



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

E18 Bommestad – Sky. Miljøoppfølging av Farrisvannet og Farriselva under anleggsarbeid i 2020

NIBIO RAPPORT | VOL. 6 | NR. 179 | 2020



Yvonne Rognan og Roger Roseth
NIBIO – Divisjon for miljø og naturressurser

TITTEL/TITLE

E18 Bommestad – Sky. Miljøoppfølging av Farriselve og Farrisvannet under anleggsarbeid i 2020

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Yvonne Rognan og Roger Roseth

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
13.01.2021	6/179/2020	Åpen	11050	20/01560
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-02726-3		2464-1162	33	9

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Statens vegvesen, Region sør, E18 Bommestad - Sky

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Gro Østby Kornberg

STIKKORD/KEYWORDS:

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

E18 Bommestad – Sky, construction work, Farriselve, 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 oppfølging av vannmiljø i Farris og Farriselve. Arbeidene har vært tilknyttet ferdigstilling av lokalveinettet rundt Farriseidet, utfylling mellom akse 5 og 6 ved østre odde samt opptak av midlertidig vannledning i Farriskilen og Farris og til sist opptak av siltgardiner mellom akse 5 og 6. I Farriselve har det foregått arbeid tilknyttet flomsikring med plastring av elvebunn og sider, samt konstruksjon av ny bru over Farriselve ved demning.

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

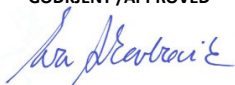
Vestfold og Telemark

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Larvik

STED/LOKALITET:

Farriseidet

GODKJENT /APPROVED

EVA SKARBØVIK

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

ROGER ROSETH

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Etter oppdrag fra Statens vegvesen Region sør og prosjektet E18 Bommestad – Sky har NIBO utført oppfølging av vannmiljø i Farrisvannet og Farriselve i forbindelse med ferdigstilling av lokalveisystemet ved Farriseidet (EK3). Oppdraget har omfattet oppfølging av vannkvalitet under anleggsarbeid i 2020

Oppfølgingen av vannkvalitet har omfattet utsetting av miljøbøyer med automatisk måleutstyr i Farrisvannet og en automatisk stasjon for kontroll av vannkvaliteten i Farriselve, samt uttak av vannprøver i Farrisvannet og Farriselve.

Miljøbøyene på Farrisvannet ved Farris øst og vest (FØ og FV) ble satt ut 07.04.20 av Roger Roseth og Audun Roseth. Miljøbøyen ved Farris 3 ble satt ut av Yvonne Rognan og Vetle Vikheim 14.05.2020. Alle tre miljøbøyene ble tatt inn 03.11.2020. Den automatiske måleren i Farriselve ble satt ut 26.03.2020 av Vetle Vikheim og Yvonne Rognan.

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

Fiskeundersøkelsen 26.09.19 ble utført av Yvonne Rognan og Ole Roer (Faun Naturforvaltning).

Vannanalysene har blitt utført av Eurofins Norge.

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

Jørn Einar Liverød og Lars Willy Moland hos Statens vegvesen takkes for all hjelp i forbindelse med bruk av båt for oppfølging av miljøbøyer på Farrisvannet.

Yvonne Rognan 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.

Skien, 13.01.21

Yvonne Rognan

Innhold

1 Innledning	5
2 Metode	7
2.1 Vannprøver	7
2.2 Automatisk måleutstyr i Farrisvannet og Farriselva	9
3 Resultater	12
3.1 Miljøbøyer - Farrisvannet	12
3.2 Vannprøver - Farrisvannet	19
3.3 Opptak av midlertidig vannledning og siltgardiner	22
3.4 Automatiske målinger - Farriselva	26
3.5 Vannprøver – Farriselva og Knappenålsbekken.	28
3.6 El-fiske, Farriselva	30
4 Sammenfattende vurdering	32
Litteraturreferanse	33
Vedlegg	i
Vedlegg I – Vannprøver ved miljøbøye Farris øst (FØ)	ii
Vedlegg II - Farrisvannet ved miljøbøye Farris vest (FV)	iii
Vedlegg III - Farrisvannet ved miljøbøye Farris 3 (F3)	iv
Vedlegg IV - Farriselva ved automatisk målestasjon (FAR)	v
Vedlegg V – Fotodokumentasjon	vii
Vedlegg VI – Dybdekart fra ekkolodd	xviii
Vedlegg VII – Rådata miljøbøyer Farrisvannet	xix
Vedlegg VIII – Rådata automatisk målestasjon Farriselva	xxv
Vedlegg IX El-fiske, Farriselva (Fagnotat, Faun)	xxvi

1 Innledning

Farrisvannet forsyner om lag 200 000 personer med drikkevann via de to vannverkene Gopledal og Omsland. I tillegg pumpes det tidvis vann fra Farrisvannet til Valleråsen vannverk i Porsgrunn kommune. Valleråsen vannverk kan forsyne innbyggere i Skien kommune med drikkevann ved behov, og Farrisvannet kan dermed være råvannskilde for midlertidig drikkevann til Skien kommune.

Farriselva er regulert for kraftproduksjon og vurderes som et sterkt modifisert vassdrag (SMVF) i henhold til vannforskriften. Denne statusen medfører at det ikke er gitt tilsvarende krav til å oppnå «God økologisk tilstand» sammenlignet med det som er gjeldende for uregulerte elver. Reguleringskonsesjonen er gammel, og kravene til minstevannføring er mer eller mindre fraværende, noe som begrenser potensialet som gyte og oppvekstlokalitet for sjørørret og evt. laks. Perioder med påslipp av vann til Farriselva opp mot 120 m³/s kan ha bidratt til å redusere antallet årsyngel og ungfisk i elva gjennom utstpyling. Fiskeundersøkelser i Farriselva som referert i forrige årsrapport, har vist at Farriselva har en bestand av antatt stasjonær ørret, der tettheten kan variere mellom år avhengig av miljøforhold og påslipp av vann. Tettheten av fisk har overraskende ikke blitt lavere i perioden 2017 – 2020 der Farriselva tidvis har blitt tilført høye konsentrasjoner av partikler som følge av anleggsvirksomheten.

I 2020 har undersøkelserne omfattet kartlegging av effekter på Farrisvannet i forbindelse med utfylling mellom akse 5 og 6 ved østre odde, samt opptak av midlertidig vannledning i Kilen og Farrisvannet.

I henhold til «Tillatelse etter forurensningsloven til utfylling i sjø og utgraving i strandsonen for Statens Vegvesen» (12.03.2019, endringsnummer 4) og Ytre miljøplan for bygging av lokalvegnettet i Farriselva og Hamnerdalen (07.11.2017, sist revidert 20.04.2020) er det gitt utslippsbegrensning for turbiditet utenfor siltgardin på 7 NTU. Dersom turbiditetsmålinger overstiger 7 NTU utover en periode på 30 min skal arbeider som potensielt fører til økt turbiditet stanses. Nærmere råvannsinntaket til vannverket i Gopledalen skal ikke turbiditeten overstige 3 NTU i en periode på 30 min. Som et ledd i å overholde disse utslippsbegrensningene ble det satt ut tre miljøbøyer i Farrisvannet: Farris Øst (FØ), Farris Vest (FV) og Farris 3 (F3). Plasseringen av miljøbøyene var på de samme stedene som i 2019 (fig. 1). Det ble tatt ut månedlige vannprøver ved miljøbøyene, samt innenfor siltgardinene etter senkning og forankring av disse.

I Farriselva ble det gjennomført arbeider med plastring og flomsikring av sider og elvebunn i den øvre delen av elva. En automatisk målestasjon ble satt ut for å overvåke vannkvaliteten og eventuelle påvirkninger fra disse arbeidene. Målestasjonen (FAR) ble plassert på samme sted som i 2019 (fig. 1).

Denne rapporten oppsummerer resultatene fra overvåkingen av vannmiljø gjennom 2020 i Farrisvannet og Farriselva, inkludert automatisk overvåking, vannprøver og fiskeundersøkelse.



Figur 1. Oversiktskart med plassering av miljøbøyer FØ, FV og F3, profilmålinger 11.06.2020, målestasjon i Farriselva (FAR), prøvetakingspunkt Knappenålsbekken (KNAP), el-fiskestasjoner 1 (tidl. 3B) og 2 (tidl. 4) i 2020, samt ny plassering av miljøbøyer FØ og FV, 22.09.2020.

