



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# E18 Bommestad – Sky. Miljøoppfølging av Farriselva og Farrisvannet under anleggsarbeid i 2019.

NIBIO RAPPORT | VOL 6 | NR. 7 | 2020



Yvonne Rognan, Johanna Skrutvold, Roger Roseth og Øistein Johansen  
NIBIO – Divisjon for miljø og naturressurser

**TITTEL**

E18 Bommestad – Sky. Miljøoppfølging av Farriselva og Farrisvannet under anleggsarbeid i 2019.

**FORFATTER(E)/AUTHOR(S)**

Yvonne Rognan, Johanna Skrutvold, Roger Roseth og Øistein Johansen

<b>DATO/DATE:</b>	<b>RAPPORT NR./ REPORT NO.:</b>	<b>TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:</b>	<b>PROSJEKTNR./PROJECT NO.:</b>	<b>SAKSNR./ARCHIVE NO.:</b>
28.01.2020	06/07/2020	Åpen	11050	18/00244
<b>ISBN:</b>	<b>ISSN:</b>	<b>ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:</b>	<b>ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:</b>	
978-82-17-02501-6	2464-1162	32	8	

**OPPDRAUGSIVER/EMPLOYER:**

Statens vegvesen, Region sør, E18 Bommestad - Sky

**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Gro Østby

**STIKKORD/KEYWORDS:**

E18 Bommestad – Sky, Farriselva, Farrisvannet, anleggsarbeid, miljøovervåking

E18 Bommestad – Sky, construction work, Farriselva, Farrisvannet, environmental monitoring

**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**

Miljøoppfølging av vannforekomster under anlegg

Environmental monitoring of water quality during construction work

**SAMMENDRAG/SUMMARY:**

Etter oppdrag fra Statens vegvesen Region sør og prosjektet E18 Bommestad – Sky har NIBIO utført miljøoppfølging i Farrisvannet og Farriselva i forbindelse bygging av nytt lokalveisystem ved Farriseidet (EK3).

I 2019 har det pågått arbeider med frigraving av gammel tørrmur samt oppfylling for ny steinmur ved akse 7. En siltgardin har vært plassert ved akse 7 for å hindre eventuell spredning av partikler. Mulig påvirkning av Farrisvannet har blitt overvåket av to miljøbøyer, Farris Øst og Farris Vest, plassert ca. 90 m på utsiden av siltgarden. Bøyene har hatt automatiske målinger av turbiditet, pH, ledningsevne og vanntemperatur i to dyp, henholdsvis 1 og 8 m. De ble programmert til å sende SMS-alarm til entreprenør, byggherre og miljøkonsulent dersom utslippsgrensen for turbiditet på 7 NTU ble overskredet for tre påfølgende målinger (0, 15 og 30 minutter). Det ble også satt ut en miljøbøye nær vanninntaket for Larvik vannverk som registrerte vannkvalitetsparametere i tre dyp, henholdsvis 1, 10 og 13 m. I tillegg til nevnte målinger har det blitt tatt ut flere omganger med vannprøver på inn- og utsiden av siltgarden. Resultatene er diskutert i rapporten. De automatiske målingene har vist at utslippskravet, der turbiditeten ikke skal overskride 7 NTU, har blitt overholdt.

I Farriselva har det blitt utført graving og støping i og nær elveløpet, samt nedknusing av brobetong nær elva. Påvirkning på vannkvaliteten har blitt dokumentert av en automatisk målestasjon nedstrøms i Farriselva, uttak av vannprøver samt entreprenørens (Marthinsen & Duvholt AS) egen

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

oppfølging av vannkvalitet. Miljøoppfølging av Farriselva har også omfattet uttak av vannprøver og befaringer med fotodokumentasjon av forholdene i elva (se vedlegg).

Målingene i Farriselva viste at YM-planens grenseverdi for pH (døgnmiddel < 9) har blitt overskredet under to episoder høsten 2019: 4. - 5. oktober, og 12 november. og 4. desember. Overskridelsene 4.- 5. oktober samt 12. november vurderes som potensielt skadelige for ørretbestanden i Farriselva, med maksimale døgnmiddelverdier for pH rundt 9,5 og enkeltverdier over 11.

Anleggsaktiviteten førte til forhøyet turbiditet i Farriselva, slik at den tidvis var sterkt blakket av leire samt finstøv fra betongknusing. De høyeste ukemiddelverdiene for turbiditet inntraff 14.06 (43 NTU), 17.09 (61 NTU), 10.10 (66 NTU), 13.11 (41 NTU) og 13.12 (50 NTU). Grenseverdien for ukemiddel turbiditet (300 NTU) gitt i YM-planen ble ikke overskredet.

I september og oktober 2019 ble det utført fiskeundersøkelser for å dokumentere eventuelle skadeeffekter på ørretbestanden i Farriselva. Fiskeundersøkelsen stasjon 3B ble utført 26.09.19, og viste en tetthet på 20 ørret/100m<sup>2</sup> etter en periode med sterk blakking i elva. Dette var vesentlig lavere enn for 2018, da det ble påvist uvanlig høy tetthet (169 fisk/100 m<sup>2</sup>) på den samme strekningen. Undersøkelsen i 2019 ble gjennomført ved høy vannstand og vanskelige forhold for elfiske, og tettheten av ørret kan ha blitt underestimert.

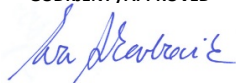
To studenter ved Universitetet i Sørøst-Norge (USN) gjennomførte fiske på flere stasjoner i Farriselva 03.10.19, i en periode da elva var grå av anleggspartikler. De fant fisk på alle stasjoner, og i en sammenligning av alle fiskeomganger utført i elva i 2005, 2011, 2014, 2017, 2018 og 2019, konkluderte de med at ørretpopulasjonen i Farriselva synes å være lite påvirket av pågående anleggsaktivitet, og at den gjennomgående tendensen var svakt økende tetthet av ørret på alle undersøkte stasjoner.

**Målinger fra miljøbøyer i Farrisvannet viser at utslippskravet fra Fylkesmannen for turbiditet på utsiden av siltgardin (< 7 NTU) har blitt overholdt gjennom 2019.**

**Kontinuerlige målinger fra multiparametersensor i Farriselva viste at grenseverdien for pH i YM-planen (< 9) ble overskredet under to episoder, med døgnmiddelverdier for pH på rundt 9,5 og enkeltverdier over 11. Grenseverdi for ukemiddel turbiditet (300 NTU) har blitt overholdt med god margin.**

LAND/COUNTRY:	Norge
FYLKE/COUNTY:	Vestfold
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Larvik
STED/LOKALITET:	Farriselva

GODKJENT /APPROVED



EVA SKARBØVIK

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



ROGER ROSETH



# Forord

Etter oppdrag fra Statens vegvesen Region sør og prosjektet E18 Bommestad – Sky har NIBO utført forundersøkelser og miljøoppfølging i Farriselva i forbindelse med bygging av nytt lokalveisystem ved Farrisidet (EK3). Oppdraget har omfattet forundersøkelser av biologiske kvalitetsparametere og vannkjemi våren 2018, samt oppfølging av vannkvalitet under anleggsfasen i 2018 og 2019.

For 2019 har oppdraget omfattet utsetting av miljøbøyer med automatisk måleutstyr i Farrisvannet og en automatisk stasjon for kontroll av vannkvaliteten i Farriselva. I tillegg har det omfattet uttak av vannprøver i Farriselva, i Farrisvannet og bekker fra deponiområdet på Langemyr.

Miljøbøyene på Farrisvannet ble satt ut 07.05.19 av Øistein Johansen og Roger Roseth. Den automatiske måleren i Farriselva ble satt ut 26.05.19 av Thor Endre Nytrø og Yvonne Rognan.

Uttak av alle vannprøver, løpende vedlikehold av automatiske målere og miljøbøyer hver 14. dag, samt miljøbefaringer og fotodokumentasjon har blitt utført av Yvonne Rognan.

Fiskeundersøkelsen 26.09.19 ble utført av Johanna Skrutvold og Yvonne Rognan. En supplerende fiskeundersøkelse på flere stasjoner ble utført 03.10.19 av studentene Kristian Kvålen Herregården og Odin Sleen, som en prosjektoppgave ved Universitetet i Sørøst-Norge (USN) avdeling Bø, under veiledning av professor Jan Heggenes.

Vannanalysene har blitt utført av Eurofins Norge.

Forundersøkelsene og miljøoppfølging har blitt gjennomført i løpende kontakt med fagansvarlige for ytre miljø hos Statens vegvesen, Gro Østby og Arne Heggland. Det har også vært kontakt mot YM-ansvarlig hos entreprenør Marthinsen & Duvholt AS, Viggo Skovly.

Jørn Erik Liverød hos Statens vegvesen takkes for all hjelp i forbindelse med bruk av båt for oppfølging av miljøbøyer på Farrisvannet. Tilsvarende takkes Larvik vannverk og driftssjef Fred Anker Vettran for assistanse med båt og mannskap ved opptak av miljøbøya Farris 3 i september 2019.

Yvonne Rognan, Johanna Skrutvold og Roger Roseth har sammenstilt resultatene og skrevet rapporten. Teamleder måleteknikk Øistein Johansen har vært ansvarlig for teknisk utstyr for miljøovervåking.

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

Ås, 28.01.20

Roger Roseth

# Innhold

1 Innledning.....	6
2 Metode .....	8
2.1 Vannprøver .....	8
2.2 Fiskeundersøkelser .....	9
2.3 Miljøbøyer Farrisvannet .....	10
Automatisk vannmåler Farriselva .....	10
3 Resultater .....	12
3.1 Vannprøver Farriselva .....	12
3.2 Vannprøver Farrisvannet .....	14
3.3 Vannprøver i bekker tilknyttet deponi ved Breimyr/Langmyr .....	16
3.3 Vannprøver fra Hagabekken .....	19
3.4 Fiskeundersøkelse .....	19
3.5 Miljøbøyer – overvåkingsresultater .....	21
3.5.1 Farris øst .....	21
3.5.2 Farris vest .....	23
3.5.3 Farris 3 .....	24
3.6 Automatiske vannmålinger Farriselva .....	27
3.6.1 Turbiditet og vannhøyde .....	27
3.6.2 pH, ledningsevne og vanntemperatur .....	28
4 Sammenfattende vurderinger .....	29
Litteratur .....	31
Vedlegg .....	33

# 1 Innledning

Farriselva er regulert for kraftproduksjon, og vurderes som et sterkt modifisert vassdrag (SMVF) i henhold til vannforskriften. Dermed har ikke vassdraget samme krav til å oppnå «God økologisk tilstand», som naturlige og uregulerte elver. Konesesjonen er gammel, og gir svake krav til minstevannføring, noe som begrenser potensialet som gyte- og oppvekstlokalitet for sjørret og evt. laks. Fra tidligere tider var fiskeproduksjonen begrenset av stadige utslipp og påvirkninger fra lokal industri. I dag er vannkvaliteten og forholdene påvirket av overvann og avrenning fra et omliggende stadig mer urbant miljø, med næring, forretningsbygg og lokalveier. I tillegg stadige utbyggingsprosjekter som E18, ny jernbane, endringer i vassdraget utført av regulant med mere.

Elvestrekningen er rundt 900 m lang og har et fall på 22 m fra dammen og ned til sjøen. Med forbedrede forhold kunne elva blitt en bra gyte- og oppvekstlokalitet for sjørret og laks, samt et viktigere estetisk og rekreasjonsmessig element i Larvik by. Gjentatte fiskeundersøkelser (2005, 2011, 2014, 2017, 2018 og 2019), har dokumentert at det fortsatt er normal produksjon av stasjonær ørret i Farriselva.

I august 2018 ble gamle Hammerdalen bru sprengt ned og revet. Den nye Hammerdalen bru stod ferdig sommeren 2019. Høsten 2019 ble Farriseidet bru revet og arbeid med ny bru startet.

Undersøkelsene i 2019 omfatter effekter av graving i Farriselva og forberedende arbeider i forbindelse med bygging av ny bru samt riving og knusing av betongkonstruksjon gammel bruk. Arbeidene har medført graving langs kanten av Farriselva og i selve elveløpet, støping med AUV-betong for å sikre støpegrop for brupillar samt nedknusing av betong i gamle bruelementer.

I tillegg miljøoppfølging av vannkvalitet i Farrisvannet på utsiden av siltgardin for gravearbeider tilknyttet frigraving av gammel tørrmur og oppfylling for ny steinmur ved akse 7. Miljøoppfølgingen har omfattet utsetting og drift av to miljøbøyer, Farris Øst og Farris Vest på utsiden av siltgardina og en referansebøye, Farris 3, plassert nær dypvannsinntaket for råvann til Larvik vannverk.

Denne rapporten oppsummerer resultatene fra miljøovervåkingen gjennom 2019, både for Farrisvannet og for Farriselva, herunder automatisk overvåking, vannprøver, fiskeundersøkelser og miljøbefaringer

Det gjøres oppmerksom på at Statens Vegvesen omtaler miljøbøyene med forkortelsen F3 for FAR 3 (Farris 3). FV for FAR V (Farris Vest) og FØ for FAR Ø (Farris Øst). Figur 1 viser hvor de ulike undersøkelsene har blitt utført. Se vedlegg 1 for kart for alle stasjonene inkludert FAR 3, BRE, TIU og Hagabekken.



Figur 1. Oversikt over hvor de ulike undersøkelsene i Farriselva har blitt gjennomført i 2018 og 2019. Stasjonene Biologi 1 – 3 er lokalitetene bunndyr og begroingsalger ble undersøkt i 2019. Vannprøver er tatt ut like ved stasjon FELV (automatisk vannovervåking). FAR V = FV og FAR Ø = FØ (SVV). Kart: Toporaster 4 i ArcMap

## 2 Metode

### 2.1 Vannprøver

I 2019 har det blitt tatt ut to vannprøver i Knappenålsbekken og seks vannprøver i Farriselva. Vannprøvene fra Knappenålsbekken ble tatt ved utløpet i april, og oppstrøms anleggspåvirket område i november. I Farriselva har alle vannprøvene blitt tatt i strykområdet like oppstrøms den automatiske målestasjonen. Det har også blitt tatt ut vannprøver ved 4 stasjoner i Farris. Ved tre av disse stasjonene (FAR Ø, FAR V og FAR 3) har det også vært plassert ut miljøbøyer tilautomatisk overvåking av vannkvalitet. Vannprøver har dessuten blitt tatt ved følgende bekker tilknyttet deponier ved Breimyr: BRE (bekk fra deponi ovenfor Breimyr) og TIU (bekk ved Tiurleikåsene) og Hagabekken som kommer fra deponi ved Langemyr via Nordbytjernet. Prøver har blitt lagret i kjøleskap over natten ved de anledningene de ikke har blitt sendt samme dag.

Vannprøver har blitt analysert for parametere tilpasset de ulike resipientene (vedlegg 1-4) der bl.a. næringsstoffer, ioner tilknyttet vegsalking og marine avsetninger, tungmetaller, PAH, suspendert stoff, oljeforbindelser og pH er inkludert. analysepakke (se vedlegg 1) der blant annet total nitrogen, vegsalt (NaCl), tungmetaller, PAH, suspendert stoff, olje og pH er inkludert.

Alle vannforekomstene har blitt typifisert og klassifisert innenfor fem tilstandsklasser (tab. 2) gjengitt i Veileder 02:2018 – Klassifisering av miljøtilstand i vann. Typifiseringsdata har blitt innhentet fra Vann-Nett. Alle metaller har blitt analysert på filtrerte prøver. For de prioriterte stoffene bly (Pb), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni) gjelder i utgangspunktet to klasser for kjemisk tilstand, enten god eller dårlig. Skillet går mellom klasse to og klasse tre (tab. 2). Andre stoffer enn de prioriterte tilføres også tilføres vannforekomsten i en slik grad at de er utslagsgivende for tilstanden i den aktuelle forekomsten. Disse stoffene kan variere innenfor ulike vannregioner, men kalles i klassifiseringsveilederen fra 2018 (Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018) for vannregionspesifikke stoffer. Her inngår bl.a. arsen (As), krom (Cr), kobber (Cu) og sink (Zn) som klassifiseres etter grenseverdier for de fem tilstandsklassene og fargekodes i samsvar med disse. I resultattabellene i denne rapporten benyttes fargekoding i samsvar med alle de fem tilstandsklassene for å skille mellom toksiske effekter på vannlevende organismer.

**Tabell 1. Klassifiseringssystem for vann og sediment, gjengitt fra klassifiseringsveileder 02:2018. Informasjon om toksiske effekter gjelder kjemisk tilstand**

I Bakgrunn/Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtidseksponering	Akutt toksiske effekter ved kortidseksponering	Omfattende toksiske effekter
Øvre grense: bakgrunn	Øvre grense: AA-QS, PNEC	Øvre grense: MAC-QS, PNEC <sub>akutt</sub>	Øvre grense: PNEC <sub>akutt</sub> * AF <sup>1)</sup>	

<sup>1)</sup> AF: Sikkerhetsfaktor



Tabell 2. Klassegrenser for analyseparametere ( $\mu\text{g/l}$ ). Tilpasset etter tabellene 7.9a, 7.10, og 11.10.1 i veileder 02:2018 (Direktoratgruppen 2018).

Parameter	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
Total N (innsjø, L107)	425	675	950	1425	>1425
Total N (elv, R108)	425	675	950	1425	>1425
Total-P (innsjø, L107)	10	17	26	42	>42
Total-P (elv, R108)	20	29	58	98	>98
As (Arsen)	0.15	0.5	8.5	85	>85
Cd (Kadmium)	0.003				
<40 mg CaCO <sub>3</sub> /l		<0,08	<0,45	<4,5	>4,5
40-50 mg CaCO <sub>3</sub> /l		0,08	0,45	4,5	>4,5
50-100 mg CaCO <sub>3</sub> /l		0,09	0,6	6	>6
100-200 mg CaCO <sub>3</sub> /l		0,15	0,9	9	>9
>200 mg CaCO <sub>3</sub> /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

## 2.2 Fiskeundersøkelser

Fiskeundersøkelsen ble utført som kvantitativt el-fiske 26.09.2019. Et el-fiskeapparat fra Terik Technology AS ble benyttet. Det ble fisket på en lokalitet som har inngått i tidligere elfiskeundersøkelser i Farriselva, stasjon 3B (Warøe/Heggenes 2017). Bekkeavsnittet ble overfisket i tre omganger med 30 minutters mellomrom etter standardisert metode (NS-EN 14011). Det ble fisket over en strekning med lengde på om lag 45 meter som utgjorde et areal på 112,5 m<sup>2</sup>. Det var relativt mye vann i elva sammenlignet med året før. Noen kulper var for dype til å fiske i. Tettheten av fisk ( $y$ ) ble beregnet med Bohlins metode;

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

hvor  $y$  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 (jf Zippin 1956; Bohlin mfl 1989). 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). Fangbarheten ( $p$ ) ble beregnet ut fra estimert tetthet og totalt antall fanget fisk via følgende formel;

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

En supplerende fiskeundersøkelse ble utført 03.10.19 av studentene Kristian Kvål Herregården og Odin Sleen som en prosjektoppgave under studiene på Universitetet i Sørøst-Norge (USN), avdeling

Bø. Prosjektoppgaven ble utført under veiledning av professor Jan Heggenes, som har hatt det faglige ansvaret for de fleste av de tidligere fiskeundersøkelsene i Farriselva.

## 2.3 Miljøbøyer Farrisvannet

Tre miljøbøyer ble satt ut i Farris den 7. mai 2019: to utenfor siltgardinen ved Farriseidet (Farris Øst og Farris Vest) og en ved dypvannsinntaket til Larvik Vannverk (Farris 3) ca. 1,5 km fra Farriseidet. Farris 3 skulle tjene som referansestasjon for målingene utenfor siltgardinen.

Farris Øst og Farris Vest ble plassert i avstand ca. 90 m på utsiden av siltgardinen, og utførte målinger i to dyp, henholdsvis 1 og 8 m for å avdekke turbiditet både i overflatevann og i sprangsjikt/dypvann.

Referansebøya Farris 3 hadde målinger i tre dyp: 1, 10 og 13 m. Måleren på 13 m skulle ønskelig ha blitt plassert dypere, men det var ikke mulig ut fra lokale bunnforhold.

Målingene ble utført med intervaller på 10 minutter og data ble overført, via mobilnettet, til en nettbasert database hver 2. time i perioden fra kl. 5 til kl. 19 (vintertid).

Målerne Farris Øst og Farris Vest ble satt opp med SMS varsling dersom turbiditeten oversteg 7 NTU for tre påfølgende målinger (0, 10 og 20 minutter). Varsling ble satt opp til miljøansvarlig hos entreprenør, byggherre og miljøkonsulent. Vedlikehold skulle utføres med 14. dagers intervaller, men ble av og til utsatt grunnet værforhold og sterk vind.

Multiparametersensorene i miljøbøyene målte turbiditet, pH, ledningsevne, vanntemperatur og vannhøyde. Multiparametersensoren i overflaten for Farris 3 målte i tillegg klorofyll a.

Målingene for Farris 3 ble avsluttet 26.09.19, mens Farris Øst og Vest ble avsluttet 07.10.19. Miljøbøyene ble hentet inn i kjørt til NIBIO for vinterlagring og årsvedlikehold.

Figur 2 viser miljøbøya Farris 3 med tre multiparametersonder for måling i ulike dyp.



Figur 2. Miljøbøya Farris 3 med logger og sensorer samt plassering i forhold til Larvik vannverk.

## Automatisk vannmåler Farriselva

Det har blitt gjennomført automatiske målinger av vannkvalitet i Farriselva nedstrøms anleggsområdet i perioden fra 24. mai til 17. desember 2019. For on-line målinger av vannkvalitet ble det benyttet en multiparametersensor (MPS) med SEBA UnilogCom logger og MPS-D8 sonde (figur 3). Vedlikehold og oppfølging av sensoren ble utført annenhver uke.

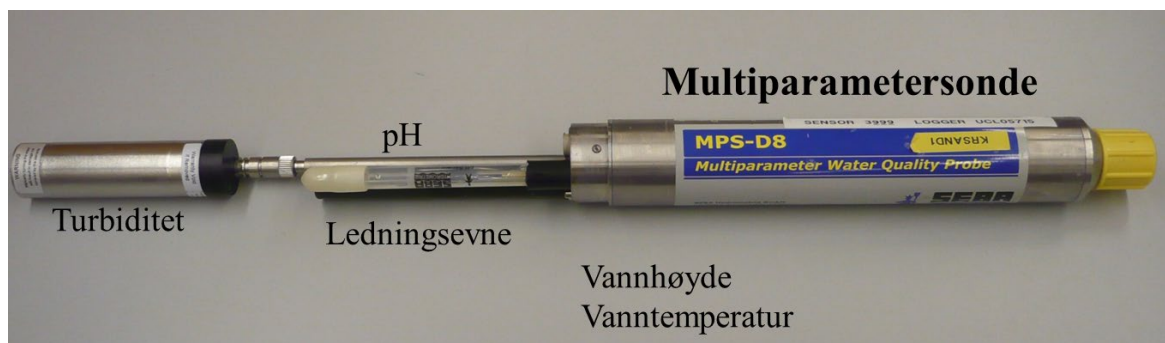
Sonden var utstyrt med sensorer for vannhøyde, vanntemperatur, ledningsevne, pH og turbiditet. Mengde suspendert materiale kan beregnes på bakgrunn av målt turbiditet etter kalibrering. Tre

analyseomganger fra Farriselva som omfattet både turbiditet og suspendert stoff, indikerte følgende forhold mellom disse parametrene:

Suspendert stoff (mg SS/l) = Turbiditet (NTU) \* 0,9

Det har blitt tatt for få prøver til å gi en sikker sammenheng mellom suspendert stoff og turbiditet.

På stasjonen (figur 4) ble det utført det automatiske målinger med MPS hvert 30. minutt. Data ble sendt til server, via mobilnettet, for presentasjon på nettbasert overvåkningside 7 ganger i døgnet.



Figur 3. Multiparametersonde (MPS-D8) som er benyttet på stasjonen for kontinuerlige automatiske målinger.



Figur 4. Plassering av automatisk måleutstyr for vannkvalitet i dam i Farriselva (Stasjon FELV). Logger på stolpe og sensor i foringsrør.

## 3 Resultater

### 3.1 Vannprøver Farriselva

I Farriselva og Knappenålsbekken har det jevnt over vært forhøyede konsentrasjoner av næringsstoffene fosfor og nitrogen (tab. 3). Analyseresultatene viser samsvar mellom innhold suspendert stoff og fosforparametere, samt turbiditet og nitrogenparametere. Den høyeste konsentrasjonen av total fosfor i Farriselva ble målt i vannprøve tatt 14. november: 130 µg/L, samtidig var innholdet av suspendert stoff 26 mg/L og turbiditeten var 29 FNU. For totalt fosfor tilsvarer dette en svært dårlig tilstand. Svært dårlig tilstand for total fosfor ble også påvist i august, se tabeller i vedlegg 2. Den laveste konsentrasjonen av total fosfor ble registrert i vannprøve tatt 04. april: 20 µg/L. Samtidig var det mindre enn 2 mg/L suspendert stoff og turbiditeten var 2,8 FNU. Gjennomsnittlig tilstand for total fosfor i Farriselva i 2019 var dårlig (tab 3).

Det ble tatt vannprøver fra Knappenålsbekken i april og november, disse viste hhv. 71 og 54 µg total fosfor/L. Prøven tatt i november viser at Knappenålsbekken er eutrofieringspåvirket også oppstrøms den strekningen som påvirkes av anleggsarbeidet tilknyttet lokalveier Farriseidet. Det var høy vannføring i bekken i denne perioden. Turbiditeten var 2,6 FNU og suspendert stoff 5,6 mg/L. Innholdet av total fosfor (54 µg/L) var lavere enn det som ble målt i april (71 µg/L), det samme gjaldt for total nitrogen (1200 µg/L i november, 1800 µg/L i april). Til gjengeld var det en større andel av fosfat i prøven fra Knappenålsbekken i april: 41 µg PO<sub>4</sub>-P/L, mens det i november var 11 µg PO<sub>4</sub>-P/L. Prøven som ble tatt i april ble som tidligere nevnt tatt ved utløpet av Knappenålsbekken, mens den i november ble tatt oppstrøms anleggspåvirket område. Ved prøvetakingen i november foregikk det gravearbeider øverst i elva, noe som førte til økt partikkelbelastning. Den høye vannføringen i Knappenålsbekken bidro til utskylling av vannet i de to øverste dammene i elva, noe som også kan forklare den svært høye verdien av total fosfor nedstrøms i elva.

