasjoner i pH i perioden fra juni til oktober, og særlig i perioder med lav vannføring og gode lysforhold.



Figur. 31. Turbiditet, ukemiddelverdi for turbiditet og vannhøyde i Isielva (ISI) i perioden juni - desember 2019.



Figur 32. Vannhøyde, ledningsevne, vanntemperatur og pH i Isielva (ISI) i perioden juni - desember 2019.

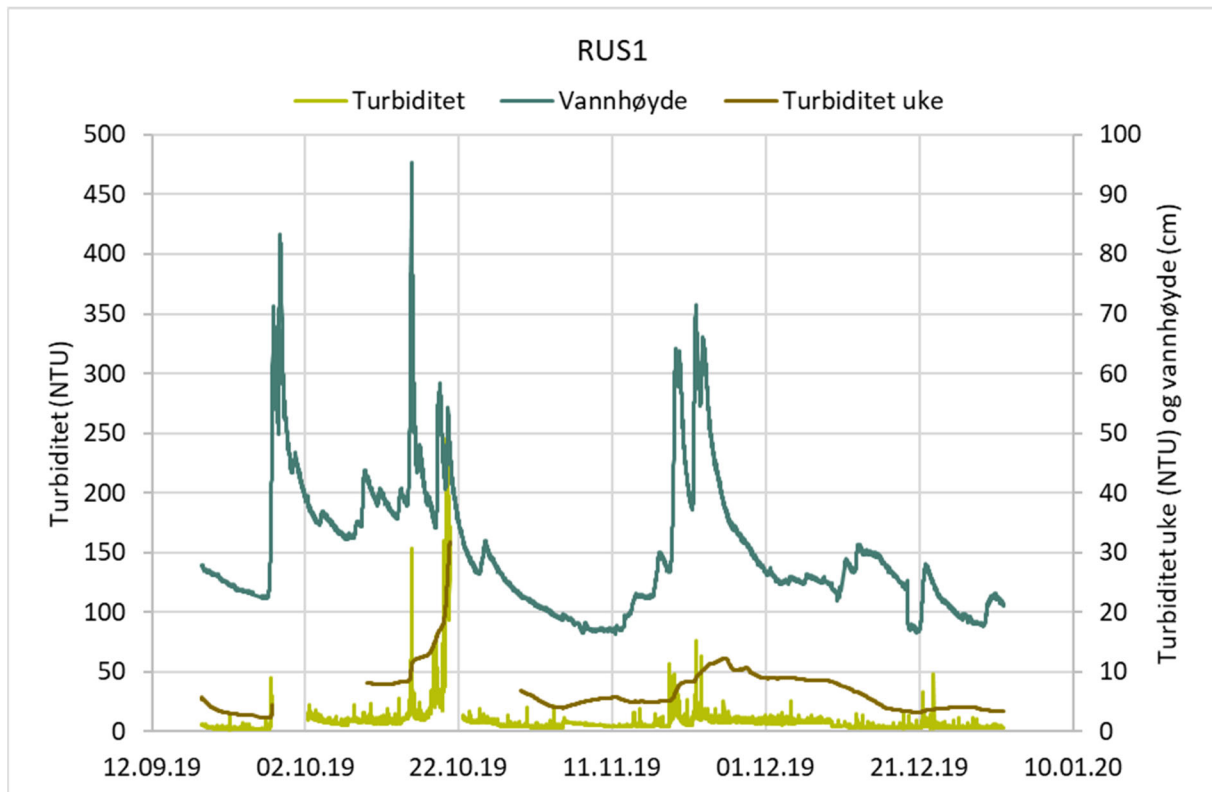
Tabell 12. Månedlige minimums-, middel- og maksimumsverdier for vannhøyde, pH, ledningsevne, vanntemperatur og turbiditet i Isielva (ISI) i perioden juni til desember 2019.

	Vannhøyde			pH			Ledningsevne			Temp.			Turbiditet		
	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks
Jun	30,8	48,5	90,5	7,3	7,6	7,9	7,9	11,5	15,5	8,7	11,4	14,9	5,1	17,5	174,0
Jul	24,3	28,9	59,7	7,5	7,8	8,0	12,1	17,8	20,9	9,3	14,1	18,8	3,1	8,5	247,4
Aug	24,5	38,8	87,4	7,5	7,8	8,1	8,8	14,6	20,4	10,3	13,4	16,3			
Sep	27,6	46,4	102,9	7,6	7,9	8,1	7,3	12,0	16,0	5,7	9,3	13,5			
Okt	38,6	54,1	153,6	7,2	7,7	7,9	5,9	9,5	11,7	1,7	5,3	7,9	3,0	6,0	93,1
Nov	28,8	49,4	129,5	7,3	7,8	8,0	5,9	11,5	20,7	-0,3	1,3	3,1	4,9	22,1	180,5
Des	38,4	41,3	45,5	7,7	7,8	7,8	9,7	10,2	11,6	-0,3	0,0	0,6	8,8	10,0	15,1
2019	24,3	44,0	153,6	7,2	7,8	8,1	5,9	12,8	20,9	-0,3	8,7	18,8	3,0	11,8	247,4

4.3.2 Rustanbekken (RUS1 og RUS2)

Turbiditeten på RUS1 viste en variasjon fra 2 til 250 NTU (figur 33 og tabell 13). De høyeste verdiene ble målt under flom, på stigende vannføring. Høyeste ukemiddelverdi på 31 NTU inntraff 20. oktober, etter tre påfølgende nedbørshendelser med flomvannføring. Ukemiddel for turbiditet varierte mellom 2 og 5 NTU i perioder med lav eller normal vannføring.

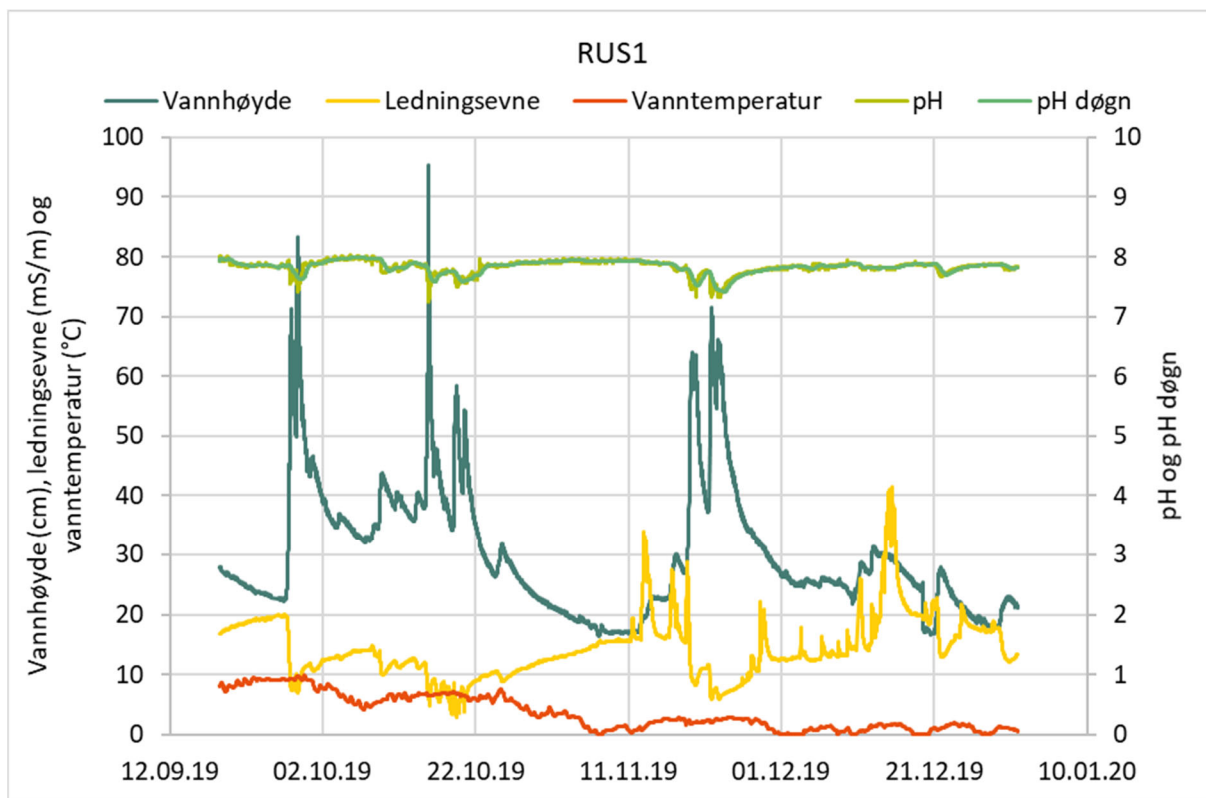
Høyeste vannhøyde på 95 cm ble registrert under flom 15. oktober. Laveste vannhøyde på 16 cm ble registrert 11. september.



Figur 33. Turbiditet, vannhøyde og ukemiddelverdier for turbiditet ved stasjon RUS1 i Rustanbekken i perioden september - desember 2019.

Ledningsevnen varierte mellom 3 og 40 mS/m (figur 34 og tabell 13). De laveste verdiene ble registrert under flom i september og de høyeste etter veisaltning i november og desember.

pH varierte fra 7,2 til 8,0. De laveste verdiene ble målt under flom og de høyeste i perioder med lav eller normal vannføring. Sammenligning med døgnmiddelverdier, viste begrensede døgnvariasjoner for pH i måleperioden september – desember.



Figur 34. Vannhøyde, ledningsevne og vanntemperatur ved stasjon RUS1 i Rustanbekken i perioden september-desember 2019.

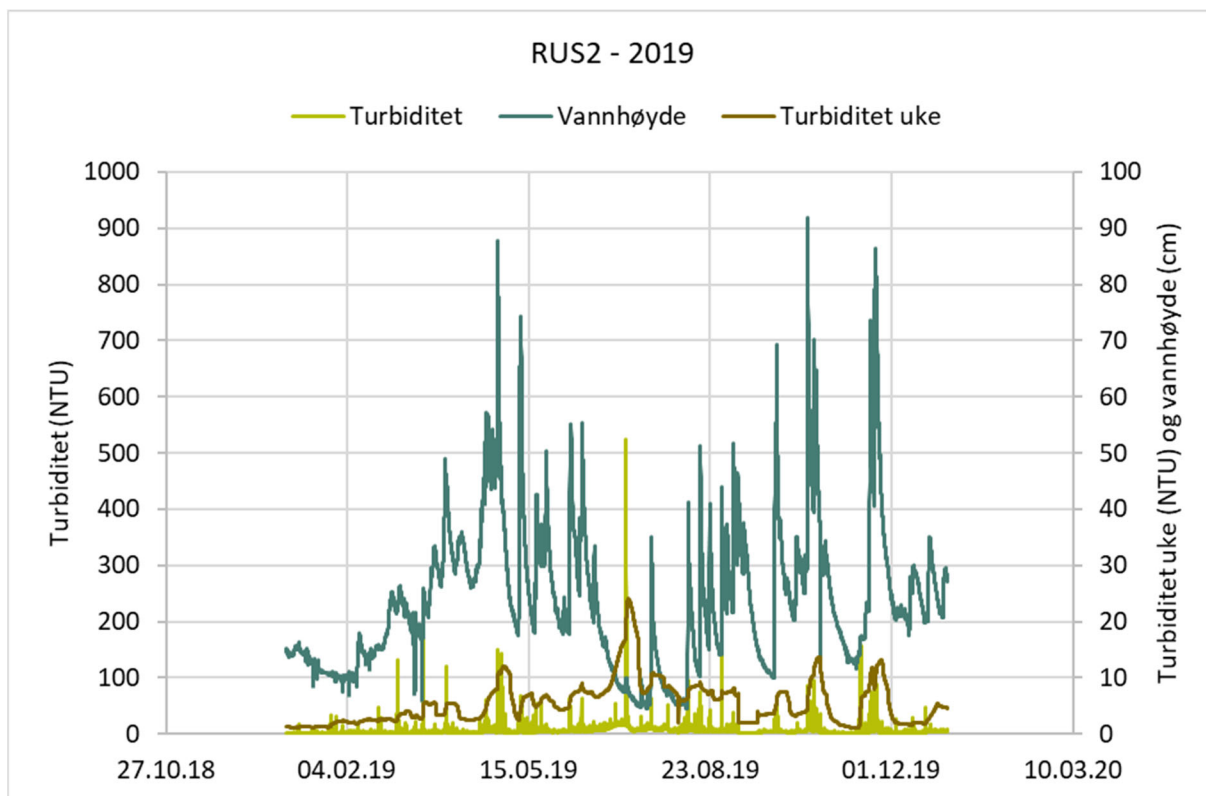
Tabell 13. Månedlige minimums-, middel- og maksimumsverdier for vannhøyde, pH, ledningsevne, vanntemperatur og turbiditet ved stasjon RUS1 i Rustanbekken i perioden september i til desember 2019.

	Vannhøyde			pH			Ledningsevne			Temp.			Turbiditet		
	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks
Sep	22,2	33,5	83,3	7,4	7,8	8,0	6,9	16,0	20,0	7,1	8,9	9,8	1,8	3,3	44,6
Okt	21,0	35,4	95,3	7,3	7,8	8,0	2,8	10,8	14,9	2,8	5,9	8,3	3,5	13,3	246,2
Nov	16,3	29,1	71,6	7,3	7,8	8,0	5,9	14,1	33,9	0,0	1,9	4,0	2,9	7,4	75,9
Des	16,6	24,1	31,4	7,7	7,8	7,9	12,1	17,3	41,4	0,0	0,8	1,9	2,5	5,1	47,9
2019	16,3	30,0	95,3	7,3	7,8	8,0	2,8	14,3	41,4	0,0	3,6	9,8	1,8	8,0	246,2

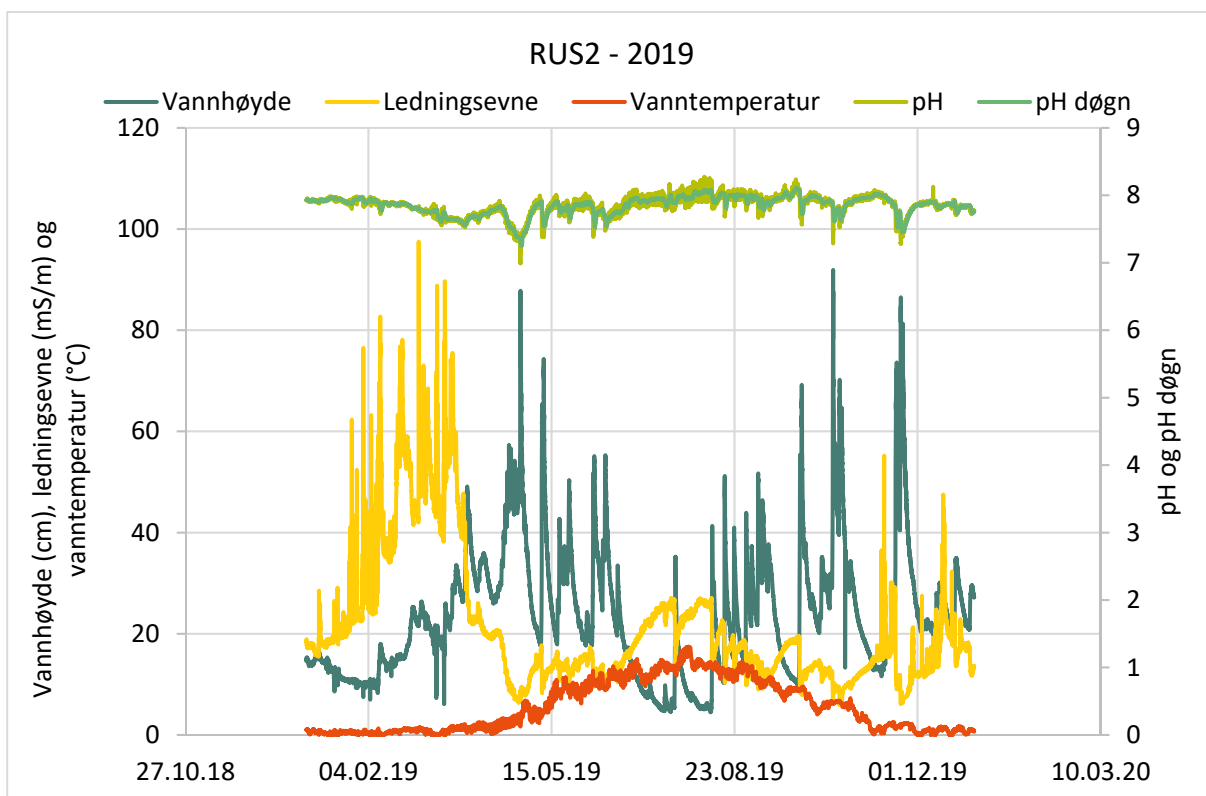
For RUS2 viste målingene av turbiditet en variasjon fra 0,5 til 523 NTU (figur 35 og tabell 14). Høyeste ukemiddelverdi på 24 NTU ble registrert 8. juli. Normal variasjon i ukemiddelverdi var mellom 1 og 10 NTU.

Høyeste vannhøyde på 92 cm ble målt under flom 15. oktober. Laveste vannhøyde på 5 cm ble målt i juli. Ledningsevnen varierte mellom 6 og 83 mS/m (figur 36 og tabell 14). De høyeste verdiene ble registrert etter veisaltning i januar, november og desember samt under snøsmelting i februar og mars. De laveste verdiene ble registrert under flom i perioden mai til oktober.

Maksimal vanntemperatur på 17,4 °C ble målt i slutten av juli. pH varierte fra 7,0 til 8,3. De laveste verdiene ble målt under flom, med en minimumsverdi 27. april. De høyeste verdiene ble målt i begynnelsen av august, under en periode med lav vannføring, stor algevekst og døgnvariasjon i pH.



Figur 35. Turbiditet, vannhøyde og ukemiddelverdier for turbiditet ved stasjon RUS1 i Rustanbekken i perioden januar-desember 2019.



Figur 36. Vannhøyde, ledningsevne og vanntemperatur ved stasjon RUS2 i Rustanbekken i perioden januar-desember 2019.

Tabell 14. Månedlige minimum-, middel- og maksimumsverdier for vannhøyde, pH, ledningsevne, vanntemperatur og turbiditet ved stasjon RUS2 i Rustanbekken i perioden september i til desember 2019.