2 Metode

2.1 Vannprøver

I 2020 ble det tatt ut 7 vannprøver ved Farris Øst, Farris Vest og Farris 3. Innenfor siltgardiner (FSI) ble det tatt ut 5 vannprøver og i Farriselva (FELV) 6 prøver. I Knappenålsbekken (KNAP) ble det tatt ut 2 vannprøver. Tabell 1 viser dato for prøveuttak fra de ulike stasjonene, samt rekvirerte analyser. Rådata for alle vannprøvene er vist i vedlegg I – V.

Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner, dato for prøveuttak og rekvirerte analyser. 1: «Liten pakke» (pH, turbiditet, suspendert stoff, konduktivitet/ledningsevne, fargetall, totalt organisk karbon (TOC), total fosfor, ortofosfat, totalt nitrogen, nitrat, ammonium og sulfat), 2: Full pakke inkl. metaller, 3: totale hydrokarboner (THC), 4: PAH-16, 5: BTEX og 6: PCB7

	FØ	FV	FSI	F3	FELV	KNAP
03.04.2020	2, 3, 4, 5, 6	2, 3, 4, 5, 6		2, 3, 4, 5, 6	2, 3, 4	2, 3, 4
04.05.2020	2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5	
27.05.2020	2, 3, 4, 5, 6	2, 3, 4, 5, 6	2, 3, 4, 5, 6	2, 3, 4, 5, 6	2, 3, 4	
01.07.2020	2	2	2	2		
11.08.2020	1	1	1	1	2, 3, 4	
22.09.2020	2, 3, 4, 5, 6	2, 3, 4, 5, 6	2, 3, 4, 5, 6	2, 3, 4, 5, 6		
03.11.2020	2, 3, 4, 5, 6	2, 3, 4, 5, 6		2, 3, 4, 5, 6	2, 3, 4	
02.12.2020					2, 3, 4	2, 3, 4

Vannprøvene fra Knappenålsbekken ble tatt ved starten av steinsatt strekning ved Nesjarveien. I Farriselva ble alle vannprøvene tatt i strykområdet like oppstrøms den automatiske målestasjonen. I Farrisvannet ble det tatt vannprøver ved 4 stasjoner. Tre av disse stasjonene (FØ, FV og F3) sammenfaller med plasseringen av miljøbøyene. Prøver har blitt lagret i kjøleskap over natten ved de anledningene de ikke har blitt sendt samme dag.

De rekvirerte analysene for vannprøvene er tilpasset resipientene (vedlegg I-V) og inkluderer bl.a. næringsstoffer, ioner tilknyttet veisaltning og marine avsetninger, tungmetaller, PAH, suspendert stoff, oljeforbindelser og pH.

De ulike forekomstene har blitt typifisert i henhold til vann typer angitt i Vann-nett (1) og klassifisert innenfor fem tilstandsklasser (tab. 2). Disse er hentet fra Veileder 02:2018 – Klassifisering av miljøtilstand i vann (2) og Veileder M608 – Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020 (3). Klassifisering av totalt nitrogen og totalt fosfor (tab. 3) er gjort i henhold til veileder 02:2018 (2). 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 vannforekomsten i en slik grad at de kan være utslagsgivende for tilstanden i den aktuelle forekomsten. Disse stoffene kan variere innenfor ulike vannregioner, men kalles i klassifiseringsveilederen fra 2018 og veileder M608 for vannregionsspesifikke 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 graden av toksiske effekter på vannlevende organismer innenfor hver klasse. Alle grenseverdier for parametere

som benyttes til klassifisering av tilstand i vann for næringsstoffer (iht. vanntype), tungmetaller og miljøgifter er gjengitt i tabell 3.

Tabell 2. Klassifiseringssystem for vann og sediment, gjengitt fra veileder M608 (revidert 2020). 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 _{akutt}	Øvre grense: PNEC _{akutt} * AF ¹⁾	

¹⁾ AF: Sikkerhetsfaktor

Tabell 3. Klassegrenser for analyseparametere (µg/L). Tilpasset etter tabellene 7.9a, og 7.10 i veileder 02:2018 (Direktoratgruppen 2018) og tabell 3.1 i veileder M608 (miljødirektoratet)

Parameter	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
Total P (L106)	11	16	30	55	> 55
Total N (L106)	475	650	1075	1775	> 1775
Total P (R108)	20	29	58	98	> 98
Total N (R108)	425	675	950	1425	> 1425
Bly (Pb)	0,02	1,2	14	57	> 57
Bly (Pb)					
Kadmium (Cd)	0,003	-	-	-	> 15
< 40 mg CaCO ₃ /L	-	≤ 0,08	≤ 0,45	≤ 4,5	-
40 - 50 mg CaCO ₃ /L	-	0,08	0,45	4,5	-
50 - 100 mg CaCO ₃ /L	-	0,09	0,6	6	-
100 - 200 mg CaCO ₃ /L	-	0,15	0,9	9	-
> 200 mg CaCO ₃ /L	-	0,25	1,5	15	-
Kvikksølv (Hg)	0,001	0,047	0,07	0,14	> 0,14
Nikkel (Ni)	0,5	4	34	67	> 67
Arsen (As)	0,15	0,5	8,5	85	> 85
Krom (Cr)	0,1	3,4			> 3,4
Kobber (Cu)	0,3	7,8		15,6	> 15,6
Sink (Zn)	1,5	11		60	> 60

Alle figurer er fremstilt ved hjelp av linjediagram. For figurer tilknyttet profilmålinger og overvåking av turbiditet påpekes det at linjer mellom datapunkter kun har til hensikt å binde sammen de enkelte måleseriene.

2.2 Automatisk måleutstyr i Farrisvannet og Farriselva

I 2020 var det utplassert tre miljøbøyer i Farrisvannet: Farris Øst (FØ), Farris Vest (FV) og Farris 3 (F3). Miljøbøylene hadde samme plassering som ved undersøkelsene i 2019 (4), fig. 1. Bøylene FØ og FV ble satt ut 07.04.2020 og F3 ble satt ut 14.05.2020. Bøylene var forankret med en dregg hver og en to meter lang kjetting ble benyttet mellom dregger og synketau festet til miljøbøylene. Vannstanden i Farrisvannet kan variere med opp til 3 m i løpet av en sesong, og tømmer og annet drivgods på bunnen kan dra i forankringstauet. For å hindre at bøylene ble stående delvis under vann, eller i verste fall på høykant, var lengden på synketauene om lag 4 m lenger enn registrert dybde ved hver av miljøbøylene. Miljøbøye F3 hadde 5 m lenger tau enn registrert dybde.

Alle bøylene ble utstyrt med multiparametersonder (MPS-D8 fra Seba Hydrometrie) og loggerenheter med modem (UnilogCom) (fig. 3) som målte følgende parametere: turbiditet, pH, ledningsevne, vanntemperatur og vannhøyde (vanndybde). F3 hadde målesonder på 1, 10 og 15 m dyp, FØ på 1 og 6 m og FV på 1 og 7 m dyp. Ved FV ble sonden på 7 m senket ned til 9 m i juni. Målesonden hadde ikke dybdesensor som registrerer dybder > 2 m og kabellengden ble derfor nøye målt opp og merket på 6, 7, 8 og 9 m får å sikre at den ble festet slik at den befant seg på riktig dybde. Som følge av dette ble dybdemålingene fra denne sonden statiske uten den variasjonen i dybdemålinger som forventes ved påvirkninger fra vær og vind. MPS som opprinnelig var plassert på 1 m dyp i 2019 ble satt ut av drift etter at F3 ble stående på høykant i forbindelse med økning av vannstand opp til HRV i august 2019. For å få opp bøyen måtte kablen til sonden kuttes over. MPS benyttet ved F3 1 m i 2020 hadde ikke turbiditetssensor med vipper, noe som medførte begroing på turbiditetssensoren. Dette påvirket turbiditetsmålingene slik at de fremsto som høyere enn det som var reelt. Alle målesondene utførte målinger med 15 min. intervaller. Måledata fra FØ og FV ble overført hver time i tidsrommet 06:10 – 20:10. Ved F3 ble data overført hver andre time i samme tidsrom.

Miljøbøylene FØ og FV skulle i utgangspunktet ha blitt satt opp med SMS-varslings dersom turbiditeten oversteg 7 NTU for tre påfølgende målinger (0, 15 og 30 min), men grunnet en feil i oppsettet ble ikke SMS-varslingen aktivert før 11. juni. Mottakere for varslings var miljøansvarlige hos byggherre, entreprenør, samt miljøkonsulent. Vedlikehold ble gjennomført minimum hver 14. dag med unntak for juli måned da det ikke var noen aktivitet på anlegget.