Det er nærliggende å tro at Knappenålsbekken er den viktigste tilførselskilden til fosfor i Farriselva med tanke på gartneridrift og jordbruk i området rundt Kleivertjern, men marine avsetninger i området bidrar også til økt partikkelavrenning i peropder med gravearbeider. Ettersom marin leire inneholder fosforrike mineraler (Skarbøvik, E., 2013; Skarbøvik, E. og Blankeberg A. B., 2014; Skarbøvik, E. og Bechmann, M., 2017) vil dette trolig bidra til å øke fosforkonsentrasjonene i perioder med partikkelbelastning fra gravearbeid. Dette gjelder særlig i de øverste dammene hvor vannet blir holdt tilbake når tilførselen av vann fra Knappenålsbekken er liten.

I løpet av 2019 ble det ikke påvist innhold av PAH og THC i Farriselva eller Knappenålsbekken. Med unntak av arsen (0,56 µg/L, tilsvarende moderat tilstand) ble det heller ikke målt noen forhøyede verdier av prioriterte og regionspesifikke stoffer (vedlegg 2).

I gjennomsnitt var konsentrasjonen av suspendert stoff (SS) i Farriselva 11 mg SS/L. Den høyeste konsentrasjonen var 26 mg SS/L. Den automatiske målestasjonen plassert like nedstrøms prøvetakingspunktet målte gjennomsnittlig ca. 20 FNU (NTU) mens gjennomsnittlig turbiditet basert på analyseverdier for vannprøvene var 14 FNU. Det har vært flere raskt forbigående episoder med svært høy turbiditet, og det er i så måte logisk at snittverdien for turbiditet er høyere for loggeren enn vannprøvene. Turbiditet og suspendert stoff har som nevnt tidligere en sterk korrelasjon, det er ikke tatt ut nok prøver i Knappenålsbekken og Farriselva til å bekrefte denne korrelasjonen. Loggeren er plassert ved overgangen mellom strykepartiet oppstrøms tredje dam i elva og strømningshastigheten til vannet reduseres i dette området. Dette kan muligens bidra til noe sprikende verdier mellom data fra loggeren og vannprøver.

Tabell 3. Gjennomsnitt av analyseresultater i vannprøver fra Knappenålsbekken (KNAP) (n=2) og Farriselva (FELV) (n=6). Tilstand for næringsstoffer og tungmetaller er klassifisert iht. veileder 02:2018. Vannstype for Knappenålsbekken og Farriselva: R108

Parameter	Enhet	KNAP	FELV
pH		7,2	7,5
Turbiditet	FNU	2,7	13,7
Susp. stoff	mg/L	5,6	11,1
Konduktivitet	mS/m	10,6	15,8
Fargetall	mg Pt/L	93	62
TOC	mg/L	10	8,2
Total Fosfor	µg/L	63	75
Fosfat (PO4-P)	µg/L	26	15
Total Nitrogen	µg/L	1500	1165
Nitrat (NO3-N)	µg/L	1100	833
Ammonium (NH4-N)	µg/L	93	45
Kalsium (Ca)	mg/L	9,0	10,3
Magnesium (Mg)	mg/L	1,5	1,6
Natrium (Na)	mg/L	7,6	19,9
Kalium (K)	mg/L	1,6	1,8
Sulfat (SO4)	mg/L	7,8	9,9
Klorid (Cl)	mg/L	12,6	22,9
Jern (Fe)	µg/L	230	218
Mangan (Mn)	µg/L	47,5	10,4
Bly (Pb)	µg/L	0,21	0,15
Kadmium (Cd)	µg/L	0,03	0,02
Kvikksølv (Hg)	µg/L	<0,002	<0,002
Nikkel (Ni)	µg/L	0,48	0,47
Arsen (As)	µg/L	0,31	0,40
Krom (Cr)	µg/L	0,20	0,32
Kobber (Cu)	µg/L	3,65	2,33
Sink (Zn)	µg/L	8,15	4,03
Krom VI (Cr 6)	µg/L	<0,2	<0,2
Antimon (Sb)	µg/L	0,14	0,18
Aluminium (Al)	µg/L	185	115

## 3.2 Vannprøver Farrisvannet

Etter krav fra Fylkesmannen i Vestfold har det blitt tatt ut månedlige prøver i Farris i perioden med anleggsaktivitet som kan påvirke Farris. I den forbindelse har det blitt tatt ut vannprøver fra 3-5 lokaliteter i perioden mai – oktober. Ettersom det ikke var noen aktivitet på anlegget i juli ble det ikke tatt vannprøver da.

Den gjennomsnittlige tilstanden for total fosfor og total nitrogen var god for alle fire stasjonene (tab. 4). De laveste konsentrasjonene av total fosfor ble registrert i juni ved stasjonene FAR V (FV) FAR Ø (FØ) og FAR 3 (F3). Det ble målt < 3 µg total fosfor/L (vedlegg 3). Innenfor siltgardina var konsentrasjonen av total fosfor i juni 17 µg/L. De høyeste konsentrasjonene av total fosfor ved de ulike stasjonene var 19 µg/L ved FAR Ø i august, 15 µg/L ved FAR V i september, 17 µg/L ved FAR 3 i august og 24 µg/L innen for siltgardina i august. 19 og 24 µg tot. P/L tilsvarer moderat tilstand.

For total nitrogen ble det ikke registrert konsentrasjoner over 560 µg/L ved noen av stasjonene, og tilstanden var dermed gjennomgående god for alle stasjonene i Farris (tab.4 og vedlegg 3).

Vanntypen i Farris er i følge Vann-Nett L107, tilsvarende moderat kalkrik, klar. Dette står i kontrast til de registrerte konsentrasjonene av kalsium (Ca) i Farris i løpet av sommeren 2019. Den høyeste konsentrasjonen av kalsium ble målt i vannprøve fra stasjonen innenfor siltgardina i august: 3,1 mg Ca/L (vedlegg 2). Gjennomsnittsverdiene ved de ulike stasjonene varierte fra 2,2 – 2,6 mg Ca/L (tab. 3). Vanntype L107 skal ha et kalsiuminnhold fra 4 – 20 mg/L. Konsentrasjonene av total organisk karbon (TOC) varierte mellom 5 og 5,2 mg/L, mens fargetallet varierte mellom 25 og 29 mg Pt/L i alle vannprøvene med unntak av 30 mg Pt/L målt ved stasjon FAR V i mai (vedlegg 2). Det er rimelig å slå fast at vanntypen fremdeles er klar, men det kan tenkes at vanntypen oppført i Vann-Nett burde endres til L105b (kalkfattig, klar, dyp), dersom det lave kalsiuminnholdet vedvarer. Denne vanntypen har strengere grenser for total nitrogen og total fosfor, og den gjennomsnittlige tilstanden for disse parameterne ville i så fall vært moderat sommeren 2019.

Tilstanden for både prioriterte stoffer (kjemisk tilstand) og regionspesifikke stoffer i Farris var jevnt over god, og med unntak av 1,9 µg løst bly målt innenfor siltgardina i august, ble det ikke påvist forhøyede verdier av tungmetaller .

Det ble ikke påvist innhold av PAH, BTEX eller PCB7 i noen av prøvene (vedlegg 3).

For totale hydrokarboner (THC) ble det registrert små mengder (27 µg/L) innenfor fraksjonene C16-C35 i vannprøve tatt ved FAR V i mai. I august ble det registrert totalt 92 µg THC i vannprøve tatt innenfor siltgardina. Konsentrasjonene av THC var fordelt på fraksjonene C8-C35 (C8-C10: 5,3 µg/L, C10-C12: 8,9 µg/L, C12-C16: 18 µg/L, C16-C35: 60 µg/L) (vedlegg 3).

Tabell 4. Gjennomsnitt av analyseresultater i vannprøver fra stasjonene FAR V (n=5), FAR Ø (n=5), innenfor siltgardin (SILT-INNE) (n=3) og FAR3 (n=4). Tilstand for næringsstoffer og tungmetaller er klassifisert iht. veileder 02:2018. Vanntype for Farris er L107.

Parameter	Enhet	FAR V	FAR Ø	SILT-INNE	FAR 3
pH		6,7	6,6	6,8	6,7
Turbiditet	FNU	0,5	0,5	1,5	0,6
Susp. stoff	mg/L	< 2	< 2	4,8	< 2
Konduktivitet	mS/m	3,2	3,2	3,5	3,1
Fargetall	mg Pt/L	28	28	28	27
TOC	mg/L	5,2	5,1	5,1	5,2
Total Fosfor	µg/L	14	11	15	14
Fosfat (PO4-P)	µg/L	3,2	2,9	3,0	3,2
Total Nitrogen	µg/L	506	512	483	520
Nitrat (NO3-N)	µg/L	354	358	353	348
Ammonium (NH4-N)	µg/L	14	12	15	16
Kalsium (Ca)	mg/L	2,2	2,3	2,6	2,2
Magnesium (Mg)	mg/L	0,5	0,5	0,6	0,6
Natrium (Na)	mg/L	2,9	3,1	3,1	3,1
Kalium (K)	mg/L	0,4	0,4	0,5	0,4
Sulfat (SO4)	mg/L	2,1	2,2	2,1	2,1
Klorid (Cl)	mg/L	3,97	3,97	4,26	3,96
Jern (Fe)	µg/L	29,2	29,2	44,7	28,3
Mangan (Mn)	µg/L	2,0	2,2	3,9	1,9
Bly (Pb)	µg/L	0,02	0,02	0,66	0,018
Kadmium (Cd)	µg/L	0,02	0,02	0,02	0,02
Kvikksølv (Hg)	µg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Nikkel (Ni)	µg/L	0,52	0,51	0,18	0,53
Arsen (As)	µg/L	0,16	0,17	0,18	0,16
Krom (Cr)	µg/L	0,08	0,08	0,10	0,08
Kobber (Cu)	µg/L	0,48	0,45	0,52	0,56
Sink (Zn)	µg/L	5,82	5,88	6,20	5,78
Krom VI (Cr 6)	µg/L	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Antimon (Sb)	µg/L	0,06	0,06	0,08	0,07
Aluminium (Al)	µg/L	103	112	112	104

### 3.3 Vannprøver i bekker tilknyttet deponi ved Breimyr/Langmyr

For å ha oversikt over avrenning fra deponiområdene ved Breimyr nord/Langmyr ble det tatt prøver fra bekkene BRE og TIU i oktober – desember 2018 og april, mai, august og november 2019.

BRE har et lengre strekke hvor det er svært liten helning, noe som jevnt over fører til liten omrøring i vannet. I TIU er det noe mer helning i på strekningen fra deponiets ytterkant og ned mot Vestmarkveien. Langs den nederste strekningen av bekken er det flere steder dumpet hageavfall og prøvene har blitt tatt oppstrøms dette området. Analysereultatene fra de enkelte prøvene er oppført i vedlegg 4.

I 2018 var sommeren og deler av høsten preget av svært lite nedbør og tørke. Det var lite tilsig til bekkene i oktober, og vannføringen var lav, noe som førte til stillestående vann i begge bekkene. Dette gjenspeiles i høye verdier for total nitrogen, total fosfor, fosfat og ammonium i oktober. Verdiene for nitrat var til gjengjeld svært lave. Dette var særlig fremtrende i BRE, men også i TIU. De høye konsentrasjonene av total fosfor tilsvarer moderat tilstand for begge bekkene, mens den for total nitrogen tilsvarer svært dårlig tilstand BRE og moderat tilstand i TIU (tab. 5). Andelen suspendert stoff i prøvene som ble tatt i oktober er de mest sannsynlige bidragsyttere til disse verdiene. I slutten av oktober og begynnelsen av november kom det noe mer nedbør, og konsentrasjonene av total fosfor, fosfat og ammonium i BRE avtok. Konsentrasjonene av total nitrogen økte noe i begynnelsen av november for så å stabilisere seg mot slutten av november og begynnelsen av desember. Mye av det samme var gjeldende for TIU, men konsentrasjonene var jevnt over lavere. Gjennomsnittstilstanden for total fosfor i TIU er påvirket av oktoberprøven, og det bør påpekes at tilstanden for de tre prøvene som ble tatt i november og desember var god.

Stillestående vann og reduserende forhold i som følge av lite nedbør gjennom sommeren og høsten 2018 førte til høye konsentrasjoner av jern og mangan i både BRE og TIU. I prøvene tatt 19. oktober var konsentrasjonen av jern og mangan i BRE 930 µg Fe/L og 1,5 mg Mn/L. I prøven tatt fra TIU samme dag ble det registrert 2 mg Fe/L og 190 µg Mn/L. De reduserende tilstandene ble også gjenspeilet i målte konsentrasjoner av sulfat hvor de høyeste konsentrasjonene i både BRE og TIU ble registrert i prøver tatt 19.10.2018 med en økning i prøver tatt 02.11.2018 før de gradvis avtok mot slutten av november og i desember.

For prioriterte og regionspesifikke stoffer var gjennomsnittlig tilstand i BRE god (tab. 5), med unntak av moderat tilstand for kadmium i oktober og arsen i oktober og den første prøven i november. Dette skyldes trolig at vannet i bekken var svært stillestående da den første prøven ble tatt, og at det skjedde en utvasking i løpet av november som følge av økt vannføring. I TIU var tilstanden i hovedsak god, med unntak av sink hvor de målte konsentrasjonene i alle de fire prøvene tilsvarte dårlig tilstand (tab. 5). Konsentrasjonene avtok gradvis fra 23 µg Zn/L i oktober til 14 µg/L i desember. Målte konsentrasjoner av arsen i TIU tilsvarte moderat tilstand i oktober og slutten av november, og for kadmium tilsvarte målt konsentrasjon i slutten av november moderat tilstand.

For THC og PAH ble det ikke påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensne med unntak av TIU, hvor det ble registrert totalt 89 ng PAH/L i prøven tatt 02.11.2018. Konsentrasjonene fordelte seg på Fluoranten (18 ng/L), Benzo[a]antrazen (15 ng/L), Krysen (11 ng/L), Benzo[b]fluorantren (12 ng/L), Benzo[k]fluoranten (13 ng/L), Benzo[a]pyren (11 ng/L), Indeno[1,2,3-cd]pyren (3,8 ng/L) og Benzo[ghi]perylene (3,5 ng/L).



Tabell 5. Gjennomsnitt av analyseresultater i vannprøver fra BRE (n=4) og TIU (n=4), 2018 Tilstand for næringsstoffer og tungmetaller er klassifisert iht. veileder 02:2018. Vanntype for BRE og TIU er R108.

Parameter	Enhet	BRE	TIU
pH		6,7	6,0
Turbiditet	FNU/NTU	4,7	9,8
Suspendert stoff	mg/L	8,3	8,8
Konduktivitet	mS/m	26,8	10,4
Fargetall	mg Pt/L	134	129
TOC	mg/L	18,8	16,8
Total Fosfor	µg/L	33	35
Fosfat (PO4-P)	µg/L	8,7	5,3
Total Nitrogen	µg/L	1375	723
Nitrat (NO3-N)	µg/L	873	161
Ammonium (NH4-N)	µg/L	128	37
Kalsium (Ca)	mg/L	24,5	5,6
Magnesium (Mg)	mg/L	4,0	1,9
Kalium (K)	mg/L	3,7	1,2
Sulfat (SO4)	mg/L	47,1	10,7
Klorid (Cl)	mg/L	22,7	16,9
Jern (Fe)	µg/L	438	860
Mangan (Mn)	µg/L	432	86
Bly (Pb)	µg/L	0,32	0,45
Kadmium (Cd)	µg/L	0,07	0,07
Kvikksølv (Hg)	µg/L	<0,002	<0,002
Nikkel (Ni)	µg/L	0,71	0,89
Arsen (As)	µg/L	0,78	0,80
Krom (Cr)	µg/L	0,19	0,31
Kobber (Cu)	µg/L	1,45	1,63
Sink (Zn)	µg/L	7,30	19,25
Antimon (Sb)	µg/L	0,22	0,17
Aluminium (Al)	µg/L	195	425

I 2019 ble prøvene fordelt kvartalsvis gjennom året, og det var en helt annen nedbørsituasjon. Mer nedbør førte til økt avrenning fra deponiområdet over tid med større grad av partikkelbelastning, særlig i august og november (vedlegg 4). Dette bidro til en gjennomsnittlig dårlig tilstand for total fosfor og total nitrogen i BRE, og svært dårlig tilstand for total fosfor og moderat tilstand for total nitrogen i TIU (tab. 6). Som nevnt tidligere er fosfor i stor grad knyttet til leirpartikler (marin leire). Både BRE, TIU og vestre del av Breimyrdeponiet er lokalisert i områder med avsetning av marin leire. I november var veien inn til deponiet og selve deponiet svært sølete. Begge bekkene var synlig påvirket, dette gjalt særlig TIU hvor turbiditet målt i vannprøven som ble tatt viste 700 FNU og suspendert stoff var 180 mg/L. I BRE var turbiditeten 51 FNU og suspendert stoff var 26 mg/L. I TIU var konsentrasjonen av total fosfor 1,1 mg/L, mens den i BRE var 150 µg/L.

Konsentrasjonene av løst kalsium, magnesium, natrium, kalium, sulfat og klorid har jevnt over vært høyere i BRE enn i TIU, mens løste tungmetaller, antimon og aluminium har hatt høyest konsentrasjoner i TIU.

Med unntak av prøven tatt 14.11. i TIU ble det ikke påvist THC eller PAH i disse bekkene (vedlegg 4).

Tabell 6. Gjennomsnitt av analyseresultater i vannprøver fra BRE (n=4) og TIU (n=4), 2019 Tilstand for næringsstoffer og tungmetaller er klassifisert iht. veileder 02:2018. Vanntype for BRE og TIU er R108.

Parameter	Enhet	BRE	TIU
pH		6,9	6,0
Turbiditet	FNU	15,0	184,8
Susp. stoff	mg/L	14,5	52,2
Konduktivitet	mS/m	21,7	6,8
Fargetall	mg Pt/L	163	148
TOC	mg/L	21	27
Total Fosfor	µg/L	65	332
Fosfat (PO4-P)	µg/L	6,2	8,3
Total Nitrogen	µg/L	1048	938
Nitrat (NO3-N)	µg/L	378	111
Ammonium (NH4-N)	µg/L	47	93
Kalsium (Ca)	mg/L	21,3	3,9
Magnesium (Mg)	mg/L	3,3	1,2
Natrium (Na)	mg/L	20,3	8,5
Kalium (K)	mg/L	2,8	0,8
Sulfat (SO4)	mg/L	24,5	4,1
Klorid (Cl)	mg/L	19,6	8,53
Jern (Fe)	µg/L	408	1223
Mangan (Mn)	µg/L	32,5	90,3
Bly (Pb)	µg/L	0,37	0,51
Kadmium (Cd)	µg/L	0,04	0,05
Kvikksølv (Hg)	µg/L	<0,002	<0,002
Nikkel (Ni)	µg/L	0,61	1,13
Arsen (As)	µg/L	0,57	0,89
Krom (Cr)	µg/L	0,20	0,49
Kobber (Cu)	µg/L	1,58	3,45
Sink (Zn)	µg/L	4,10	10,38
Krom VI (Cr 6)	µg/L	< 0,2	< 0,2
Antimon (Sb)	µg/L	0,18	0,17
Aluminium (Al)	µg/L	230	573

### 3.3 Vannprøver fra Hagabekken

Vannprøver fra Hagabekken ble tatt 5 ganger i 2018 og 4 ganger i 2019. Det ble ikke påvist alifater i noen av prøvene. Analysedata er vist i vedlegg 5.

### 3.4 Fiskeundersøkelse

På stasjon 3B ble det 26.09.19 gjennomført overfiske i tre omganger som ga en total fanget på 22 fisk (vedlegg 5). Det ble fisket over et areal på 112 m<sup>2</sup> og beregnet tetthet var 20 fisk per 100 m<sup>2</sup> som er det laveste registrerte tettheten ved lokaliteten siden 2014 (tabell 7). Det var mye vann i elva da undersøkelsene ble gjennomført og mange steder var for dype til å gå i. Tettheten er trolig noe underestimert. Det ble kun påvist ørret. Ørreten er mest sannsynlig stasjonær ørret, da steinterskelene i Farriselva danner vandringshindre for gyteklar sjøørret. Unntaket kan være noen få og kortvarige perioder med stor vannføring i elva.

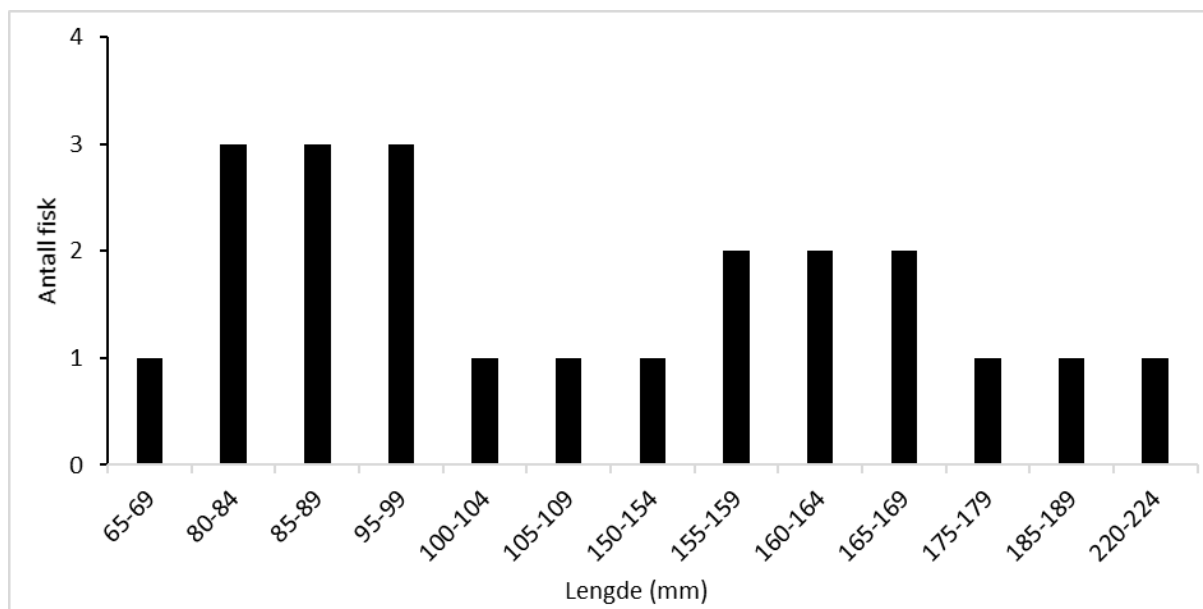
USN gjennomførte elfiske ved samme stasjon noen uker etter og fikk en samlet tetthet på 17 fisk/100 m<sup>2</sup> (tabell 7). Tettheten var størst ved stasjon 2, men det ble fanget flest årsyngel ved stasjon 1. Det ble også fanget til sammen fem ål (*Anguilla anguilla*) ved stasjon 1 og 4.

Om lag halvparten av fisken som ble fanget ved 3B var årsyngel (<100 mm). Da ble ble fanget lite fisk <80 mm ble antagelsene om lengdefordeling av aldersklasser gjort med bakgrunn i resultater fra de andre stasjonene (Herregården og Sleen 2019).

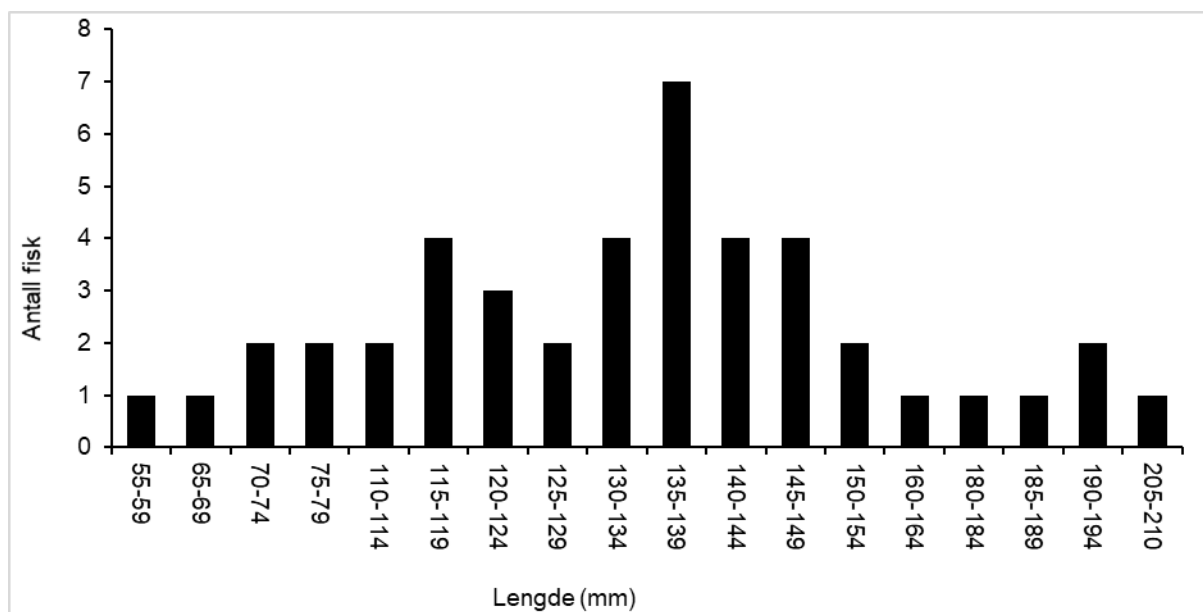
**Tabell 7. Beregnet tetthet av fisk i Farriselva. Undersøkelser på stasjonene 1, 2, 4, 5 og 5B, samt 3B i 2014 og 2017 er utført av USN (Herregården og Sleen 2019; Heggnes m.fl. 2012; Olk m.fl. 2014 og Waarøe 2017).**

Stasjon	År	Areal (m <sup>2</sup> )	Fisk/100m <sup>2</sup>	Fangbarhet (p)	Utført av
1	2011	450	9	0,35	USN
	2014	450	8	0,68	USN
	2017	450	12	0,52	USN
	2019	450	33	0,12	USN
2	2011	150	12	0,61	USN
	2014	150	24	0,43	USN
	2017	150	22	0,39	USN
	2019	150	62	0,20	USN
3B	2014	250	7	0,21	USN
	2017	250	34	0,42	USN
	2018	30	169	0,49	NIBIO
	2019	112	20	0,7	NIBIO
		250	17	0,86	USN
4	2011	350	13	0,57	USN
	2014	350	5	0,73	USN
	2017	350	14	0,34	USN
	2019	350	15	0,33	USN
5	2011	400	6	0,49	USN
	2014	400	3	0,55	USN
	2017	400	20	0,53	USN

Tidligere undersøkelser av fisk, høsten 2014 og 2017 har vist tettheter på hhv. 7 og 34 ørret per 100 m<sup>2</sup> på samme lokalitet (Olk m.fl. 2014; Waarøe 2017) (tabell 7). Høsten 2018 var det uvanlig høy tetthet av fisk i elva (Greipstrand m.fl. 2019). Ekstrem tørke sommeren 2018 førte til at fisken hadde mindre arealer å bevege seg i som resulterte i svært høy tetthet da fiskeundersøkelsene ble gjennomført. Tørken 2018 så ikke ut til å hindre produksjonen i elva, da det ble funnet årsyngel ved flere stasjoner i 2019. Mønster for lengdefordeling fra 2018 (figur 6) kan delvis sees igjen i 2019 (>155 mm) (figur 5).