	Vannhøyde			pH			Ledningsevne			Temp.			Turbiditet		
	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks
Jan	8,6	12,5	16,4	7,8	7,9	8,0	15,5	20,2	62,3	0,0	0,5	1,2	0,7	1,5	33,3
Feb	7,0	14,4	25,3	7,7	7,9	8,0	23,8	42,3	82,7	0,0	0,6	1,4	1,0	2,4	48,5
Mar	6,1	25,2	49,1	7,5	7,7	7,9	22,3	48,2	97,5	0,0	0,9	2,1	1,0	4,3	189,8
Apr	26,0	38,3	87,8	7,0	7,6	7,9	6,4	16,1	26,1	0,2	2,1	6,8	1,3	5,8	149,1
Mai	17,6	29,9	74,3	7,4	7,8	8,0	8,3	13,0	17,7	2,3	6,9	11,4	1,2	5,2	67,2
Jun	10,8	25,1	55,3	7,4	7,8	8,1	8,8	14,0	19,2	7,8	11,0	15,0	3,5	7,9	63,7
Jul	4,6	8,9	35,2	7,8	7,9	8,2	14,1	23,0	27,1	9,6	13,4	17,4	4,6	12,5	523,4
Aug	4,5	17,0	51,2	7,7	8,0	8,3	9,8	19,9	27,1	10,5	13,0	15,0	2,0	7,2	155,5
Sep	10,0	25,5	69,2	7,6	7,9	8,2	7,9	14,6	19,5	6,8	9,7	13,6	2,0	4,7	56,1
Okt	13,3	32,9	91,9	7,3	7,9	8,1	5,9	11,3	14,8	2,6	5,7	8,2	1,0	5,6	94,8
Nov	11,6	28,3	86,5	7,3	7,8	8,1	6,2	14,0	55,2	0,0	1,7	3,8	0,6	5,8	156,7
Des	17,5	24,4	35,0	7,7	7,8	8,1	11,4	16,9	47,5	0,0	0,8	1,7	0,4	3,0	47,6
2019	4,5	23,6	91,9	7,0	7,8	8,3	5,9	21,0	97,5	0,0	5,6	17,4	0,4	5,5	523,4

4.3.3 Holsfjorden (HOL-N)

Vanntemperaturen på 1,5 m dyp i Holsfjorden viste en variasjon fra 6,8 til 19,2 °C (figur 37, tabell 15). Temperaturen i overflatevannet var tydelig påvirket av vindindusert omrøring, med opprøring av kaldere dypvann i perioder med mye vind. I juni og juli ble det registrert slike effekter 13.06, 20.06, 22.06 og 02.07. De mest markante omrøringsepisodene skjedde 18.08 og 15.09, med raske temperaturfall på opptil 7 °C.

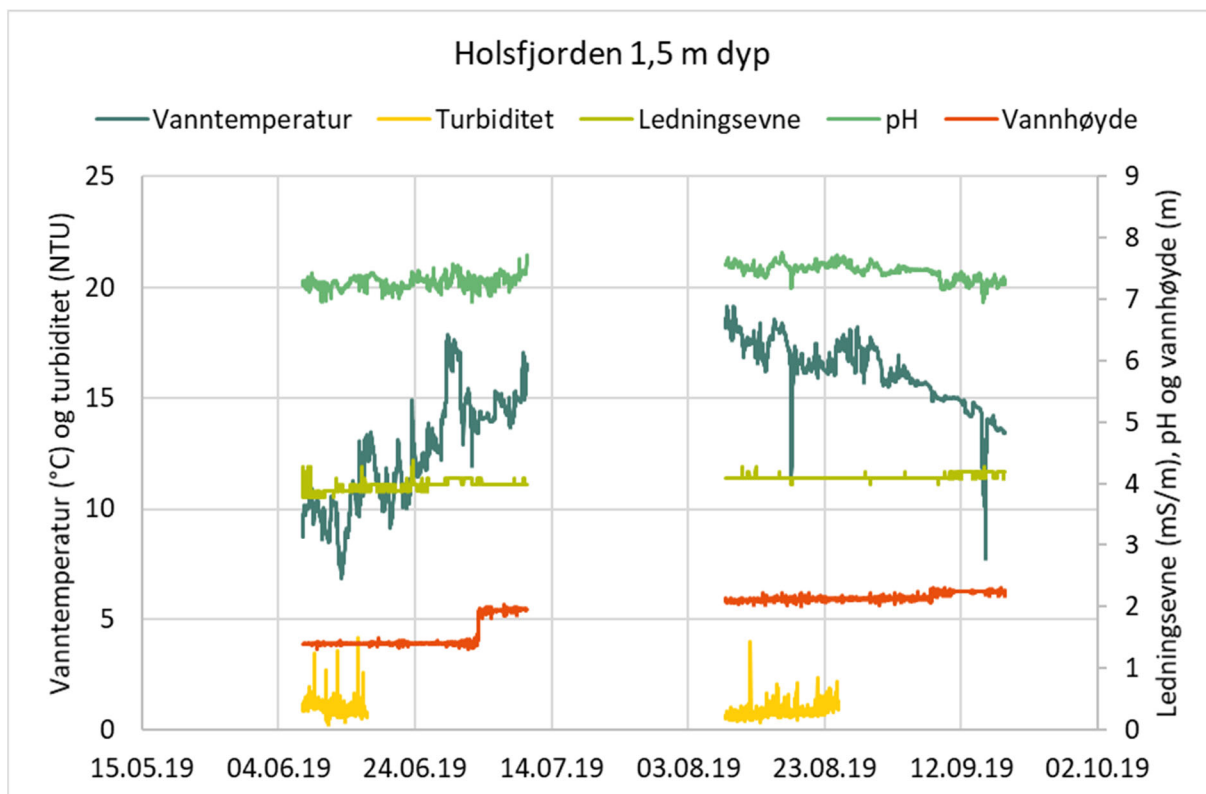
Episoder med vind blir indikert av sensor for vanddyb, da bølger gir dybdevariasjoner. Perioder med tydelig variasjon i vanddyb indikerer vind og bølger. Sensoren ble i utgangspunktet satt ut på 1,4 m dyp, men dette endret seg senere til 2,2 m da kabelen skled i innfestingen.

pH i overflatevannet varierte fra 7,0 til 7,7. De laveste verdiene ble målt i perioder med opprøring av kaldt bunnvann og de høyeste i perioder med lite vind, varmt og stabilt overflatevann og med gode forhold for algeproduksjon.

Ledningsevnen var i hovedsak rundt 4 mS/m, og viste små variasjoner gjennom måleperioden.

Turbiditeten var i hovedsak rundt 0,5 NTU, men med enkelte høyere verdier og maksimalt 4 NTU. Disse forhøyede verdiene sammenfalt ofte med perioder med rolige vindforhold og økt algemengde i overflatevannet.

Algemengden i overflatevannet er indikert av flourecensmålt klorofyll vist i vedlegg II. Figuren gir muligheter til å tolke sammenhenger mellom vindomrøring, stabilt og varmt overflatevann, algevekst og påvirkning av turbiditet. Klorofyllmålingene bør vurderes som relative verdier, da sonden ikke nødvendigvis viser korrekte verdier som mg klorofyll A/l.



Figur 37. Vanntemperatur, turbiditet, ledningsevne, pH og «vannhøyde» ved 1,5 m dyp ved stasjon HOL-N i Holsfjorden i perioden juni-september 2019.

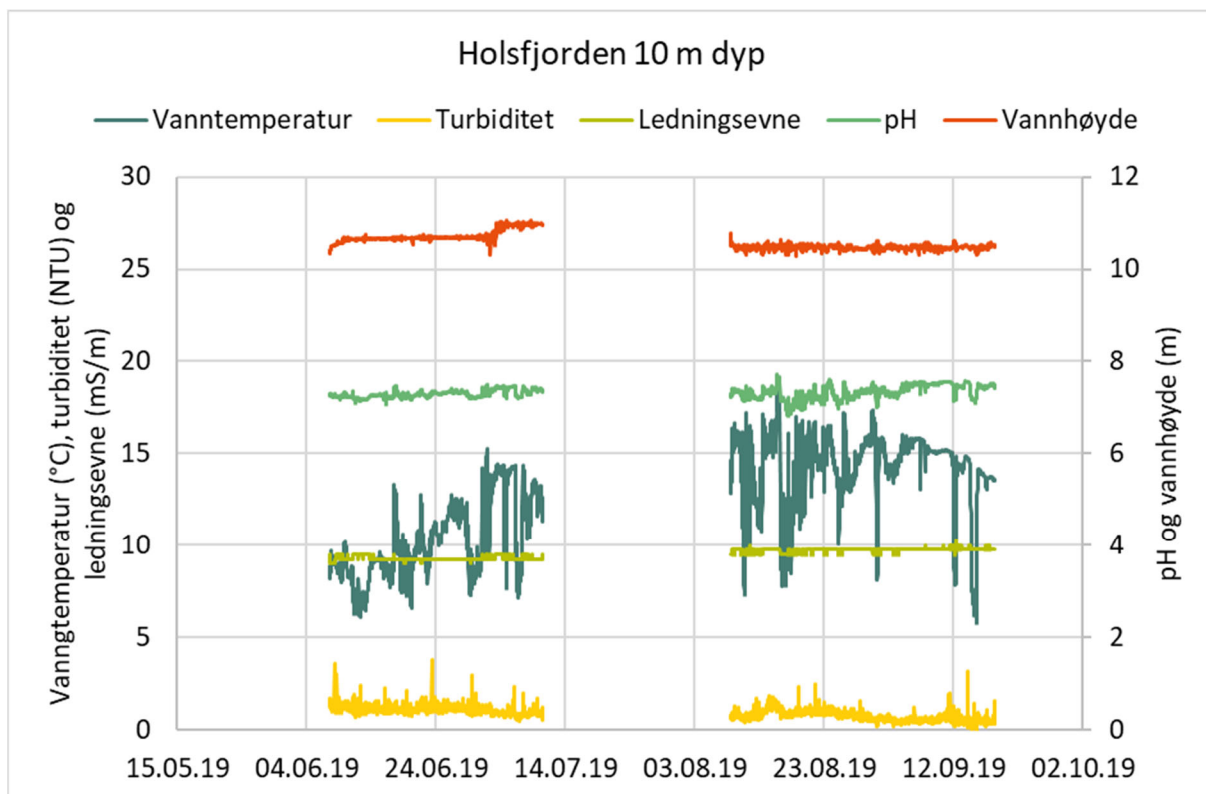
Målingene på 10 m dyp ligger nær sprangsjiktet som dokumentert av profilmålinger vist i vedlegg 4. Sprangsjiktet er karakterisert av rask endring av vanntemperatur over et kort dybdeintervall, noe som forklarer variasjonene i vanntemperatur (figur 38, tabell 15).

Målt turbiditet var i hovedsak mellom 0,5 og 1 NTU, men med enkelte høyere verdier. Forhøyede verdier kan skyldes alger eller partikler anriket i sprangsjiktet.

Ledningsevnen viste rundt 4 mS/m gjennom hele måleperioden.

pH varierte fra 6,8 til 7,6. De laveste verdiene ble registrert i perioder med lav vanntemperatur og de høyeste i perioder med høy temperatur og gode forhold for algevekst.

Sensor for vanddyb indikerte perioder med vind og bølger, og viste at målingene har foregått mellom 10 og 11 m dyp.



Figur 38. Vanntemperatur, turbiditet, ledningsevne og pH ved 10 m dyp ved stasjon HOL-N i Holsfjorden i perioden juni - september 2019.

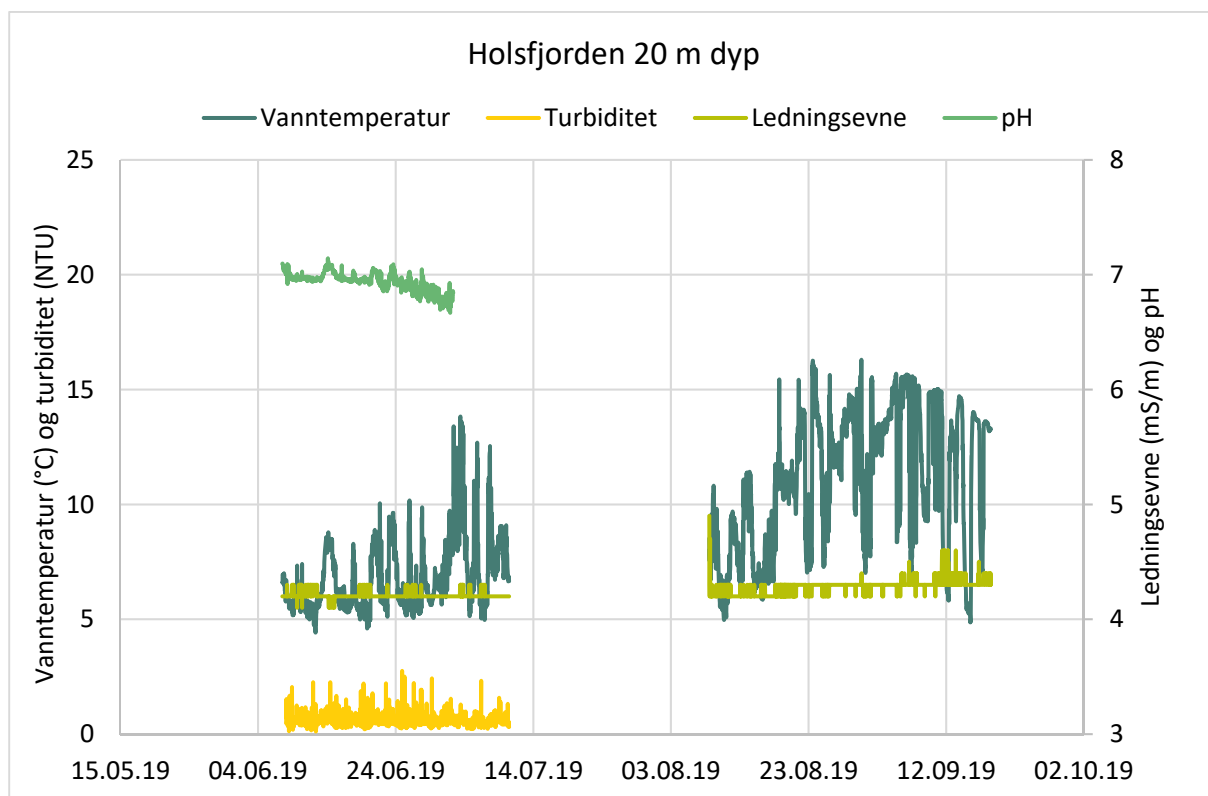
For periodene fra 07.06 - 10.07 og 08.08 – 16.08 ble målingene utført på 20 m dyp (figur 39, tabell 15). For perioden 17.08 til 18.09 ble målingene utført på 13 og 17 m dyp som følge av at kabelen hekket seg opp.

Temperaturmålingene på 20 m dyp viste en variasjon fra 4,4 til 13,8 °C, og det var tydelig at vindindusert innblanding påvirket temperaturforholdene også på dette dypet. Ved målingene på 13 og 17 m i perioden 17.08 til 18.09, så ble det registrert større temperaturvariasjoner enn ved 20 m dyp.

pH ble kun målt i perioden 07.06 – 01.07, og varierte mellom 6,7 og 7,1.

Ledningsevnen var rundt 4,2 mS/m gjennom hele måleperioden, med noen mindre variasjoner.

Turbiditeten varierte normalt mellom 0,2 og 1 NTU, men med noen forhøyede verdier og maksimalt 2,8 NTU.



Figur 39. Vanntemperatur, turbiditet, ledningsevne og pH ved 20 m dyp ved stasjon HOL-N i Holsfjorden i perioden juni-september 2019.

Tabell 15. Månedlige minimum-, middel- og maksimumsverdier for vanntemperatur, ledningsevne, pH, turbiditet og relative verdier for klorofyll a ved tre dyp ved stasjonen HOL-N i Holsfjorden i perioden juni-september 2019.

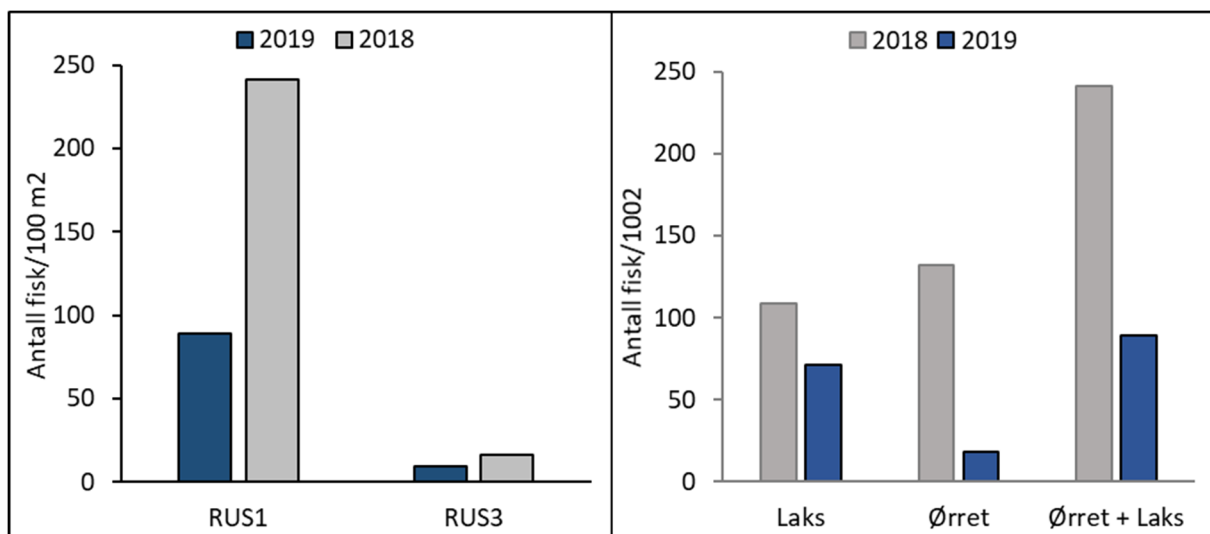
	Dyp (m)	Temp (°C)			Ledningsevne (mS/m)			pH			Turbiditet (NTU)			Klorofyll a		
		Min	Snitt	Max	Min	Snitt	Max	Min	Snitt	Max	Min	Snitt	Max	Min	Snitt	Max
Juni	1,5	6,8	11,6	17,9	3,8	4,0	4,4	7,0	7,3	7,6	0,3	1,0	4,2	1,6	3,7	13,2
	10	6,1	9,5	16,3	0,0	3,7	3,8	6,1	7,3	7,5	0,7	1,1	3,8			
	20	4,4	6,4	10,2	4,1	4,2	4,3	6,7	6,9	7,1	0,1	0,6	2,7			
Juli	1,5	12,0	14,6	17,1	4,0	4,0	4,1	7,0	7,3	7,7				1,5	3,1	9,5
	10	7,1	15,4	33,7	0,0	1,3	4,0	5,5	6,5	7,8	0,5	1,0	107			
	20	5,0	8,0	13,8	4,2	4,2	4,3	6,7	6,8	6,9	0,2	0,6	2,3			
August	1,5	11,4	17,1	19,1	4,0	4,1	4,3	7,2	7,5	7,8	0,3	0,8	4,0	1,8	4,4	13,7
	10	7,4	14,2	27,7	0,0	3,9	4,0	6,7	7,3	7,7	0,2	1,1	107			
	20	5,0	10,1	16,3	4,2	4,3	4,9									
Sept.	1,5	7,8	14,9	16,9	4,0	4,1	4,3	7,0	7,4	7,6				1,3	2,9	10,3
	10	5,8	14,3	16,1	3,8	3,9	4,1	7,1	7,4	7,6	0,0	0,5	3,2			
	20	4,9	12,3	15,7	4,2	4,3	4,6									

4.4 Fiskeundersøkelser

I 2019 ble det gjennomført fiskeundersøkelser i Rustanbekken, Damtjernbekken, Vefsrudbekken og Nordlandsbekken. Det ble ikke gjennomført elfiske i Isielva i 2019.