Miljøbøye F3 var ute av drift i perioden 15.05 – 18.05.2020 og 06.08.- 18.08.2020. På morgenen 15.05. ble det oppdaget at loggeren ikke var på nett og at det ikke hadde blitt sendt over noen data siden dagen før. I den forbindelse ble det gjennomført et ekstra tilsyn av miljøbøyen. Oppbevaringsboksen hadde blitt fylt opp av vann og årsaken var en lekkasje i tetningsstoffet rundt ledningen til en av målesondene.

På morgenen 06.08.2020 ble det igjen oppdaget at miljøbøyen ikke var på nett og ved tilsyn viste det seg at lokket til oppbevaringsboksen hadde blitt åpnet, trolig av noen nysgjerrige forbipasserende, uten å ha blitt lukket ordentlig igjen. Boksen var full av vann og måleutstyret ble tatt inn for tørking og feilsjekking. Antenna til loggeren samt begge batteriene var defekte og ble byttet ut før gjenutsetting av måleutstyret 19.08.2020.

Miljøbøye FV var ute av drift i perioden 11.06. – 15.06.2020. I forbindelse med flere episoder med overskridelse av grenseverdier for turbiditet ble det gjennomført ekstra vedlikehold og gjennomgang av oppsettet for SMS-varslings. Det ble også besluttet å senke den ene sonden fra 7 til 9 m for å ha en bedre oversikt over spredning av turbiditet. Økende vind gjorde arbeidet utfordrende og to store bølger slo inn over miljøbøyen da sondens dybdemåling skulle rekalkibreres. Følgelig ble oppbevaringsboksen for logger, antenne og batterier fylt med vann. Loggeren ble umiddelbart skrudd av og måleutstyret ble fraktet inn til land for å tørkes i påvente av feilsjekking og evt. feilretting. Måleutstyret ble satt ut igjen 15.06.2020.

Miljøbøyene FØ og FV ble flyttet ca. 70 meter lenger ut fra opprinnelig plassering i forkant av opptak av siltgardiner og midlertidig vannledning i Kilen og Farrisvannet ved Farriseidet (fig. 1). Flyttingen ble iverksatt for å hindre vannledningen i å komme i kontakt med målesondene og forankringen til miljøbøyene under prosessen med å heve den til vannoverflaten før opptak. Vannledningen ble tatt opp 30.10.2020 og miljøovervåkingen av Farrisvannet ble avsluttet 03.11.2020 samtidig med inntak av miljøbøyene. Bilder fra opptak av vannledning og siltgardiner er vist i vedlegg VI.



Figur 2. Miljøbøye FV i Farris.

Til måling av vannkvalitet i Farriselva ble det benyttet en multiparametersensor (MPS) av typen MPS-D8 sammen med LogCom logger (fig. 3). MPS-D8 var utstyrt med sensorer til måling av pH, ledningsevne og turbiditet, samt vanntemperatur og vannhøyde. Målingene ble foretatt med intervaller på 15 minutter og måldata ble overført til nettside for on-line overvåking hver time. Plasseringen av målestasjonen var den samme som i 2018 og 2018 (fig. 4), og måleutstyret ble satt ut 26.03.2020 og tatt inn 02.12.2020.

SMS-varslings ble aktivert for påfølgende målinger av turbiditet > 1000 NTU og for en gjentakende måling av pH > 9. Sistnevnte ble i utgangspunktet satt opp til å registrere endringer i pH > 0,5, men etter en overskridelse av pH som ikke ble fanget opp, 13. mai 2020, ble denne endringsgrensen satt til pH > 0,1.



Figur 3. Øverst: Multiparametersonde (MPS-D8) for kontinuerlige automatiske målinger i miljøbøyer Farrisvannet og målestasjon Farriselva. Nederst t.v.: UnilogCom (datalogger og modem) benyttet i miljøbøyer. Nederst t.h. LogCom2 (datalogger og modem) benyttet ved målestasjon.

Figur 4 viser stasjonen i Farriselva (FELV) med montering av logger og foringsrør til MPS.



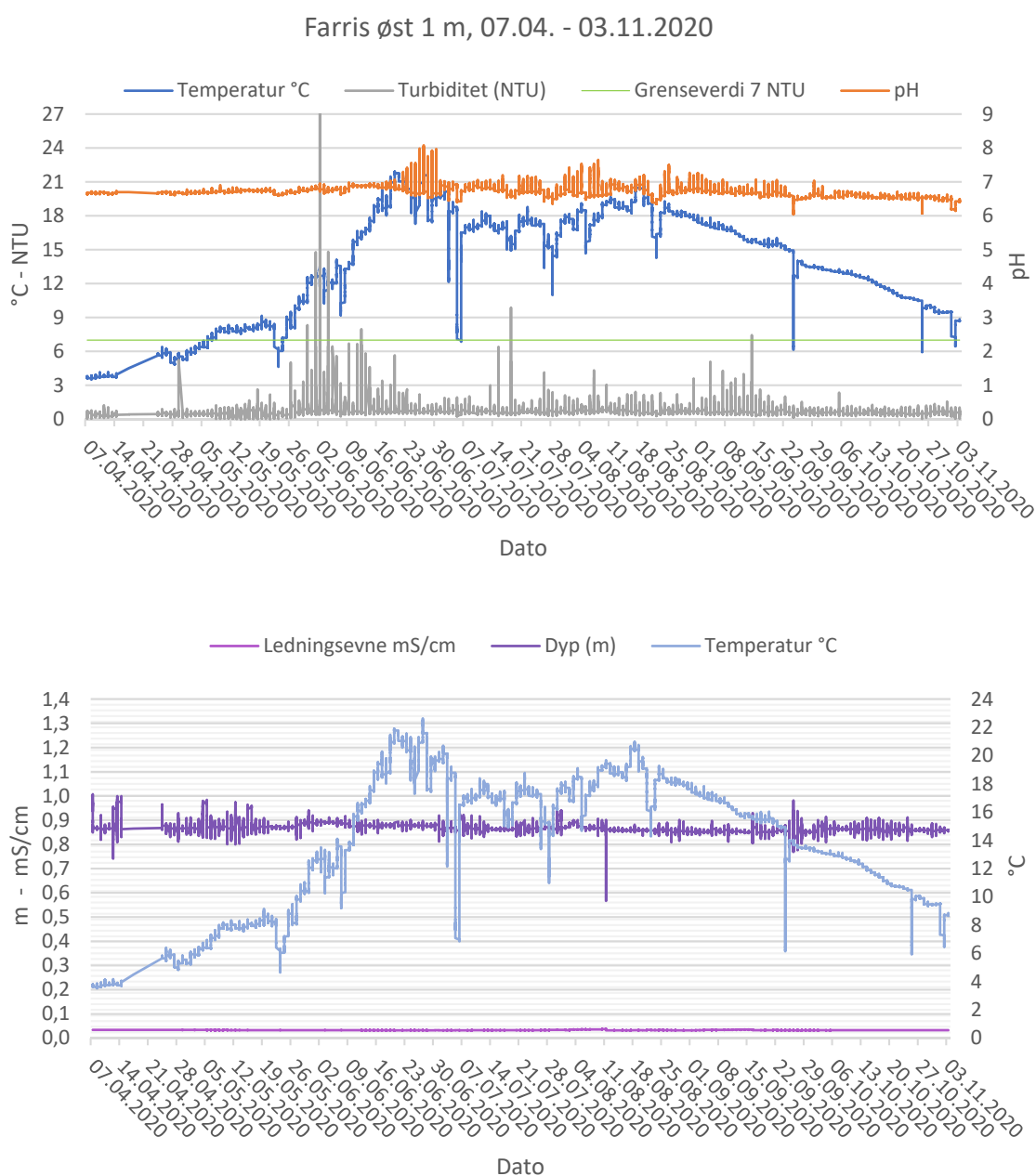
Figur 4. Plassering av automatisk måleutstyr for vannkvalitet ved øvre del av dam 3 i Farriselva. Logger er montert på stolpe og MPS i et 3 m langt stålrør.