Figur 5. Lengdefordeling av ørret som ble fanget på stasjon 3b i Farriselva 26.09.2019.



Figur 6. Lengdefordeling av ørret som ble fanget på stasjon 3b i Farriselva i 2018.

## 3.5 Miljøbøyer – overvåkingsresultater

### 3.5.1 Farris øst

Figur 7 viser måleresultatene for miljøbøyen Farris Øst for multiparametersensoren på 1 m dyp. For turbiditet indikerte resultatene noen enkeltverdier med forhøyet turbiditet, og særlig i slutten av juli og begynnelsen av august. Dette har sannsynlig sammenheng med begynnende teknisk svikt for turbiditetsensoren. I perioden fra 12. august til 28. august viste sensoren usannsynlige verdier, og vi har fjernet alle data for denne perioden. Etter bytte til ny sensor ble det målt lave og normale verdier for turbiditet fram til opptak for vinteren 07.10.19. Gjennomsnittlig verdi for turbiditet gjennom hele måleperioden var 0,5 NTU.

Målingene av turbiditet har ikke vist overskridelser av utslippskrav, formulert som sammenhengende turbiditet over 7 NTU over en halvtime. Enkeltverdier med høy turbiditet vil alltid kunne oppstå ved at driv av krepsdyr, alger eller andre større partikler kan forstyrre målingene. Tidligere erfaringer med målinger på 1 m dyp i Farrisvannet har vist at krepsdyr har hatt tilhold inne i dekselet som beskytter sensorene på multiparametersonden.

pH viste stabile verdier rundt 6,6 fra oppstart av målinger 7. mai og fram til første del av juli. Gjennom juli og første halvdel av august var det store døgnvariasjoner i pH, som følge av algeproduksjon og forbruk av karbondioksid til fotosyntese på dagtid. På dagtid ble det hyppig målt pH opp mot 9, mens den på slutten av natta var rundt 6,6. Fra midten av august og fram til målingene ble avsluttet 7. oktober stabiliserte pH seg rundt 6,6 igjen.

Ledningsevnen varierte mellom 2,6 og 3,4 mS/m, der de høyeste verdiene ble målt i mai og de laveste i oktober.

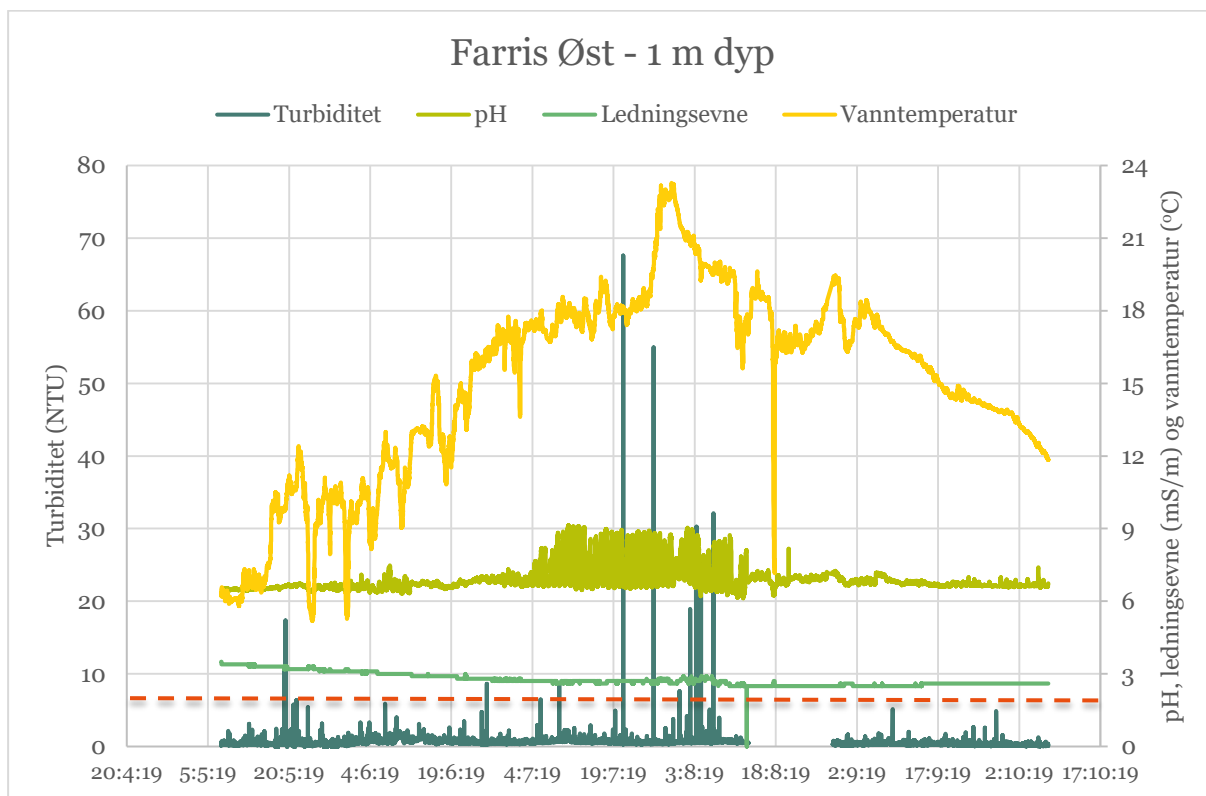
Vanntemperaturen varierte mellom 5 og 23 °C, der høyeste temperature ble målt 30.07.19. Brå fall i vanntemperaturen i overflatevannet, to episode i mai og en i august, indikerer vindindusert omrøring med tilførsel av kaldt bunnvann til overflatelaget.

Figur 8 viser måleresultatene for Farris Øst på 8 m dyp i perioden 7. mai til 7. oktober 2019. Målingene av turbiditet viste at kravene i utslippstillatelsen var overholdt, da det kun var noen få enkeltverdier med turbiditet over 7 NTU. Som nevnt tidligere antas disse verdiene å kunne være feilmålinger som følge av krepsdyr, alger eller tilfeldig driv inn i målesonen. Midlere turbiditet for hele måleperioden var 0,6 NTU.

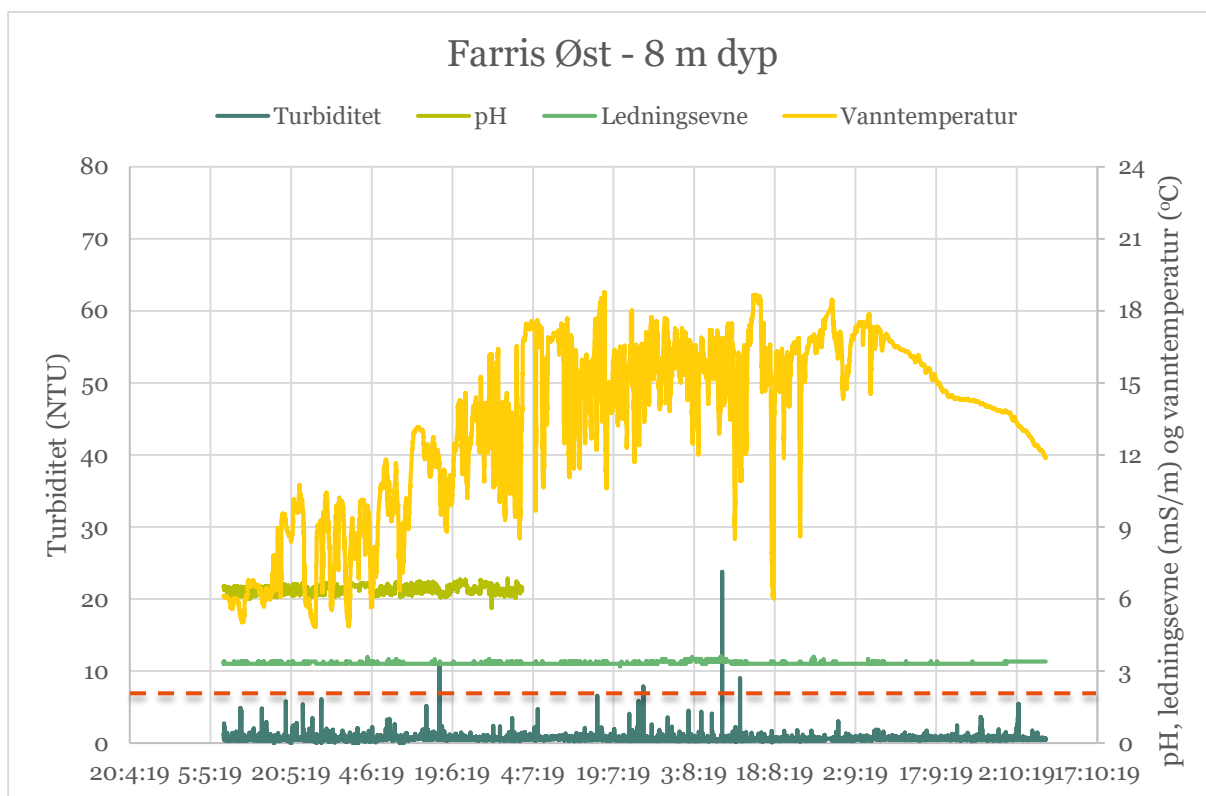
pH varerte mellom 6 og 6,7 i perioden 7. mai til 1. juli 2019. Deretter ble det målefeil på pH-sonden.

Ledningsevnen var stabil rundt 3,3 og 3,4 mS/m gjennom hele måleperioden.

Vanntemperaturen varierte mellom 5 og 18 °C, og viste store variasjoner over kort tid, noe som normalt for sprangsjiktet i innsjøer.



**Figur 7.** pH, ledningsevne (mS/m), vanntemperatur (°C) og turbiditet (NTU) ved 1 m dyp i Farrisvannet, Farris Øst i perioden 07.05-26.09.19



**Figur 8.** Turbiditet (NTU), pH, ledningsevne (mS/m) og vanntemperatur (°C) ved 8 m dyp i Farrisvannet, Farris Øst i perioden 07.05-26.09.19.

### 3.5.2 Farris vest

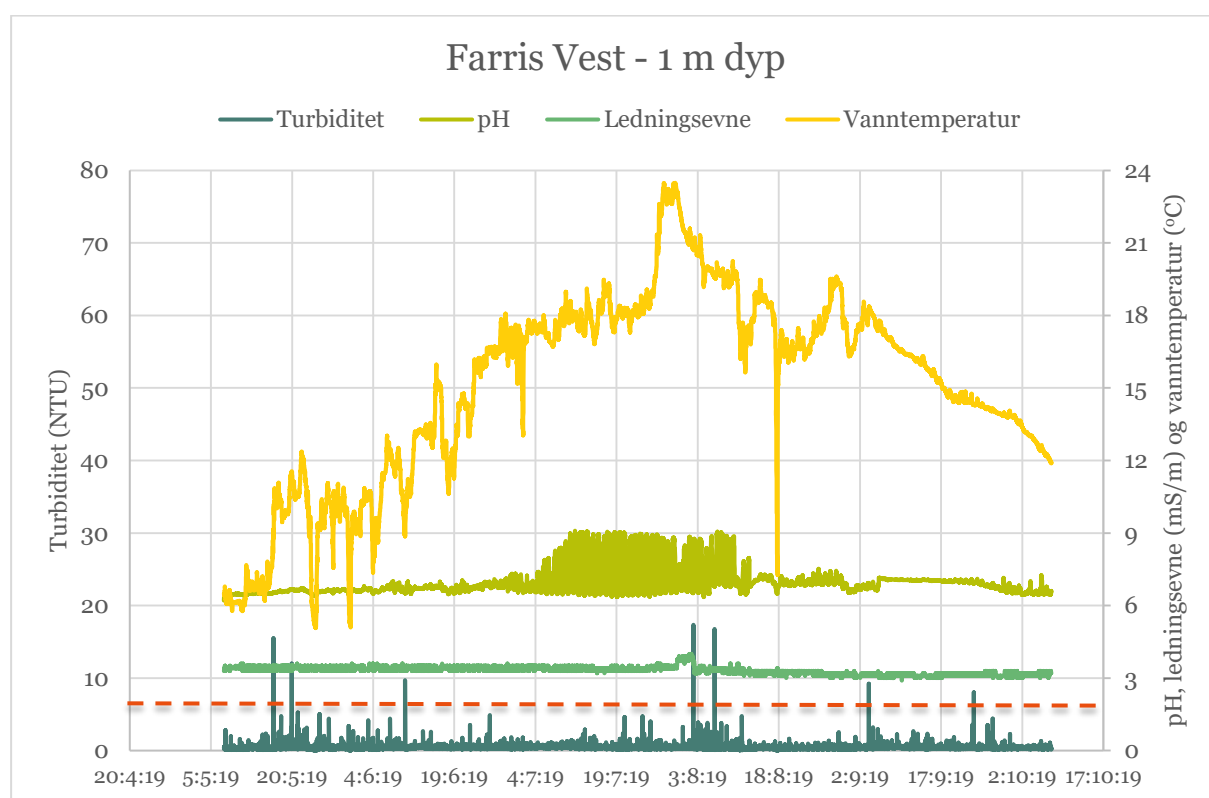
Turbiditeten på 1 m dyp ved Farris Vest er vist i figur 9. Utslippskravet ble overholdt da det bare ble målt noen få enkeltverdier med turbiditet over 7 NTU. Enkeltmålingene med forhøyet turbiditet vurderes som usikre. Stor tetthet av alger vil kunne påvirke turbiditetsmålingene på 1 m dyp.

Målingene av pH viste samme tidsvariasjon som diskutert for 1 m dyp for Farris Øst, stabile verdier rundt 6,6 fram til begynnelsen av juli, deretter stor døgnvariasjon fram til midten av august, før målingene igjen viser mer stabile verdier utover høsten.

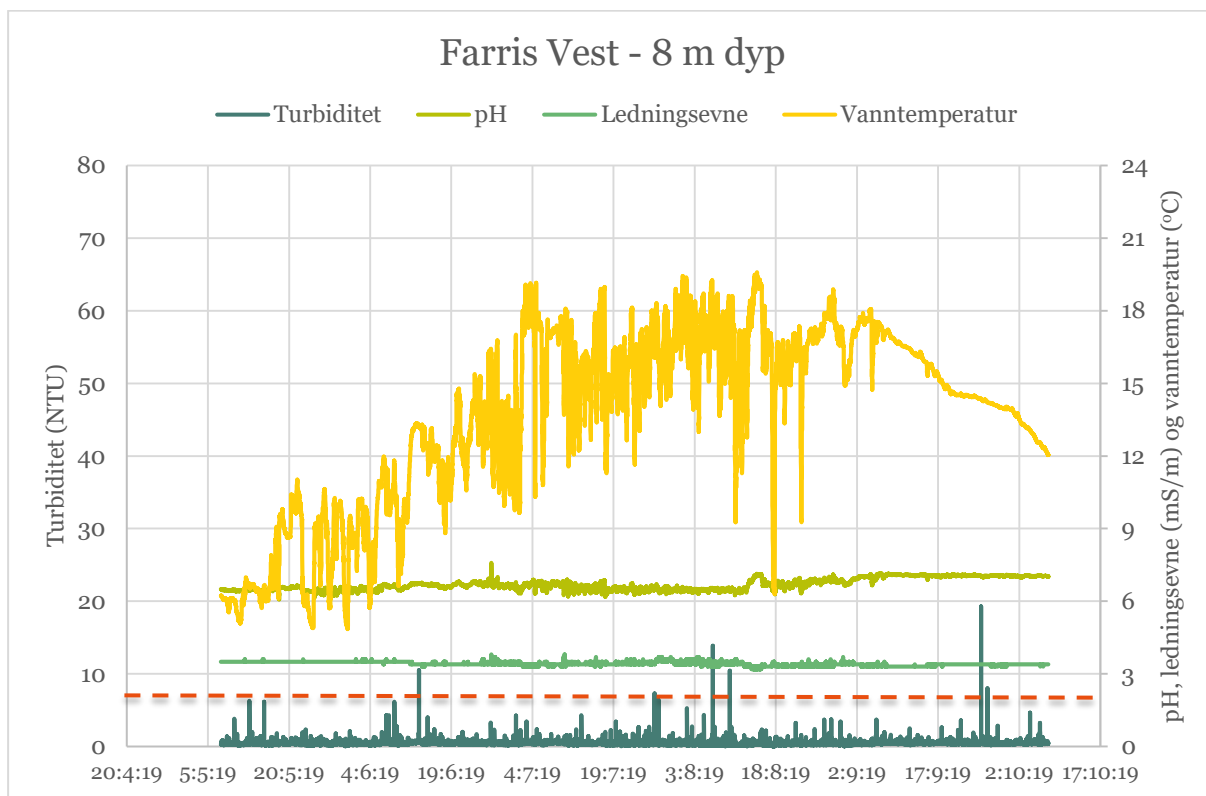
Ledningsevnen variert mellom 3 og 3,4 mS/m, med de laveste verdiene på høsten og de høyeste på våren. Samme mønster som for Farris Øst på 1 m dyp.

Vanntemperaturen viste også samme mønster og verdier som diskutert for Farris Øst.

Turbiditeten på 8 m dyp for Farris vest er vist i figur 10, og dokumenterer at kravene i utslippstillatelsen er overholdt. Målte verdier for pH, ledningsevne og vanntemperatur samsvarer med målingene fra Farris Øst på 8 m dyp, som diskutert tidligere.



Figur 9. Turbiditet (NTU), pH, ledningsevne (mS/m) og vanntemperatur (°C) ved 1 m dyp i Farrisvannet, Farris Vest i perioden 07.05-26.09.19.



Figur 10. Turbiditet (NTU), pH, ledningsevne (mS/m) og vanntemperatur (°C) ved 8 m dyp i Farrisvannet, Farris Vest i perioden 07.05-26.09.19.

### 3.5.3 Farris 3

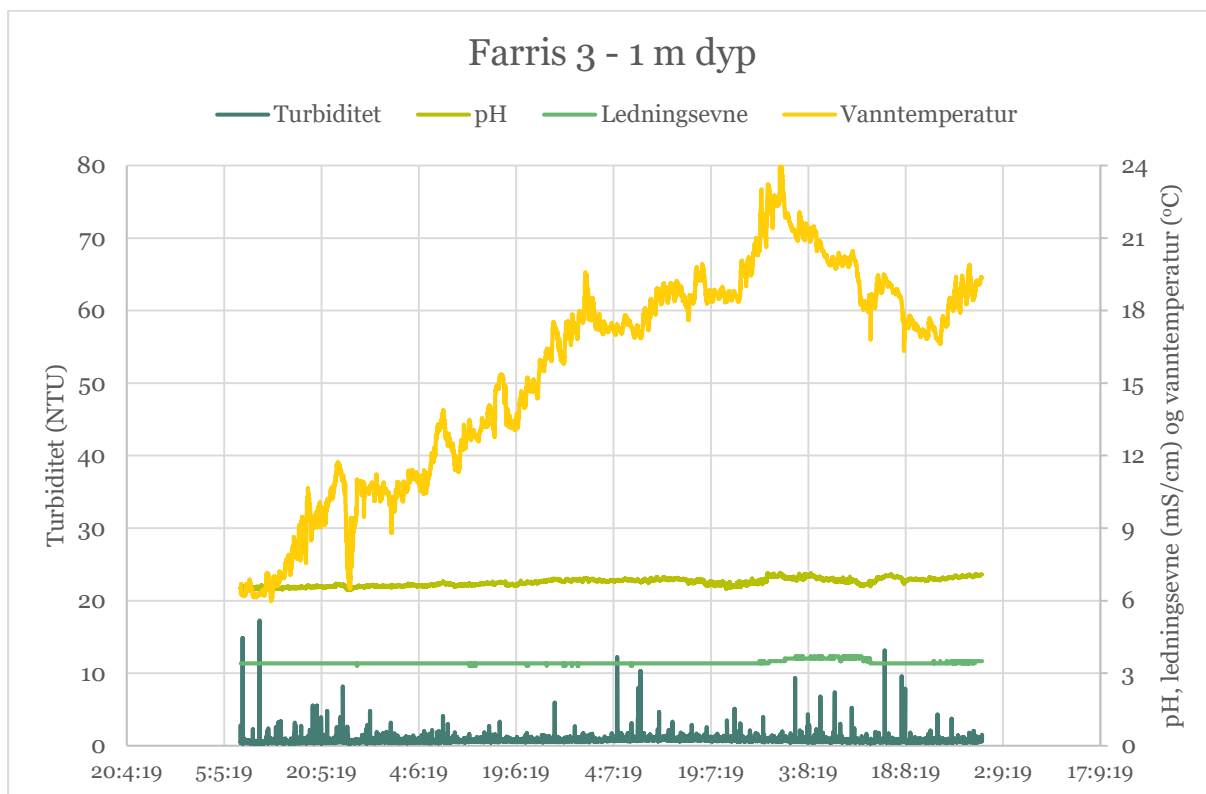
Turbiditeten på 1 m dyp for Farris 3 er vist i figur 11. Siden det ikke ble målt økt turbiditet ved hverken Farris Øst eller Vest, så vurderes Farris 3 som en referansestasjon. Også her ble det målt enkeltverdier over 7 NTU, som antas å skyldes tilfeldige påvirkninger av målingene.

pH varierte mellom 6,6 og 7,1. Denne stasjonen viste ingen økt døgnvariasjon i pH i juli og august. Det kan indikere at dette området har mindre algeoppblomstring enn området nær anleggssonen ved Farris eidet.

Ledningsevnen varierte fra 3,4 til 3,6 mS/m, og viste stabile verdier gjennom hele måleperioden.

Vanntemperaturen varierte mellom 6 og 24°C, og den høyeste temperaturen ble målt 29.07.19.

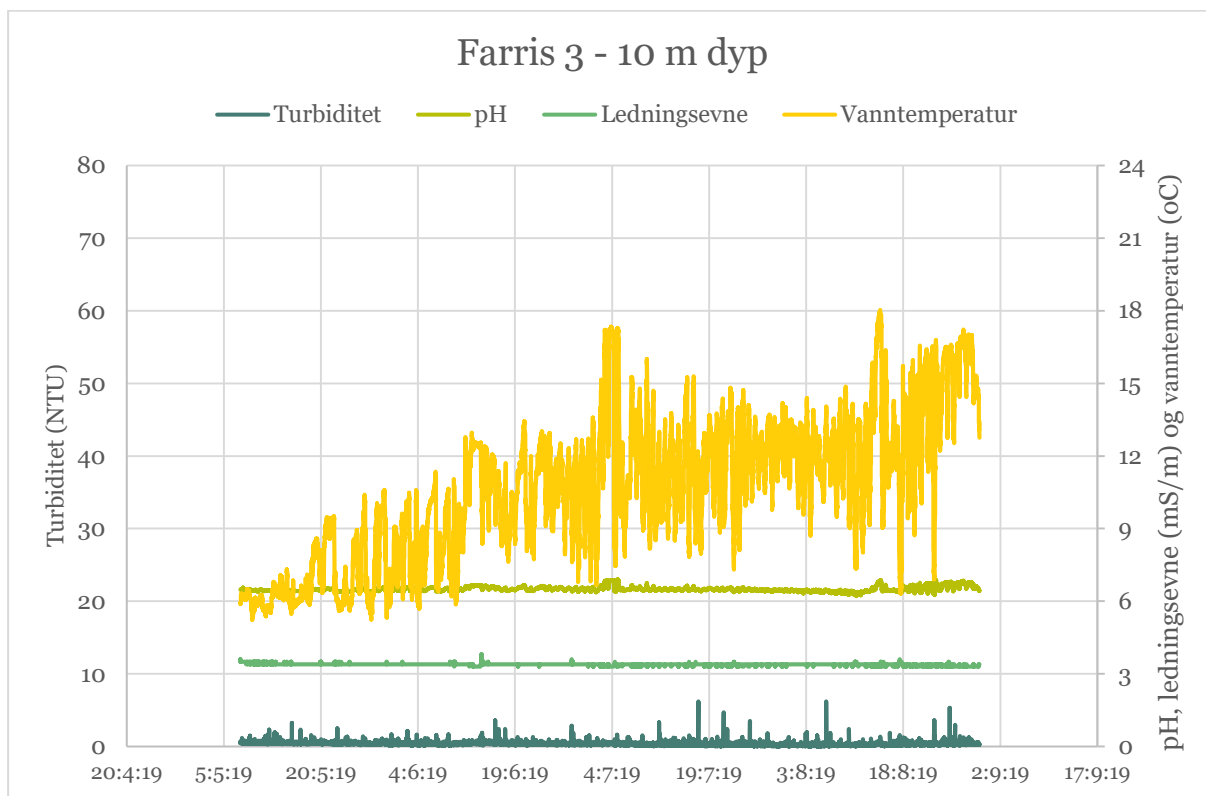




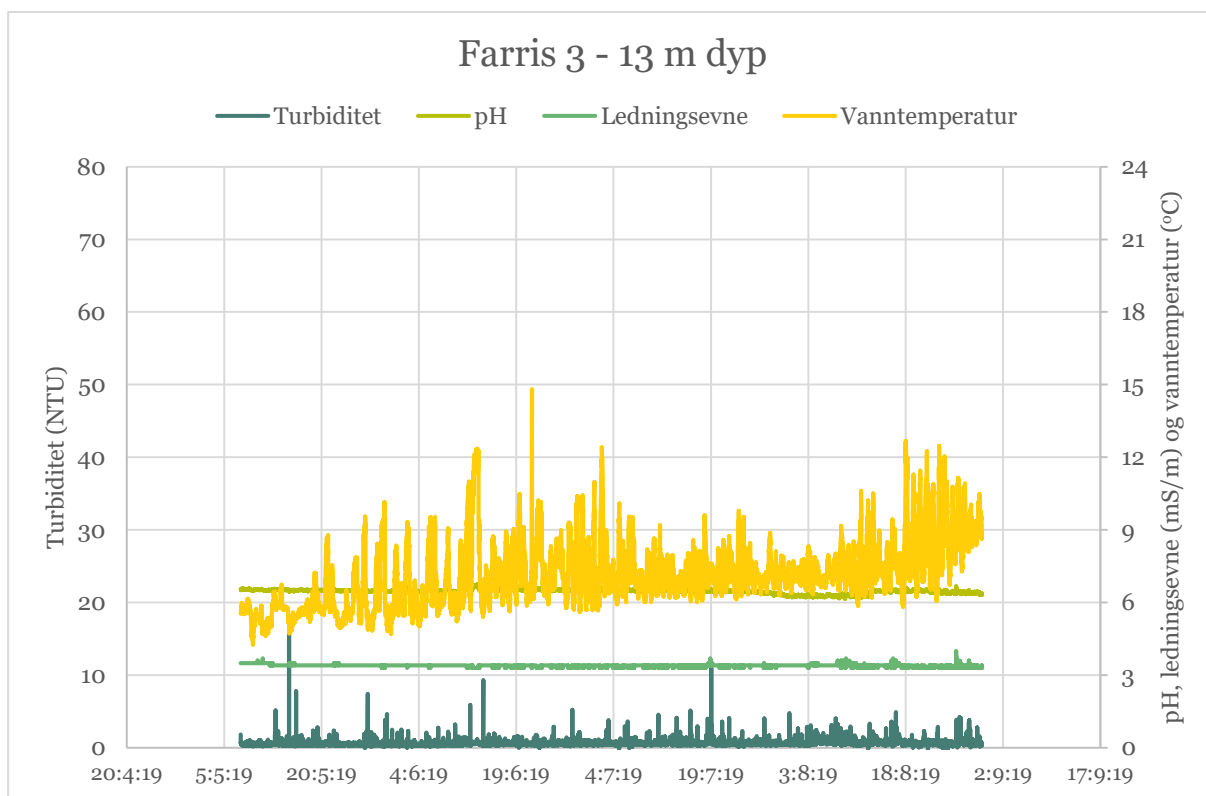
Figur 11. Turbiditet (NTU), pH, ledningsevne (mS/m) og vanntemperatur (°C) ved 1 m dyp i Farrisvannet, Farris 3 i perioden 07.05-07.10.19.