Tettheten av fisk i Rustanbekken var lavere i 2019 enn i 2018, spesielt ved RUS1 (figur 40). I 2018 var den beregnede tettheten trolig kunstig høy som følge av tørke og et lite vanddekt areal som førte fisken sammen på et mindre areal (figur 41). I 2019 ble det fanget til sammen 62 fisk ved RUS1 hvorav 35 var laks. Samlet beregnet tetthet ved RUS1 var 89 fisk/100 m². Til sammenligning ble det fanget 106 fisk med en beregnet tetthet på 222/100 m² i 2018.

Ved RUS3 var det også noe lavere tetthet enn året før. I 2019 ble det fanget 12 ørret med en beregnet tetthet på 18 fisk/100 m².



Figur 40. Beregnet tetthet ved stasjonene RUS1 og RUS3 i Rustanbekken (venstre) og samlet beregnet tetthet av laks og ørret ved stasjonen RUS1 i Rustanbekken 2018 og 2019.



Figur 41. Vanddekt areal ved RUS1 i 2018 (venstre) og 2019 (høyre).

Til tross for en lang periode med tørke i 2018 ble det påvist fisk i både Damtjernbekken og Vefsrudbekken. Etter det vi kjenner til har det ikke blitt påvist fisk her tidligere. I Vefsrudbekken ble det fanget 22 fisk med en middellengde på 76 mm og en beregnet tetthet 57 fisk/100 m². I Damtjernbekken ble det kun gjennomført et enkelt overfiske hvor det ble fanget 8 ørret med en middellengde på 85 mm.

Det ble ikke påvist fisk i Nordlandsbekken.

4.5 Begroingsalger

Den økologiske tilstanden i Isielva, Damtjernbekken og Nordlandsbekken er *god* basert på undersøkelser av kvalitetselementet begroingsalger (tabell 16). I Rustanbekken ble det funnet alger med svært høy indeksverdi som gjorde at tilstanden i Rustanbekken vurderes som *moderat*. Det ble ikke funnet heterotrof begroing ved noen av stasjonene. En fullstendig rapport fra undersøkelsene er gitt i vedlegg VI.

Tabell 16. Økologisk tilstand i Isielva, Rustanbekken, Damtjernbekken og Nordlandsbekken, basert på kvalitetselementet begroingsalger.

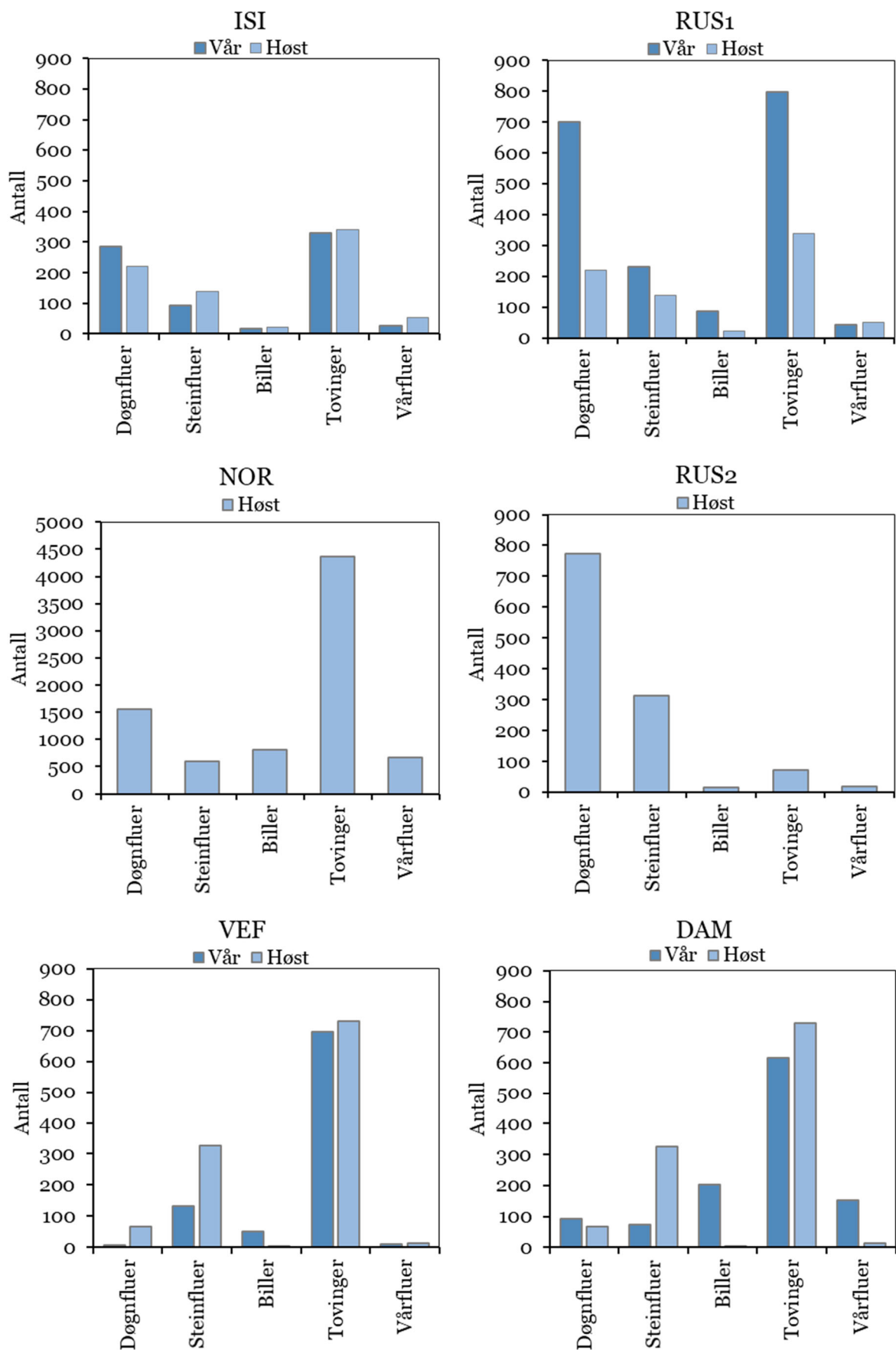
	ISI	RUS1	RUS2	DAM1	NOR1
PIT, nEQR	0,68	0,55	0,56	0,66	0,72
AIP, nEQR	>1	>1	>1	-	-
HBI, nEQR	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
nEQR, totalt	0,68	0,55	0,56	0,66	0,72

4.6 Bunndyr

Alle bekkene med unntak av Vefsrudbekken viste *god* eller *svært god* økologisk tilstand i 2019 (tabell 17). I Vefsrudbekken var tilstanden *moderat* basert på vårprøven. I både Isielva og Rustanbekken var ASPT-verdien over referanseverdien tilsvarende *svært god økologisk tilstand* i en av prøvene. Artslisten er gitt i vedlegg III. Figur 42 viser antall individer innen de ulike artsgruppene som ble funnet i vår- og høstprøvene 2019. I Vefsrudbekken ble det sterkt truede (EN) vårfluearten *Wormaldia occipitalis* påvist.

Tabell 17. Antall EPT-arter, ASPT-verdi og nEQR for bunndyrprøver tatt vår og høst 2018 og 2019 i Isielva (IS), Rustanbekken (RUS1 og RUS2), Vefsrudbekken (VEF), Damtjernbekken (DAM) og Norlandsbekken (NOR).

	År	ISI		RUS1		RUS2		VEF		DAM		NOR
		Vår	Høst	Vår	Høst	Vår	Høst	Vår	Høst	Vår	Høst	Vår
EPT	2018	13		14		16		19		19		13
	2019	19	16	20	20		20	6	14	11	14	15
ASPT	2018	6,31		6,50		6,56		6,77		6,55		6,33
	2019	7,00	6,67	6,50	7,35		6,72	5,64	6,12	6,06	6,27	6,55
nEQR	2018	0,67		0,72		0,74		0,72		0,79		0,67
	2019	0,89		0,86		0,77		0,58		0,65		0,74



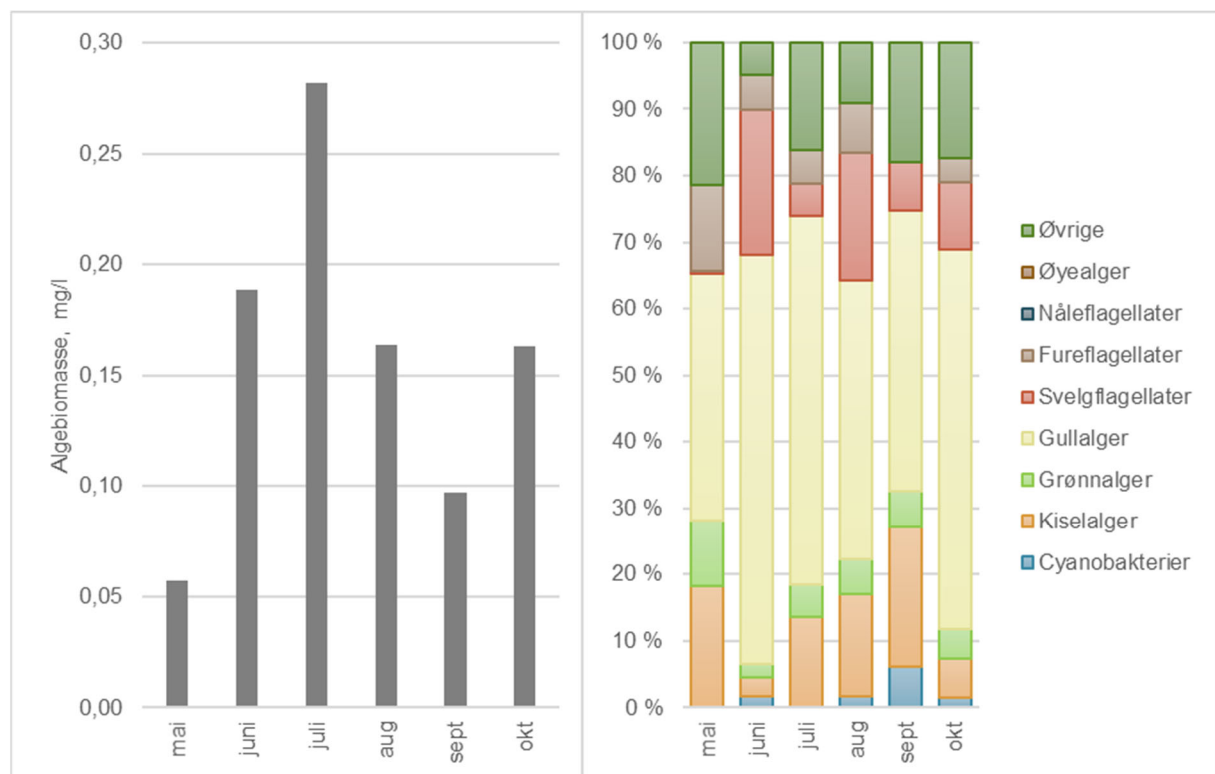
Figur 42. Antall individer av døgnfluer, steinfluer, biller, tovinger og vårfluer i bunndyrprøver tatt våren og høsten 2019 i Isielva (ISI) Rustanbekken (RUS1 og RUS2), Vefsrudbekken (VEF), Nordlandsbekken (NOR) og Damtjernbakken (DAM)

4.7 Plankton

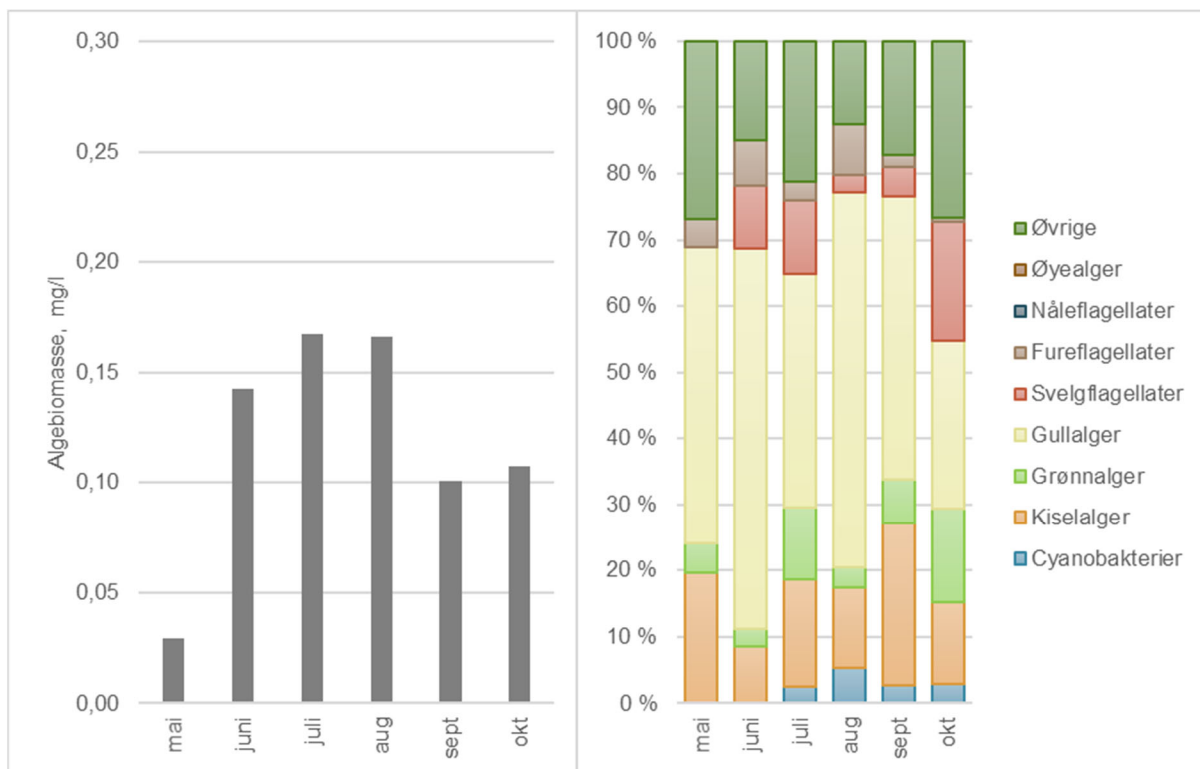
Den økologiske tilstanden i Holsfjorden vurderes som *svært god* (tabell 17). Det var lite forskjell i planteplanktonsamfunnene mellom de to stasjonene (figur 43 og 44). Akkurat som i 2018 var det noe høyere biomasse av alger ved HOL-T enn ved HOL-N. Sammenlignet med året før ble det registrert flere arter av hoppekreps og vannlopper i dyreplanktonprøvene tatt i 2019. En fullstendig rapport fra undersøkelsene er gitt i vedlegg IV.

Tabell 17. Resultater fra undersøkelsene i Holsfjorden i 2019.

Stasjon		Tot - N (µg/l)	Tot - P (µg/l)	Siktedyp (m)	Klorofyll a (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Økologisk tilstand
HOL-N	Snitt	458	15,7	5,56	2,1	0,119	2,187		
	nEQR				1,0	1,0	0,89		
			0,62	1,0	1,0				
		0,76	0,81	0,95		1,0		Svært god	
HOL-T	Snitt	411	13,0	5,9	1,98	0,159	2,091		
	nEQR				1,0	1,0	1,0		
			0,69	1,0	1,0				
		0,81	0,84	1,0		1,0		Svært god	



Figur 43. Biomasse og artssammensetning av planteplankton ved stasjon HOL-T i Holsfjorden 2019 (Hentet fra FAUN notat vedlegg IV).



Figur 44. Biomasse og artssammensetning av planteplankton ved stasjon HOL-N i Holsfjorden 2019 (Hentet fra FAUN notat i vedlegg IV).

5 Sammenfattende vurderinger

Gjennomførte forundersøkelser har omfattet alle bekker og vassdrag som vil kunne bli berørt av utbygging og senere drift av ny E16 Bjørum – Skaret. Undersøkelsene har klargjort vannforekomstenes økologiske og kjemiske tilstand samt dynamiske variasjoner i vannkvalitet og vannføring før bygging av ny veg starter. Herunder lengre måleserier som avklarer dagens vegs saltbelastning til vassdragene.

Forundersøkelsene har vist at undersøkte vannforekomstene som hovedregel har god økologisk tilstand. Det er rike bunndyrsamfunn, god og normal tetthet av fisk og normalt rike samfunn av begroingsalger. Holsfjorden, som er en særlig viktig vannforekomst for vannforsyning, biologiske verdier og rekreasjon, har vist svært god tilstand. Undersøkelsene av planteplankton, zooplankton, profilmålinger og automatiske målinger av vannkvalitet, har gitt et godt grunnlag for å vurdere eventuelle lokale endringer i vannkvalitet og biologi som følge av avrenning fra anleggsaktivitet og steinfyllinger med sprengstein, samt senere i driftsfase.