3 Resultater

3.1 Miljøbøyer - Farrisvannet

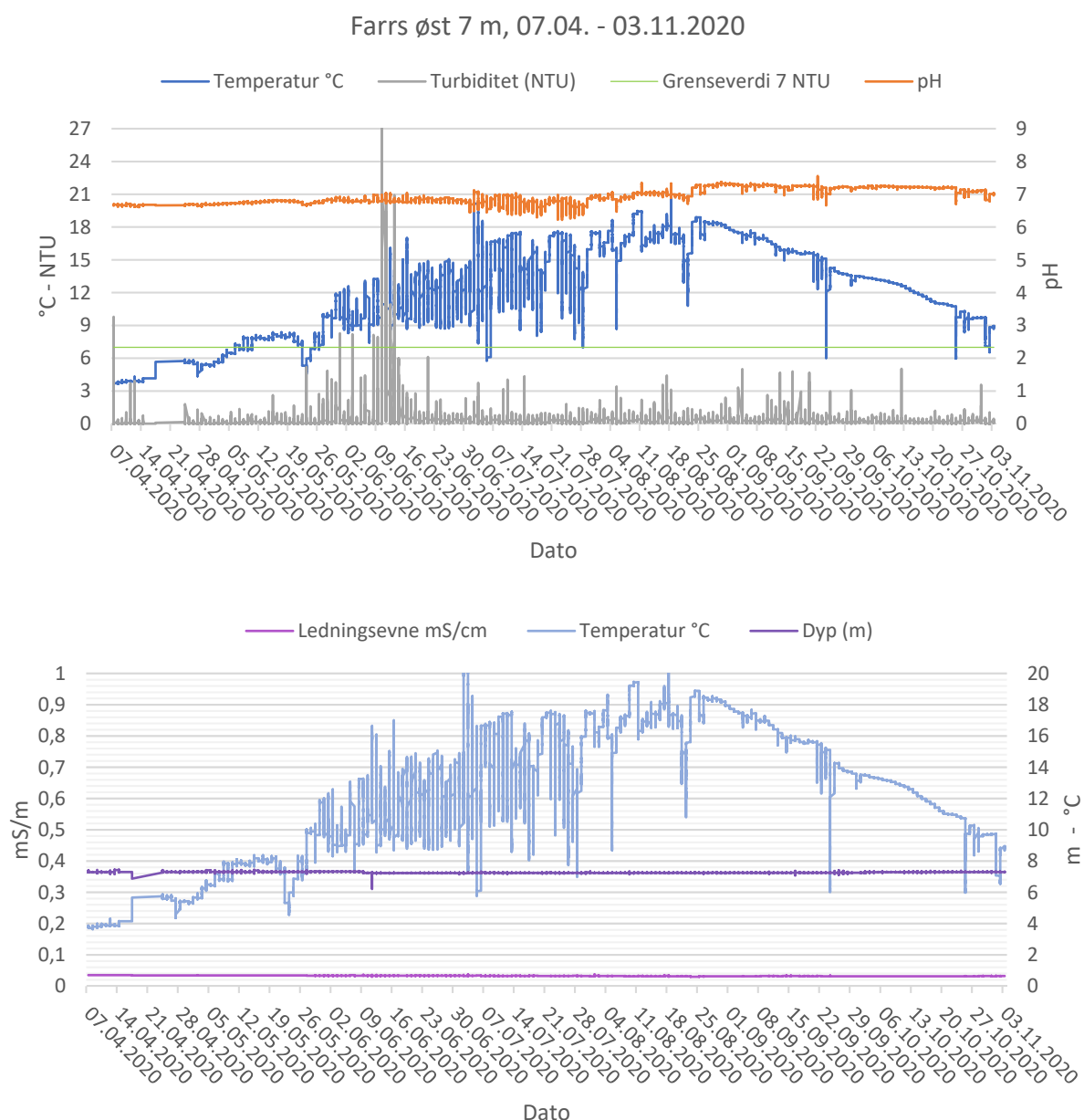
I forbindelse med arbeider tilknyttet Farrisvannet har fylkesmannen satt en grenseverdi på max 7 NTU i en halv time (tre påfølgende målinger). 7 NTU er angitt med grønn linje i alle figurene for FØ og FV. Ved F3 er grenseverdien 3 NTU.

Data fra miljøbøye FØ er vist i figur 5 og 6. Overvåkingsdata for turbiditet ved 1 m dyp viser flere enkeltmålinger > 7 NTU, men ingen overskridelser av grenseverdien for turbiditet. Målesondens plassering i vannsøylen vil variere noe ved 1 m dyp ettersom den i større grad blir påvirket av miljøbøyens bevegelser avhengig av vindforhold.



Figur 5. Overvåkingsdata fra miljøbøye Farris øst (FØ) 1 m. Øverst: Temperatur (°C), turbiditet (NTU) og pH. Nederst: Dyp (m), ledningsevne (mS/cm) og temperatur (°C)

Måledata fra FØ 7 m viser overskridelse av grenseverdi for turbiditet 10.06.2020 i tidsrommet mellom kl. 18:00- 18:30, 22:45 - 01:15 og 03:15 – 04:00. Den høyeste registrerte turbiditetsverdien var 25 NTU, kl.: 23:30. 11.06.2020 ble varslingsinnstillingene korrigert og overskridelsen av turbiditet i tidsrommet 18:15 – 21:45 (høyeste registrerte NTU: 13,4, kl. 19:15) ble varslet. 13.06.2020 ble det varslet om overskridelser i tidsrommet 07:30 – 08:45 (høyeste registrerte NTU: 20,9, kl. 08:15) og 15:30 – 16:00 (høyeste registrerte NTU: 7,5, kl. 15:30). Overskridelsene skyldes bevegelser i siltgardinen i forbindelse med utfylling i Farrisvannet mellom akse 5 og 6. SMS-varslingen var ikke aktiv grunnet feil i oppsettet for varslinger og overskridelsene ble registrert 10.06.2020. Arbeidene ble stanset umiddelbart da overskridelsene ble oppdaget. Hendelsen ble omtalt i et eget notat (5). Det har ikke blitt registrert noen overskridelser av grenseverdi for turbiditet ved FØ etter dette.