Turbiditeten for Farris 3 på 10 m dyp er vist i figur 12. Målingene viste lave verdier for turbiditet, med noen få enkeltverdier rett over 5 NTU. Midlere turbiditet for hele måleperioden er 0,3 NTU. pH var stabil, med en variasjon mellom 6,4 og 6,5. Ledningsevnen variert mellom 3,3 og 3,4 mS/m. Vanntemperaturen viste stor variasjon, som normalt for målinger i sprangsjiktet. Variasjonen for pH, ledningsevne og vanntemperatur er som beskrevet for 8 m dyp for Farris vest og Farris øst.

Figur 13 viser resultatene for Farris 3 for målingene på 13 m dyp. Det hadde vært ønskelig å plassere denne multiparametersensorene dypere, på ca. 20 m, men det kunne gitt fare for skade på sensorer ved kontakt mot fjellgrunn på bunnen. Resultatene er omtrent som for 10 m dyp, men vanntemperaturen er lavere og med mindre variasjon, noe som indikerer at målingene er gjort i den øvre delen av bunnvannet, rett under sprangsjiktet.



Figur 12. Turbiditet (NTU), pH, ledningsevne (mS/m) og vanntemperatur (°C) ved 10 m dyp i Farrisvannet, Farris 3 i perioden 07.05-07.10.19.



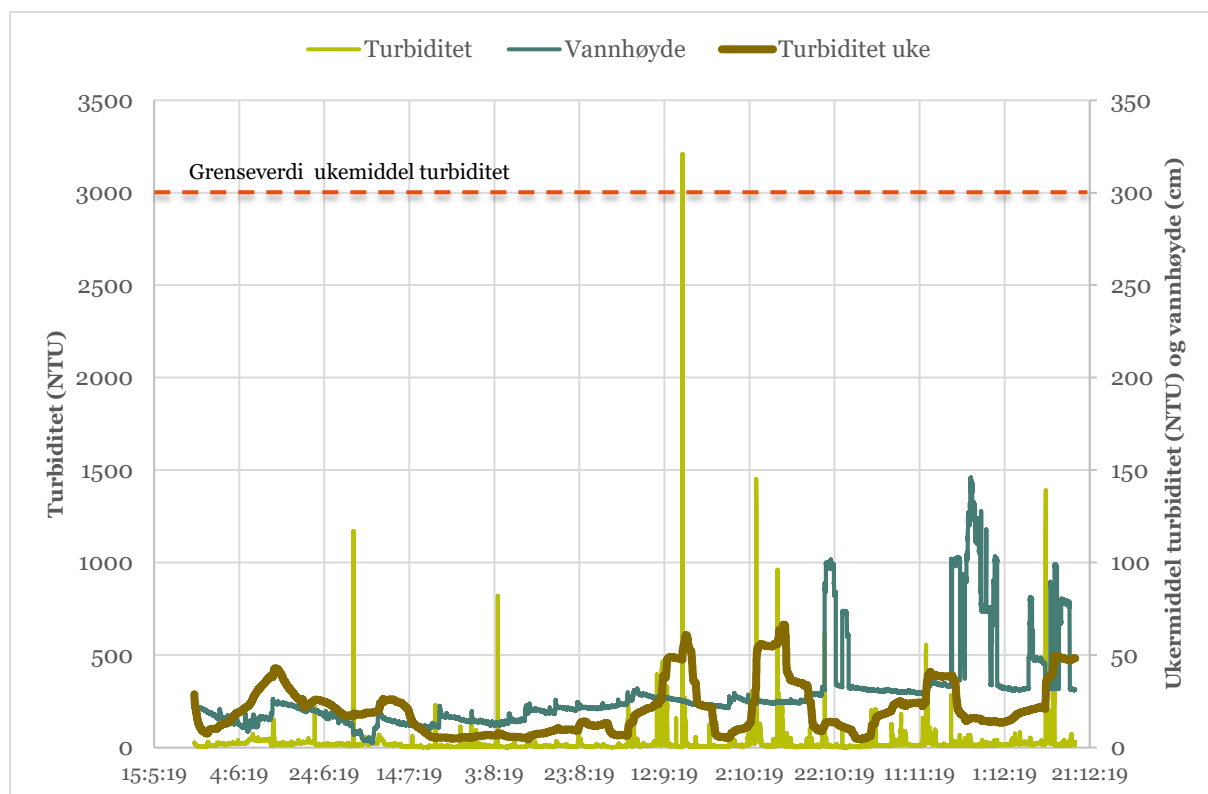
Figur 13. Turbiditet (NTU), pH, ledningsevne (mS/m) og vanntemperatur (°C) ved 13 m dyp i Farrisvannet, Farris 3 i perioden 07.05-07.10.19.

## 3.6 Automatiske vannmålinger Farriselva

### 3.6.1 Turbiditet og vannhøyde

De automatiske målingene av turbiditet, ukemiddel turbiditet og vannhøyde er vist i figur 14. Måleperioden er fra 24.05 til 17.12.19. Enkeltmålinger for turbiditet og ukemiddel er vist på hver sin akse. Ukemiddelverdiene vurderes å gi den beste oversikten over hvordan partikkelbelastningen har variert i Farriselva. I en samlet vurdering ble vannkvaliteten i Farriselva tydelig påvirket av anleggsaktivitet i juni, september, oktober, november og desember. De høyeste ukemiddelverdiene for turbiditet inntraff 14.06 (43 NTU), 17.09 (61 NTU), 10.10 (66 NTU), 13.11 (41 NTU) og 13.12 (50 NTU). Den største partikkelbelastningen inntraff i forbindelse med graving i selve elveløpet i september samt nedknusing av brufundamenter, og påfølgende utvasking av finstoff fra betong til elva under nedbør i oktober, november og desember.

Vannhøyden i Farriselva er stort sett styrt av vannføringen i Knappenålsbekken, og hvordan denne påvirkes av nedbørshendelser. Ved flom i Farrisvassdraget eller ved situasjoner der det er behov for å senke vannstanden i Farrisvannet, åpnes damluka, og vannføringen i Farriselva øker kraftig. Som vist i figur 14 ble damluka åpnet gjentatte ganger i oktober, november og desember 2019. Disse episodene må forventes å ha gitt en utvasking av partikler akkumulert på elvebunnen etter tilførsel fra anleggsaktivitet sommer og høst 2019, slik at substratforholdene har blitt restaurert.



Figur 14. Automatiske målinger av turbiditet, ukemiddel turbiditet og vannhøyde i Farriselva 26.05-17.12.19.

### 3.6.2 pH, ledningsevne og vanntemperatur

For pH ble det målt flere episoder med forhøyede verdier høsten 2019 (figur 15). De høyeste døgnmiddelverdiene for pH ble målt 12.09 (pH 8,4), 05.10 (pH 9,4), 13.11 (pH 9,5) og 03.12 (pH 8,1). Døgnmiddelverdier over pH 9 ble rapportert til fylkesmannen. For enkeltverdier av pH ble det målt maksimale verdier 04.10 (pH 11,4) og 12.11 (pH 11,1).

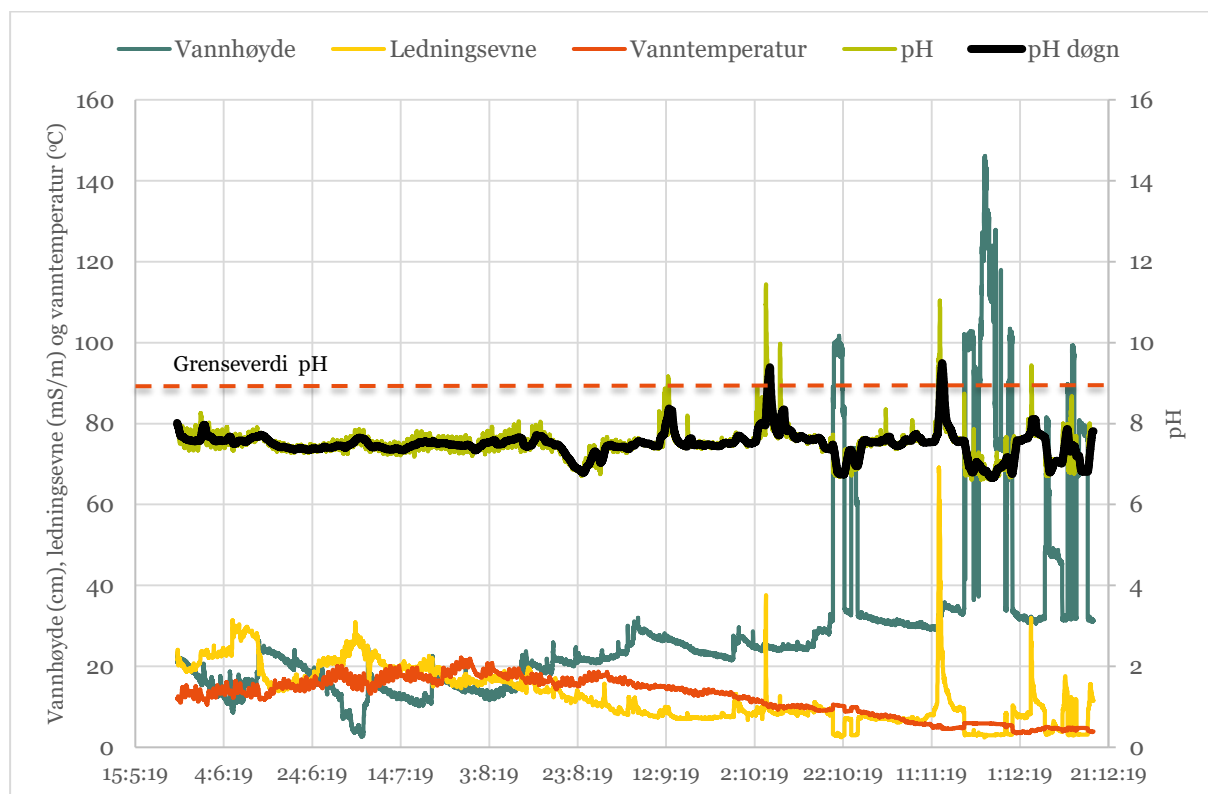
Ledningsevnen i Farriselva viste klart forhøyede verdier under episodene med høy pH. Målingene høsten 2019 viste en normal ledningsevne på rundt 7 mS/m og rundt 3 mS/m når damluka ble åpnet. For de to episodene med høyest pH, 04.10 og 12.11, ble det målt maksimal ledningsevne på henholdsvis 38 og 69 mS/m.

Episodene med forhøyet pH og ledningsevne, kan forklares ut fra anleggsaktiviteten, da det ble utført vurderinger av mulige årsaker som oppfølging av hver enkelt episode:

- 12.09.19: Pigging av betongelementer i elva eller umiddelbar nærhet til elva
- 04. og 05.10.19: Bruk av AUV-betong i kontakt med elvevannet for å tette støpegrop brupillar
- 12.11.19 og 04.12.19: Avrenning av finstoff fra knust betong til elva under nedbør

Ved påslipp av vann fra damluka, som framkommer som stor vannhøyde, viste målingene pH 6,7 og ledningsevne 3 mS/m.

Vanntemperaturen i Farriselva varierte fra 4 til 22 °C gjennom måleperioden. Som diskutert i rapporten for 2018, er vanntemperaturer over 19 °C uheldig for vekst og overlevelse av ørret (Solomon and Lightfoot 2008). Med lav vannføring under tørke sommerstid, er Farriselva utsatt for å kunne få høy temperatur som er skadelig for laksefisk.



Figur 15. Automatiske målinger av pH, døgnmiddel pH, ledningsevne, vanntemperatur og vannhøyde 26.04-11.12.19.

Rådata fra automatiske målinger av vannkvalitet er vist i vedlegg 7.

## 4 Sammenfattende vurderinger

Etter oppdrag fra Statens vegvesen Region sør og prosjektet E18 Bommestad – Sky har NIBIO utført miljøoppfølging i Farrisvannet og Farriselva i forbindelse bygging av nytt lokalveisystem ved Farris eidet (EK3).

I 2019 har det pågått arbeider med frigraving av gammel tørrmur samt oppfylling for ny steinmyr ved akse 7. En siltgardin har vært plassert ved akse 7 for å hindre eventuell spredning av partikler. Mulig påvirkning av Farrisvannet har blitt overvåket av to miljøbøyer, Farris Øst og Farris Vest, plassert ca. 90 m på utsiden av siltgarden. Bøyene har hatt kontinuerlige målinger av turbiditet, pH, ledningsevne og vanntemperatur i to dyp, henholdsvis 1 og 8 m. De ble programmert til å sende SMS-alarmer til entreprenør, byggherre og miljøkonsulent dersom utslippsgrensen for turbiditet på 7 NTU ble overskredet for tre påfølgende målinger (0, 15 og 30 minutter). Det ble også satt ut en miljøbøye nær vanninntaket for Larvik vannverk. Farris 3 hadde automatisk måling av vannkvalitet i tre dyp, henholdsvis 1, 10 og 13 m. I tillegg til nevnte automatiske målinger har det blitt tatt ut flere omganger med vannprøver på inn- og utsiden av siltgarden. Resultatene er diskutert i rapporten.

I Farriselva har det blitt utført graving og støping i og nær elveløpet, samt nedknusing av brobetong nær elva. Påvirkning på vannkvaliteten har blitt dokumentert med en automatisk målestasjon nedstrøms i Farriselva, uttak av vannprøver samt entreprenørens (Marthinsen & Duvholt AS) egen oppfølging av vannkvalitet. I september og oktober 2019 ble det utført fiskeundersøkelser for å dokumentere eventuelle skadeeffekter på ørretbestanden i Farriselva.

Miljøbøyene i Farrisvannet ble satt ut 7. mai 2019, før oppstart av graveaktivitet under Farrisbrua. De automatiske målingene har vist at utslippskravet, der turbiditeten ikke skal overskride 7 NTU, har blitt overholdt.

De automatiske målingene i Farriselva viste at YM-planens grenseverdi for pH (døgnmiddelverdi < 9) har blitt overskredet 9: 4.-5. oktober og 12. november. Overskridelsene 4. – 5. oktober og 12. november vurderes som potensielt skadelige for ørretbestanden i Farriselva, med maksimale døgnmiddelverdier for pH rundt 9,5 og enkeltverdier over 11.

Anleggsaktiviteten ga forhøyet turbiditet i Farriselva, slik at den tidvis var sterkt blakket av leire samt finstøv fra betongknusing. De høyeste ukemiddelverdiene for turbiditet inntraff 14.06 (43 NTU), 17.09 (61 NTU), 10.10 (66 NTU), 13.11 (41 NTU) og 13.12 (50 NTU). Grenseverdien for ukemiddel turbiditet (300 NTU) gitt i YM-planen ble ikke overskredet.

Miljøoppfølging av Farriselva har også omfattet uttak av vannprøver og befaringer med fotodokumentasjon av forholdene i elva (se vedlegg).

Fiskeundersøkelsen i Farriselva på stasjon 3B ble utført 26.09.19, og viste en tetthet på 20 ørret/100m<sup>2</sup>. Dette var vesentlig lavere enn for 2018, da det ble påvist 169 fisk/100 m<sup>2</sup> på den samme strekningen, etter en periode med sterk blakking av elva. Undersøkelsen i 2019 ble gjennomført ved høy vannstand og vanskelige forhold for elfiske, og tettheten av ørret kan ha blitt underestimert.

To studenter ved Universitetet i Sørøst-Norge (USN) gjennomførte fiske på flere stasjoner i Farriselva 03.10.19, i en periode da elva var grå av anleggspartikler (Herregården og Sleen 2019). De fant fisk på alle stasjoner, og i en sammenligning av alle fiskeomganger utført i elva i 2005, 2011, 2014, 2017, 2018 og 2019, konkluderte de med at ørretpopulasjonen i Farriselva synes å være lite påvirket av pågående anleggsaktivitet, og at den gjennomgående tendensen var svakt økende tetthet av ørret på alle undersøkte stasjoner.

**Målinger fra miljøbøyer i Farrisvannet viser at utslippskravet fra Fylkesmannen for turbiditet på utsiden av siltgardin (< 7 NTU) har blitt overholdt gjennom 2019.**

**Automatiske målinger i Farriselva viste at grenseverdien for pH i YM-planen (døgnmiddelverdi < 9) ble overskredet ved to anledninger med døgnmiddelverdier for pH på rundt 9,5 og enkeltverdier over 11. Grenseverdi for ukemiddel turbiditet (300 NTU) har blitt overholdt med god margin.**

# Litteratur

- Armitage, P. D., Moss, D., Wright, J. F., Furse, M. T. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res.*, 17(3): 333-347.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T. G., Rasmussen, G. og Saltveit, S. J. 1989. Electrofishing -Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Bremset, G., Diserud, O., Saksgård, L. og Sandlund, O. T. 2015. Elektrisk fiske – faktorer som påvirker fangbarhet av ungfisk. Resultater fra eksperimentelle feltstudier 2010-2014. NINA Rapport 1147, 35 s. ISBN 978-82-426-2769-8.
- Brittain, J. E. 1988. Bruk av bunndyr i vassdragsovervåking med vekt på organisk forurensing i rennende vann. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 108: 1-70.
- Direktoratgruppa for Vanndirektivet. 2009. Veileder 02:2009. Revidert 2015. Overvåking av miljøtilstand i vann.
- 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.
- Greipsland, I., Rognan, Y., Skrutvold, J., Roseth, R., Stabell, T., og Bremnes, T. 2019. E18 Bommestad – Sky: EK3 lokalvei Farriseidet. Forundersøkelser og miljøoppfølging ved riving av bruer over Farriselva og bygging av nye. NIBIO-rapport 5 (19) 2019. Norsk institutt for bioøkonomi.
- Heggenes, J., Sageie, J., Kvisberglien, E., Loland, B., & Stoll, S. 2012. Biologiske forutsetninger for produksjon av laks- og sjørøret i Farris og Siljanelva opp til Lakssjø. HiT skrift nr. 9/2012. Høgskolen i Telemark, Bø.
- Herregården, K.K. og Sleen, O. 2019. Fish populations in the Farris river – affected by highway construction? Universitetet i Sørøst-Norge, Bø.
- 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.
- Olk, T. R., Segarra, M. A., Shavadze, I., & Kodanovi, L. 2014. The state of fish populations in Hammerdalen-Farris River (Southern Norway) after being affected by the construction of a new highway (E-18). Høgskolen i Telemark, Bø.
- Sandlund, O. T. (red) 2013. Vannforskriften og fisk – forslag til klassifiseringssystem. Miljødir. rapport M22-2013.
- Skarbøvik, E. og Blankenberg, A. 2014. Vurdering av kantsoner langs Lierelva oppstrøms Bjørkelangen (Vannområde Haldenvassdraget) – Resultater fra undersøkelser i 2014. Bioforsk rapport Vol.9, nr. 179 2014.
- Skarbøvik, E. 2013. Betydning av vannføring i bekker og elver for vurdering av vannkvalitet. *Vann* 01/2013: 68-77
- Solomon, D. and Lightfoot, G. 2008. The thermal biology of brown trout and Atlantic salmon. ISBN 978-1-84432-932-8.
- Waarøe, I. K. 2017. The state of fish populations in Hammerdalen-Farris River (Larvik, Vestfold) after being affected by the construction of a new highway, E18. Universitetet i Sørøst-Norge, Bø.

YM-plan. Ytre miljøplan. Bygging av lokalvegnettet i Farriseidet og Hammerdalen, EK3. 2017. Statens vegvesen Region sør, Anne Kari Trøan/Gro Østby, 30.10.2017.

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



# Vedlegg

## Vedlegg 1

Kart over alle lokaliteter (2018 og 2019) i Farris, Farriselva (FELV) og Knappenålsbekken (KNA, KNA-ut), BRE, TIU og Hagabekken (HAG).

FAR Ø, FAR V, FAR 3 og FELV: Automatisk måling av vannkvalitet

Biologi 1: Bunndyr og begroingsalger (2018)

Biologi 2: Begroingsalger (2018)

Biologi 3: Bunndyr (2018)

3B: Fiskeundersøkelser NIBIO (2018 og 2019)

Vannprøver tatt ved alle lokaliteter med rød og blå markering i 2019. Unntak: Farriselva utløp (FELV\_ut), 2018.



## Vedlegg 2

Analyseresultater for Knappenålsbekken (KNAP) og Farriselva (FELV)

Næringsstoffer (total fosfor og total nitrogen), tungmetaller og PAH er klassifisert iht. Klassifiseringsveileder 02:2018

		04.04.19	04.04.19	23.05.19	14.08.19	06.09.19	10.10.19	14.11.19	14.11.19
Parameter	Enhet	KNAP	FELV	FELV	FELV	FELV	FELV	KNAP	FELV
pH		7,4	7,3	7,5	7,8	7,3	7,4	7	7,5
Turbiditet	FNU	2,7	2,8	23	4,5	12	11	2,6	29
Susp. stoff	mg/L	< 2	< 2	5,7	3,4	11	9,2	5,6	26
Konduktivitet	mS/m	13,6	12,7	23	16,9	9,86	9,21	7,52	23,1
Fargetall	mg Pt/L	75	48	43	66	94	60	110	58
TOC	mg/L	8,1	6,3	6,6	8	12	8,3	12	8,2
Total Fosfor	µg/L	71	20	84	95	60	59	54	130
Fosfat (PO4-P)	µg/L	41	4,5	27	32	7,4	7,2	11	9,4
Total Nitrogen	µg/L	1800	880	1800	1400	920	890	1200	1100
Nitrat (NO3-N)	µg/L	1400	720	1300	980	600	560	800	840
Ammonium (NH4-N)	µg/L	76	16	110	9,2	14	37	110	82

		04.04.19	04.04.19	23.05.19	14.08.19	06.09.19	10.10.19	14.11.19	14.11.19
Parameter	Enhet	KNAP	FELV	FELV	FELV	FELV	FELV	KNAP	FELV
Kalsium (Ca)	mg/L	11	8,2	14	12	8	7,4	7	12
Magnesium (Mg)	mg/L	1,6	1,3	2,2	1,9	1,3	1,2	1,3	1,8
Natrium (Na)	mg/L			25	19	11	9,5	7,6	35
Kalium (K)	mg/L	1,8	1,3	2,3	2	1,6	1,4	1,3	2,2
Sulfat (SO4)	mg/L	10	19,1	14,4	12	7,49	7,42	5,51	9,2
Klorid (Cl)	mg/L	16,9	17,8	31,9	19,1	11,4	11,1	8,31	46

		04.04.2019	04.04.2019	23.05.2019	14.08.2019	06.09.2019	10.10.2019	14.11.2019	14.11.2019
Parameter	Enhet	KNAP	FELV	FELV	FELV	FELV	FELV	KNAP	FELV
Jern (Fe)	µg/L	210	170	230	340	260	190	250	120
Mangan (Mn)	µg/L	58	28	3,1	3,6	6,4	5,1	37	16
Bly (Pb)	µg/L	0,18	0,12	0,13	0,19	0,2	0,14	0,22	0,14
Kadmium (Cd)	µg/L	0,032	0,02	0,012	0,013	0,02	0,016	0,028	0,014
Kvikksølv (Hg)	µg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Nikkel (Ni)	µg/L	0,45	0,4	0,57	0,46	0,5	0,43	0,51	0,43
Arsen (As)	µg/L	0,3	0,26	0,44	0,56	0,42	0,34	0,31	0,4
Krom (Cr)	µg/L	0,18	0,17	0,21	0,26	0,26	0,24	0,21	0,8
Kobber (Cu)	µg/L	5,6	1,3	3,1	3,4	1,9	1,8	1,7	2,5
Sink (Zn)	µg/L	7,7	5,7	4	3,7	5,1	3	8,6	2,7
Krom VI (Cr 6)	µg/L	< 1,0	< 1,0	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Antimon (Sb)	µg/L	0,14	0,13	0,23	0,2	0,18	0,13	0,13	0,21
Aluminium (Al)	µg/L	130	100	69	110	160	130	240	120

		04.04.19	04.04.19	23.05.19	14.08.19	06.09.19	10.10.19	14.11.19
Parameter	Enhet	KNAP	FELV	FELV	FELV	FELV	FELV	KNAP
Acenaftylen	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Naftalen	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaften	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoren	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fenantren	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Antracen	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoranten *	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Pyren	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Krysen/Trifenylen	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[b]fluoranten	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[k]fluoranten	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[a]pyren *	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/L	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[a]antracen	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Dibenzo[a,h]antracen *	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo[ghi]perylen	µg/L	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Sum PAH(16) EPA	µg/L	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

		04.04.19	04.04.19	23.05.19	14.08.19	06.09.19	10.10.19	14.11.19
Parameter	Enhet	KNAP	FELV	FELV	FELV	FELV	FELV	KNAP
THC >C5-C8	µg/L	<5,0	<5,0	< 5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C8-C10	µg/L	<5,0	<5,0	< 5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C10-C12	µg/L	<5,0	<5,0	< 5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C12-C16	µg/L	<5,0	<5,0	< 5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C16-C35	µg/L	<20	<20	< 20	<20	<20	<20	<20
Sum THC (>C5-C35)	µg/L	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

## Vedlegg 3

Analysedata Farris.