Det samme området vil bli berørt av andre utbyggingsprosjekter som vil øke samlet belastning på vannforekomstene, deriblant Ringeriksbanen, et nytt boligområde på Avtjerna og mulig et kommunalt snødeponi vest for Avtjerna. Forundersøkelsene for E16 Bjørum - Skaret har blitt kommunisert og samordnet med foreløpige forundersøkelser for Ringeriksbanen. Innledende automatiske målinger av vannkvalitet har blitt samfinansiert. Prosjektene har som målsetting å samordne forundersøkelser og anleggsoppfølging av vannmiljø, om dette lar seg samordne med hensyn til tidsplaner for planlegging og utbygging. Det har også vært kontakt og avklaring med prosjekt for ny vannforsyning til Oslo fra Holsfjorden.

Sandviks- og Isielva er det viktigste laks- og sjøørretvassdraget i Indre Oslofjord, og har i tillegg store rekreasjons- og naturverdier. Det utføres et omfattende kultiveringsarbeid med klekking og utsetting av stedeagne laks- og sjøørretunger, samt aktiv restaurering av habitat og leveområder for forbedrede levevilkår for fisk og ferskvannslevende organismer. Holsfjorden har som nevnt stor verdi, og Damtjern- og Vefsrudbekken er gytebekker for ørret fra Holsfjorden. Med sin kalksteinsgeologi skaper Holsfjordskråningen særlig rike og verdifulle naturmiljøer, og dette gjelder også for ferskvann med livsmuligheter for sjeldne og kalkkrevende arter av bunndyr og begroingsalger. Herunder ble det påvist den strekt truede vårfluearten *Wormaldia occipitalis*.

Under anlegg og drift av ny veg og jernbane vurderes det som særlig viktig å opprettholde produksjon- og livsvilkår for laks- og sjøørret i den øvre anadrome sonen i Isielva. Her har forundersøkelsene dokumentert uvanlig rik produksjon av laks- og sjøørretunger basert på naturlig reproduksjon. Tilsvarende er det viktig å beskytte fisk og vannmiljø videre nedover i Isi- og Sandvikselva, men dette øvre området er særlig viktig gitt at områdene nedstrøms har økt risiko for dødelige utslipp som følge av stor grad av urbanisering og komplekse overvannsnett til elva. Mye av fiskebestanden i Rustanbekken er basert på årlig utsetting av laks- og sjøørretyngel, men bekken har også en naturlig bestand av stasjonær bekkeørret øverst i bekken.

Økte utslipp til Holsfjorden bør vurderes dokumentert med manuell og automatisk oppfølging av utvalgte bekker, der oppfølgingsresultatene sammenholdes med utvikling i biologi og vannkvalitet for referansestasjonene HOL-N og HOL-T. Overvåkingen vil sikre kunnskap om en eventuell uheldig utvikling, slik at konsekvenser for vannforsyning, naturverdier og rekreasjon kan vurderes og eventuelt avbøtes. Mest sannsynlig er Holsfjorden beskyttet av stor resipientkapasitet, men viktigheten av vannforekomsten tilsier at slik oppfølging er nødvendig.

Forundersøkelsene fortsetter i 2020, med kvartalsprøvetaking på alle stasjoner, automatisk vannovervåking i Isielva (ISI) og ved tre stasjoner i Rustanbekken (RUS1, RUS2 og RUS5), uttak av bunndyrprøver i fiskeførende del av bekkene mot Holsfjorden (DAMUT og VEFUT), fiskeundersøkelse i Isielva samt videreførte undersøkelser av referansestasjonene HOL-N og HOL-T i Holsfjorden.

Litteraturreferanse

- 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., Heggerget, 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. Bunnedyr 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 bunnedyr i vassdragsovervåkning med vekt på organisk forurensing i rennende vann. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 108: 1-70.
- Direktoratsgruppen vanndirektivet. 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 bunnedyrundersøkelse 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 bunnedyr 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.
- Skrutvold, J., Aasestad, I. og Roseth, R. 2020. Forundersøkelser av fisk i vassdrag som kan påvirkes av anleggsarbeid 2019. NIBIO-rapport 6/20/2020.
- 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

Vedlegg I – Analyser vannprøver

Vedlegg II – Klorofyll Holsfjorden

Vedlegg III – Analyser bunndyr

Vedlegg IV – Faun notat – Biologiske undersøkelser 2019

Vedlegg I - Analyser vannprøver

Stasjon	HOL-N						HOL-T					
	16.5.	26.6.	24.7.	20.8.	19.9.	17.10.	16.5.	26.6.	24.7.	20.8.	19.9.	17.10.
Dato	16.5.	26.6.	24.7.	20.8.	19.9.	17.10.	16.5.	26.6.	24.7.	20.8.	19.9.	17.10.
Acenaften - (µg/l)	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaftylene - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Aluminium (Al), filtrert - (µg/l)	35	36	37	32	29	34	34	39	35	32	26	33
Ammonium (NH4-N) - (µg/l)	<5	9,2	12	25	13	10	<5	6,7	9,9	17	18	9,3
Antimon (Sb), filtrert - (µg/l)	0,04	0,037	0,037	0,033	0,026	0,03	0,028	0,033	0,026	0,028	0,03	0,032
Antracene - (µg/l)	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Arsen (As), filtrert - (µg/l)	0,13	0,13	0,14	0,13	0,14	0,13	0,11	0,13	0,14	0,15	0,14	0,12
Benzo[a]antracene - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[a]pyren - (µg/l)2	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[b]fluoranten - (µg/l)3	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[ghi]perylene - (µg/l)4	0,0052	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Benzo[k]fluoranten - (µg/l)5	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Bly (Pb), filtrert - (µg/l)	0,08	<0,010	0,021	0,01	0,012	0,012	0,044	0,014	0,01	<0,010	0,015	<0,010
KromVI	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,0010	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020
Dibenzo[a,h]antracene - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fargetall - (mg Pt/l)	16	19	18	17	18	18	16	18	18	19	17	17
Fenantren - (µg/l)	0,15	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoranten - (µg/l)	0,011	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluorene - (µg/l)	0,1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fosfat (PO4-P) - (µg/l)	2,9	7,2	2,7	<2	2,6	3,8	4,4	2,8	2,5	<2	3,6	3,8
Indeno[1,2,3-cd]pyren - (µg/l)7	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Jern (Fe), filtrert - (µg/l)	16	7,2	15	9,6	12	27	8	15	12	9,6	10	8,5
Kadmium (Cd), filtrert - (µg/l)	0,0069	<0,0040	0,007	<0,0040	<0,0040	<0,0040	0,0068	0,006	<0,0040	<0,0040	0,005	<0,0040
Kalium (K), filtrert - (mg/l)	0,52	0,54	0,49	0,47	0,5	0,49	0,52	0,52	0,44	0,47	0,5	0,5
Kalsium (Ca), filtrert - (mg/l)	5,2	5,1	5,1	5,1	4,9	5	5,1	4,9	4,6	5,1	5	4,9
Klorid (Cl) - (mg/l)	1,56	1,54	1,56	1,65	1,57	1,54	1,77	1,53	1,56	1,67	1,59	1,56
Klorofyll A - (µg/l)8	0,6	3,9	<= 1,3	3,3	<=1,4	<=1,5	<=1,0	<=3,0	<= 1,5	2,6	<=1,7	<=1,6
Kobber (Cu), filtrert - (µg/l)	0,74	<0,050	3,5	0,58	0,56	0,53	0,65	0,61	1,8	0,52	0,58	0,54

Konduktivitet ved 25°C (mS/m)	3,85	3,75	3,78	3,73	3,69	3,77	4,13	3,76	3,79	3,78	3,77	3,83
Krom (Cr), filtrert - (µg/l)	0,088	0,087	0,093	0,072	0,07	0,41	0,093	0,061	0,1	0,066	0,077	0,072
Krysen/Trifenylen - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Kvikksølv (Hg), filtrert - (µg/l)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,025	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003
Magnesium (Mg), filtrert - (mg/l)	0,7	0,73	0,71	0,68	0,75	0,74	0,7	0,75	0,66	0,69	0,75	0,74
Mangan (Mn), filtrert - (µg/l)	0,34	0,27	0,38	0,33	0,45	0,37	0,3	0,42	0,28	0,27	0,37	0,2
Naftalen - (µg/l)	0,56	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,022	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Natrium (Na), filtrert - (mg/l)		1,5	1,4	1,3	1,5	1,4		1,5	1,3	1,3	1,5	1,4
Nikkel (Ni), filtrert - (µg/l)	0,55	<0,050	0,79	0,53	0,49	0,51	0,69	0,56	0,58	0,5	0,53	0,48
Nitrat (NO ₃ -N) - (µg/l)	350	350	330	290	320	310	360	340	340	290	320	320
pH målt ved 23 +/- 2°C	7,2	7,2	7,2	7,3	7,2	7,2	7,2	7,3	7,2	7,3	7,2	7,2
Pyren - (µg/l)	0,026	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Sink (Zn), filtrert - (µg/l)	2,4	2,2	3,4	1,2	1	1,2	2,4	1,4	1,5	0,99	0,97	1,4
Sulfat (SO ₄) - (mg/l)	3,02	3,28	3,55	2,88	3,17	3,09	3,08	3,25	3,72	2,89	3,18	3,16
Sum PAH(16) EPA - (µg/l)												
Sum PAH(16) EPA	0,88	ND	ND	ND	ND	ND	0,022	ND	ND	ND	ND	ND
Sum THC (>C5-C35) - (µg/l)	160	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Suspendert stoff - (mg/l)	< 2	< 2	< 2	< 2	3,1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	3,1	< 2
Suspendert stoff gløderest (mg/l)	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
THC >C10-C12 - (µg/l)	18	<5,0	< 5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C12-C16 - (µg/l)	26	<5,0	< 5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C16-C35 - (µg/l)	92	<20	< 20	<20	<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	< 5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C8-C10 - (µg/l)	20	<5,0	< 5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Total Fosfor - (mg/l)	0,011	0,024	0,011	0,023	0,014	0,011	0,012	0,012	0,012	0,022	0,0049	0,015
Total Nitrogen - (mg/l)	0,48	0,43	0,44	0,59	0,38	0,43	0,46	0,42	0,41	0,39	0,38	0,41
Total organisk karbon (mg/l)	3,3	3,8	3,6	3,7	3,8	3,7	3,2	3,8	3,6	3,5	3,8	3,6
Turbiditet - (FNU/No unit)	0,29	0,56	0,42	0,4	0,77	0,42	0,22	0,71	0,45	0,42	0,39	0,61

Stasjon	DAM				VEF			NOR			
	19.3.	16.5.	20.8.	20.11.	19.3.	16.5.	20.11.	19.3.	16.5.	20.8.	20.11.
Dato	19.3.	16.5.	20.8.	20.11.	19.3.	16.5.	20.11.	19.3.	16.5.	20.8.	20.11.
Acenaften - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	<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	<0,010	<0,010	<0,010
Aluminium (Al), filtrert - (µg/l)	71	120	36	140	25	53	100	21	37	19	110
Ammonium (NH4-N) - (µg/l)	7,1	<5	<5	7,3	<5	<5	7,8	<5	<5	<5	<5
Antimon (Sb), filtrert - (µg/l)	0,059	0,073	0,079	0,061	0,089	0,087	0,13	0,12	0,18	0,16	0,22
Antracen - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Arsen (As), filtrert - (µg/l)	0,14	0,18	0,18	0,19	0,1	0,14	0,2	0,11	0,13	0,13	0,2
Benzo[a]antracen - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[a]pyren - (µg/l)2	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[b]fluoranten - (µg/l)3	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[ghi]perylene - (µg/l)4	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Benzo[k]fluoranten - (µg/l)5	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Bly (Pb), filtrert - (µg/l)	<0,010	0,1	<0,010	0,054	<0,010	0,01	0,057	<0,010	<0,010	<0,010	0,29
KromVI	<0,0010	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,0010	<0,00020	<0,00020	<0,0010	<0,00020	<0,00020	<0,00020
Dibenzo[a,h]antracen - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fargetall - (mg Pt/l)	29	54	19	74	13	21	49	13	19	11	52
Fenantren - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	<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	<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	<0,010	<0,010	<0,010
Fosfat (PO4-P) - (µg/l)	4,5	2,5	2,5	3,1	3,8	3,2	3,9	3,5	3,6	3,1	4,4
Indeno[1,2,3-cd]pyren - (µg/l)7	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Jern (Fe), filtrert - (µg/l)	24	39	3,8	71	4,5	7,1	42	2,9	4,7	1,4	44
Kadmium (Cd), filtrert - (µg/l)	0,006	0,0048	0,0048	0,004	<0,0040	0,0053	0,004	<0,0040	<0,0040	<0,0040	<0,0040
Kalium (K), filtrert - (mg/l)	0,48	0,32	0,83	0,39	1,1	0,94	1,1	0,77	0,53	0,51	0,39
Kalsium (Ca), filtrert - (mg/l)	22	9,2	28	8	39	25	18	48	23	27	11
Klorid (Cl) - (mg/l)	56,2	10,8	37,1	12,6	117	33,5	43,6	154	31,8	35,4	9,03
Klorofyll A - (µg/l)8											
Kobber (Cu), filtrert - (µg/l)	0,22	0,61	0,4	0,39	0,29	0,43	0,71	0,3	0,47	0,37	0,76

Konduktivitet ved 25°C (mS/m)	26,1	8,2	30,3	8,26	51,4	24,2	24,2	62,3	21,6	27,1	9,5
Krom (Cr), filtrert - (µg/l)	0,079	0,11	< 0,050	0,11	0,085	0,075	0,15	0,063	0,077	< 0,050	0,14
Krysen/Trifenylen - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010
Kvikksølv (Hg), filtrert - (µg/l)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003
Magnesium (Mg), filtrert - (mg/l)	2,2	1,1	3,3	0,96	4,3	2,6	1,9	3,7	1,7	2,2	0,91
Mangan (Mn), filtrert - (µg/l)	19	4,9	0,28	4,6	0,25	0,057	1,9	0,27	< 0,050	0,78	1,5
Naftalen - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010
Natrium (Na), filtrert - (mg/l)			24	7,7			25			21	7,5
Nikkel (Ni), filtrert - (µg/l)	0,11	0,19	0,16	0,16	0,13	0,15	0,22	0,067	0,08	0,088	0,17
Nitrat (NO3-N) - (µg/l)	500	84	300	440	660	280	940	550	280	400	470
pH målt ved 23 +/- 2°C - (No unit)	7,2	7,3	8,2	7,2	7,9	8	7,6	7,8	7,9	8	7,5
Pyren - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010	<0,010	< 0,010	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010
Sink (Zn), filtrert - (µg/l)	1,4	3,8	0,23	0,57	1,4	0,38	0,4	0,49	0,27	0,45	< 0,20
Sulfat (SO4) - (mg/l)	3,71	2,29	5,98	2,11	7,89	5,93	7,12	5,11	3,99	4,11	2,99
Sum PAH(16) EPA - (µg/l)											
Sum PAH(16) EPA - (No unit)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sum THC (>C5-C35) - (µg/l)	nd	20	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Suspendert stoff - (mg/l)	< 2	< 2	3,3	< 2	< 2	< 2	3,4	< 2	< 2	3	< 2
THC >C10-C12 - (µg/l)	<5,0	5,9	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C12-C16 - (µg/l)	<5,0	5,8	<5,0	<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	<20	<20	<20
THC >C5-C8 - (µg/l)	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C8-C10 - (µg/l)	<5,0	8,5	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Total Fosfor - (mg/l)	0,0079	0,015	0,04	0,0098	0,025	0,013	0,012	0,0094	0,017	0,036	0,01
Total Nitrogen - (mg/l)	0,59	0,35	0,48	0,66	0,74	0,57	1,1	0,64	0,41	0,54	0,64
Total organisk karbon (mg/l)	5,9	7,9	4,3	10	3,5	4,4	7,9	3,4	4,2	2,9	8,5
Turbiditet - (FNU/No unit)	<0,1	0,17	0,74	0,95	0,18	0,13	1,4	0,21	0,14	0,84	1,1