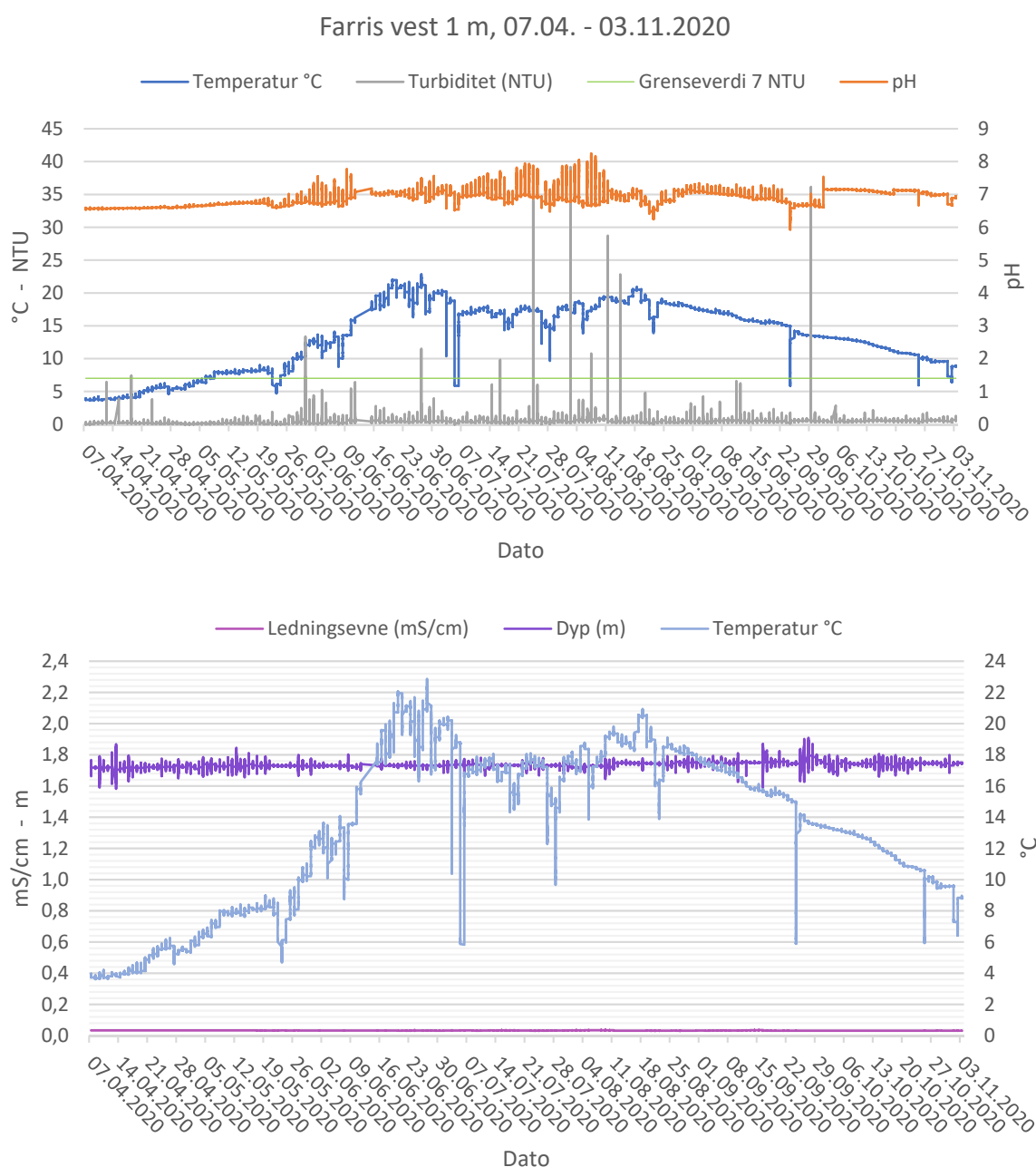


Figur 6. Overvåkingsdata fra miljøbøye Farris øst (FØ) 7 m. Øverst: Temperatur (°C), turbiditet (NTU) og pH. Nederst: Ledningsevne (mS/cm), temperatur (°C) og dyp (m)

Det ble ikke registrert noen utslag på turbiditetsmålingene ved FØ i tilknytning til forbindelse med opptak av siltgardiner og vannledning mellom 05.10. og 28.10.2020

Ved Farris vest (FV) 1 m viser måledata at sonden var plassert på ca. 1,6 m dyp (fig 7). Det ble ikke registrert noen overskridelser av grenseverdi for turbiditet i perioden med overvåking, men det ble registrert flere enkeltverdier > 7 NTU. Disse skyldes trolig tykke belter av pollen over temperatursprangsjiktet og sammenfallende høy aktivitet av dyreplankton i pollenbeltet som ble liggende nedover mot demningen og siltgardina utover sommeren 2020. Dette pollenbeltet påvirket også enkeltmålinger på 1 m dyp ved FØ. Enkelte større objekter i vannsøylen, bl.a. blader og plastsjøppel, til og med nysgjerrige fisker, kan bidra til høye enkeltmålinger av turbiditet.

Ved høy produksjon av planteplankton vil pH stige på dagtid. Ved sterk solinnstråling vil plankton befinne seg lenger ned i vannsøylen enn det som er tilfellet på dager hvor det er mer overskyet. Dette gjenspeiles i toppene av pH i perioden fra mai til august.

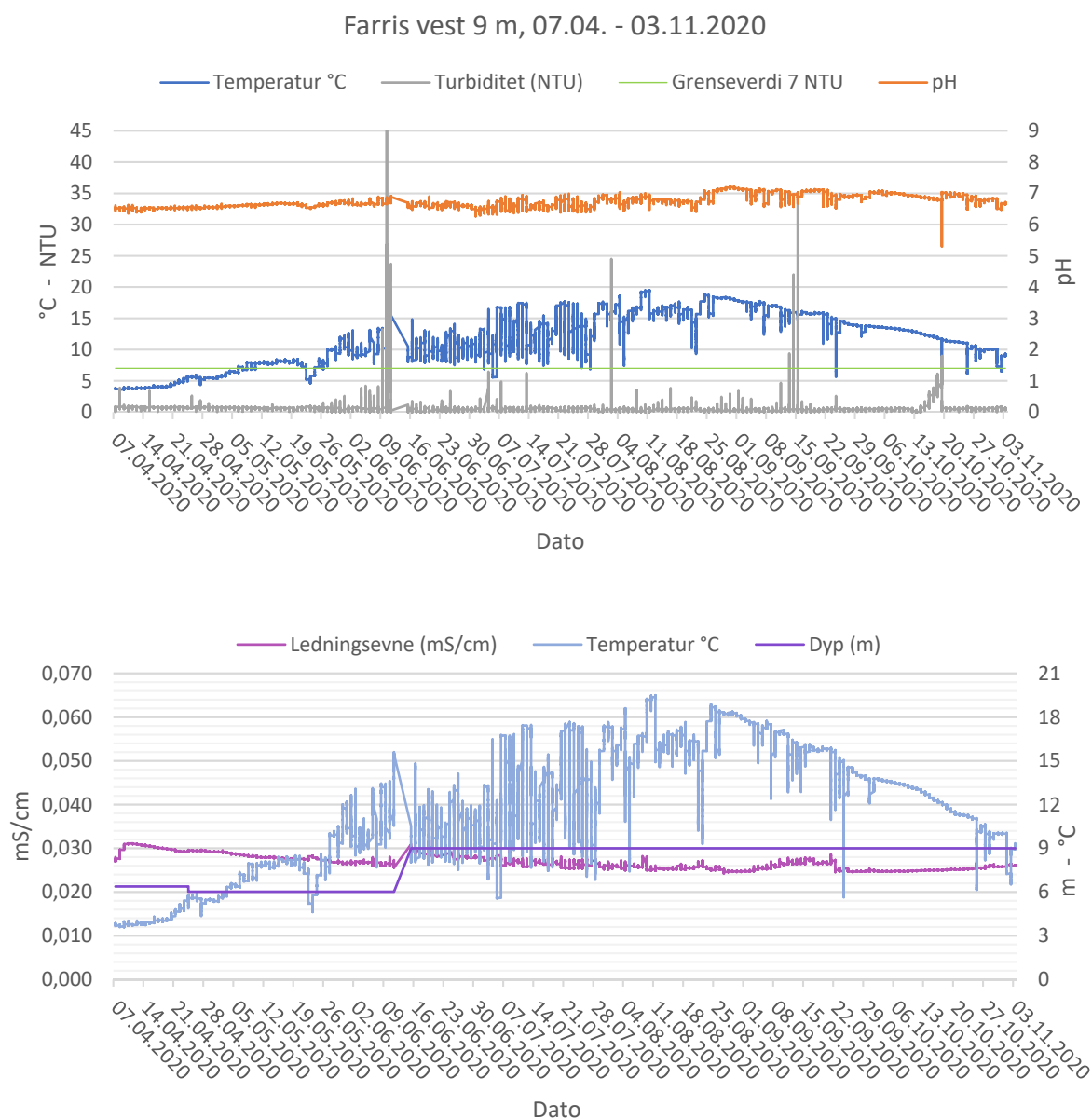


Figur 7. Overvåkingsdata fra miljøbøye Farris vest (FV) 1 m. Øverst: Temperatur (°C), turbiditet (NTU) og pH. Nederst: Ledningsevne (mS/cm), dyp (m) og temperatur (°C)

Figur 8 viser måledata fra 9 m ved FV. Turbiditetsdata viser overskridelser av turbiditet 10.06.2020 i tidsrommet 11:30 – 12:30 og 19:15 – 20:15 (høyeste NTU: 51, kl.: 11:45). 11.06.2020 ble det registrert overskridelser i tidsrommet 00:30 – 01:30 (høyeste NTU: 20, kl.: 01:00) og 10:45 – 11:30 (høyeste NTU: 42, kl.: 10:45).