Næringsstoffer (total fosfor og total nitrogen), tungmetaller og PAH er klassifisert iht. Klassifiseringsveileder 02:2018.

FAR Ø og FAR V er stasjoner hvor det har vært plassert ut miljøbøyer for automatisk overvåking av vannkvalitet i mai – september 2019

SILT-INNE er innenfor siltgardiner som lå utenfor muren ved brotårnet.

FAR 3 er ved miljøbøyen lokalisert ved Gopledal vannverk

		07.05.19	07.05.19	23.05.19	23.05.19	21.06.19	21.06.19	14.08.19	14.08.19	06.09.19	06.09.19
Parameter	Enhet	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V
pH		6,5	6,5	6,6	6,5	6,6	6,7	6,8	6,6	6,8	6,8
Turbiditet	FNU	0,37	0,42	0,7	0,63	0,59	0,56	0,21	0,49	0,38	0,59
Susp. stoff	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Konduktivitet	mS/m	3,36	3,34	3,17	3,17	3,11	3,11	3,41	3,07	3,16	3,18
Fargetall	mg Pt/L	29	30	29	29	28	28	27	26	25	25
TOC	mg/L	5,2	5,1	5,2	5,1	5,4	5,2	5	5,1	5,1	5,2
Total Fosfor	µg/L	7,8	8,8	13	7,2	< 3	< 3	19	12	15	15
Fosfat (PO4-P)	µg/L	4,7	3,1	2,6	2,5	2,8	3,1	2,6	2,5	3,1	3,4
Total Nitrogen	µg/L	500	540	560	550	470	500	540	520	460	450
Nitrat (NO3-N)	µg/L	400	400	390	390	370	380	320	320	290	300
Ammonium (NH4-N)	µg/L	<5	5,5	13	9,3	8,6	8,6	18	20	15	15

		23.05.19	21.06.19	14.08.19
Parameter	Enhet	SILT-INNE	SILT-INNE	SILT-INNE
pH		6,5	6,8	7
Turbiditet	FNU	0,48	1,4	2,6
Susp. stoff	mg/L	< 2	6,7	2,9
Konduktivitet	mS/m	3,28	3,35	3,84
Fargetall	mg Pt/L	29	29	26
TOC	mg/L	5,2	5,2	5
Total Fosfor	µg/L	7,7	14	24
Fosfat (PO4-P)	µg/L	3,3	2,8	3
Total Nitrogen	µg/L	540	400	510
Nitrat (NO3-N)	µg/L	390	360	310
Ammonium (NH4-N)	µg/L	10	11	24

		23.05.19	21.06.19	14.08.19	06.09.19
Parameter	Enhet	FAR 3	FAR 3	FAR 3	FAR 3
pH		6,6	6,7	6,7	6,8
Turbiditet	FNU	0,52	0,8	0,34	0,57
Susp. stoff	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2
Konduktivitet	mS/m	3,17	3,09	3,1	3,16
Fargetall	mg Pt/L	29	28	25	25
TOC	mg/L	5,2	5,2	5,1	5,3
Total Fosfor	µg/L	10	< 3	17	15
Fosfat (PO4-P)	µg/L	4	3	2,9	2,7
Total Nitrogen	µg/L	540	510	480	550
Nitrat (NO3-N)	µg/L	400	370	310	310
Ammonium (NH4-N)	µg/L	13	10	16	24

		07.05.19	07.05.19	23.05.19	23.05.19	21.06.19	21.06.19	14.08.19	14.08.19	06.09.19	06.09.19
Parameter	Enhet	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V
Kalsium (Ca)	mg/L	2,3	2,3	2,3	2,3	2	2,3	2,3	2,2	2,3	2,2
Magnesium (Mg)	mg/L	0,55	0,54	0,57	0,58	0,47	0,54	0,54	0,53	0,53	0,54
Natrium (Na)	mg/L			3,2	3,3	2,4	3	2,9	2,8	3,1	3,2
Kalium (K)	mg/L	0,47	0,46	0,42	0,42	0,38	0,43	0,42	0,41	0,45	0,46
Sulfat (SO4)	mg/L	2,17	2,44	1,93	2	2,18	2,18	2,34	2,2	2,02	2,07
Klorid (Cl)	mg/L	3,95	3,95	3,85	3,88	3,91	3,93	4,21	4,12	3,94	3,95

		23.05.19	21.06.19	14.08.19
Parameter	Enhet	SILT-INNE	SILT-INNE	SILT-INNE
Kalsium (Ca)	mg/L	2,3	2,5	3,1
Magnesium (Mg)	mg/L	0,56	0,56	0,56
Natrium (Na)	mg/L	3,2	3,2	3
Kalium (K)	mg/L	0,41	0,49	0,51
Sulfat (SO4)	mg/L	1,92	2,22	2,26
Klorid (Cl)	mg/L	4,1	4,26	4,41

		23.05.19	21.06.19	14.08.19	06.09.19
Parameter	Enhet	FAR 3	FAR 3	FAR 3	FAR 3
Kalsium (Ca)	mg/L	2,3	2	2,2	2,3
Magnesium (Mg)	mg/L	0,59	0,48	0,61	0,54
Natrium (Na)	mg/L	3,4	2,5	3,2	3,2
Kalium (K)	mg/L	0,43	0,39	0,43	0,46
Sulfat (SO4)	mg/L	1,99	2,2	2,17	2,03
Klorid (Cl)	mg/L	3,95	3,92	4,01	3,95

		07.05.19	07.05.19	23.05.19	23.05.19	21.06.19	21.06.19	14.08.19	14.08.19	06.09.19	06.09.19
Parameter	Enhet	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V
Jern (Fe)	µg/L	32	31	39	39	32	34	23	23	20	19
Mangan (Mn)	µg/L	2,9	2,9	3,9	4,8	1,9	2,1	0,8	0,69	0,44	0,38
Bly (Pb)	µg/L	0,017	0,018	0,034	0,024	0,023	0,02	0,013	0,013	0,016	0,013
Kadmium (Cd)	µg/L	0,022	0,024	0,023	0,022	0,02	0,022	0,016	0,017	0,015	0,015
Kvikksølv (Hg)	µg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Nikkel (Ni)	µg/L	0,15	0,16	1,1	1,4	0,3	0,37	0,17	0,15	0,9	0,46
Arsen (As)	µg/L	0,15	0,17	0,17	0,17	0,16	< 0,020	0,17	0,17	0,16	0,15
Krom (Cr)	µg/L	0,089	0,083	0,095	0,08	0,071	0,077	0,084	0,081	0,083	0,076
Kobber (Cu)	µg/L	0,39	0,36	0,65	0,56	0,45	0,46	0,48	0,39	0,45	0,48
Sink (Zn)	µg/L	6,1	6,1	6,9	6,9	5,7	6,1	5,7	5,6	4,7	4,7
Krom VI (Cr 6)	µg/L	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Antimon (Sb)	µg/L	0,038	0,045	0,065	0,066	0,083	0,071	0,073	0,052	0,064	0,058
Aluminium (Al)	µg/L	120	120	120	130	100	130	94	95	81	84

		23.05.19	21.06.19	14.08.19
Parameter	Enhet	SILT-INNE	SILT-INNE	SILT-INNE
Jern (Fe)	µg/L	45	53	36
Mangan (Mn)	µg/L	4,6	4,8	2,4
Bly (Pb)	µg/L	0,025	0,044	1,9
Kadmium (Cd)	µg/L	0,022	0,021	0,016
Kvikksølv (Hg)	µg/L	<0,002	<0,002	<0,002
Nikkel (Ni)	µg/L	0,17	0,17	0,19
Arsen (As)	µg/L	0,17	0,16	0,21
Krom (Cr)	µg/L	0,08	0,098	0,11
Kobber (Cu)	µg/L	0,48	0,47	0,61
Sink (Zn)	µg/L	7,5	6,4	4,7
Krom VI (Cr 6)	µg/L	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Antimon (Sb)	µg/L	0,068	0,08	0,082
Aluminium (Al)	µg/L	120	130	85

		23.05.19	21.06.19	14.08.19	06.09.19
Parameter	Enhet	FAR 3	FAR 3	FAR 3	FAR 3
Jern (Fe)	µg/L	38	32	23	20
Mangan (Mn)	µg/L	4,1	2,3	0,58	0,44
Bly (Pb)	µg/L	0,024	0,019	0,012	0,018
Kadmium (Cd)	µg/L	0,024	0,02	0,016	0,015
Kvikksølv (Hg)	µg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Nikkel (Ni)	µg/L	0,86	0,52	0,15	0,6
Arsen (As)	µg/L	0,17	0,15	0,15	0,16
Krom (Cr)	µg/L	0,091	0,073	0,071	0,079
Kobber (Cu)	µg/L	0,62	0,46	0,43	0,71
Sink (Zn)	µg/L	6,8	6	5	5,3
Krom VI (Cr 6)	µg/L	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Antimon (Sb)	µg/L	0,074	0,075	0,061	0,062
Aluminium (Al)	µg/L	130	100	100	84

BTEX		23.05.19	23.05.19	23.05.19	23.05.19	14.08.19	14.08.19	14.08.19	14.08.19
Parameter	Enhet	FAR V	FAR Ø	SILT-INNE	FAR 3	FAR Ø	FAR V	SILT-INNE	FAR 3
Benzen	µg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Toluen	µg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Etylbenzen	µg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
m,p-Xylen	µg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
o-Xylen	µg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10

PCB7		23.05.19	23.05.19	23.05.19	23.05.19
Parameter	Enhet	FAR V	FAR Ø	SILT-INNE	FAR 3
PCB 101	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 118	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 138	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 153	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 180	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 28	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 52	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010

		07.05.19	07.05.19	23.05.19	23.05.19	21.06.19	21.06.19	14.08.19	14.08.19	06.09.19	06.09.19
Parameter	Enhet	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V
Acenaftilen	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Naftalen	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Acenaften	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoren	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fenantren	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Antracen	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoranten *	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Pyren	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo[a]antracen	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Krysen/Trifenylen	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo[b]fluoranten	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo[k]fluoranten	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo[a]pyren *	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Indeno[1,2,3-cd]pyren	ng/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Dibenzo[a,h]antracen *	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo[ghi]perylen	ng/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Sum PAH(16) EPA	ng/L	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

		23.05.19	21.06.19	14.08.19
Parameter	Enhet	SILT-INNE	SILT-INNE	SILT-INNE
Acenaftylen	µg/L	<10	<10	<10
Naftalen	µg/L	<10	<10	<10
Acenaften	µg/L	<10	<10	<10
Fluoren	µg/L	<10	<10	<10
Fenantren	µg/L	<10	<10	<10
Antracen	µg/L	<10	<10	<10
Fluoranten *	µg/L	<10	<10	<10
Pyren	µg/L	<10	<10	<10
Krysen/Trifenylen	µg/L	<10	<10	<10
Benzo[b]fluoranten	µg/L	<10	<10	<10
Benzo[k]fluoranten	µg/L	<10	<10	<10
Benzo[a]pyren *	µg/L	<10	<10	<10
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/L	<2,0	<2,0	<10
Benzo[a]antracen	µg/L	<10	<10	<2,0
Dibenzo[a,h]antracen *	µg/L	<10	<10	<0,010
Benzo[ghi]perylene	µg/L	<2,0	<2,0	<2,0
Sum PAH(16) EPA	µg/L	nd	nd	nd

		23.05.19	21.06.19	14.08.19	06.09.19
Parameter	Enhet	FAR 3	FAR 3	FAR 3	FAR 3
Acenaftylen	ng/L	<10	<10	<10	<10
Naftalen	ng/L	<10	<10	<10	<10
Acenaften	ng/L	<10	<10	<10	<10
Fluoren	ng/L	<10	<10	<10	<10
Fenantren	ng/L	<10	<10	<10	<10
Antracen	ng/L	<10	<10	<10	<10
Fluoranten *	ng/L	<10	<10	<10	<10
Pyren	ng/L	<10	<10	<10	<10
Krysen/Trifenylen	ng/L	<10	<10	<10	<10
Benzo[b]fluoranten	ng/L	<10	<10	<10	<10
Benzo[k]fluoranten	ng/L	<10	<10	<10	<10
Benzo[a]pyren *	ng/L	<10	<10	<10	<10
Indeno[1,2,3-cd]pyren	ng/L	<2,0	<2,0	<10	<10
Benzo[a]antracen	ng/L	<10	<10	<2,0	<2,0
Dibenzo[a,h]antracen *	ng/L	<10	<10	<10	<10
Benzo[ghi]perylene	ng/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Sum PAH(16) EPA	ng/L	nd	nd	nd	nd

		07.05.19	07.05.19	23.05.19	23.05.19	21.06.19	21.06.19	14.08.19	14.08.19	06.09.19	06.09.19
Parameter	Enhet	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V	FAR Ø	FAR V
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
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
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
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
THC >C16-C35	µg/L	<20	<20	<20	27	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Sum THC (>C5-C35)	µg/L	nd	nd	nd	27	nd	nd	nd	nd	nd	nd



		23.05.19	21.06.19	14.08.19
<b>Parameter</b>	<b>Enhet</b>	<b>SILT-INNE</b>	<b>SILT-INNE</b>	<b>SILT-INNE</b>
THC >C5-C8	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C8-C10	µg/L	<5,0	<5,0	5,3
THC >C10-C12	µg/L	<5,0	<5,0	8,9
THC >C12-C16	µg/L	<5,0	<5,0	18
THC >C16-C35	µg/L	<20	<20	60
<b>Sum THC (&gt;C5-C35)</b>	<b>µg/L</b>	nd	nd	92

		23.05.19	21.06.19	14.08.19	06.09.19
<b>Parameter</b>	<b>Enhet</b>	<b>FAR 3</b>	<b>FAR 3</b>	<b>FAR 3</b>	<b>FAR 3</b>
THC >C5-C8	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C8-C10	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C10-C12	µg/L	<5,0	<5,0	<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
<b>Sum THC (&gt;C5-C35)</b>	<b>µg/L</b>	nd	nd	nd	nd

## Vedlegg 4

Analysedata for prøver tatt i bekk fra Breimyr (BRE) og Tiurleikåsene (TIU), 2018 og 2019

Næringsstoffer (total fosfor og total nitrogen), tungmetaller og PAH er klassifisert iht. Klassifiseringsveileder 02:2018

2018

		19.10.18	19.10.18	02.11.18	02.11.18	23.11.18	23.11.18	06.12.18	06.12.18
Parameter	Enhet	BRE	TIU	BRE	TIU	BRE	TIU	TiU	BRE
pH		6.7	6.1	6.6	6.0	6.7	5.9	6.1	6.9
Turbiditet	FNU	2.0	27	1.6	3.6	2.1	3.0	5.6	13
Suspendert stoff	mg/L	8.3	12	< 2	< 2	14	< 2	5.5	2.7
Konduktivitet	mS/m	27.9	11.4	30.6	12.1	25.2	9.47	8.78	23.5
Fargetall	mg Pt/L	233	216	118	90	96	119	91	88
TOC	mg/L	26	24	20	14	15	16	13	14
Total Fosfor	µg/L	42	56	26	28	23	27	28	40
Fosfat (PO4-P)	µg/L	21	4.6	4.7	5.9	4.3	5.7	5.1	4.7
Total Nitrogen	µg/L	1400	1000	1500	690	1300	620	580	1300
Nitrat (NO3-N)	µg/L	<5	13	880	250	850	120	260	890
Ammonium (NH4-N)	µg/L	320	74	93	20	50	36	19	49

		19.10.18	19.10.18	02.11.18	02.11.18	23.11.18	23.11.18	06.12.18	06.12.18
Parameter	Enhet	BRE	TIU	BRE	TIU	BRE	TIU	TiU	BRE
Kalsium (Ca)	mg/L	27	7.3	27	6.3	24	5.0	3,6	20
Magnesium (Mg)	mg/L	4.5	2.3	4.7	2.2	3.8	1.8	1,2	3
Kalium (K)	mg/L	4.3	1.6	4.2	1.4	3.7	1.0	0,68	2,7
Sulfat (SO4)	mg/L	50.1	12.9	62.5	14.3	42.6	8.95	6.68	33.3
Klorid (Cl)	mg/L	23.4	16.6	24.8	18.8	21.3	16.2	16.0	21.3

		19.10.18	19.10.18	02.11.18	02.11.18	23.11.18	23.11.18	06.12.18	06.12.18
Parameter	Enhet	BRE	TIU	BRE	TIU	BRE	TIU	TiU	BRE
Jern (Fe)	µg/L	930	2000	320	360	290	720	360	210
Mangan (Mn)	µg/L	1500	190	140	43	53	70	40	33
Bly (Pb)	µg/L	0,66	0,74	0,17	0,29	0,2	0,45	0,32	0,24
Kadmium (Cd)	µg/L	0,13	0,048	0,056	0,07	0,052	0,094	0,072	0,054
Kvikksølv (Hg)	µg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Nikkel (Ni)	µg/L	1,1	1,6	0,68	0,64	0,61	0,77	0,53	0,46
Arsen (As)	µg/L	1,7	1,7	0,56	0,47	0,44	0,65	0,38	0,41
Krom (Cr)	µg/L	0,27	0,44	0,17	0,26	0,17	0,32	0,2	0,14
Kobber (Cu)	µg/L	1,2	2,3	1,4	1,3	1,6	1,6	1,3	1,6
Sink (Zn)	µg/L	9,9	23	7,8	20	6	20	14	5,5
Antimon (Sb)	µg/L	0,27	0,22	0,18	0,17	0,19	0,14	0,15	0,22
Aluminium (Al)	µg/L	300	590	160	310	180	510	290	140

		19.10.18	19.10.18	02.11.18	02.11.18	23.11.18	23.11.18	06.12.18	06.12.18
Parameter	Enhet	BRE	TIU	BRE	TIU	BRE	TIU	TiU	BRE
Acenaftilen	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Naftalen	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Acenaften	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoren	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fenantren	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Antracen	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoranten *	µg/L	<10	<10	<10	18	<10	<10	<10	<10
Pyren	µg/L	<10	<10	<10	15	<10	<10	<10	<10
Benzo[a]antracen	µg/L	<10	<10	<10	11	<10	<10	<10	<10
Krysen/Trifenylen	µg/L	<10	<10	<10	12	<10	<10	<10	<10
Benzo[b]fluoranten	µg/L	<10	<10	<10	13	<10	<10	<10	<10
Benzo[k]fluoranten	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo[a]pyren *	µg/L	<10	<10	<10	11	<10	<10	<10	<10
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/L	<2,0	<2,0	<2,0	3,8	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Dibenzo[a,h]antracen *	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo[ghi]perylen	µg/L	<2,0	<2,0	<2,0	3,5	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Sum PAH(16) EPA	µg/L				89				

		19.10.18	19.10.18	02.11.18	02.11.18	23.11.18	23.11.18	06.12.18	06.12.18
Parameter	Enhet	BRE	TIU	BRE	TIU	BRE	TIU	TiU	BRE
THC >C5-C8	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C8-C10	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C10-C12	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C12-C16	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C16-C35	µg/L	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Sum THC (>C5-C35)	µg/L	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

2019

		04.04.19	04.04.19	23.05.19	23.05.19	15.08.19	15.08.19	14.11.19	14.11.19
Parameter	Enhet	BRE	TIU	BRE	TIU	BRE	TIU	BRE	TIU
pH		6,9	6,3	6,9	5,9	7,1	5,5	6,6	6,4
Turbiditet	FNU	4,5	10	0,92	5,1	3,7	24	51	700
Susp. stoff	mg/L	< 2	3	< 2	2,9	2,9	23	26	180
Konduktivitet	mS/m	19,1	7,09	25,7	6,59	30,8	7,8	11	5,52
Fargetall	mg Pt/L	117	87	124	237	230	>400	180	120
TOC	mg/L	14	10	18	24	28	54	22	21
Total Fosfor	µg/L	21	30	23	46	67	150	150	1100
Fosfat (PO4-P)	µg/L	3,8	2,9	5,9	9,9	8,8	13	6,3	7,5
Total Nitrogen	µg/L	900	500	690	810	1300	1800	1300	640
Nitrat (NO3-N)	µg/L	530	220	170	6,5	290	6,7	520	210
Ammonium (NH4-N)	µg/L	30	20	38	46	58	280	63	24

		04.04.19	04.04.19	23.05.19	23.05.19	15.08.19	15.08.19	14.11.19	14.11.19
Parameter	Enhet	BRE	TIU	BRE	TIU	BRE	TIU	BRE	TIU
Kalsium (Ca)	mg/L	18	3,8	23	3,2	33	4	11	4,6
Magnesium (Mg)	mg/L	2,5	1,1	3,7	1,1	5,1	1,5	1,8	0,98
Natrium (Na)	mg/L			21	7,8	28	11	12	6,8
Kalium (K)	mg/L	2,2	0,72	3,1	0,74	4,2	0,9	1,5	0,97
Sulfat (SO4)	mg/L	22,7	6,22	31,1	3,14	32,1	3,17	12,2	4,05
Klorid (Cl)	mg/L	16,4	8,83	25,4	9,36	27,2	10,5	9,29	5,44

		04.04.19	04.04.19	23.05.19	23.05.19	15.08.19	15.08.19	14.11.19	14.11.19
Parameter	Enhet	BRE	TIU	BRE	TIU	BRE	TIU	BRE	TIU
Jern (Fe)	µg/L	260	500	240	1200	800	2900	330	290
Mangan (Mn)	µg/L	19	43	70	55	19	180	22	83
Bly (Pb)	µg/L	0,29	0,29	0,15	0,82	0,4	0,49	0,65	0,42
Kadmium (Cd)	µg/L	0,041	0,04	0,037	0,054	0,035	0,068	0,045	0,042
Kvikksølv (Hg)	µg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Nikkel (Ni)	µg/L	0,42	0,6	0,69	1,2	0,87	1,7	0,47	1
Arsen (As)	µg/L	0,41	0,34	0,56	1,2	0,86	1,5	0,46	0,52
Krom (Cr)	µg/L	0,17	0,27	0,16	0,52	0,26	0,9	0,22	0,28
Kobber (Cu)	µg/L	1,4	1,4	1,1	2,2	1,4	1,8	2,4	8,4
Sink (Zn)	µg/L	3,8	9,9	5	14	3	15	4,6	2,6
Krom VI (Cr 6)	µg/L	<1,0	<1,0	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Antimon (Sb)	µg/L	0,18	0,14	0,15	0,17	0,18	0,16	0,2	0,2
Aluminium (Al)	µg/L	170	280	150	690	180	980	420	340

		04.04.19	04.04.19	23.05.19	23.05.19	15.08.19	15.08.19	14.11.19	14.11.19
Parameter	Enhet	BRE	TIU	BRE	TIU	BRE	TIU	BRE	TIU
Acenaftalen	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Naftalen	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Acenaften	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoren	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fenantren	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Antracen	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoranten *	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	11
Pyren	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	11
Benzo[a]antracen	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Krysen/Trifenylen	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo[b]fluoranten	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	13
Benzo[k]fluoranten	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo[a]pyren *	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Indeno[1,2,3-cd]pyren	ng/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	6,2
Dibenzo[a,h]antracen *	ng/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo[ghi]perylen	ng/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	7,3
Sum PAH(16) EPA	ng/L	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	49

		04.04.19	04.04.19	23.05.19	23.05.19	15.08.19	15.08.19	14.11.19	14.11.19
Parameter	Enhet	BRE	TIU	BRE	TIU	BRE	TIU	BRE	TIU
THC >C5-C8	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C8-C10	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C10-C12	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C12-C16	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C16-C35	µg/L	<20	<20	<20	21	<20	<20	<20	<20
Sum THC (>C5-C35)	µg/L	nd	nd	nd	21	nd	nd	nd	nd

## Vedlegg 5

Hagabekken – Bekk fra Langmyrdeponiet via Nordbytjernet

2018

Parameter	Enhet	21.06.2018	19.10.2018	02.11.2018	23.11.2018	06.12.2018
		Hagabekken	Hagabekken	Hagabekken	Hagabekken	Hagabekken
THC >C5-C8	µg/L	<5,0				
THC >C8-C10	µg/L	<5,0				
THC >C10-C12	µg/L	<5,0				
THC >C12-C16	µg/L	<5,0				
THC >C16-C35	µg/L	<20				
Sum THC (>C5-C35)	µg/L	ND				
Alifater >C5-C8	mg/L		< 0,020	< 0,020	0,024	< 0,020
Alifater >C8-C10	mg/L		< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Alifater >C5-C12	mg/L		< 0,030	0,032		< 0,030
Alifater >C10-C12	mg/L		< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Alifater >C12-C16	mg/L		< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Alifater >C12-C35	mg/L		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Alifater >C16-C35	mg/L		< 0,050	< 0,050		< 0,050
Sum Alifater (>C5-C35)	mg/L		ND	0,032	0,024	ND

2019

Parameter	Enhet	04.04.2019	23.05.2019	15.08.2019	14.11.2019
		Hagabekken	Hagabekken	Hagabekken	Hagabekken
THC >C5-C8	µg/L	<5,0	< 5,0		
THC >C8-C10	µg/L	<5,0	< 5,0		
THC >C10-C12	µg/L	<5,0	< 5,0		
THC >C12-C16	µg/L	<5,0	< 5,0		
THC >C16-C35	µg/L	<20	< 20		
Sum THC(>C5-C35)	µg/L	ND	ND		
Alifater >C5-C8	mg/L		< 0,020	< 0,020	< 0,020
Alifater >C8-C10	mg/L		< 0,020	< 0,020	< 0,020
Alifater >C10-C12	mg/L		< 0,020	< 0,020	< 0,020
Alifater >C12-C16	mg/L		< 0,020	< 0,020	< 0,020
Alifater >C16-C35	mg/L		< 0,050	< 0,050	< 0,050
Sum Alifater (>C5-C35)	mg/L		ND	ND	ND

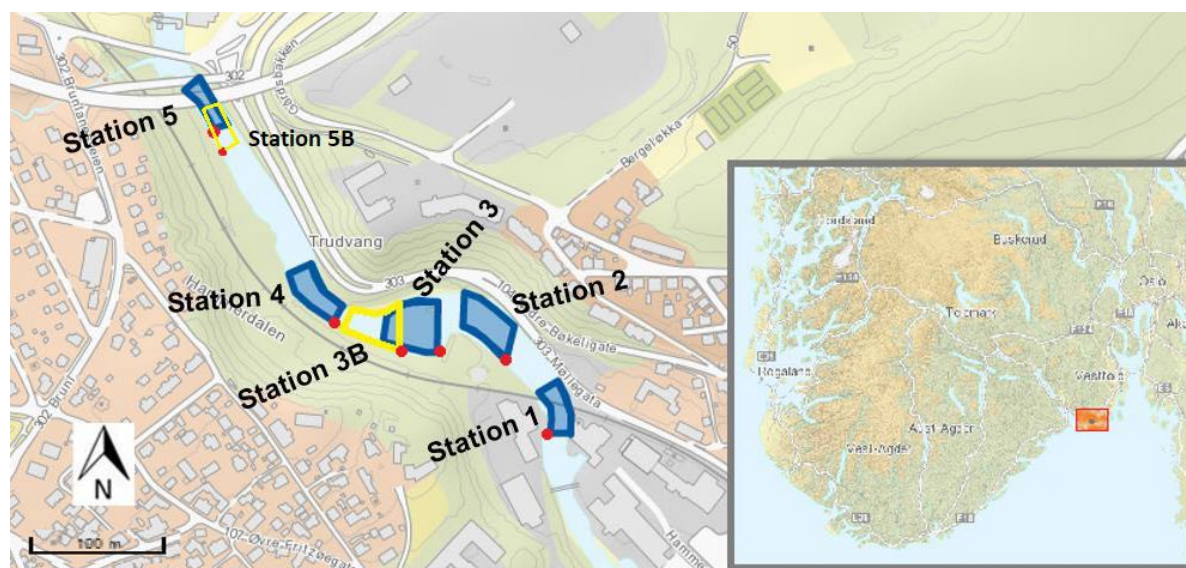
## Vedlegg 6

Tabell: Lengde (mm) på fisk fanget i Farriselva 26.09.19.