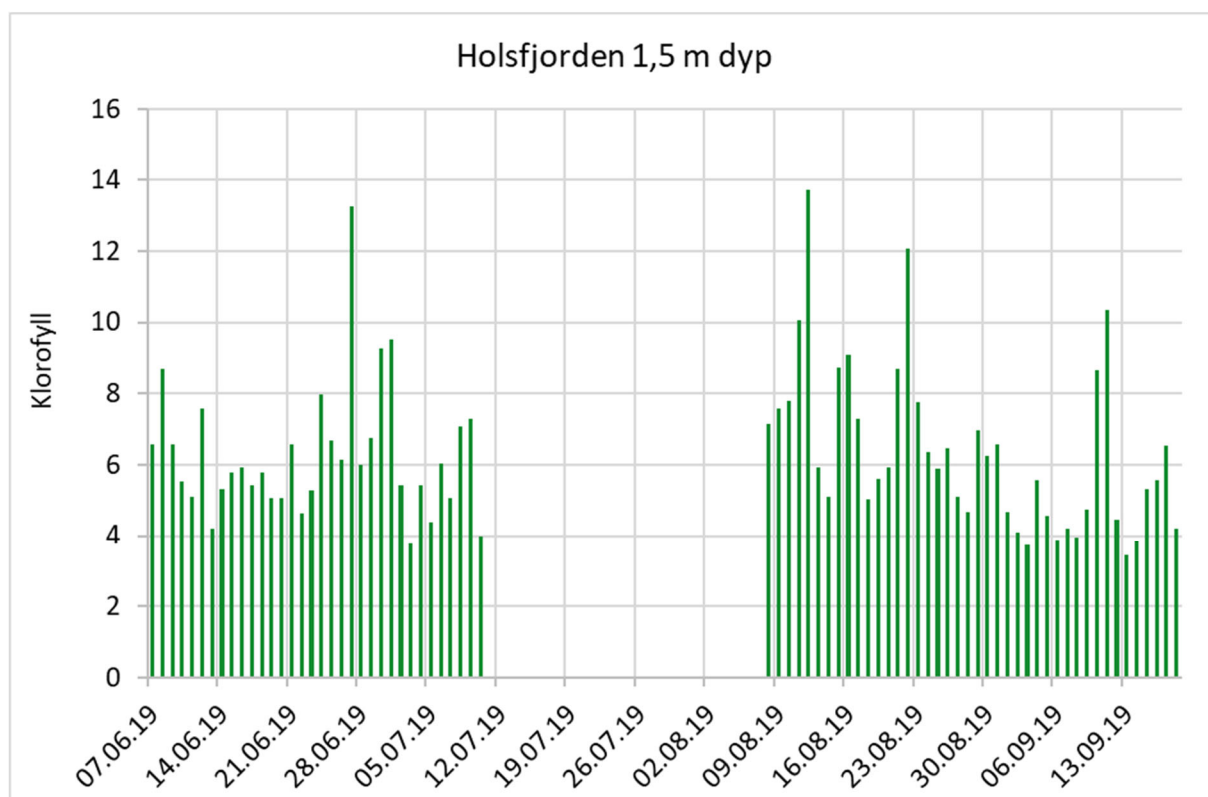
Stasjon	RUS1						RUS2						RUS3	
	19.3.	16.5.	20.8.	22.10.	18.11.	20.11.	19.3.	16.5.	20.8.	22.10.	18.11.	20.11.	19.3.	20.11.
Dato	19.3.	16.5.	20.8.	22.10.	18.11.	20.11.	19.3.	16.5.	20.8.	22.10.	18.11.	20.11.	19.3.	20.11.
Acenaften (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010
Acenaftylen(µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010
Aluminium (Al), filtrert (µg/l)	48	60	31			130	55	68	34			140	67	110
Ammonium (NH4-N) (µg/l)	5,9	5,2	7,1	5,6	6,8	10	<5	10	<5	6,5	<5	13	26	41
Antimon (Sb), filtrert (µg/l)	0,083	0,083	0,09			0,082	0,082	0,087	0,092			0,093	0,098	0,1
Antracen - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010
Arsen (As), filtrert (µg/l)	0,1	0,15	0,18			0,18	0,12	0,16	0,19			0,18	0,17	0,22
Benzo[a]antracen (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[a]pyren (µg/l)2	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<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	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[ghi]perylene (µg/l)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<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	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Bly (Pb), filtrert (µg/l)	0,014	0,022	<0,010			0,057	0,018	0,024	<0,010			0,062	0,051	0,074
KromVI	<0,0010	<	<			<	<	<	<			<	<	<
		0,0002	0,0002			0,0002	0,0002	0,0002	0,0002			0,0002	0,0002	0,0002
Dibenzo[a,h]antracen (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010
Fargetall (mg Pt/l)	19	26	17			46	24	33	21			51	44	60
Fenantren (µg/l)	<0,010	<0,010	<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	<0,010	<0,010
Fluoren (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010
Fosfat (PO4-P) (µg/l)	6	4,2	5,6			6,6	5,1	3,8	5			5,7	4,6	10
Indeno[1,2,3-cd]pyren (µg/l)	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<	<	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<	<0,0020	<
					0,0020	0,0020						0,0020		0,0020
Jern (Fe), filtrert (µg/l)	15	14	6,1			41	22	18	8,5			44	64	54
Kadmium (Cd), filtrert (µg/l)	0,019	0,0053	0,0048			0,008	0,006	0,005	<			0,006	0,0069	0,007
									0,0040					
Kalium (K), filtrert (mg/l)	0,95	0,69	0,73			0,64	0,87	0,65	0,7			0,67	1,2	1,2
Kalsium (Ca), filtrert (mg/l)	26	15	19			11	28	16	20			11	28	15
Klorid (Cl) - (mg/l)	128	16,2	19			11,8	126	14,5	21,8			12,4	101	24,1

Klorofyll A - (µg/l)8														
Kobber (Cu), filtrert (µg/l)	0,48	0,56	0,53			0,6	0,4	0,57	0,5			0,59	0,55	0,66
Konduktivitet ved 25°C (mS/m)	51,4	14,9	19,7			10,3	50,4	13,7	20,5			11	45,5	16,6
Krom (Cr), filtrert (µg/l)	0,077	0,079	<0,050			0,14	0,07	0,081	0,055			0,12	0,11	0,12
Krysen/Trifenylen (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010
Kvikksølv (Hg), filtrert (µg/l)	<0,002	<0,002	<0,002			<0,002	<0,002	<0,002	<0,002			<0,002	<0,002	<0,002
Magnesium (Mg), filtrert (mg/l)	2,6	1,5	2,1			1,2	3,1	1,7	2,6			1,3	3,8	1,8
Mangan (Mn), filtrert - (µg/l)	3,1	0,29	0,7			4	4,8	0,72	1,4			5,1	16	20
Naftalen - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010
Natrium (Na), filtrert - (mg/l)			15			8,9			15			8,9		15
Nikkel (Ni), filtrert - (µg/l)	0,13	0,18	0,13			0,23	0,13	0,16	0,18			0,21	0,18	0,22
Nitrat (NO3-N) - (µg/l)	880	410	580	510	790	750	740	380	530	430	720	710	620	770
pH målt ved 23 +/- 2°C - (No unit)	7,6	7,8	8,1			7,5	7,7	7,8	8			7,4	7,5	7,4
Pyren - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010	<0,010			<0,010	<0,010	<0,010
Sink (Zn), filtrert - (µg/l)	2,1	1,5	0,51			0,99	1,5	0,77	0,25			0,79	1,9	1,9
Sulfat (SO4) - (mg/l)	7,64	5,91	6,82			4,89	7,05	5,3	5,57			4,76	5,63	5,24
Sum PAH(16) EPA - (µg/l)														
Sum PAH(16) EPA - (No unit)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sum THC (>C5-C35) - (µg/l)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Suspendert stoff - (mg/l)	2,2	< 2	< 2	< 2	< 2	5,5	2,3	< 2	2,7	< 2	< 2	3,9	< 2	3,2
THC >C10-C12 - (µg/l)	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<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	<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	<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	<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	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Total Fosfor - (mg/l)	0,02	0,022	0,036			0,02	0,01	0,02	0,035			0,02	0,012	0,023
Total Nitrogen - (mg/l)	0,99	0,58	0,72	0,66	0,86	0,88	0,83	0,59	0,71	3	0,79	0,87	0,79	0,97
Total organisk karbon (mg/l)	4	4,7	3,7			7,2	4,6	5,5	4,4			7,6	7	8,3
Turbiditet - (FNU/No unit)	0,57	0,76	0,21	0,64	0,89	3,2	0,62	0,48	0,54	0,62	1,5	3,7	0,69	1,6

Stasjon	ISI			
	19.3.	16.5.	20.8.	20.11.
Dato				
Acenaften - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010
Acenaftylen - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010
Aluminium (Al), filtrert - (µg/l)	50	79	35	160
Ammonium (NH4-N) - (µg/l)	<5	<5	<5	5,4
Antimon (Sb), filtrert - (µg/l)	0,057	0,05	0,06	0,049
Antracen - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010
Arsen (As), filtrert - (µg/l)	0,1	0,13	0,18	0,17
Benzo[a]antracen - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010
Benzo[a]pyren - (µg/l)2	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010
Benzo[b]fluoranten - (µg/l)3	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010
Benzo[ghi]perylene - (µg/l)4	<0,0020	<0,0020	<0,0020	< 0,0020
Benzo[k]fluoranten - (µg/l)5	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010
Bly (Pb), filtrert - (µg/l)	0,011	0,015	0,012	0,045
KromVI	< 0,0010	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020
Dibenzo[a,h]antracen - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010
Fargetall - (mg Pt/l)	22	33	25	60
Fenantren - (µg/l)	<0,010	0,03	<0,010	< 0,010
Fluoranten - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010
Fluoren - (µg/l)	<0,010	0,018	<0,010	< 0,010
Fosfat (PO4-P) - (µg/l)	4,7	3	2,5	3,1
Indeno[1,2,3-cd]pyren - (µg/l)7	<0,0020	<0,0020	<0,0020	< 0,0020
Jern (Fe), filtrert - (µg/l)	18	21	35	56
Kadmium (Cd), filtrert - (µg/l)	0,011	0,0047	0,0079	0,005
Kalium (K), filtrert - (mg/l)	0,45	0,35	0,44	0,27
Kalsium (Ca), filtrert - (mg/l)	19	13	16	7,1
Klorid (Cl) - (mg/l)	30,6	4,38	7,29	1,75
Kobber (Cu), filtrert - (µg/l)	0,28	0,38	0,54	0,37
Konduktivitet ved 25°C (mS/m)	18,8	7,97	13,2	4,67
Krom (Cr), filtrert - (µg/l)	0,068	0,075	0,14	0,14
Krysen/Trifenylene - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010
Kvikksølv (Hg), filtrert - (µg/l)	<0,002	<0,002	<0,002	0,002
Magnesium (Mg), filtrert - (mg/l)	1,7	1,1	1,6	0,66
Mangan (Mn), filtrert - (µg/l)	1,5	0,49	1,5	2,7
Naftalen - (µg/l)	<0,010	0,18	<0,010	< 0,010
Natrium (Na), filtrert - (mg/l)			6,4	2
Nikkel (Ni), filtrert - (µg/l)	0,11	0,13	0,27	0,17
Nitrat (NO3-N) - (µg/l)	620	180	310	450
pH målt ved 23 +/- 2°C - (No unit/No unit)	7,7	7,7	8	7,2
Pyren - (µg/l)	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,010
Sink (Zn), filtrert - (µg/l)	1,6	0,88	0,69	1,5
Sulfat (SO4) - (mg/l)	4,59	3	3,77	2

Sum PAH(16) EPA (µg/l)	ND	0,23	ND	ND
Sum THC (>C5-C35) - (µg/l)	nd	21	nd	nd
Suspendert stoff - (mg/l)	< 2	< 2	< 2	2,3
THC >C10-C12 - (µg/l)	<5,0	11	<5,0	<5,0
THC >C12-C16 - (µg/l)	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C16-C35 - (µg/l)	<20	<20	<20	<20
THC >C5-C8 - (µg/l)	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C8-C10 - (µg/l)	<5,0	10	<5,0	<5,0
Total Fosfor - (mg/l)	0,016	0,013	0,024	0,0097
Total Nitrogen - (mg/l)	0,71	0,37	0,47	0,61
Total organisk karbon (TOC/NPOC) - (mg/l)	4,3	5,3	4,8	8,5
Turbiditet - (FNU/No unit)	0,37	0,29	0,35	0,91

Vedlegg II – Klorofyll Holsfjorden



Vedlegg III – Artsliste bunndyr

	Vår				
	ISI	RUS1	DAM1	DAM2	NOR1
NEMATODA (Rundormer)	4	4	68	28	-
OLIGOCHAETA (Fåbørstemark)					
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Vannmeitemark)	8	-	1	-	1
Lumbricidae ubestemte (Meitemark)	12	32	8	-	8
<i>Lumbriculus variegatus</i>	1	-	-	2	-
<i>Stylodrilus heringianus</i>	28	8	1	24	-
Tubificidae ubestemte	-	-	-	-	16
Enchytraeidae ubestemte	36	8	-	64	24
Ubestemte små (Naididae, Enchytraeidae)	4	4	20	100	120
Ubestemte	-	-	88	-	-
Ubestemte kokonger	4	8	4	12	40
BIVALVIA (Muslinger)					
<i>Pisidium</i> sp. (Ertemuslinger)	-	-	1	12	24
GASTROPODA (Snegl)					
<i>Ancylus fluviatilis</i> (Høy toppluesnegl)	-	12	-	-	-
<i>Bathymomphalus contortus</i> (Remsnegl)	4	-	-	-	-
<i>Carychium</i> sp.	-	-	3	4	-
<i>Lymnaea truncatula</i> (Leveriktesnegl)	-	-	4	-	8
<i>Zonitoides</i> sp.	-	-	-	4	8
CRUSTACEA (Krepsdyr)					
Copepoda, Cyclopoida (Hoppekreps)	-	-	-	4	-
<i>Gammarus lacustris</i> (Marflo)	-	1	-	-	-
Ostracoda (Muslingkreps)	-	-	48	-	40
ACARI (Vannmidd)	8	8	24	16	48
COLLEMBOLA (Spretthaler)	-	8	1	8	8
EPHEMEROPTERA (Døgnfluer)					
<i>Alainites muticus</i>	108	280	8	8	1440
<i>Baëtis rhodani</i>	172	416	84	-	120
<i>Centroptilum luteolum</i>	1	4	-	-	-
<i>Leptophlebia marginata</i>	4	-	-	-	-
<i>Nigrobaëtis niger</i>	-	1	-	-	-
PLECOPTERA (Steinfluer)					
<i>Amphinemura borealis</i>	4	12	-	-	-
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	60	100	2	-	208
<i>Brachyptera risi</i>	4	76	40	120	72
<i>Diura nanseni</i>	1	1	-	-	16
<i>Isoperla grammatica</i>	-	4	8	8	-
<i>Leuctra hippopus</i>	4	1	-	-	-
<i>Leuctra nigra</i>	-	-	4	-	40
<i>Leuctra</i> sp. (små)	4	16	4	-	216
<i>Nemoura cinerea</i>	-	2	-	4	8
Nemouridae ubestemte (meget små)	-	-	16	-	16
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	16	20	-	-	-
Ubestemte (meget små)	-	-	-	-	24
TRICHOPTERA (Vårfluer)					
<i>Anitella obscurata</i>	-	-	-	-	16
<i>Agapetus ochripes</i>	4	-	-	-	-
<i>Crunoecia irrorata</i>	-	-	-	-	192

<i>Hydropsyche siltalai</i>	-	4	-	-	-
<i>Ithytrichia lamellaris</i>	1	1	-	-	-
<i>Lepidostoma hirtum</i>	4	-	16	8	-
Limnephilidae ubestemte (små)	-	4	-	-	56
<i>Micrasema gelidum</i>	-	-	-	-	192
<i>Micrasema setiferum</i>	4	-	-	-	-
<i>Micropterna sequax</i>	-	-	-	1	-
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	-	-	8	-	1
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	3	8	-	-	-
<i>Potamophylax cingulatus</i>	-	-	-	-	16
<i>Potamophylax nigricornis</i>	-	-	1	-	-
<i>Rhyacophila nubila</i>	1	16	-	-	1
<i>Sericostoma personatum</i>	2	8	128	-	192
<i>Silo pallipes</i>	8	1	-	-	8
LEPIDOPTERA (Sommerfugler)					
Pyralidae ubestemte	-	-	-	-	8
COLEOPTERA (Biller)					
Dytiscidae ubestemte (larver)	-	-	-	4	-
Dytiscidae ubestemte (voksne)	-	-	2	-	-
<i>Elodes</i> sp.	4	-	64	12	232
<i>Elmis aenea</i> (larver)	-	-	64	4	312
<i>Elmis aenea</i> (voksne)	-	-	52	16	80
<i>Hydraena</i> sp. (voksne)	1	32	20	16	192
<i>Limnius volckmari</i> (larver)	12	56	-	-	-
Scirtidae ubestemte (larver)	1	-	-	-	-
DIPTERA (Tovinger)					
CERATOPOGONIDAE (Svknott)	1	12	12	16	48
CHIRONOMIDAE (Fjærmygg)	264	484	372	156	3920
EMPIDIDAE (Dansefluer)	8	4	16	8	48
EPHYDRIDAE (Vannfluer)	12	-	4	8	24
LIMONIIDAE (Småstankelbein)					
<i>Eloeophila</i> sp.	-	-	-	-	24
<i>Rhypholophus</i> sp.	-	-	4	4	8
PEDICIIDAE (Småstankelbein)					
<i>Dicranota</i> sp.	-	4	4	-	16
<i>Pedicia rivosa</i>	-	-	-	-	8
PSYCHODIDAE (Sommerfuglmygg)					
<i>Pericoma</i> sp.	-	-	12	-	16
<i>Berdeniella</i> sp.	-	1	-	-	-
SIMULIIDAE (Knott)	44	292	192	504	248
DIPTERA UBESTEMTE (larver)	-	-	-	-	1
EPT	19	20	11	6	15
ASPT	7,00	6,50	6,06	5,64	6,55

	Høst				
	DAM	ISI	RUS 2	RUS1	VEF
Bivalvia					
<i>Pisidium</i> sp.	12				
Biller					
<i>Elmis aenea</i>		3	14	33	2
<i>Elodes</i> sp.			2		7
<i>Hydraena gracilis</i>	1	18		19	4
<i>Hydraena</i> sp.					1
Tovinger					
Ceratopogonidae (indet.)					2
Chironomidae (indet.)	204	67	26	234	80
Empididae (indet.)	1	1		1	
Limoniidae (indet.)	1				
Pediciidae (indet.)	4	1	8	18	1
Psychodidae (indet.)	1	1	4	7	
Simuliidae (indet.)	516	270	34	132	46
Tipulidae (indet.)	2		1		2
Døgnfluer	67	221	772	882	73
<i>Baetis rhodani</i>	66	185	656	684	54
<i>Baetis</i> sp.		36	116	198	19
Leptophlebiidae (indet.)	1				
Snegler					
<i>Gyraulus</i> sp.					1
Steinfluer					
<i>Amphinemura</i> sp. (små)		35	132	138	5
<i>Brachyptera risi</i>	114	90	106	198	43
<i>Capnia</i> sp.				4	
Capnidae (indet.)			2		
<i>Diura nanseni</i>	6	2	2	3	11
<i>Isoperla</i> sp. (små)	62		5	14	3
<i>Leuctra hippopus</i>	48	2	2	38	9
<i>Nemoura avicularis</i>			1		
<i>Nemoura cinerea</i>		1	4		
Nemouridae (indet.) (små)	97		8	3	
<i>Protonemura meyeri</i>		8	51	96	1
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>				3	
Vårfluer					
Goeridae (indet.)				3	
<i>Hydropsyche</i> sp. (små)		1			
<i>Hydroptila</i> sp.		42	1	15	
Limnephilidae (indet.)	1			1	
<i>Micrasema setiferum</i>		2			
<i>Micropterna lateralis</i>	4				
<i>Micropterna sequax</i>	1				
<i>Micropterna</i> sp.	2				
Philopotamidae (indet.)	1				
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	2				1
Polycentropidae (indet.)		1		2	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		1	2	1	
<i>Potamophylax cingulatus</i>			1		
<i>Potamophylax latipennis</i>					1
<i>Potamophylax</i> sp. (små)	2	2	2		4
<i>Rhyacophila nubila</i>		2	9	4	
<i>Rhyacophila</i> sp. (små)		1	2	2	