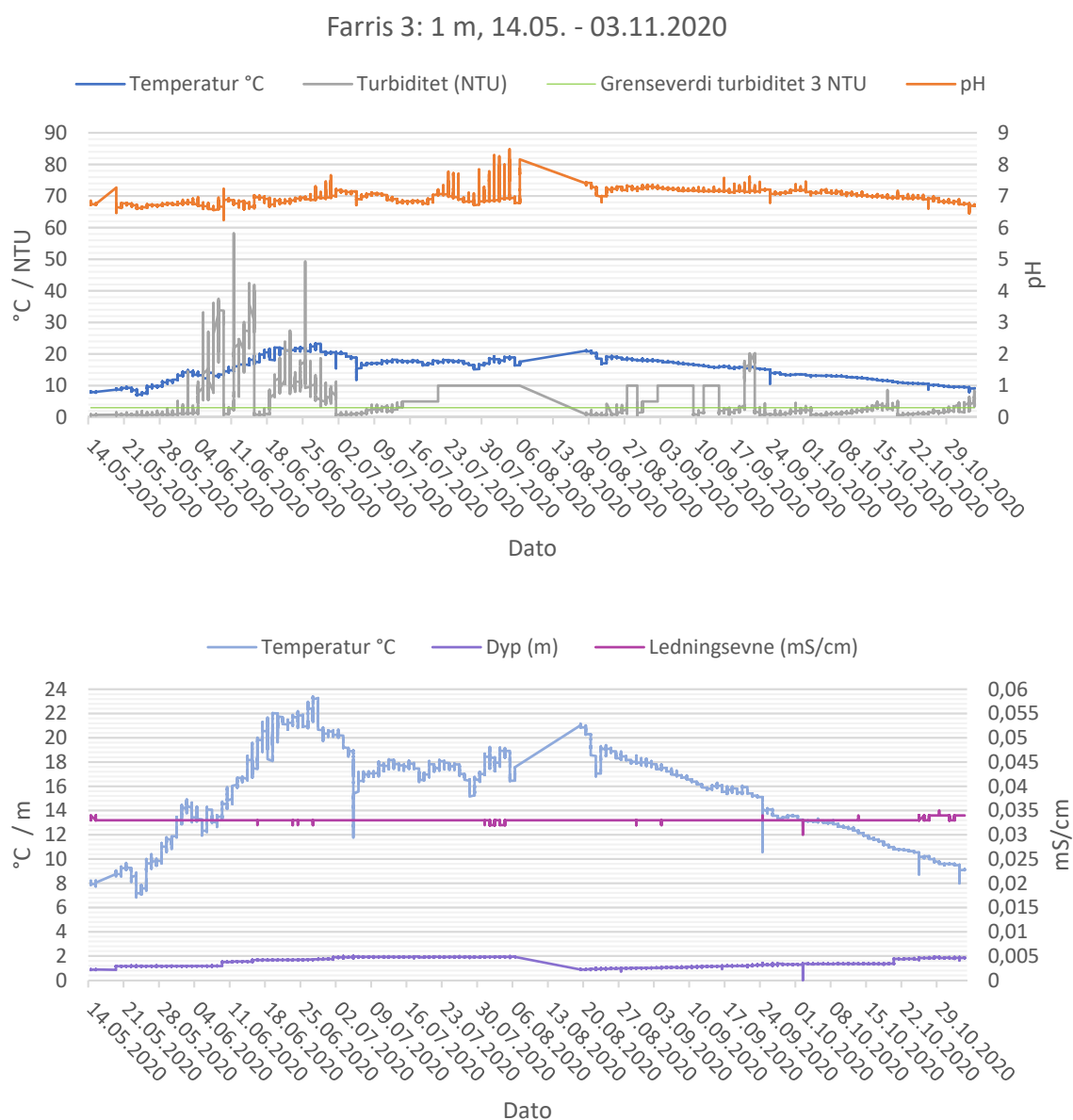
I perioden 05.07.2020 – 07.07.2020 registrerte samtlige målesonder ved FØ og FV en tydelig senkning av vanntemperaturen. Dette skyldes trolig en omrøring av vannmassene i forbindelse med sterk vind. I perioder der vinden blåser fra nord eller sør langs innsjøens effektive lengde kan dette skje i de grunnere områdene i hver ende av innsjøen.

Det ble registrert en liten økning i turbiditet ved 9 m dyp fra 16.11. – 19.11.2020, men dette skyldes manglende vipper på turbiditetssensoren. Det ble ikke registrert noen overskridelser av utslippsgrensene etter 11.06.2020.



Figur 8. Overvåkingsdata fra miljøbøye Farris vest (FV) (6 m) 9 m. Øverst: Temperatur (°C), turbiditet (NTU) og pH. Nederst: Dyp (m), ledningsevne (mS/cm) og temperatur (°C)

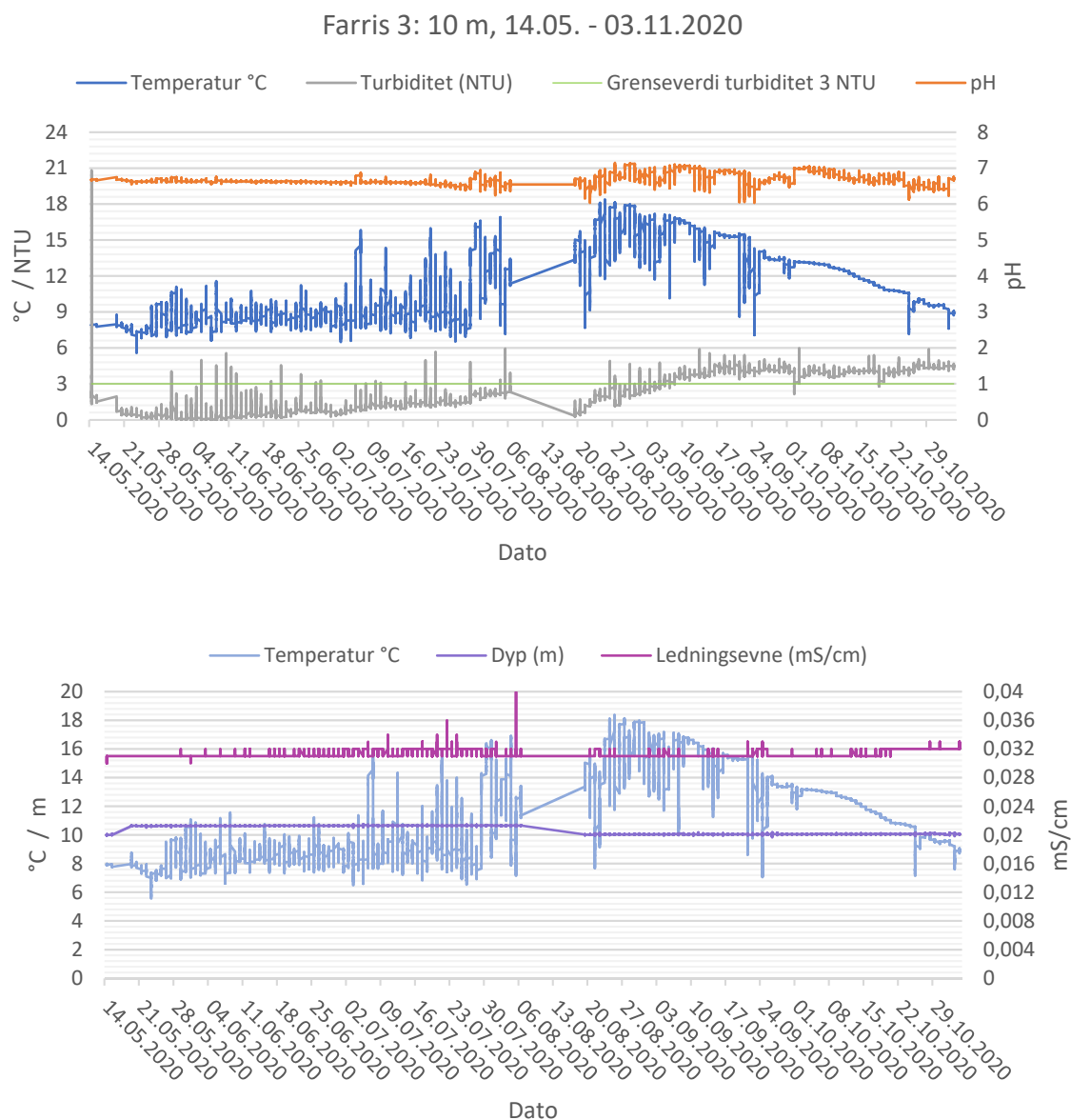
Figur 9, 10 og 11 viser måledata fra miljøbøye Farris 3 (F3). Ettersom MPS ved 1 m dyp ikke hadde turbiditetssensor med vipper ble det i perioder registrert høye verdier for turbiditet som følge av begroing på sensoren. Det ble forsøkt å redusere mengden begroing ved å senke sonden ned mot 2 m dyp i juni, men dette hadde lite til ingen effekt. I juli, august og september var det dessuten store mengder vannlopper (dafnier) som ble sittende på miljøbøyer, kabler og MPS ved 1 m dyp ved FØ, FV og F3. Det er sannsynlig at disse har bidratt til en rekke høye turbiditetsmålinger ved 1 m. I figur 9 er disse periodene korrigert i perioden juli – september og det er lagt inn verdier for turbiditet på 5 NTU ved kontinuerlige registreringer over 1 døgn mellom 3 og 20 NTU. For kontinuerlige målinger med > 20 NTU er det lagt inn turbiditetsverdier på 10 NTU. Måledata for turbiditet i juni er ikke korrigert, men det påpekes at disse målingene gjenspeiler påvirkning av målt turbiditet som følge av begroing.