C1	C2	C3
222	159	97
161	164	165
179	103	
189	89	
169	68	
157		
150		
106		
95		
83		
86		
82		
80		
85		
97		

Tabell: Tetthetsberegninger av fisk ved stasjon 3B i Farriselva 26.09.19.

Gruppe	Lengde (m)	Bredde (m)	Areal (m <sup>2</sup> )	C1	C2	C3	q	y	SE y	Fisk/100m <sup>2</sup>	p
Totalt	45	2,5	112,5	15	5	2	0,35	23	1,4	20	0,7
0+ (<100 mm)	45	2,5	112,5	7	2	2	0,44	12	1,8	11	0,6
>1 (>100 mm)	45	2,5	112,5	14	5	5	0,37	22	1,6	20	0,6



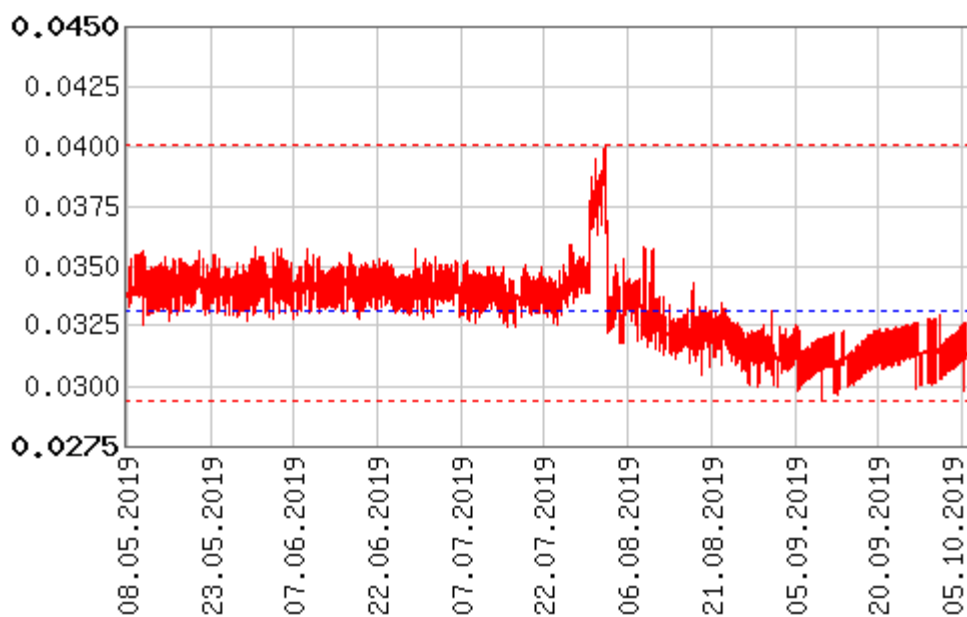
Kartutsnitt med oversikt over de ulike stasjonene som har blitt el-fisket

## Vedlegg 7 . Rådata automatiske målinger

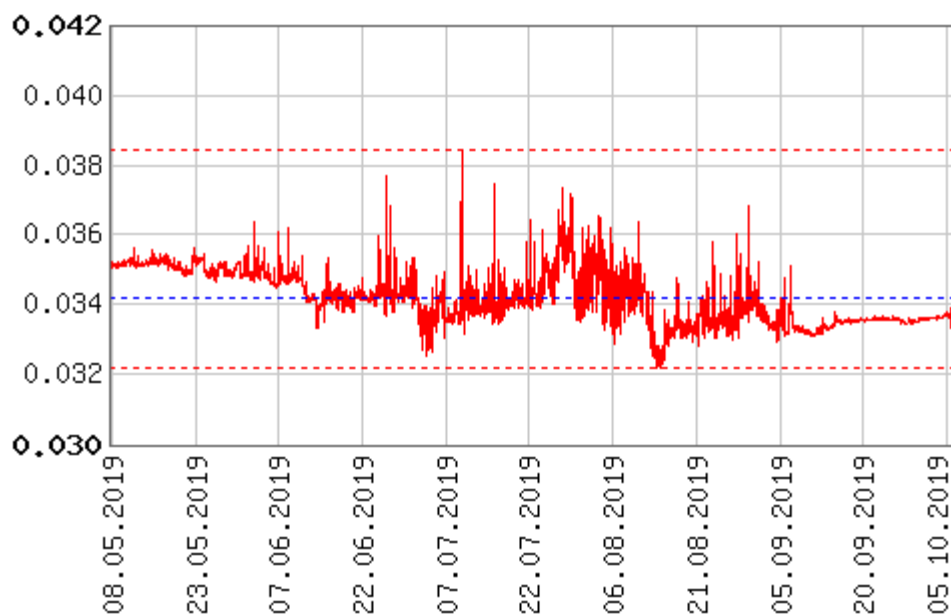
Utklipp fra datalogg fra miljøbøyer (FAR V/FV, FAR Ø/FØ og FAR3/F3) samt logger i Farriselva. Komplette edatasett kan oversendes ved forespørsel eller lastes ned fra Hydrocenter (pasordbeskyttet tilgang).

FARRIS VEST 1m og 8 m

Ledningsevne 1m

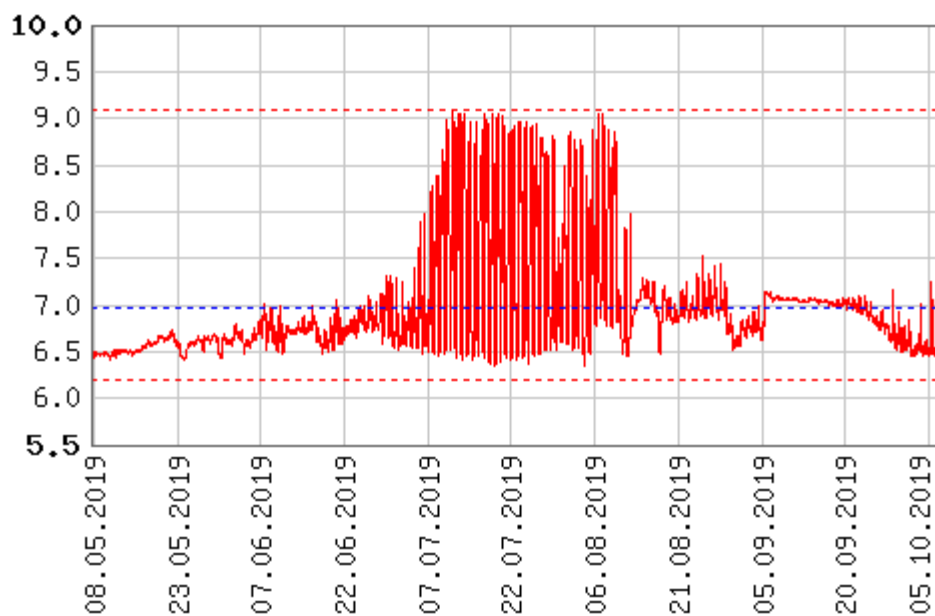


Ledningsevne 8m

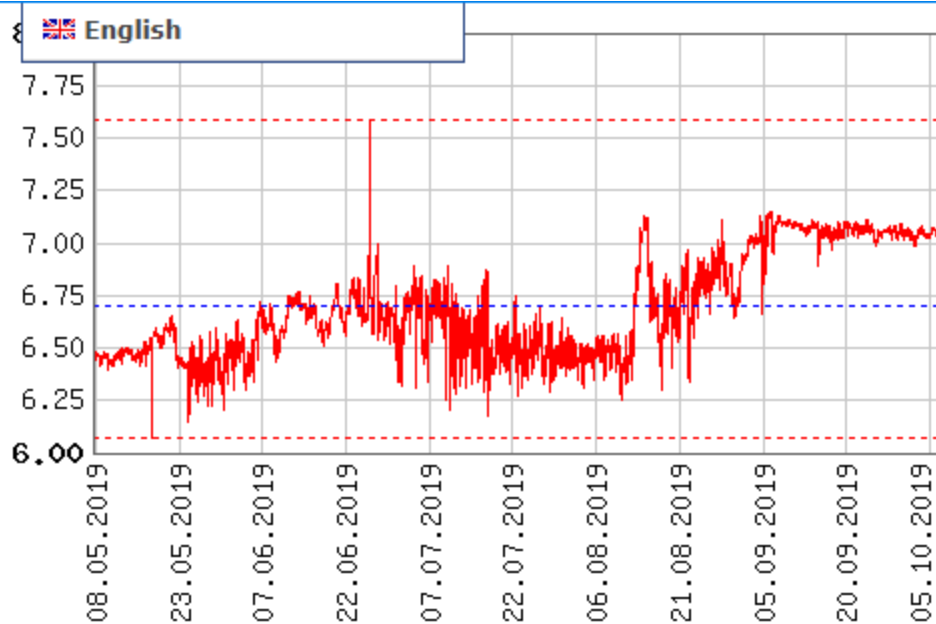




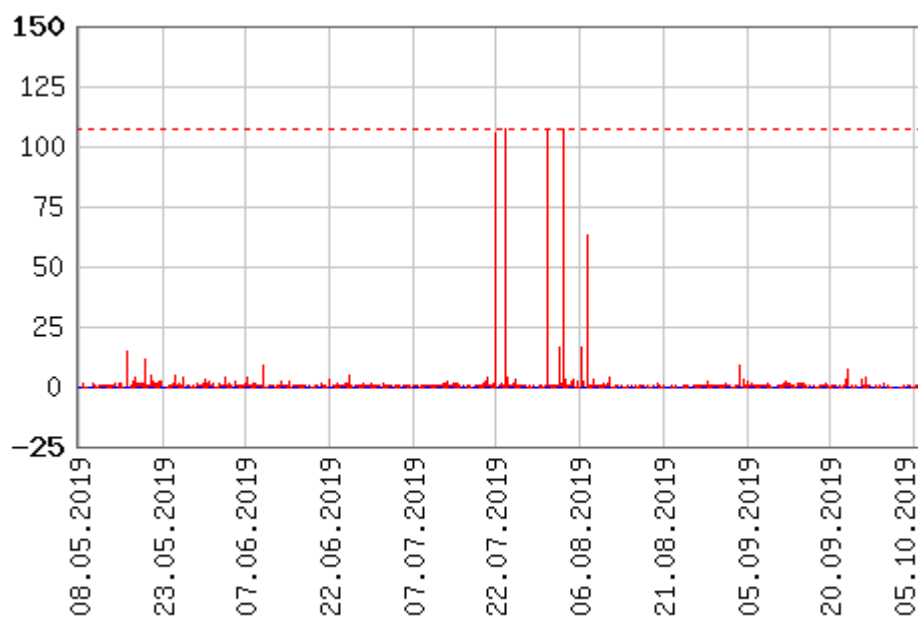
pH 1m



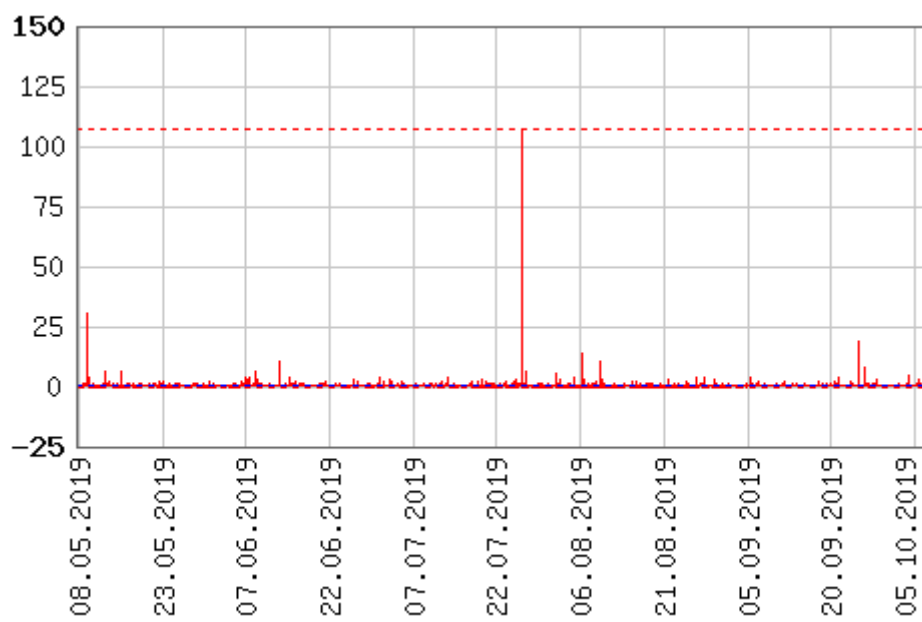
pH 8m



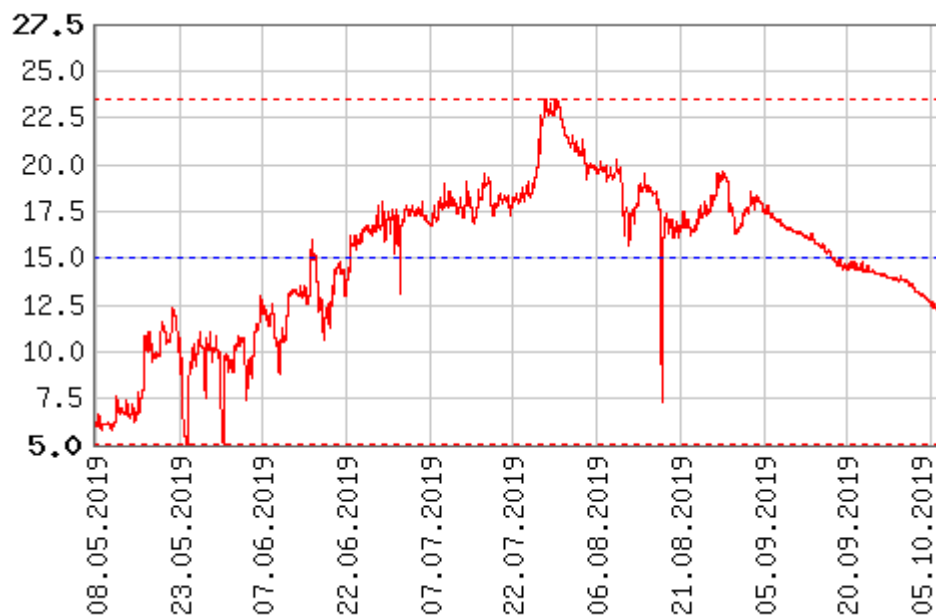
Turbiditet 1m



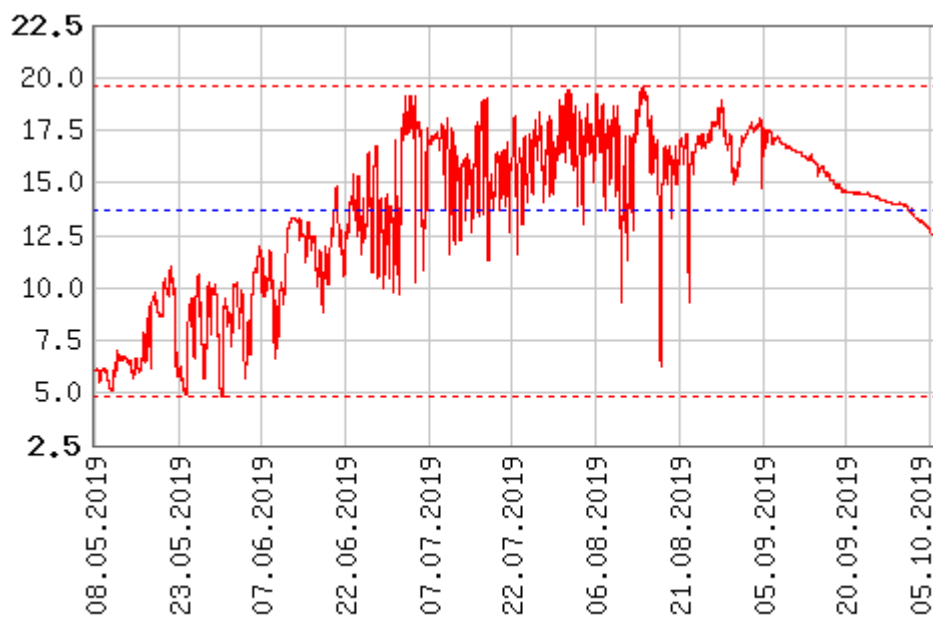
Turbiditet 8m



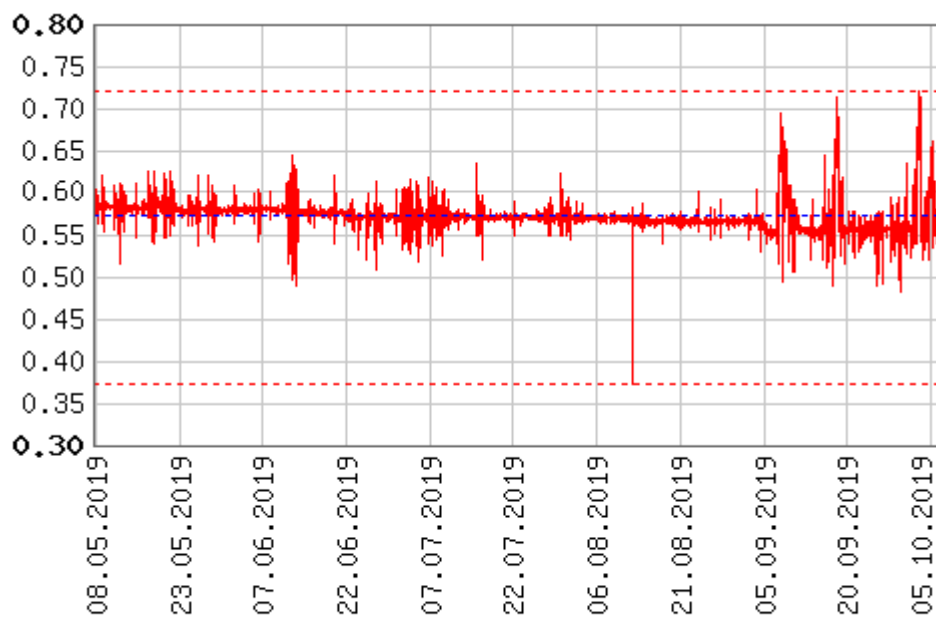
Temperatur °C 1m



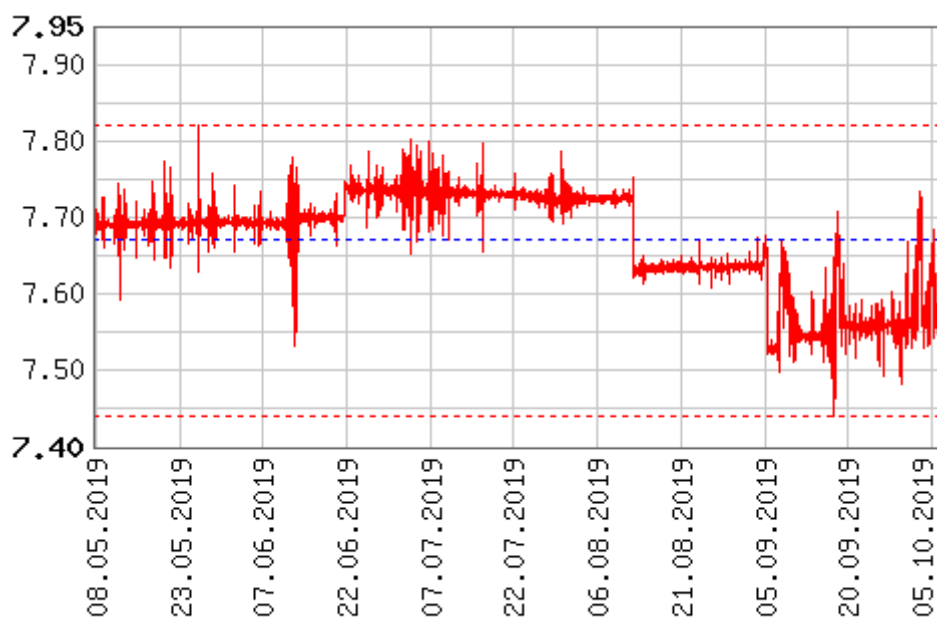
Temp °C 8m



Vannhøyde 1m (varierende vannhøyde er mye vind)