<i>Sericostoma personatum</i>			1	2	10
<i>Silo pallipes</i>			1	1	
<i>Wormaldia occipitalis</i>					1
Øvrige					
Acari (indet.)	3	12	2	2	1
Oligochaeta (indet.)	45		1		1

Vedlegg IV – Biologiske analyser i Holsfjorden og tilløpselver, 2019 (FAUN)



Biologiske analyser i Holsfjorden og tilløpselver, 2019

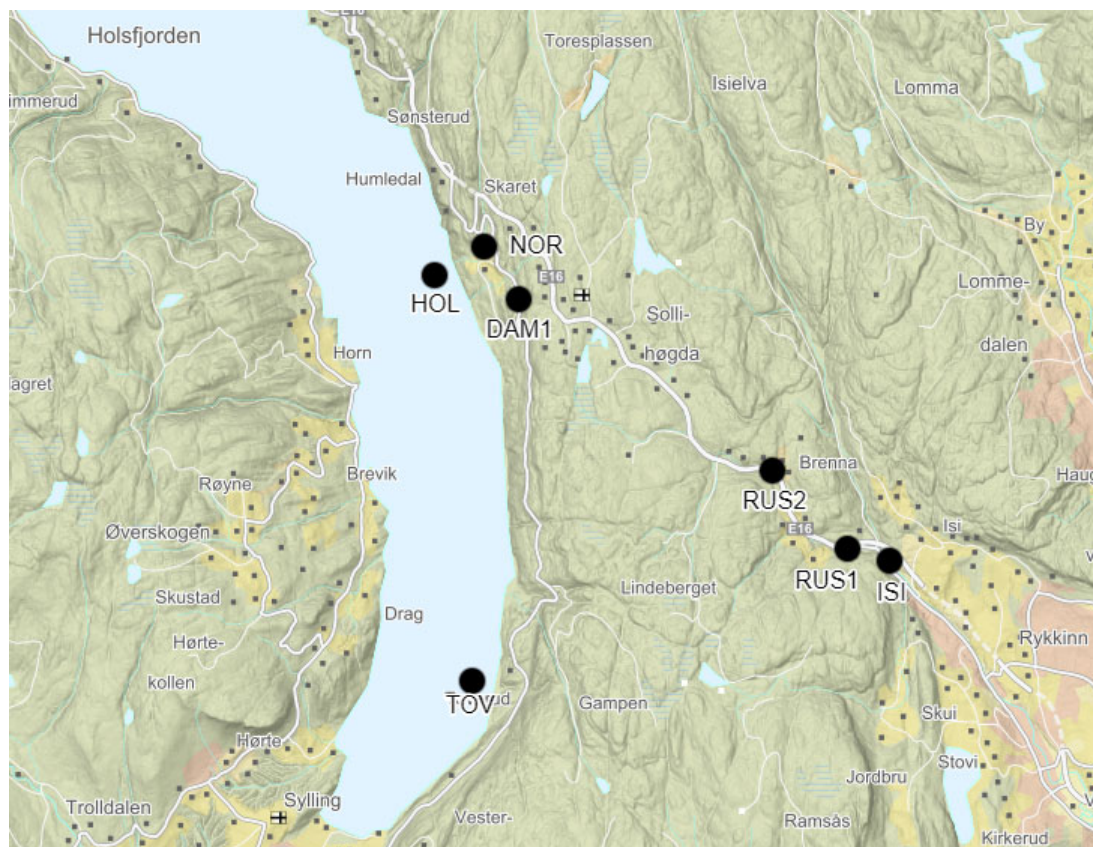
FAUN NOTAT 019-2019 | 2019 | Fiske- og vassdragsforvaltning |
Kristine Våge (Faun), Silje Hereid (Faun), Johanna Skrutvold (NIBIO), og
Elisabeth Skautvedt (Faun)

Bakgrunn

I forbindelse med utbygging/utbedring av E16 strekning Bjørum-Skaret gjennomføres det miljøovervåking av Tyrifjorden, samt tilløpsbekker.

Det ble tatt planktonprøver fra to stasjoner. Disse er tatt i den delen av Tyrifjorden som kalles Holsfjorden. Stasjonen HOL, ligger like ved utløpet av Nordlandsbekken (fig. 1) og stasjonen TOV, ligger utenfor området Toverud, ikke langt fra Sylling. I tillegg er det tatt prøver fra fire tilløpsbekker til Holsfjorden; Isielva (ISI), Rustanbekken (RUS1 og RUS2), Nordlandsbekken (NOR) og Damtjernbekken (DAM1).

Oversikt over stasjoner, samt ytterligere informasjon er gitt i figur og tabell nedenfor (figur 1 og tabell 1).



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

Tabell 1. Informasjon om stasjonene som er prøvetatt i Holsfjorden, 2019. PP = planteplankton, SK= småkreps, VK = vannkjemii og BA = begroingsalger.

Stasjonsnavn	Kode	Parametere	Koordinater, UTM 33	Vanntype	Vann-nett ID
Holsfjorden	Hol	PP, SK ,VK	238390, 6657244	L107	012-91961
Holsfjorden	TOV	PP, SK, VK	239070, 6651446		012-91962
Isibekken	ISI	BA	244671/6652076	R107	008-91965
Rustanbekke	RUS1	BA	244150/6653305	R108	008-91945
Rustanbekken	RUS2	BA	243090/6654419	R108	008-92817
Damtjernbekken	DAM1	BA	239513/6656821	R206	012-91968
Nordlandsbekken	NOR	BA	239026/6657572	R206	012-91966

Metoder

2.1 Feltarbeid og analyser

Planteplankton og vannprøver

Prøvetaking på stasjonene HOL og TOV i Holsfjorden ble gjennomført: seks ganger på datoene 16 mai, 26 juni, 23.juli, 16 august, 18 september og 17 oktober. Planteplankton og vannprøver ble tatt som en blandprøve fra 0 – 10m i sirkulasjonsperioder og som en blandprøve fra epilimnion i perioden med termisk sjiktning, jf. Metodikk beskrevet i klassifiseringsveileder 02:2018. Alle vannkjemiske analyser er gjennomført av Eurofins AS.

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. Planteplankton er analysert av Trond Stabell (Norconsult).

Småkreps

Det ble tatt prøver av dyreplankton fra to pelagiske stasjoner, i tillegg til to litorale stasjoner i mai, juli og september. De pelagiske prøvene ble tatt som vertikale håvtrekk fra så nær bunnen som praktisk mulig uten å berøre sedimentene til vannoverflaten. Mens prøvene fra litoralsonen ble tatt som horisontale trekk, jf. Metodikk gitt i klassifiseringsveilederen 02:2018. Prøvene ble konserverert med Lugols løning og analysert av Elisabeth Skautvedt (Faun).

Begroingsalger

Prøver av begroingsalger i tilløpselver ble samlet inn den 16 august. Prøvetaking av begroingsalger ble gjennomført ved å undersøke elvebunnen for synlige alger, og ved å børste av overflaten på et utvalg steiner, jf. Metodikk bekrevet i klassifiseringsveileder 02:2018. Prøvene ble tilsatt Lugols løsning for konservering og algene ble bestemt i mikroskop. Arter og slekter som inngår i PIT- og AIP-indeks ble identifisert. Disse utgjorde grunnlaget for klassifisering av lokalitetene ut fra kvalitetselementet «begroingsalger». Artsbestemmelsen ble utført av Trond Stabell (Norconsult).

2.2 Klassifisering

I den gjeldende versjonen av klassifiseringsveilederen 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 *avviket* 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).

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 tabell 2 er klassegrensene for denne

innsjøtypen gitt for alle komponentene som er relevante i kvalitetselementene «planteplankton», samt støtteparametere «total fosfor», «siktedyp», og «total nitrogen». Klassifiseringen av siktedyp er gjort på bakgrunn av dette årets gjennomsnittlige fargetall og klassegrensene etter denne kategorien. Basert på fargetall havner HOL og TOV i undertype «c» for L-N1 for siktedyp. Siden Holsfjorden er typifisert som «moderat kalkrik, klar», kan ikke indeksene for småkrepser (LACI-1 og LACI-2) benyttes i tilstandsklassifiseringen. Likevel kan artsinventaret gi oss en indikasjon om forholdene i innsjøen.

Tabell 2. Kvalitetselementet «planteplankton». Klassegrenser for innsjøtype L-N1 som er relevant for denne undersøkelsen. For siktedyp er klassegrensene tatt fra undertype c.

Parameter		Referanse-verdi	Maksimal-verdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
planteplankton	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
Støtteparametere	Total fosfor	6		< 10	10 – 17	17 – 26	26 – 42	> 42
	Totalt nitrogen	275		< 425	425 – 675	675 – 950	950 – 1425	> 1425
	Siktedyp	5,5		>3,8	3,8 – 3,4	3,4 – 2,4	2,4 – 1,6	< 1,6

Utrekning av normalisert EQR-verdi (nEQR) for kvalitetselementet «planteplankton» som helhet gjøres på følgende måte:

- 1) Ta gjennomsnittet av nEQR for klorofyll *a* og for nEQR for totalbiomasse av planteplankton. Gjennomsnittet benyttes fordi disse to analysene begge er et mål på mengden av planteplankton.
- 2) Artssammensetningen, uttrykt som PTI-verdi, skal tas med i betraktning. Ta derfor gjennomsnittet av nEQR verdi i 1). og nEQR-verdi for PTI.
- 3) Hvis nEQR for cyano_{max} er større enn nEQR-verdi fra 2), blir verdien fra 2) den endelige nEQR-verdien for kvalitetselementet.
Hvis nEQR for cyano_{max} er mindre enn nEQR-verdi fra 2): Ta gjennomsnittet av nEQR-verdiene i 1) og 2) og nEQR-verdi for cyano_{max}.

Det regnes også ut EQR-verdi (nEQR) for alle støtteparameterne (TOT P, TOT N og siktedyp), som anvist i klassifiseringsveilederen. Parametere som er sensitive for samme påvirkning, i dette tilfelle eutrofiering, kombineres til en normalisert nEQR ved å beregne gjennomsnitt av nEQR-verdier for hver parameter.

Begroingsalger

Det utvikles ikke samfunn av planteplankton i rennende vann. Derfor benyttes heller påvekstalger (også kalt begroingsalger) som indikatorer på lokalitetens trofigrad. Alle bekkene er kalkrike, med et kalsiuminnhold i området 20 – 35 mg Ca/l. Klassifisering av påvekstalger gjøres ved å bruke indeksene for AIP (forsuirng) og PIT (eutrofiering). For elver med kalsiuminnhold over 1 mg/l er klassegrensene som angitt i tabell 3.

Tabell 3. Klassegrenser for begroingsalger i lokaliteter med kalsiumkonsentrasjon over 1 mg/l for PII-indeks og >4 mg/l for AIP-indeksen.

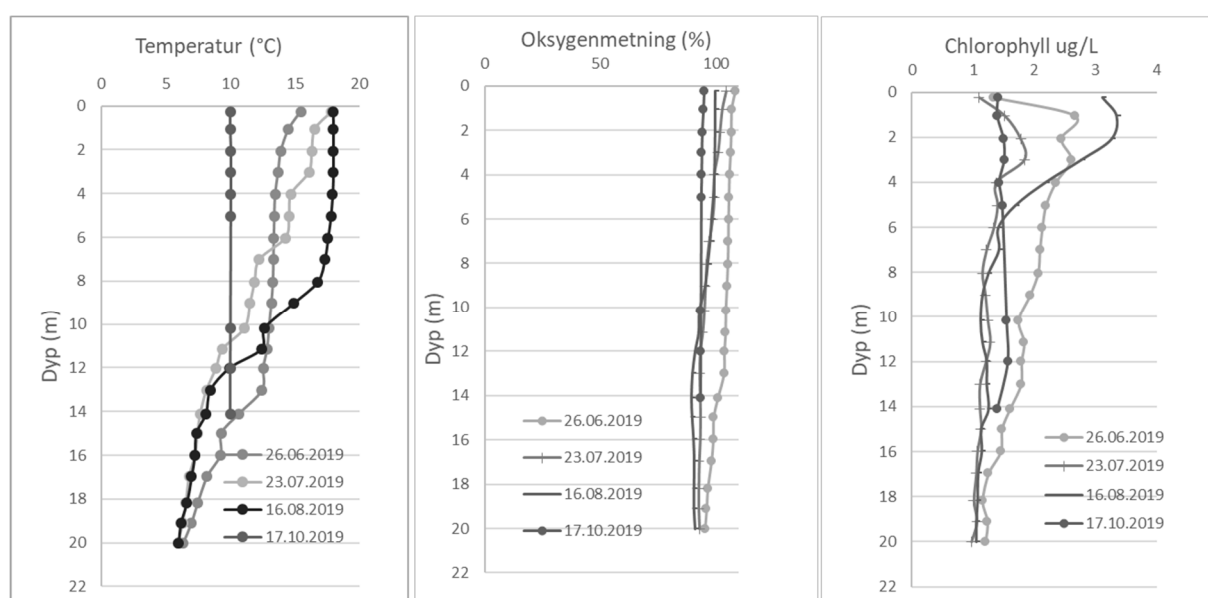
Parameter	Referanseverdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
PII	6,71	< 9,69	9,69 – 16,18	16,18 – 31,34	31,34– 46,50	> 46,50
AIP	7,10	7,10-7,04	7,04-6,92	6,92-6,80	6,80-6,68	<6,68

Resultat

3.1 Referansestasjon, Holsfjorden (TOV)

Det ble målt temperatur, oksygen (%) og klorofyll fra overflaten og ned til temperatursjiktet med multiparametersonde (figur 2). Det var tendenser til en temperatursjiktning i de øverste 10 meterne av vannsøylen i juli, men det utvikler seg imidlertid ikke en skarp temperaturgradient. Dette er ofte typisk for store innsjøer. Det ble målt et gradvis avtak i temperaturen i området fra 10 – 20 meters dyp.

Enkelte arter, bl.a. innenfor gruppen cyanobakterier, er i stand til å utnytte vannets tetthetsgradient i temperatursprangsjiktet til å utvikle store populasjoner der. I dette området er ofte tilgangen på næringsalter bedre, men samtidig er lysforholdene dårlige. Disse artene er gjerne svaktlysadaptert, og det finnes mange eksempler på at de har utviklet store populasjoner i et snevert dybdeintervall akkurat der vanntemperaturen synker raskt. Slike sjikt kan lettest oppdages ved å gjøre målinger av klorofyll *in situ* med en sensor. Resultater fra slike målinger må likevel tolkes med forsiktighet, siden sensorer for klorofyll generelt kan respondere på en økt partikkeltetthet, uavhengig av om dette skyldes levende organismer eller ikke. Planteplankton som driver aktiv fotosyntese, produserer samtidig oksygen. Dersom vi får et positivt utslag både på klorofyll- og oksygensensoren, er det en sterk indikasjon på at vi har funnet et sjikt med betydelig forekomst av planteplankton. I våre vertikalserier av klorofyll-målinger kunne vi ikke registrere noen økning av planteplankton i temperatursprangsjiktet og oksygenmålingene viser også gode forhold.

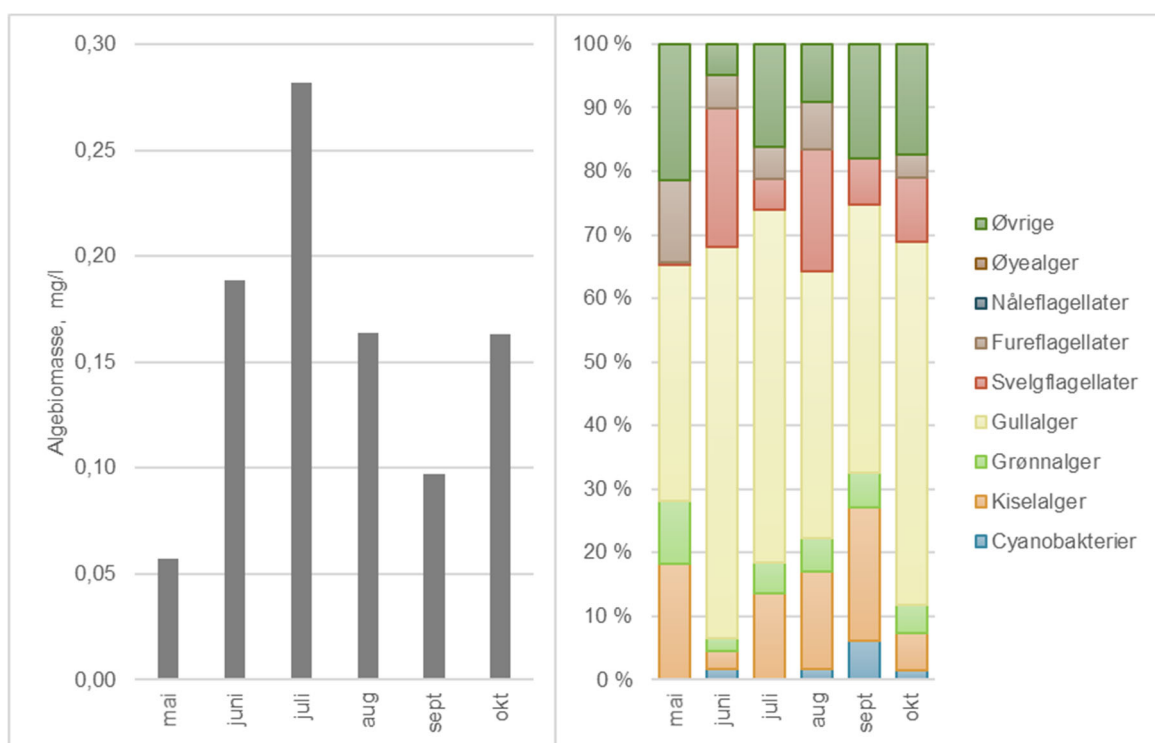


Figur 2. Vertikalprofiler av temperatur (°C), oksygenmetning i % og klorofyll (µg/l) ved stasjonen Toverud i Holsfjorden (TOV) fra juni, juli, august og oktober 2019.