Figur 9. Overvåkingsdata fra miljøbøye Farris 3 (F3) 1 m. Øverst: Temperatur (°C), turbiditet (NTU) og pH. Nederst: temperatur (°C), dyp (m) og ledningsevne (mS/cm)

Ved 10 og 15 m dyp (fig. 10 og fig. 11) ble det registrert en rekke enkeltmålinger over 3 NTU i perioden med overvåking. Ved 10 m dyp ble det registrert økende turbiditet fra slutten av juli. Fra midten av september, og frem til opptak av miljøbøyene i begynnelsen av november, viste

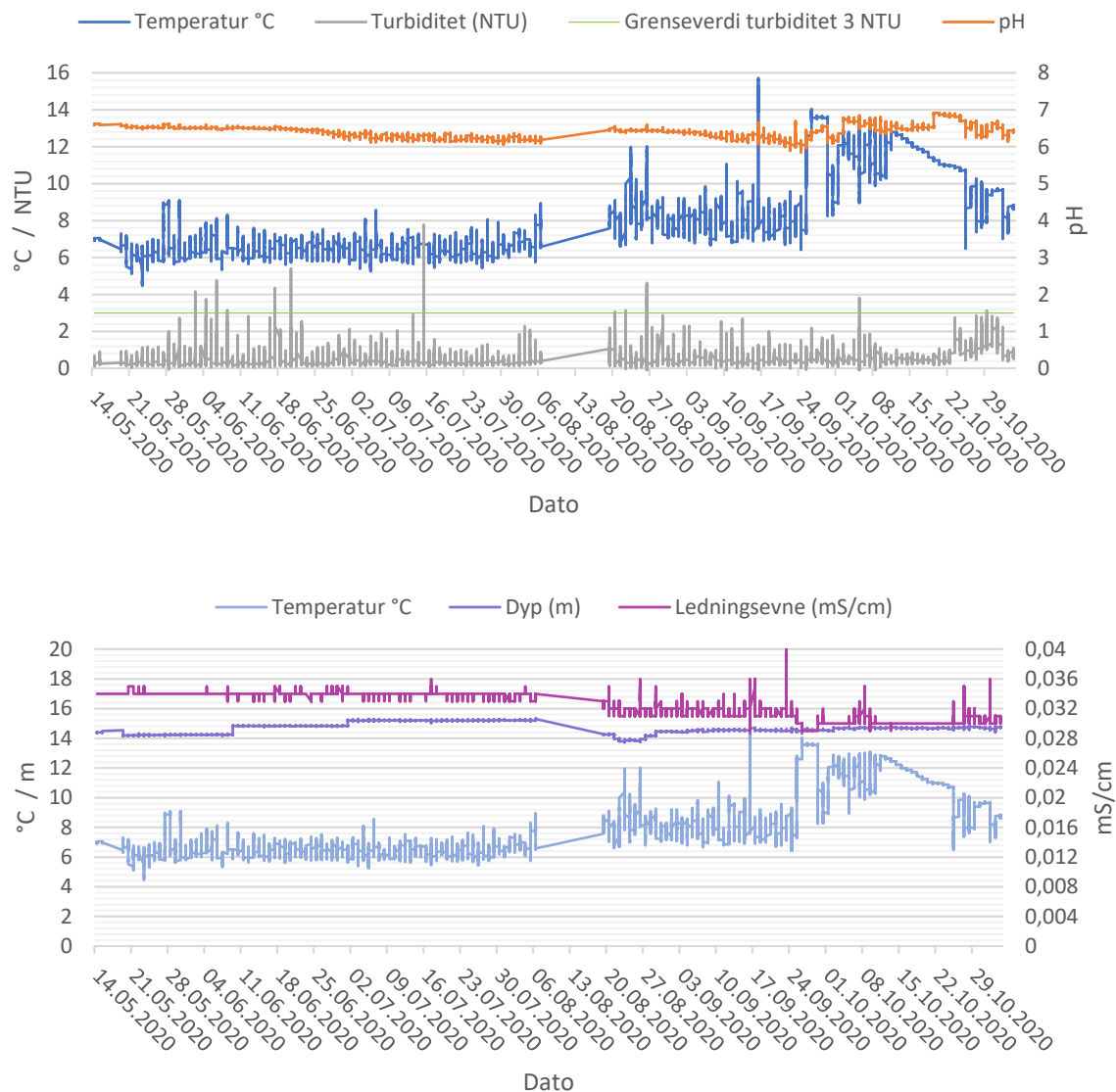
turbiditetsmålingene ved 10 m dyp gradvis økende verdier > 3 NTU. Ettersom turbiditetsverdiene gikk ned noe etter hvert vedlikehold før de igjen økte kan det ha vært en følge av begynnende svikt i turbiditetssensoren og økt måleusikkerhet.



Figur 10. Overvåkingsdata fra miljøbøye Farris 3 (F3) 10 m. Øverst: Temperatur (°C), turbiditet (NTU) og pH. Nederst: Temperatur (°C), dyp (m) og ledningsevne (mS/cm).

Temperaturmålingene fra 10 og 15 m dyp viser at temperaturgradienten mellom 10 og 15 meter endret seg betraktelig i slutten av juli noe som også kan ha ført til den økende turbiditeten ved 10 dyp. Partikler vil synke nedover i løpet av sommermånedene og blir liggende over temperatursprangsjiktet frem til omrøring av vannmassene. Ved en delvis omrøring av de øvre vannmassene vil partikkelbeltet spre seg før det igjen begynner å synke. Dette vil også forekomme naturlig i innsjøer og er ikke ene og alene relatert til påvirkning fra anleggsarbeider. Det ble ikke vurdert som en trussel for råvannskvaliteten ettersom vannet hentes inn på 40 m dyp og filtreres via 2-mediafiltre (sand og Filtralite) som et tiltak for å fjerne bl.a. partikler. Ved 15 m dyp økte turbiditeten noe i slutten av oktober, men det ble ikke registrert noen overskridelser av grenseverdi for turbiditet.

Farris 3: 15 m, 14.05. - 03.11.2020



Figur 11. Overvåkingsdata fra miljøbøye Farris 3 (F3) 15 m. Øverst: Temperatur (°C), turbiditet (NTU) og pH. Nederst: temperatur (°C), dyp (m) og ledningsevne (mS/cm).

3.2 Vannprøver - Farrisvannet

Den gjennomsnittlige tilstanden for total fosfor var «svært god» ved FV, FØ og F3 og ved FV og F3 viste resultatene fra samtlige prøver «svært god» tilstand. Ved FØ viste resultat fra vannprøve tatt 01.07.2020 «god» tilstand (11 µg/L). Innenfor siltgardiner (FS) var den gjennomsnittlige tilstanden «god», men resultatene fra vannprøven tatt 27.05.2020 viste et innhold av total fosfor tilsvarende «moderat» tilstand (38 µg/L). Fosfor er bundet til leirpartikler som igjen holdes tilbake av siltgardiner og tilstanden ved FS gjenspeiler i så måte dette. For totalt nitrogen var den gjennomsnittlige tilstanden god ved alle 4 stasjonene. De høyeste verdiene for totalt nitrogen, tilsvarende «moderat tilstand», ved samtlige stasjoner ble registrert i vannprøver tatt 01.07.2020. (FS: 840 µg/L, FV: 800 µg/L, FØ: 890 µg/L og F3: 860 µg/L).

Tabell 4. Gjennomsnitt av analyseresultater fra vannprøver og antall vannprøver tatt ved FØ, FV, F3 (n=7) og innenfor siltgardin (FS) (n=5). Tilstand for næringsstoffer er klassifisert iht. Veileder 02:2018 (2). Tilstand for tungmetaller er klassifisert iht. Veileder M608 (3).