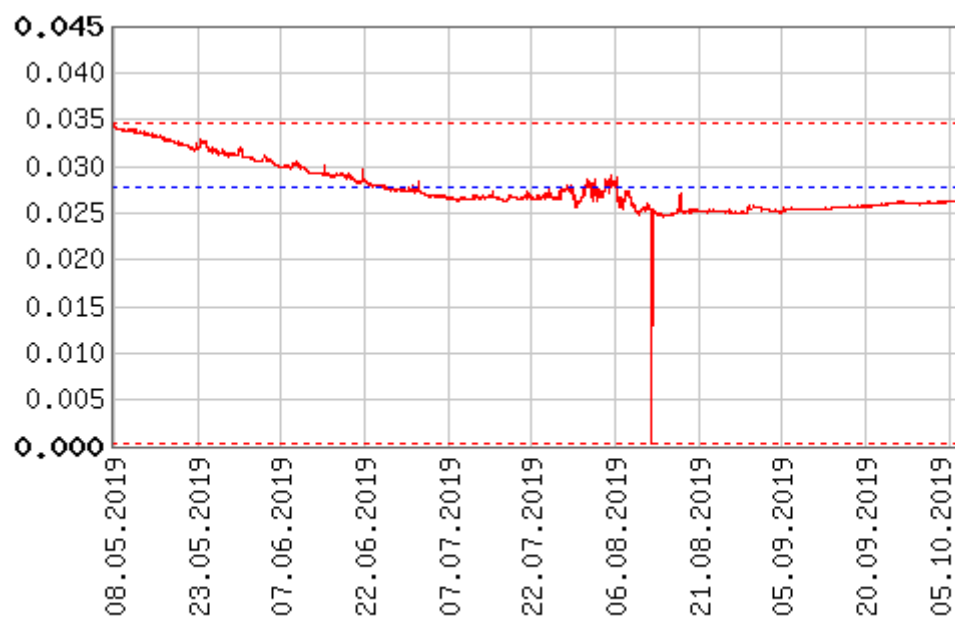


Vannhøyde 8m

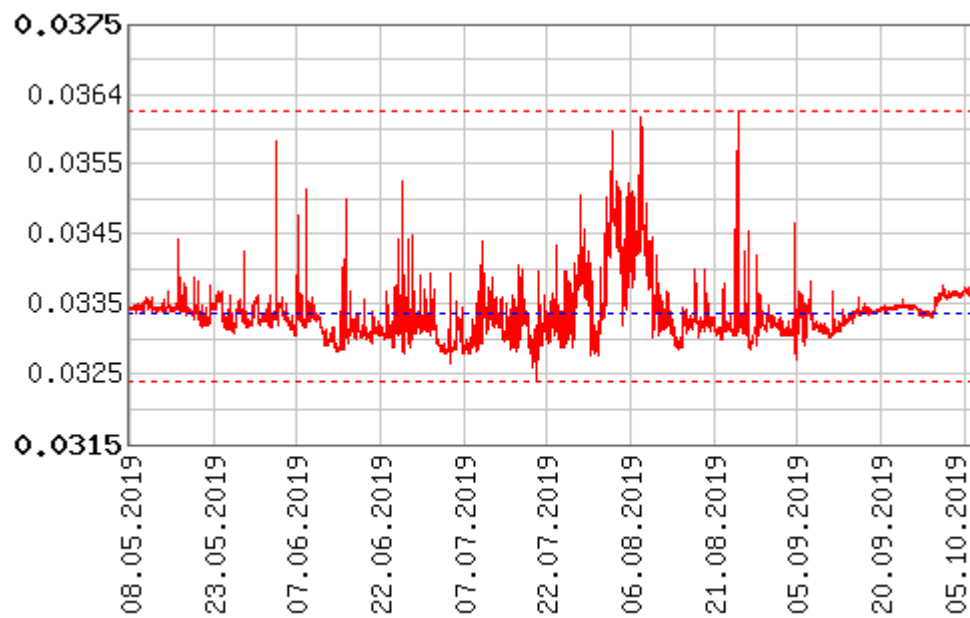


## FARRIS ØST 1 og 8 m

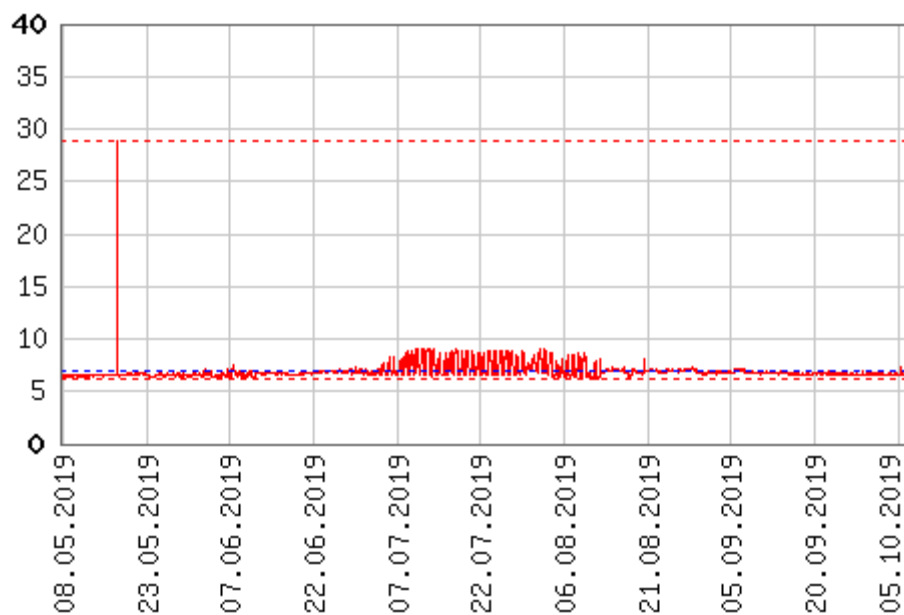
### Ledningsevne 1m



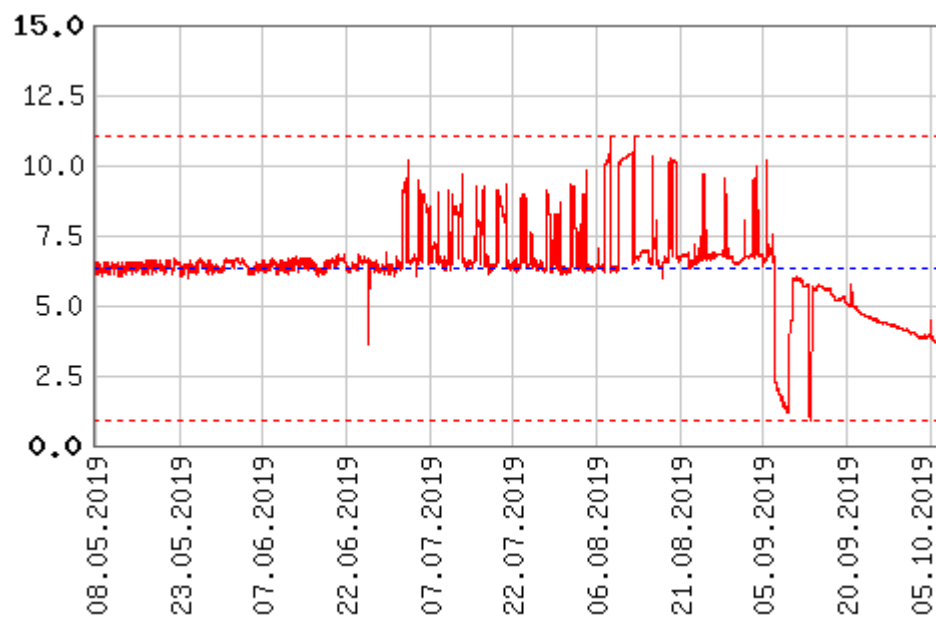
### Ledningsevne 8m



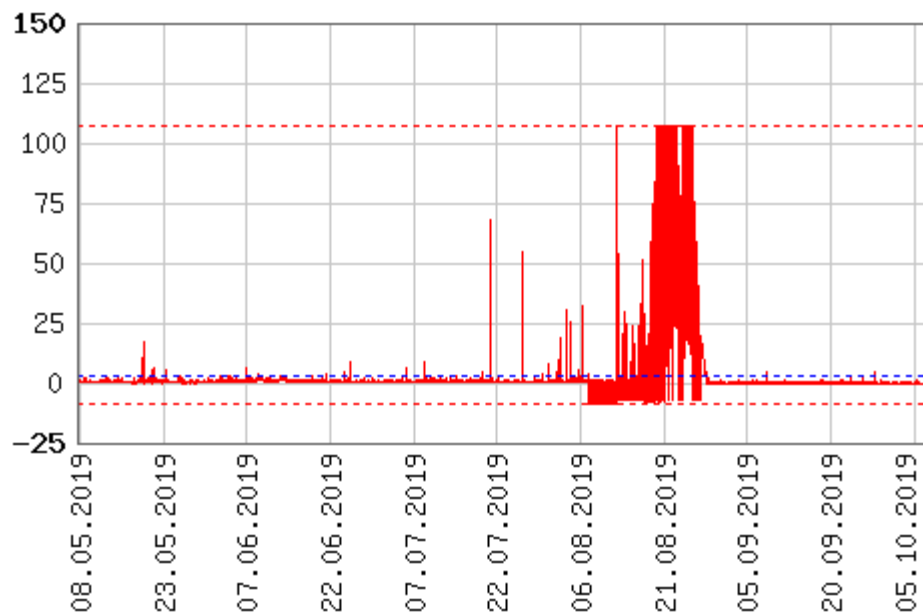
pH 1m



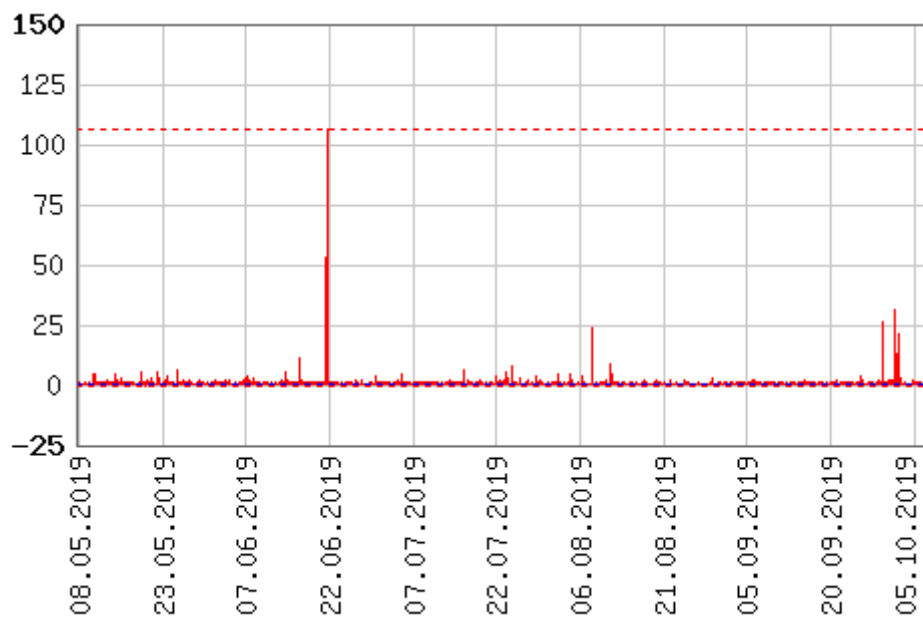
pH 8m (sondefeil fra begynnelsen av juni, data fjernet i figurer i rapport)



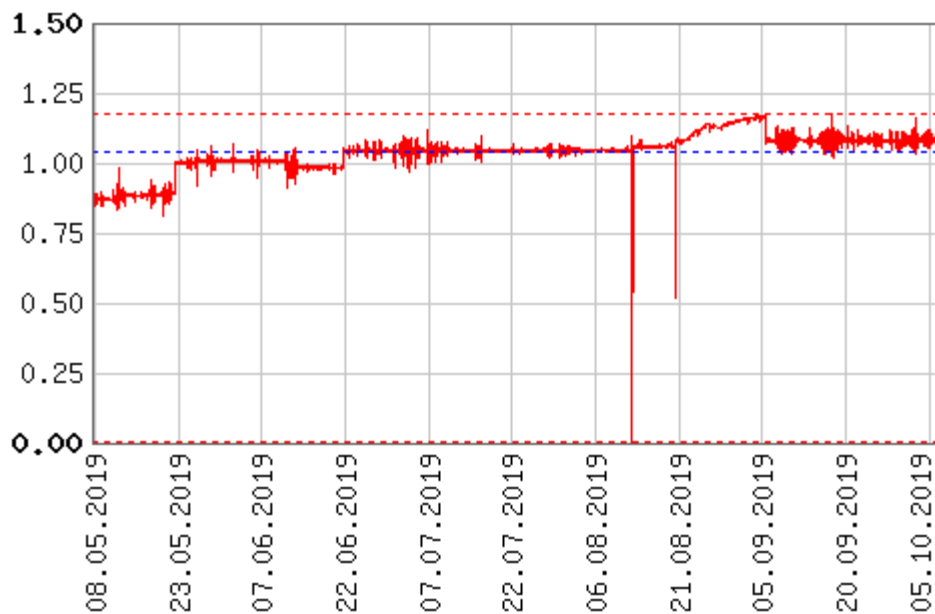
Turbiditet 1m (sondefeil i august, data fjernet i figur i rapport)



Turbiditet 8m



Vannhøyde 1m (variasjon = mye vind)



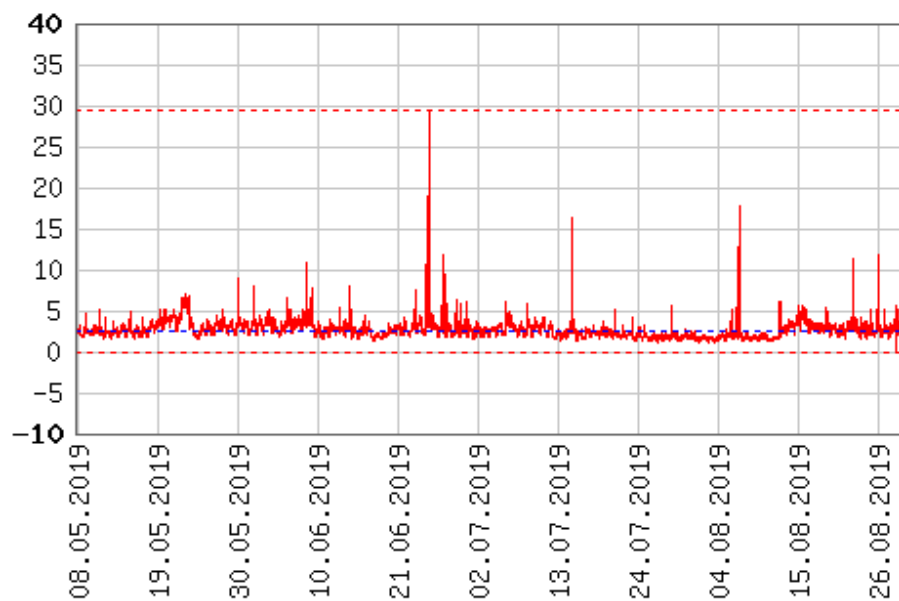
Vannhøyde 8m



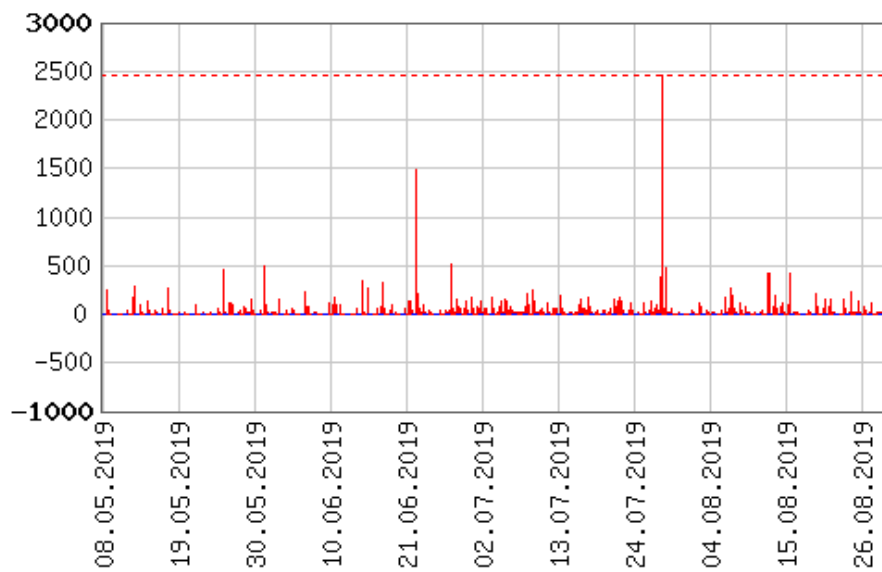


### FARRIS 3 1, 10 og 13 m

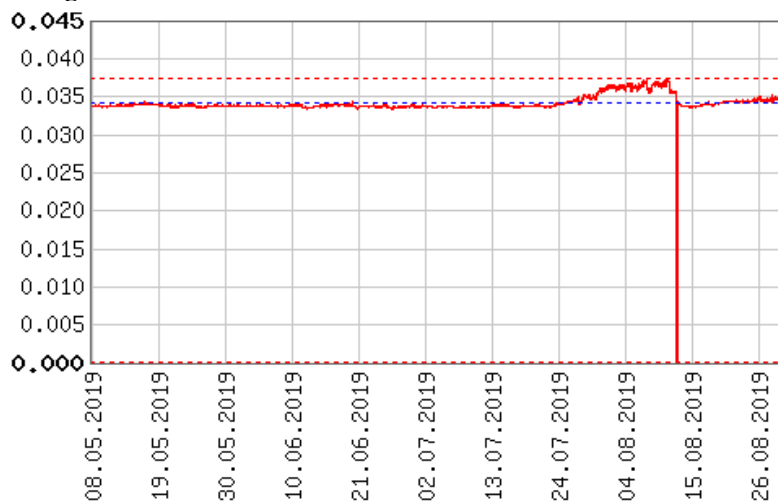
Klorofyll A 1 m (kun indikasjon, må vurderes som relative verdier)



Fykocyanin 1 m (kun indikasjon, ikke kvalitetssikret, vurdert eller diskutert)