Forekomsten av planteplankton var gjennomgående lav gjennom hele sesongen, med et godt sammensatt samfunn med arter fra mange ulike algeklasser (figur 3). I slutten av juli var det en liten oppblomstring av gullalger, men vurdert ut fra mengde og sammensetning kom innsjøen totalt sett likevel helt klart ut i beste tilstandsklasse.

Når det gjelder det fysiske-kjemiske støtteparameterne er det tatt gjennomsnitt av nEQR-verdiene for total fosfor og siktedyp. Gjennomsnittsverdien av total fosfor var generelt høyere, sammenlignet med verdiene for 2018, men når det kombineres med siktedyp blir stasjonen likevel satt til «svært god» (tabell 4).

Nitrogeninnhold i ferskvann har som regel liten betydning for forekomsten av planteplankton, siden det sjelden er begrensende for vekst. Total nitrogen kom ut med en nEQR verdi på 0,81, som tilsvarer tilstandsklasse «svært god», men påvirker ikke den endelige klassifiseringen av innsjøen.



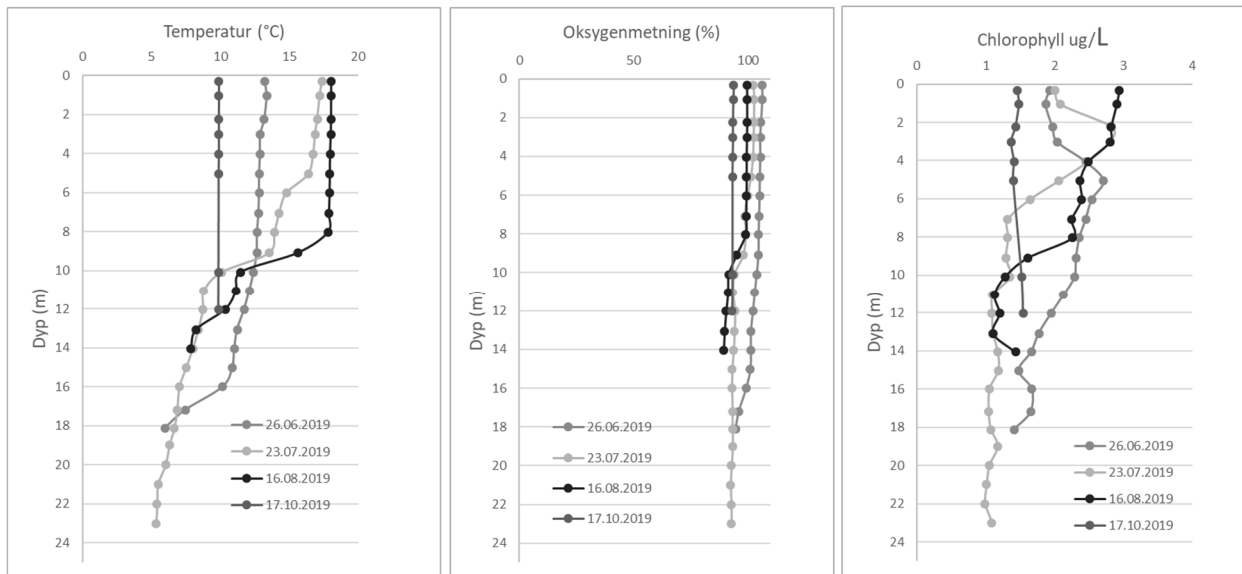
Figur 3. Holsfjorden, stasjon TOV. Biomasse og sammensetning av planteplankton.

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

Dato	Tot - N (µg/l)	Tot - P (µg/l)	Siktedyp (m)	Klorofyll <i>a</i> (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Økologisk tilstand
16.05.2019	460	12,0	-	1,0	0,057	2,010	-	
26.06.2019	420	12,0	4,5	3,0	0,188	2,165	0,0032	
23.07.2019	410	12,0	6,1		0,282	2,017	-	
16.08.2019	390	22,0	6,2	2,6	0,164	2,214	0,0029	
18.09.2019	380	4,9	6,5	1,7	0,097	2,117	0,0060	
17.10.2019	410	15,0	6,0	1,6	0,163	2,021	0,0024	
Gjennomsnitt	411	13,0	5,9	1,98	0,159	2,091		
nEQR				1,0	1,00	1,00		
	0,81	0,69	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	Svært god

3.2 Hovedstasjon, Holsfjorden (HOL)

Det ble målt temperatur, oksygen (%) og klorofyll fra overflaten og ned til temperatursjiktet med en multiparametersonde (figur 4). Også her var det tendenser til en temperatursjiktning i de øverste 10 meterne av vannsøylen i juli og august, men som vanlig i store innsjøer utviklet det seg ikke en skarp temperaturgradient. Det ble målt et gradvis avtak i temperaturen i området fra 10 – 20 meters dyp. Oksygeninnholdet var også høyt i dette dybdeintervallet. I våre vertikalserier av klorofyll-målinger kunne vi ikke registrere noen økning av planteplankton i temperatursprangsjiktet, bortsett fra i juni da er det var en liten topp i klorofyll på 4-6 meters dyp. Dette kan skyldes opphoping av materiale fra våroppblomstring av planteplankton.

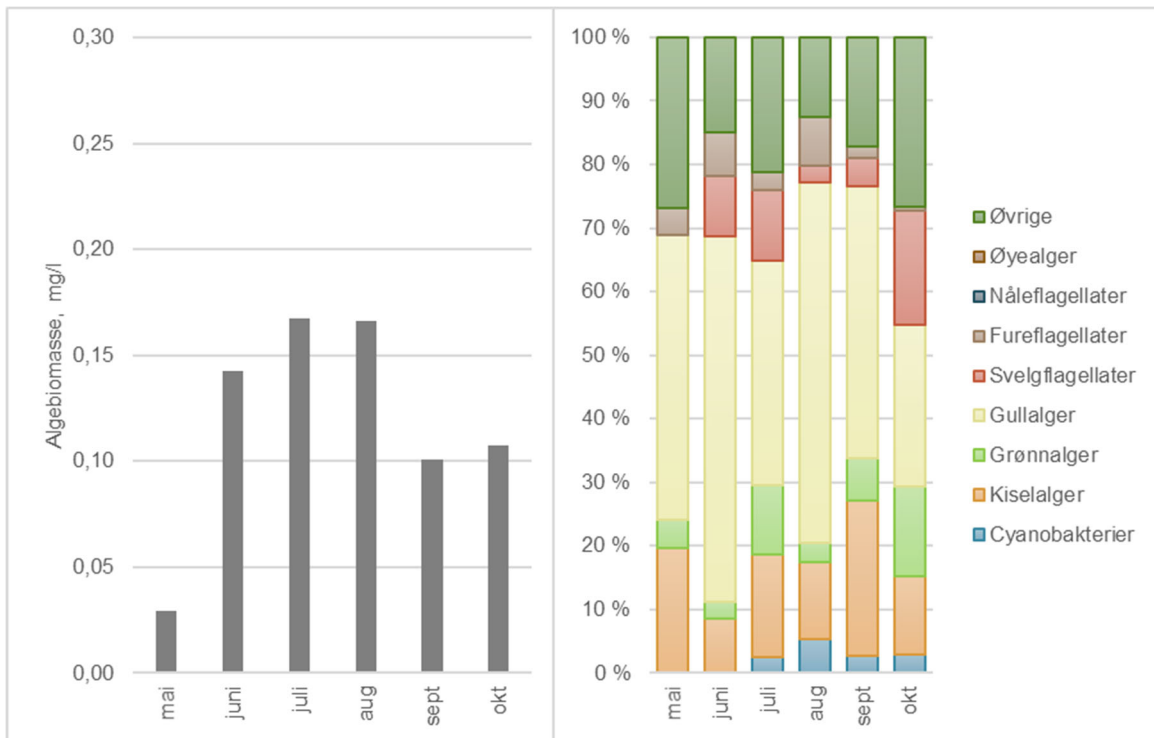


Figur 4. Vertikalprofiler av temperatur (°C), oksygenmetning i % og klorofyll (µg/l) ved stasjonen Holsfjorden (HOL) fra juni, juli, august og oktober 2019.

Biomassen av planteplankton på stasjonen HOL var noe lavere, sammenlignet med TOV (figur 5). Det er ingen tydelig økning i biomassen på vår og høst, noe som kan bety at våre prøver kan ha blitt tatt i for- og etterkant av vår- og høstoppblomstringene. Artssammensetningen av planteplanktonet var god gjennom hele sesongen med et variert samfunn. Akkurat som biomassen av planteplankton, ga indeksen som forteller om artssammensetningen (PTI) også en «svært god» tilstand.

Når det gjelder det fysisk-kjemiske støtteparameterne er det tatt gjennomsnitt av nEQR-verdiene for total fosfor og siktedyp. Gjennomsnittsverdien av total fosfor var generelt høyere, sammenlignet med verdiene for 2018, men når det kombineres med siktedyp blir stasjonen blir likevel satt til «svært god» (tabell 5).

Total nitrogen kom ut med en nEQR verdi på 0,76, som tilsvarer tilstandsklasse «svært god», men påvirker ikke den endelige klassifiseringen av innsjøen.



Figur 5. Holsfjorden, stasjon HOL. Biomasse og sammensetning av planteplankton.

Tabell 5. Holsfjorden, stasjon HOL. Parametere som inngår i kvalitetselementet «Planteplankton». Fargekodene er i samsvar med tabell 1.

Dato	Tot - N (µg/l)	Tot - P (µg/l)	Siktedyp (m)	Klorofyll <i>a</i> (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	CyanO _{max} (mg/l)	Økologisk tilstand
16.05.2019	480	11,0		0,6	0,029	2,119	-	
26.06.2019	430	24,0	5,0	3,9	0,142	2,221	0,0001	
23.07.2019	440	11,0	5,0		0,167	2,181	0,0041	
16.08.2019	590	23,0	5,8	3,3	0,166	2,122	0,0087	
18.09.2019	380	14,0	6,0	1,4	0,101	2,219	0,0027	
17.10.2019	430	11,0	6,0	1,5	0,107	2,271	0,0031	
Gjennomsnitt	458	15,7	5,56	2,1	0,119	2,187		
nEQR				1,0	1,0	0,89		
	0,76	0,62	1,0	1,0	0,95		1,00	Svært god

3.3 Småkreps

Den planktoniske artssammensetningen av krepsdyr var relativt lik på stasjonene TOV og HOL. Det bestod av sju arter av både hoppekreps og vannlopper ved stasjon HOL og seks arter av hoppekreps og ni arter av vannlopper ved stasjon TOV. Hoppekrepsartene *Cyclops scutifer* og *Eudiaptomus gracilis*, hadde høyest forekomst ved begge stasjonene (tabell 6). Begge er regnet som vanlige i norske innsjøer. *Eudiaptomus gracilis* blir regnet som forsuringstolerant, men forekommer også under alkaliske forhold (pH>7.5)¹. *Cyclops scutifer* regnes som en moderat forsuringfølsom og vanligst ved pH 5,0–7,5². Av cyclopoide slekter ble både *Cyclops*, *Eucyclops*, *Mesocyclops* og *Megacyclops* registrert. Av calanoide slekter ble *Eudiaptomus*, *Limnocalanus* og *Heterocope* registrert.

I de littorale prøvene var det flest arter som ble registrert på steingrunn. *Alonopsis elongata*, *Bosmina longispina* og *Holopedium gibberum* var de artene som størst forekomst. Alle disse regnes som vanlige arter i norske innsjøer. I 2019 ble det registrert tre *Daphnia*-arter både i de planktoniske- og littoraleprøvene. Det kan være verdt å merke seg at Dafnier utgjorde totalt kun 0,3 % av krepsedyrene i 2019, en nedgang fra 5,6 % i 2018. *Daphnia* er sensitiv for forsuring, men i innsjøer uten forsuringsskader er dette blant de vanligste vannloppene vi finner i Norge.

Tabell 6. Artsliste som inkluderer antall individer for hoppekreps og vannlopper. *Pelagiske prøver og littorale prøver er artsliste basert på tre prøvetakninger hhv. mai, juli og september i Holsfjorden, 2019.

Radetiketter	Pelagiske prøver*		Littoral prøver*	
	HOL	TOV	Vannvegetasjon	Steingrunn
Hoppekreps (Copepoda)	1022	4594	2040	528
Calanoide copepoditter**	184		2	
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	337	885	314	87
<i>Limnocalanus macrurus</i>	149	534	536	9
<i>Heterocope appendiculata</i>	29	7		2
Cyclopoide copepoditter	112	112	4	95
<i>Cyclops scutifer</i>	206	3053	1073	206
<i>Cyclops strenuus</i>				71
<i>Eucyclops macrurus</i>				12
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	5	2	111	3
<i>Megacyclops viridis</i>				42
Vannlopper (Cladocera)	616	795	1209	475
<i>Acroporus harpae</i>				1
<i>Alona affinis</i>		2		
<i>Alona guttata</i>			1	4
<i>Alona quadrangularis</i>		2		
<i>Alonella excisa</i>				3
<i>Alonella nana</i>				4
<i>Alonopsis elongata</i>			9	222
<i>Bosmina longispina</i>	542	644	995	192
<i>Bythotrephes longimanus</i>	3	3		2
<i>Chydorus sphaericus</i>				2
<i>Daphnia galeata</i>	13	19	6	2
<i>Daphnia longispina</i>		19		1
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	2			
<i>Holopedium gibberum</i>	54	103	193	41
<i>Pleuroxus truncatus</i>				1
<i>Leptodora kindtii</i>	1	1		
<i>Daphnia cristata</i>	1		4	
<i>Bosmina coregoni</i>		2		
<i>Anchistropus emarginatus</i>			1	
Antall copepoda	8	6	6	9
Antall cladocera	7	9	7	12
Antall arter småkreps totalt	15	15	13	21

**består av unge individer som ikke kan artsbestemmes.

¹ <https://www.artsdatabanken.no/Pages/213793>

² <https://www.artsdatabanken.no/Pages/213818/Vingehops>

3.4 Begroingsalger i tilløpsbekker

Det ble funnet et variert utvalg av indikatorarter på alle stasjonene, unntatt i Nordlandsbekken og Damtjernbekken. Der ble det kun registrert hhv. tre og to, noe som gjør klassifiseringen av denne stasjonen mer usikker enn de øvrige og det ble bl.a. ikke regnet ut AIP-indeks for disse stasjonene.

Det ble funnet en del indikatortaxa med lav PIT-verdi ved begge stasjonene i Rustanbekken (RUS1 og RUS2), 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» (tabell 7).

Det ble ikke registrert noen former for heterotrof begroing på noen av stasjonene. Indeksen HBI blir ikke brukt i gjeldende veileder, og blir derfor ikke inkludert i endelig klassifisering.

Tabell 7. Forekomst av begroingsalger som er inkludert i PIT og AIP-indeks.. Mikroskopiske funn er markert med: +: sjelden, ++: vanlig og +++: dominant. Makroskopiske funn er markert med tall som sier hvor mye % av elvebunnen den dekker.

Overordnet takson	Navn	ISI	RUS1	RUS2	DAM1	NOR1
Rhodophyta	<i>Audouinella hermannii</i>	<1	++	++	+	+
	<i>Batrachospermum gelatinosum</i>				+	
	<i>Batrachospermum</i> sp.	+				
	<i>Lemanea</i> sp.	<1		<1		
Chlorophyceae	<i>Cladophora glomerata</i>	2	+	+		
	<i>Cosmarium</i> sp.	+				
	<i>Microspora amoena</i>		+	<1		
	<i>Mougeotia</i> d (25-30 µ)	+				
	<i>Oedogonium</i> a/b (19-21 µ)	<1		<1		
	<i>Oedogonium</i> b (13-18 µ)		+			
	<i>Oedogonium</i> c (23-28 µ)			+		
	<i>Oedogonium</i> c (23-28 µ)	+		+		+
	<i>Oedogonium</i> d (29-32 µ)			+		
	<i>Oedogonium</i> e (35-43 µ)	+	+	+		
<i>Spirogyra</i> d (30-50 µ, 2-3K, L)				<1		
Cyanophyceae	<i>Tolypothrix</i> sp.	++	+			+
Xanthophyceae	<i>Vaucheria</i> sp.		<1	<1		
	PIT, nEQR	0,68	0,55	0,56	0,66	0,72
	AIP, nEQR	>1	>1	>1	-	-
	HBI, nEQR	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
	nEQR, totalt	0,68	0,55	0,56	0,66	0,72

4 Diskusjon

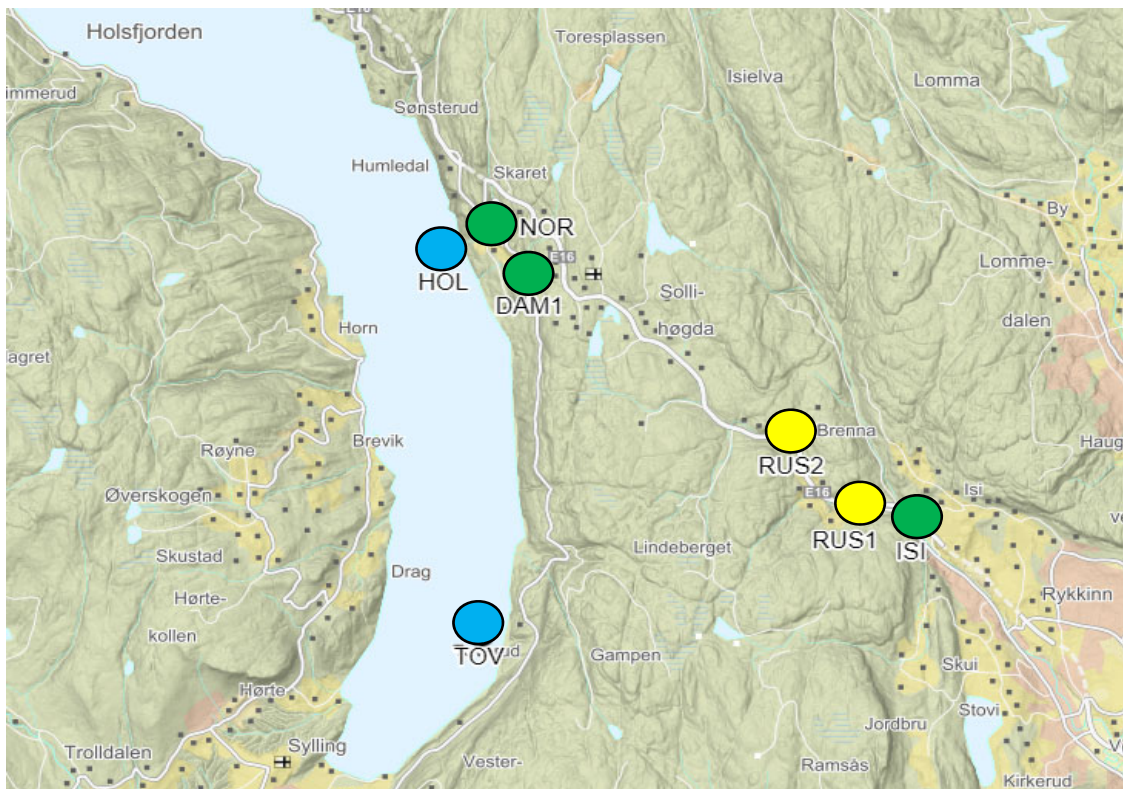
Den økologiske tilstanden ved stasjonene i Holsfjorden ligger godt innenfor klassegrensene til «svært god» tilstand. Generelt var planteplanktonsamfunnene ved hver stasjon relativt like og godt sammensatt med arter som i all hovedsak er lett beitbare. En slik sammensetning betyr at primærproduksjonen ikke akkumuleres på dette trofisknivået, men transporteres effektivt oppover i næringskjedene.