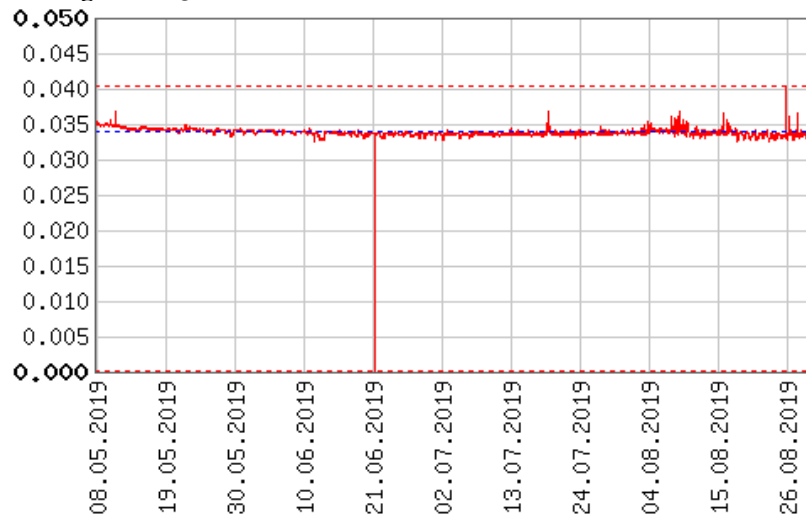
Ledningsevne 1m



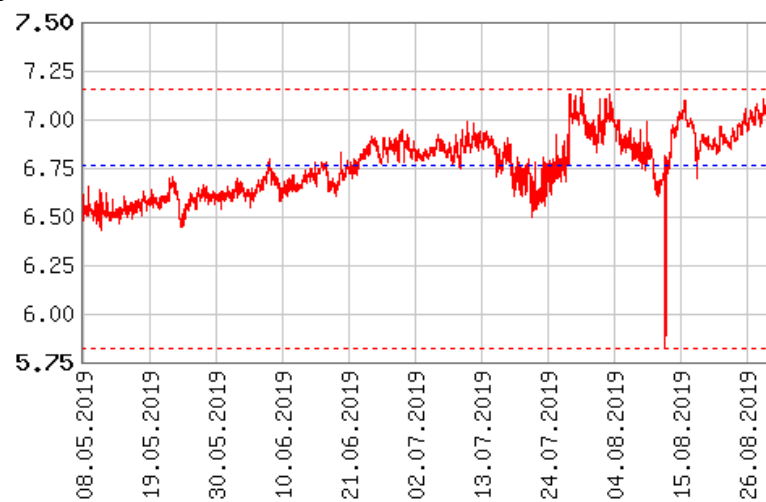
Ledningsevne 10m



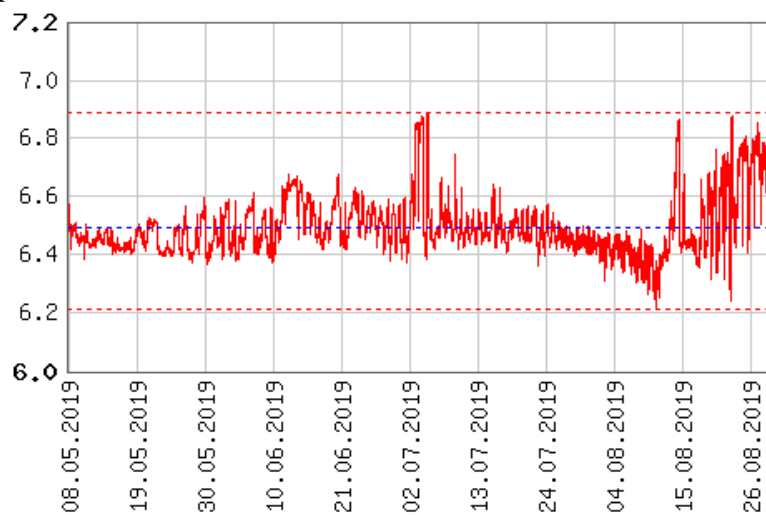
Ledningsevne 13 m



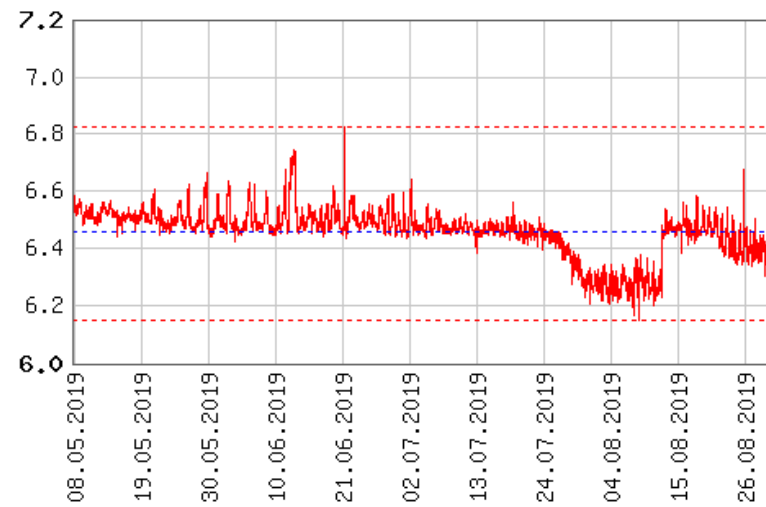
pH 1m



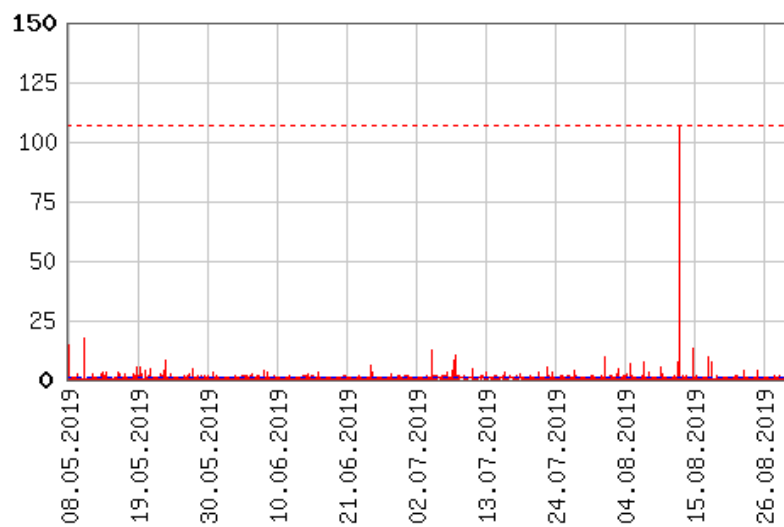
pH 10m



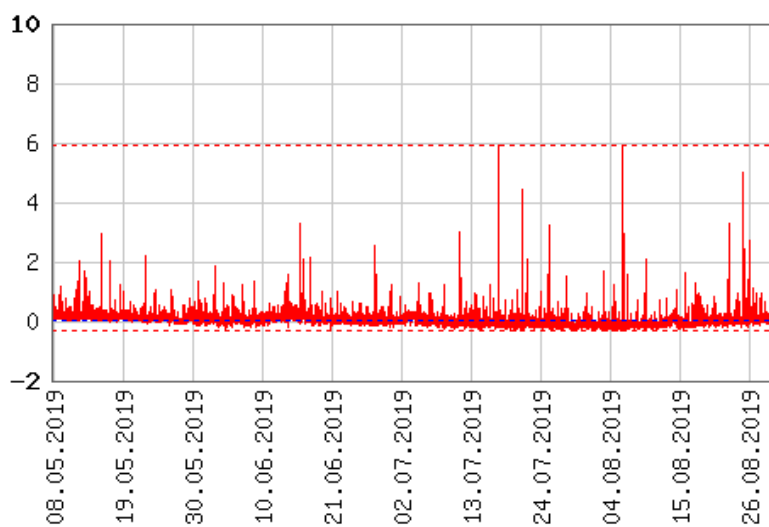
pH 13m



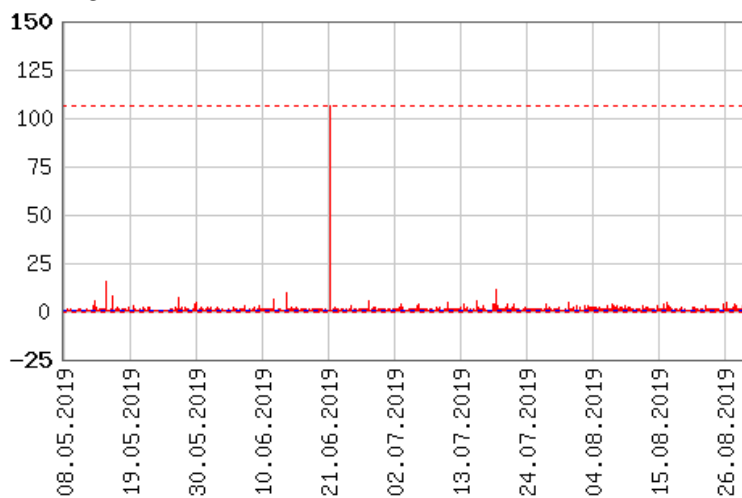
Turbiditet 1m



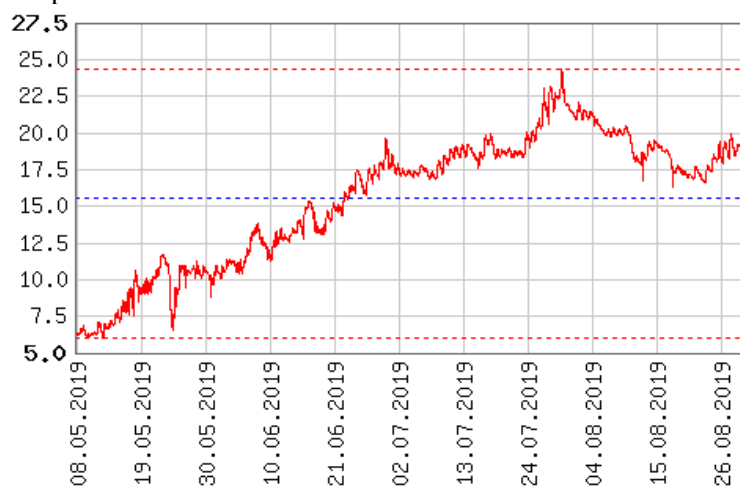
Turbiditet 10m



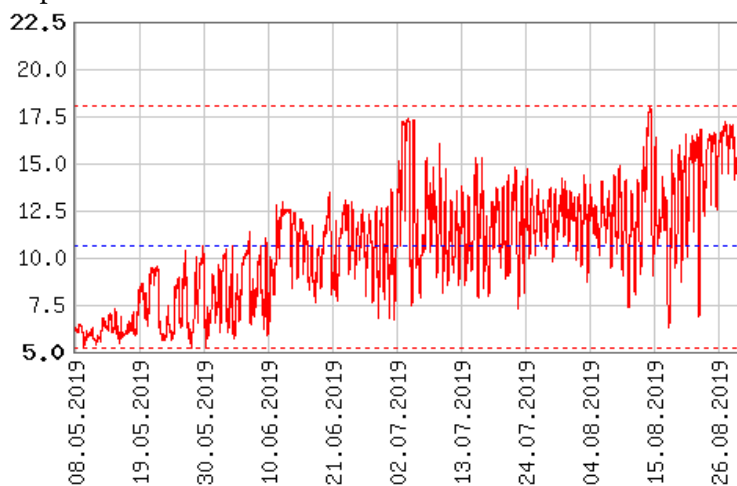
Turbiditet 13m



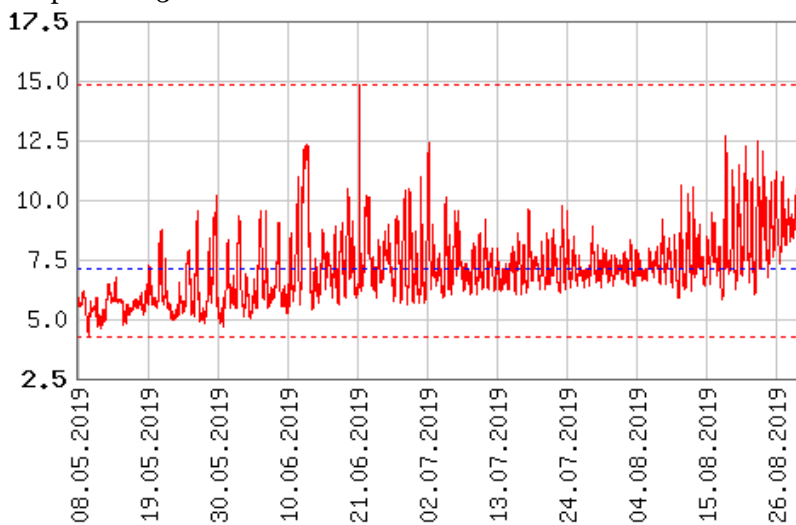
Temperatur 1m



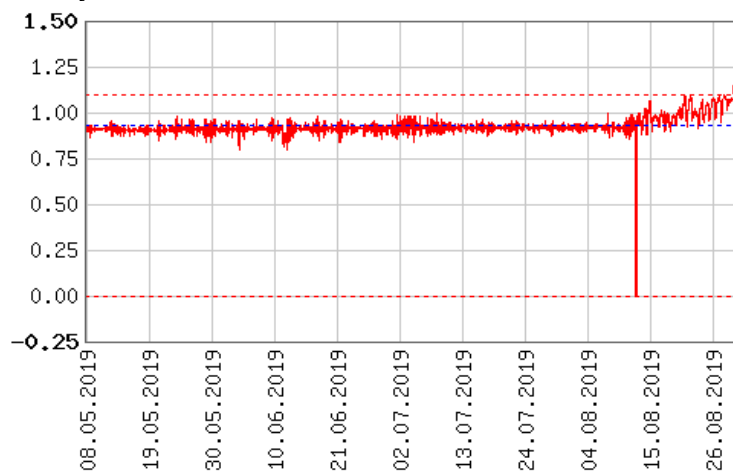
Temperatur 10m



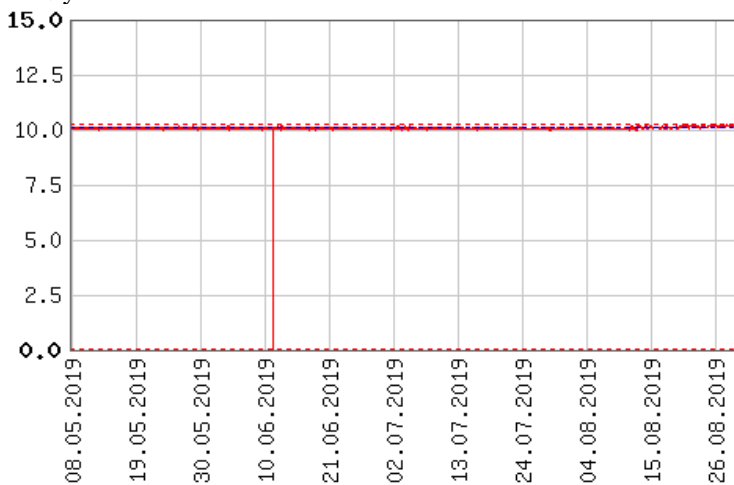
Temperatur 13m



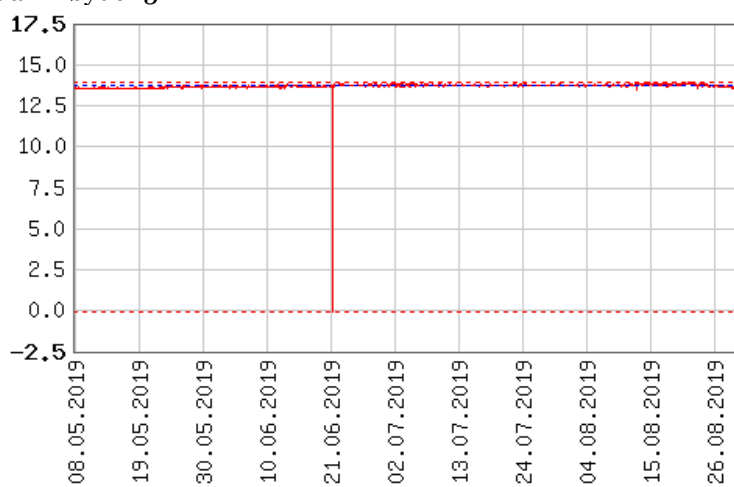
Vannhøyde 1m



Vannhøyde 10m

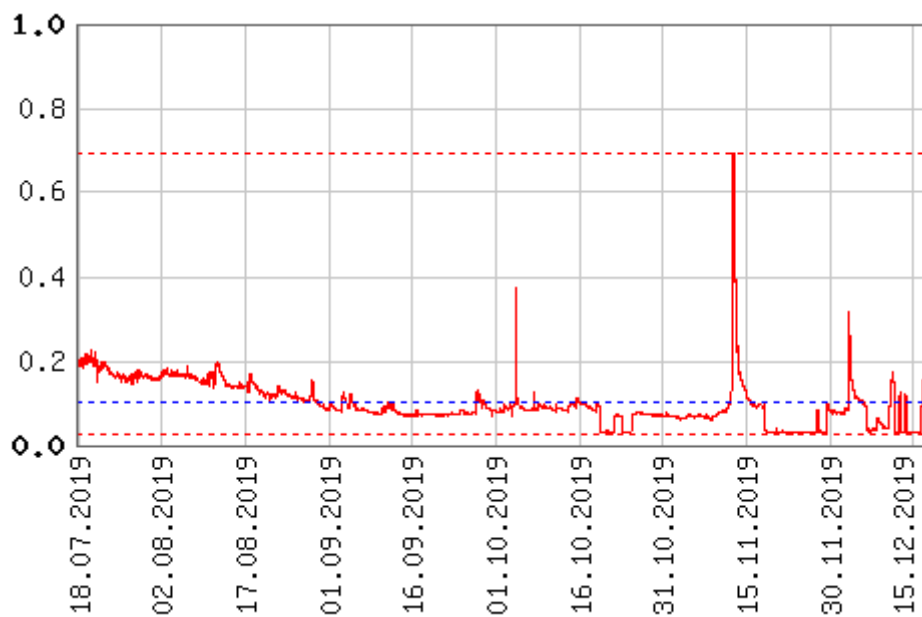


Vannhøyde 13m

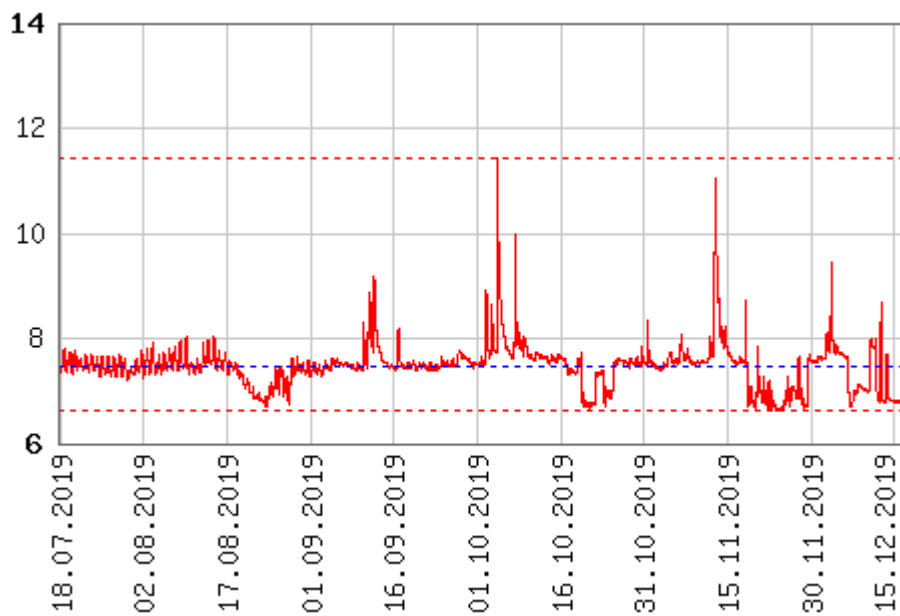


## Farriselva stasjon FELV

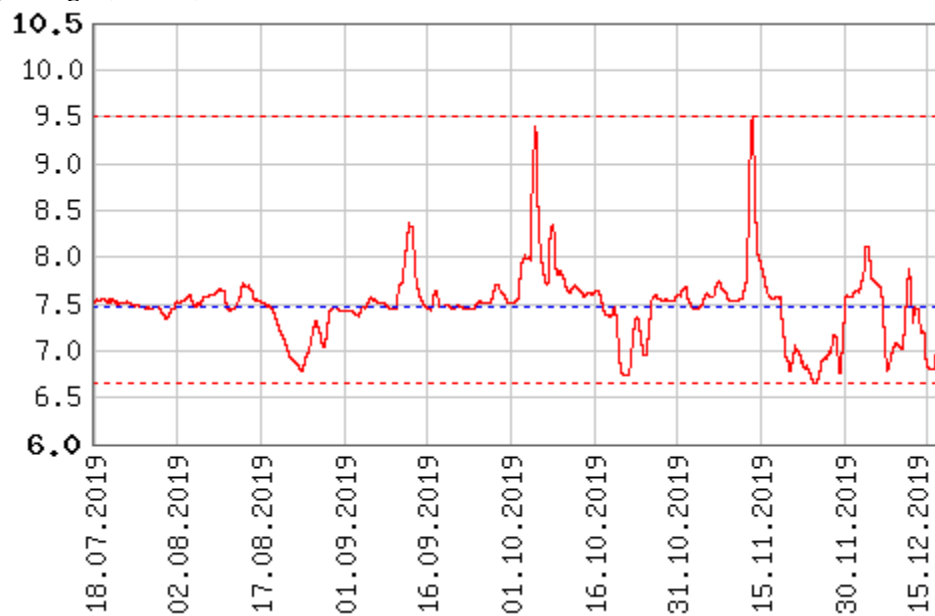
### Ledningsevne



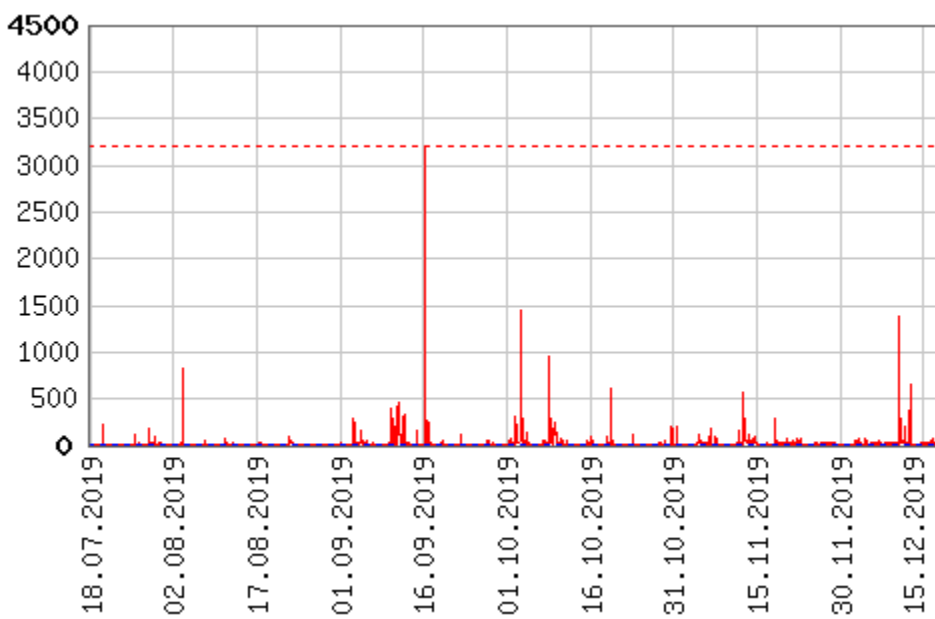
### pH



pH døgn (middel)

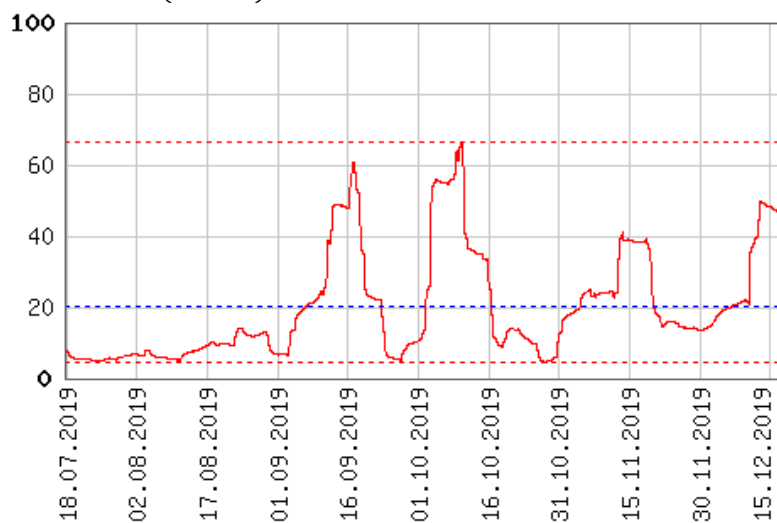


Turbiditet





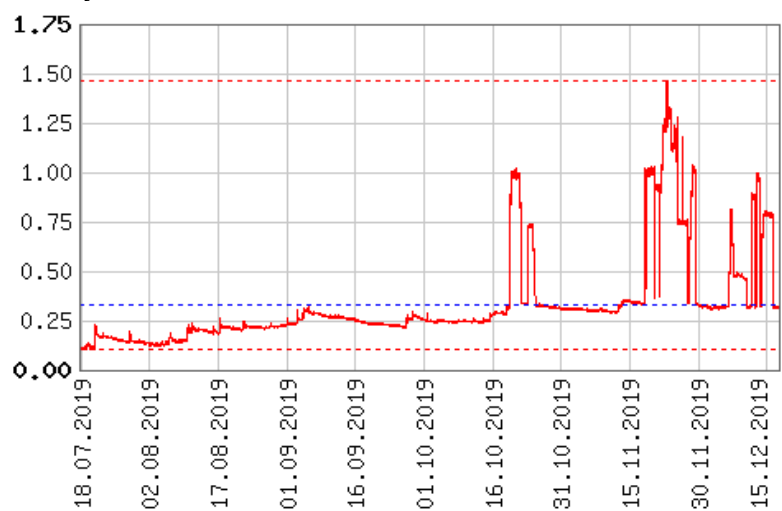
### Turbiditet uke (middel)



### Temperatur



### Vannhøyde



## Vedlegg 8. Fotodokumentasjon av vannkvalitet og arbeider

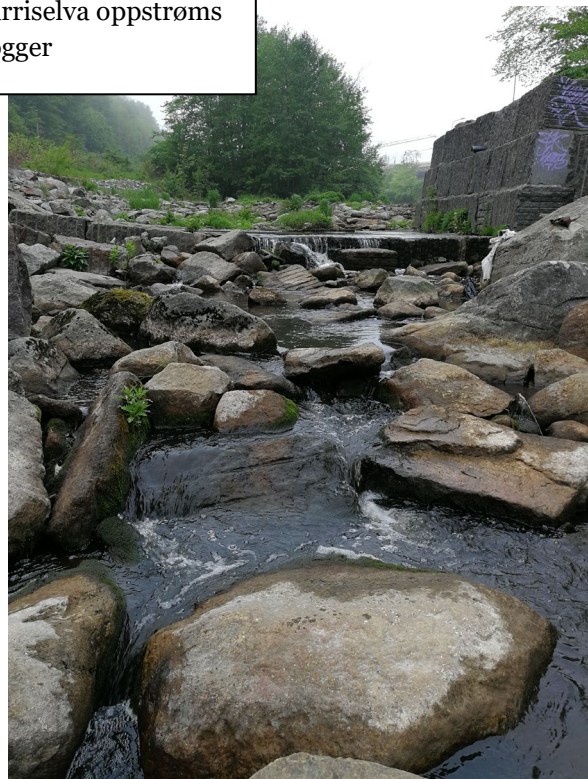
04.04.2019

Kvartalsvise prøver. Hammerdalen bru under konstruksjon.





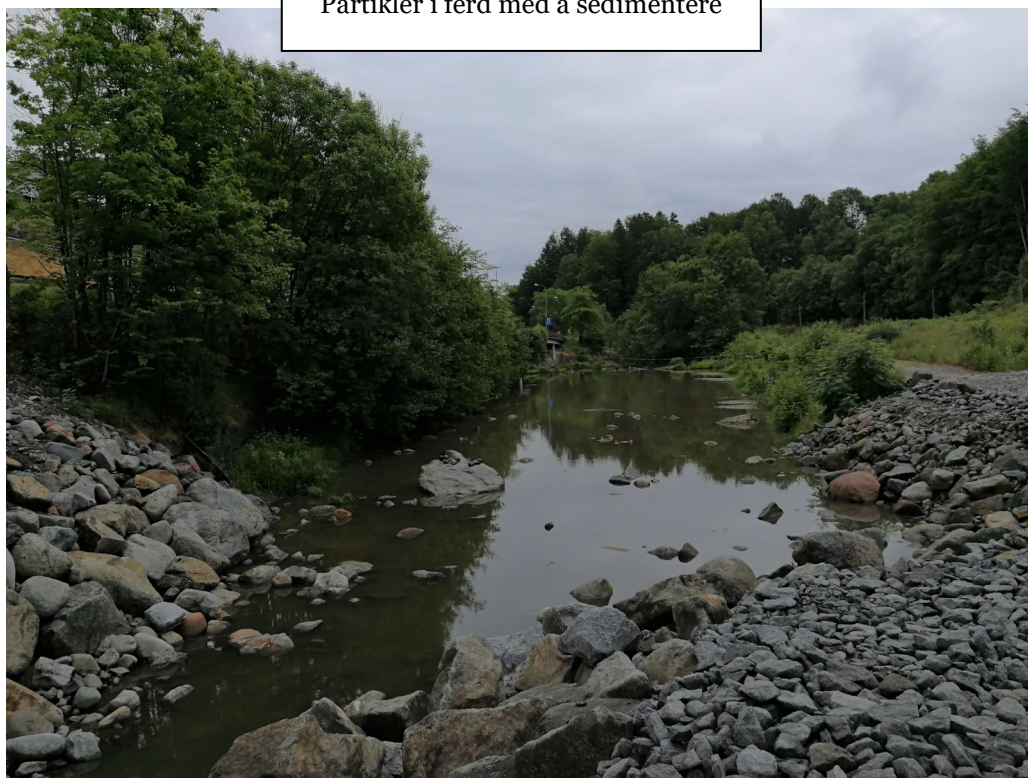
23.05.2019 – Farriselva oppstrøms  
logger



23.05.2019 – Farris - Siltgardin



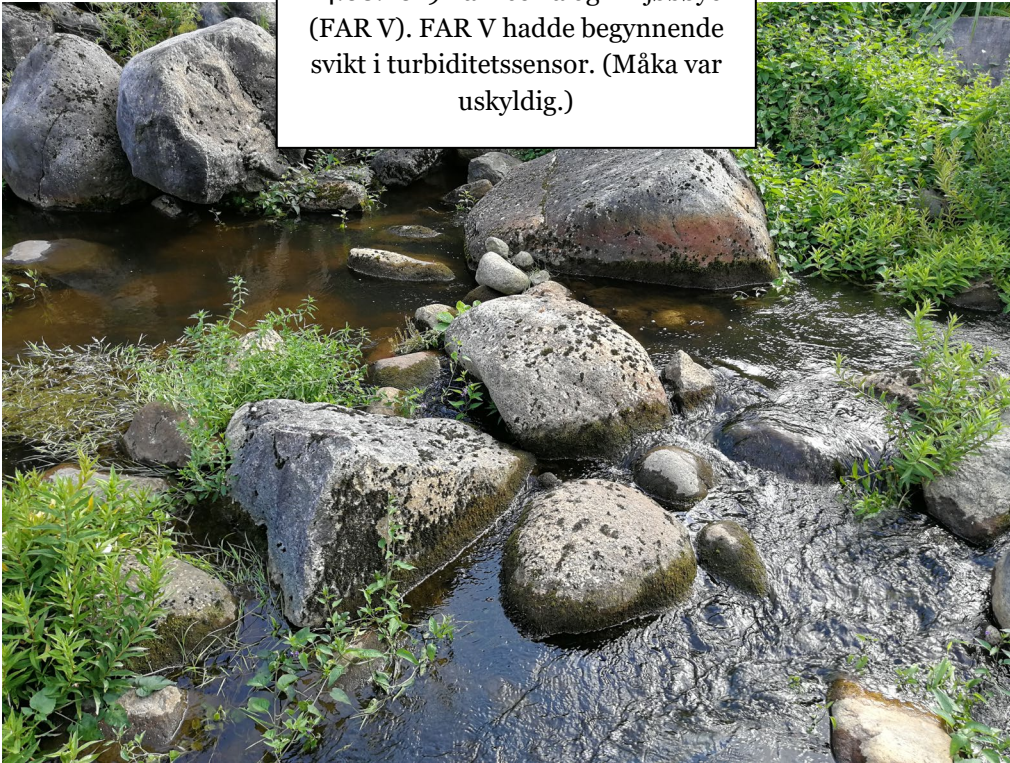
21.06.2019 – Farriselva – andre dam  
Partikler i ferd med å sedimentere



21.06.2019 – Arbeid under  
lokalveibruer. (Revet)



14.08.2019 Farriselva og miljøbøye  
(FAR V). FAR V hadde begynnende  
svikt i turbiditetssensor. (Måka var  
uskyldig.)

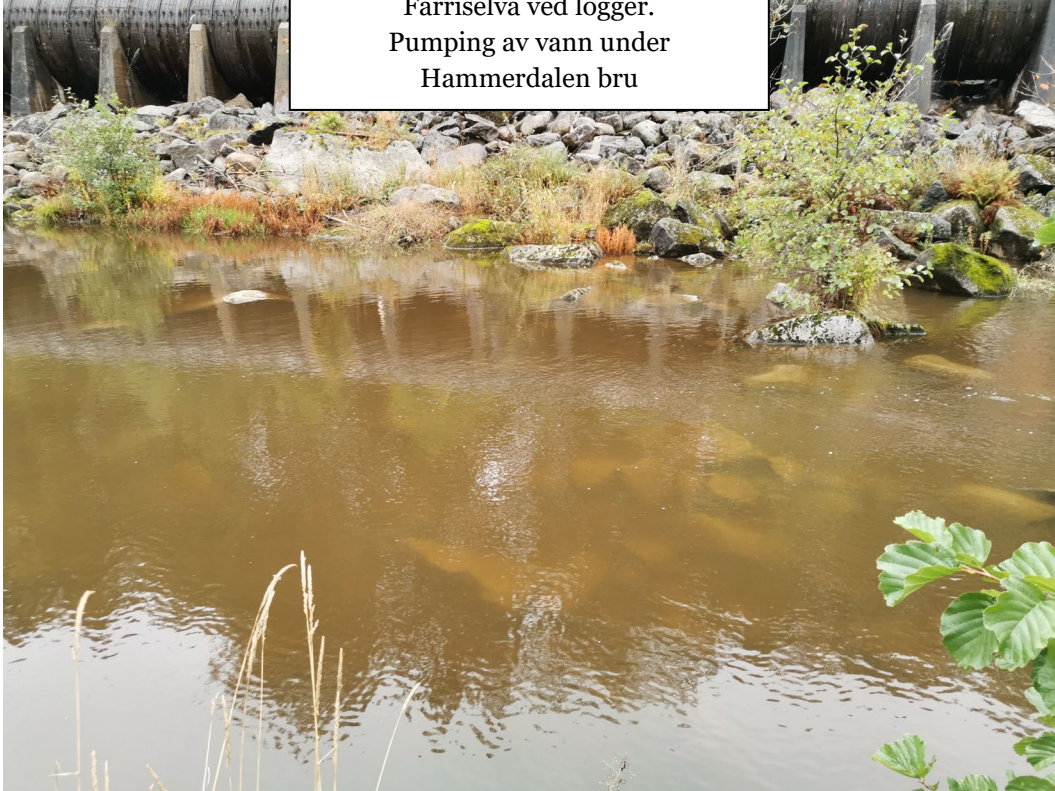


El-fiske, Farriselva (Stasjon 3B)

26.09.2019



09.10.2019  
Farriselva ved logger.  
Pumping av vann under  
Hammerdalen bru





14.11.2019 – Kvartalsvise prøver  
Farriselva, Knappenålsbekken, TIU  
og BRE. Mye partikler i elva, samt  
TIU og BRE.



Knappenålsbekken oppstrøms  
anleggspåvirket område



TIU



BRE



17.12.2019 – Farriselva ved opptak  
av logger. Høy turbiditet.





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.