Selv om stasjonene befinner seg ca. 6 km fra hverandre, samt at stasjonen HOL ligger nærme hovedbassenget av Tyrifjorden (Storfjorden), var det ikke veldig store forskjeller mellom dem. Den største forskjellen var at det generelt var høyere biomasse av alger ved stasjonen TOV sammenlignet med HOL (se fig. 3 opp mot fig. 5). Denne tendensen så vi også i resultatene fra 2018 (Stabell m.fl. 2018).

Samme tendens gjaldt også for småkreps, jf. Tab. 6. Det ble imidlertid registrert langt flere arter av hoppekreps og vannlopper i de planktoniske prøvene i 2019, sammenlignet med 2018 (Stabell. m.fl. 2018). Det kan være flere årsaker til denne forskjellen bl.a. har dyreplankton ofte flekkvisfordeling i innsjøer fordi de har de en viss svømmeevne, og på denne måten kan i større grad kontrollere sin egen posisjon i vannmassene. Dette betyr at det vil være en betydelig variasjon mellom prøvetakinger og år.

Undersøkelsen av begroingsalger 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 sammen resultatet fant vi også i 2018.

Samlet økologisk tilstanden ved innsjøstasjonene og i tilløpsbekkene for 2019 er illustrert i figur 6.



Figur 6. Samlet økologisk tilstand basert på planteplankton, total fosfor og siktedyp for stasjonene HOL og TOV og begroingsalger for stasjonene NOR, DAM1, RUS1 og 2 og ISI.

Referanser

- Direktoratsgruppa, vanddirektivet (2018). Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.
- Stabell, T., Skrutvold, J. Engh, A. 2018. Biologiske analyser i Holsfjorden og tilløpselver, 2018. Faun-notat.
- Tikkanen, T. & T. Willén (1992). Växtplanktonflora. Naturvårdsverket.

Vedlegg 1- Artsliste og biomasse ($\mu\text{g/l}$) av planteplankton ved HOL

HOL-N	16-mai	26-jun	23-jul	16-aug	18-sep	17-okt
Cyanobakterier						
Anathece sp.		0,1	4,0	2,4	1,1	3,1
Dolichospermum flos-aquae			0,1		0,2	
Merismopedia tenuissima					0,1	
Planktothrix sp.				1,0		
Snowella atomus				0,5		
Snowella lacustris				4,8	1,0	
Woronichinia naegeliana					0,3	
Fureflagellater						
Ceratium hirundinella		2,3	2,2	4,6		
Gymnodinium (<12)	0,2	1,0	2,5	1,2		
Gymnodinium (>20)		5,4			1,3	
Gymnodinium (12-20)				4,3	0,6	
Parvodinium umbonatum	1,1	1,2	0,1	2,8		0,7
Grønnalger						
Botryococcus braunii				1,0		0,4
Chlamydomonas (<12)						0,8
Chlamydomonas (>12)			3,0			
Coccale, koloni, m/gel, ubest.			0,2			
Coccale, koloni, u/gel, ubest.						0,3
Coccale, solitær, m/gel, ubest.		1,5		0,5	5,3	0,7
Coccale, solitær, u/gel, ubest.	0,5		3,2		1,1	2,1
Cosmarium sp.		0,8				3,9
Elakatothrix sp.			4,4	2,2		
Monoraphidium minutum	0,4		0,4	0,1	0,1	
Mucidosphaerium pulchellum				0,7		
Nephrocytium agardhianum						0,2
Oocystis marssonii			0,2			
Oocystis parva						5,5
Oocystis submarina	0,4		0,5			0,3
Pandorina morum		0,6				
Scenedesmus ecornis		0,9	6,5	0,4	0,2	0,9
Gullalger						
Chromulina sp.					0,2	
Chrysidiastrum catenatum	0,3			4,7		0,8
Chrysococcus minutus	2,0	0,1	0,8			1,5
Chrysococcus rufescens	2,1					
Chrysococcus sp.	0,3	0,7	3,7	0,5	0,3	2,3
Chrysophyceae (>8)	3,3	1,8	30,6	26,6	27,3	9,1
Chrysophyceae (4-8)	4,0	12,4	19,2	43,1	12,0	12,2
Dinobryon acuminatum		0,3				
Dinobryon bavaricum		0,2	0,1	0,1		
Dinobryon borgei		0,7				

Dinobryon cylindricum		0,9		0,4		
Dinobryon divergens		0,5	0,1	1,7	0,3	
Dinobryon sociale		0,6	0,0	3,8		
Dinobryon sp.		0,4				
Kephyrion sp.	0,1	0,1				
Mallomonas (<24)					1,7	
Mallomonas akrokomos			0,7			
Ochromonas sp.	0,3		3,5	1,7	1,6	0,8
Pseudopedinella sp.		2,6	0,4	0,7		0,1
Spiniferomonas	0,8					0,6
Uroglenopsis americana		60,6		11,2		
Kiselalger						
Asterionella formosa	0,1	4,2	2,5	0,9	1,3	0,2
Aulacoseira italica	1,9	4,1	10,2	2,0	5,5	3,1
Cyclotella (<12)	2,6			1,0		0,3
Cyclotella (>20)	0,6				0,4	0,4
Cyclotella (12-20)			12,3	1,5	0,3	1,4
Fragilaria crotonensis			0,8	0,6	7,6	0,0
Tabellaria fenestrata				6,7	1,3	
Ulnaria (<60)	0,3	0,9	1,3	4,0	0,0	0,7
Ulnaria (>120)	0,3	0,1		0,2		
Ulnaria (60-120)				2,4	0,2	
Urosolenia longiseta	0,0	2,6	0,1	0,9	7,8	7,2
Svelgflagellater						
Chroomonas sp.						1,3
Cryptomonas (<24)		1,3	0,6	0,2	0,4	7,0
Cryptomonas (>32)		1,2				1,8
Cryptomonas (24-32)		3,3		0,4	1,7	3,9
Katablepharis ovalis		1,0				
Plagioselmis sp.		6,7	17,8	2,8	2,0	5,2
Telonema sp.				0,8	0,4	
Øvrige						
Choanozoa	0,3		1,8	0,1	0,4	1,2
Chrysochromulina parva		0,2				
Picoplankton	2,5	12,6	12,6	7,2	5,4	3,6
Ubestemt (2-4)	5,2	8,4	21,1	13,5	11,5	23,8
Totalbiomasse (µg/L)	29,4	142,4	167,5	166,1	101,0	107,3

Vedlegg 2- Artsliste og biomasse ($\mu\text{g/l}$) av planteplankton ved TOV

HOL-T	16-mai	26-jun	23-jul	16-aug	18-sep	17-okt
Cyanobakterier						
Anathece sp.		0,3		1,2	0,9	2,1
Merismopedia tenuissima					0,6	0,3
Planktothrix sp.		2,9		0,4	3,5	
Snowella lacustris				1,3	1,0	
Fureflagellater						
Ceratium hirundinella			2,4	6,6		
Gymnodinium (<12)	4,4	4,5	3,1	1,1		1,5
Gymnodinium (>20)		2,4		1,8		
Gymnodinium (12-20)			3,7			2,3
Gyrodinium helveticum						1,7
Parvodinium umbonatum	3,0	2,7	5,2	2,7		0,2
Grønnalger						
Botryococcus braunii			1,3	3,1		3,7
Chlamydomonas (<12)		0,5			1,1	
Chlamydomonas (>12)	1,3		4,8		0,4	
Coccale, koloni, m/gel, ubest.				0,5		
Coccale, koloni, u/gel, ubest.	0,3					
Coccale, solitær, m/gel, ubest.		1,2			0,4	0,4
Coccale, solitær, u/gel, ubest.	3,6	0,3	0,7	2,3	1,0	1,0
Cosmarium sp.				0,8		
Elakatothrix sp.		0,4				
Monoraphidium dybowski			0,2	0,5	0,4	0,2
Monoraphidium minutum					0,3	0,4
Nephrocytium agardhianum					0,9	
Oocystis marssonii					0,2	
Oocystis submarina	0,2		4,6	0,2	0,2	0,3
Scenedesmus ecornis	0,2	1,1	0,4	1,3	0,5	0,6
Scenedesmus quadricauda			1,5			
Staurastrum paradoxum						0,7
Staurastrum sp.			0,3			
Gullalger						
Chrysidiastrum catenatum		3,4	2,6	2,3		
Chrysococcus minutus	2,5		0,7			1,3
Chrysococcus sp.		0,3	5,5	1,1	0,2	
Chrysophyceae (>8)	10,8	11,0	79,0	19,8	19,7	9,4
Chrysophyceae (4-8)	5,1	16,2	49,1	20,3	16,9	80,1
Dinobryon acuminatum		0,9				0,3
Dinobryon bavaricum		2,2		0,3		
Dinobryon borgei		0,3		0,6		
Dinobryon cylindricum		0,8			0,1	
Dinobryon divergens		0,4	5,8	0,9		
Dinobryon sociale		0,9	0,0	1,2		

Dinobryon sp.		0,4		0,4		
Kephyrion sp.	0,7					
Mallomonas (<24)				5,4		
Mallomonas akrokomos		0,3				
Ochromonas sp.	0,3	2,5	12,0	1,4	3,5	1,0
Pseudopedinella sp.	1,9	6,6	1,5	3,4	0,7	0,9
Stichogloea doederleinii		0,4		1,1		
Uroglenopsis americana		69,6		10,5		
Kiselalger						
Asterionella formosa	0,9	0,4	2,7	2,5	0,2	1,1
Aulacoseira italica	0,9		2,6	9,6	0,4	
Cyclotella (<12)	8,0		11,8	0,2	0,4	
Cyclotella (>20)				0,6	0,5	0,4
Cyclotella (12-20)			14,1	3,1	5,0	0,6
Fragilaria crotonensis				1,7	0,7	0,7
Tabellaria fenestrata			2,2	2,7	8,4	
Tabellaria flocculosa				1,0		
Ulnaria (<60)	0,3	0,7	1,0	0,7	0,3	0,8
Ulnaria (60-120)	0,4		2,2	1,7	0,1	0,1
Urosolenia longiseta	0,0	4,4	1,7	1,2	4,4	6,0
Svelgflagellater						
Chroomonas sp.			2,4			0,7
Cryptomonas (<24)		12,6	6,4	1,4		4,7
Cryptomonas (>32)		1,2		0,6		
Cryptomonas (24-32)		9,8	3,4	11,0	2,0	6,4
Katablepharis ovalis	0,3	1,2		0,4	0,2	0,3
Plagioselmis sp.		16,3	1,6	17,9	4,0	4,6
Telonema sp.					0,8	
Øvrige						
Choanozoa	0,2		4,9	0,9	0,4	0,3
Chrysochromulina parva		0,3				0,1
Picoplankton	2,6		11,1	2,8	4,9	4,8
Ubestemt (2-4)	9,5	9,0	29,5	11,4	12,2	23,3
Totalbiomasse (µg/L)	57,2	188,4	282,1	164,0	97,4	163,1

Vedlegg 3- Sondedata ved stasjonen HOL

Dyp, (m)	Temperatur (°C)				Oksygenmetning (%)				Klorofyll (ug/L)			
	26.06.2019	23.07.2019	16.08.2019	17.10.2019	26.06.2019	23.07.2019	16.08.2019	17.10.2019	26.06.2019	23.07.2019	16.08.2019	17.10.2019
0	13,2	17,4	18,0	9,9	106,2	102,4	99,5	93,8	1,93	2	2,94	1,46
1	13,4	17,2	18,0	9,9	106,3	102,7	99,6	93,6	1,87	2,08	2,9	1,48
2	13,2	17,0	18,0	9,9	105,7	102,6	99,6	93,4	1,97	2,83	2,82	1,43
3	12,9	16,9	18,0	9,9	105,4	102,5	99,5	93,4	2,04	2,8	2,8	1,37
4	12,9	16,7	18,0	9,9	105,4	102,2	99,4	93,3	2,45	2,48	2,49	1,41
5	12,8	16,4	17,9	9,9	105,2	101,3	99,4	93,2	2,71	2,06	2,37	1,4
6	12,8	14,8	17,9	9,9	105,1	99,8	99,3	93,2	2,54	1,64	2,39	1,4
7	12,8	14,3	17,9	9,9	104,9	98,6	99,2	93,2	2,45	1,32	2,25	1,4
8	12,7	13,9	17,8	9,9	104,7	99	99	93,2	2,36	1,32	2,26	1,4
9	12,6	13,5	15,6	9,9	104,6	97,9	95	93,2	2,31	1,29	1,61	1,4
10	12,4	10,1	11,5	9,9	103,8	94	91,6	93,2	2,29	1,35	1,28	1,52
11	12,1	8,8	11,1	9,9	103	93,4	91,3	93,2	2,13	1,1	1,13	1,52
12	11,7	8,7	10,4	9,9	102,2	94,3	90,5	93,2	1,95	1,09	1,2	1,54
13	11,2	8,4	8,2		101,3	94,1	89,8		1,77	1,1	1,11	
14	11,0	8,0	7,8		101,3	93,7	89,5		1,66	1,17	1,43	
15	10,9	7,5			101,1	93,1			1,48	1,18		
16	10,2	7,0			99,2	93			1,67	1,05		
17	7,5	6,9			96	93,2			1,65	1,04		
18	6,0	6,7			94,5	93,2			1,41	1,07		
19		6,3				93,3			1,3	1,17		
20		6,0				92,8			1,23	1,05		
21		5,5				92,4				1,01		
22		5,4				92,7				0,99		
23		5,3				92,8				1,09		

Vedlegg 3- Sondedata ved stasjonen TOV

Dyp, (m)	Temperatur (°C)				Oksygenmetning (%)				Klorofyll (ug/L)			
	26.06.2019	23.07.2019	16.08.2019	17.10.2019	26.06.2019	23.07.2019	16.08.2019	17.10.2019	26.06.2019	23.07.2019	16.08.2019	17.10.2019
0	15,5	17,9	18,0	10,0	108,6	104,5	99,9	95,2	1,34	1,1	3,12	1,41
1	14,5	16,5	18,0	10,0	107	102,8	99,8	94,8	2,66	1,52	3,35	1,4
2	13,9	16,3	18,0	10,0	106,8	101,8	99,8	94,2	2,44	1,78	3,27	1,5
3	13,7	16,1	18,0	10,0	106,5	101	99,7	94	2,6	1,84	2,77	1,51
4	13,5	14,7	17,9	10,0	106	99,3	99,5	93,9	2,35	1,38	2,18	1,43
5	13,4	14,6	17,8	10,0	105,8	99,3	99	93,7	2,19	1,4	1,69	1,48
6	13,4	14,3	17,6	10,0	105,6	98,6	98,2	93,7	2,13	1,34	1,41	1,48
7	13,3	12,2	17,3	10,0	105,5	97,1	97,6	93,7	2,09	1,22	1,42	1,48
8	13,3	11,9	16,8	10,0	105,3	96	96,5	93,7	2,06	1,15	1,25	
9	13,2	11,5	14,9	10,0	104,9	95,5	95,4	93,7	1,93	1,2	1,15	
10	13,0	11,1	12,7	10,0	104,4	95	92,8	93,5	1,74	1,24	1,12	1,55
11	12,8	9,4	12,4	10,0	104,3	94,3	92,5	93,5	1,83	1,28	1,15	
12	12,5	8,9	9,9	10,0	103,8	93,2	90,9	93,4	1,79	1,21	1,22	1,57
13	12,5	8,1	8,4	10,0	103,6	93	89,7	93,4	1,78	1,11	1,22	
14	10,6	7,7	8,1	10,0	100,9	93,2	89,3	93,3	1,6	1,11	1,25	1,4
15	9,3	7,4	7,3		99,1	93,3	89,6		1,47	1,13	1,13	
16	9,2	7,2	7,2		98,9	93,2	90,2		1,45	1,07	1,14	
17	8,2	6,8	7,0		98,1	92,8	90,5		1,25	1,05	1,08	
18	7,5	6,5	6,6	-	96,5	92,6	90,4		1,15	1,01	1,07	
19	7,0	6,3	6,1		96	92,6	90,4		1,23	1,06	1,05	
20	6,3	5,9	6,0		95,3	92,9	90,9		1,2	0,97	1,05	

Etterord

Nøkkelord:	Forundersøkelse, vannkvalitet
Key words:	Water quality
Andre aktuelle publikasjoner fra prosjekt:	Skrutvold, J., Aasestad, I. og Roseth, R. 2019. Forundersøkelser av fisk i vassdrag som kan påvirkes av anleggsarbeid. NIBIO-rapport 5/32/2019.
	Skrutvold, J., Roseth, R., Greipsland, I., Aasestad, I., Reinemo, J., Stabell, T., Engh, A., og Bremnes, T. 2019. E16 Bjørum-Skaret. Forundersøkelser i Isielva, Rustanbekken og Holsfjorden, samt i noen mindre bekker. NIBIO-rapport 5/31/2019.
	Skrutvold, J., Aasestad, I. og Roseth, R. 2020. Forundersøkelser av fisk i vassdrag som kan påvirkes av anleggsarbeid. NIBIO-rapport 6/75/2020.

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.