Parameter	Enhet	FØ	FV	F3	n	FS	n
pH		6,7	6,7	6,7	7	6,9	5
Turbiditet	FNU	0,29	0,30	0,31	7	2,64	5
Suspendert stoff	mg/L	1,0	1,0	1,3	7	2,8	5
Konduktivitet	mS/m	3,13	3,11	3,10	7	3,55	5
Fargetall	mg Pt/L	30	30	30	7	29	5
TOC	mg/L	5,3	5,4	5,4	7	5,2	5
Total Fosfor	µg/L	5,4	4,6	4,2	7	13,7	5
Ortofosfat-P	µg/L	1,9	1,9	1,9	7	2,6	5
Total Nitrogen	µg/L	541	529	536	7	526	5
Nitrat (NO ₃ -N)	µg/L	353	361	357	7	344	5
Ammonium (NH ₄ -N)	µg/L	7	14	8	7	6	5
Kalsium (Ca)	mg/L	2,2	2,1	2,2	6	2,8	4
Magnesium (Mg)	mg/L	0,53	0,52	0,54	6	0,58	4
Natrium (Na)	mg/L	3,0	2,9	3,0	6	3,4	4
Kalium (K)	mg/L	0,43	0,42	0,43	6	0,52	4
Sulfat (SO ₄)	mg/L	2,3	2,2	2,4	7	2,4	5
Klorid (Cl)	mg/L	3,4	3,6	3,4	6	3,6	4
Jern (Fe)	µg/L	33	33	34	6	42	4
Mangan (Mn)	µg/L	0,91	1,02	1,10	6	1,99	4
Bly (Pb)	µg/L	0,023	0,020	0,021	6	0,049	4
Kadmium (Cd)	µg/L	0,021	0,019	0,019	6	0,016	4
Kvikksølv (Hg)	µg/L	0,002	0,002	0,002	6	0,004	4
Nikkel (Ni)	µg/L	0,17	0,17	0,16	6	0,18	4
Arsen (As)	µg/L	0,17	0,17	0,17	6	0,21	4
Krom (Cr)	µg/L	0,082	0,087	0,084	6	0,089	4
Chromium (VI)	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	6	0,0001	4
Kobber (Cu)	µg/L	0,43	0,44	0,42	6	0,56	4
Sink (Zn)	µg/L	5,6	5,5	5,6	6	3,8	4
Aluminium (Al)	µg/L	110	111	115	6	98	4
Antimon (Sb)	µg/L	0,066	0,066	0,064	6	0,075	4

For nikkel (Ni) og krom (Cr) var den gjennomsnittlige tilstanden tilsvarende «svært god» ved samtlige stasjoner. For de øvrige tungmetallene (bly (Pb), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg), arsen (As), kobber (Cu) og sink (Zn)) var den gjennomsnittlige tilstanden tilsvarende «god». Det ble ikke registrert verdier tilsvarende «moderat» eller dårligere tilstand for tungmetaller ved noen av stasjonene. Resultater fra alle prøver er vist i vedlegg (I-IV).

Det ble ikke påvist innhold av PAH og THC i noen av vannprøvene (tab. 5 og tab. 6). Klassifisering av PAH er basert på halvert kvantifiseringsgrense for disse og er følgelig satt til «god» tilstand for samtlige. For Dibenzo[ghi]perylene er halvert kvantifiseringsgrense innenfor tilstandsklasse III, «moderat» tilstand. Det er ikke sannsynlig at tilstanden er «moderat», men kvantifiseringsgrensen er angitt med gul tekst for å vise til tilstandsklasse III.

Tabell 5. Tilstand for PAH i prøver tatt ved FØ, FV og F3 (n=4) og FS (n=3). Ingen konsentrasjoner over kvantifiseringsgrense. Tilstandsklasse 1 (svært god) kan ikke settes grunnet kvantifiseringsgrense. Gul skrift angir

Parameter	Enhet	FØ, FV, F3 n = 4, FS n = 3
Naftalen	µg/L	< 0,010
Acenaftilen	µg/L	< 0,010
Acenaften	µg/L	< 0,010
Fluoren	µg/L	< 0,010
Fenantren	µg/L	< 0,010
Antracen	µg/L	< 0,010
Fluoranten	µg/L	< 0,010
Pyren	µg/L	< 0,010
Benzo[a]antracen	µg/L	< 0,010
Krysen	µg/L	< 0,010
Benzo[b]fluoranten	µg/L	< 0,010
Benzo[k]fluoranten	µg/L	< 0,010
Benzo[a]pyren	µg/L	< 0,010
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/L	< 0,0020
Dibenzo[a,h]antracen	µg/L	< 0,010
Benzo[ghi]perylene	µg/L	< 0,0020
Sum PAH(16) EPA		ND

Tabell 6. Kvantifiseringsgrenser for THC i vannprøver tatt ved FØ, FV og F3 (n=4) og FS (n=3). Ingen konsentrasjoner over kvantifiseringsgrense.

Parameter	Enhet	FØ, FV, F3 n = 4 FS n = 3
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

Ved FØ og FV ble det registrert innhold av stoffet toluen i vannprøver tatt 04.05.2020 (FØ: 0,16 µg/L og FV 0,12 µg/L) (tab. 7). Påvist toluen tilskrives påhengsmotor til båt. Med unntak av dette ble det ikke registrert innhold av BTEX over kvantifiseringsgrense. Det ble ikke registrert innhold av PCB7 i noen av vannprøvene der analyse for disse stoffene var påkrevd (tab. 8).

Tabell 7. Kvantifiseringsgrenser samt dato og målte konsentrasjoner av BTEX i vannprøver tatt ved FØ, FV, F3 (n=4) og FS (n=3).

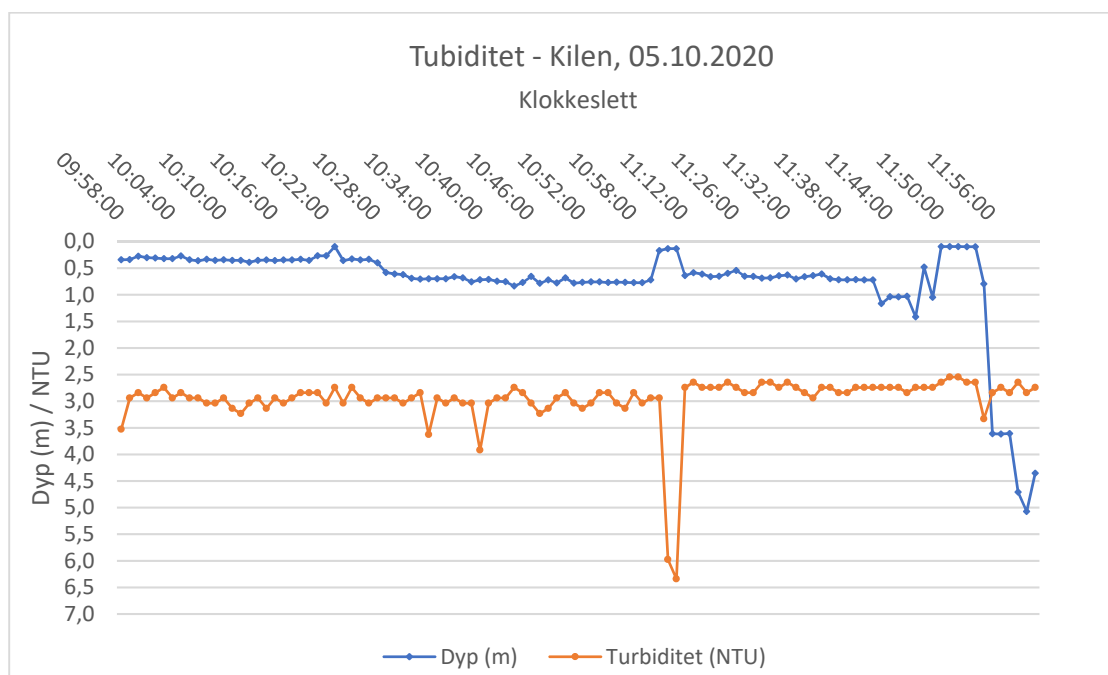
Parameter	Enhet	FØ, FV, F3 n = 4 FS n = 3	FØ 04.05.2020	FV 04.05.2020
Benzen	µg/L	< 0,10		
Etylbenzen	µg/L	< 0,10		
m,p-Xylen	µg/L	< 0,20		
o-Xylen	µg/L	< 0,10		
Toluen	µg/L	< 0,10	0,16	0,12
Xylener (sum)		ND		

Tabell 8. Kvantifiseringsgrenser for PCB7 i vannprøver tatt ved FØ, FV, F3 (n=4) og FS (n=2).

Parameter	Enhet	FØ, FV, F3 n = 4 FS n = 2
PCB 28	µg/L	< 0,010
PCB 52	µg/L	< 0,010
PCB 101	µg/L	< 0,010
PCB 118	µg/L	< 0,010
PCB 138	µg/L	< 0,010
PCB 153	µg/L	< 0,010
PCB 180	µg/L	< 0,010
Sum 7 PCB		ND

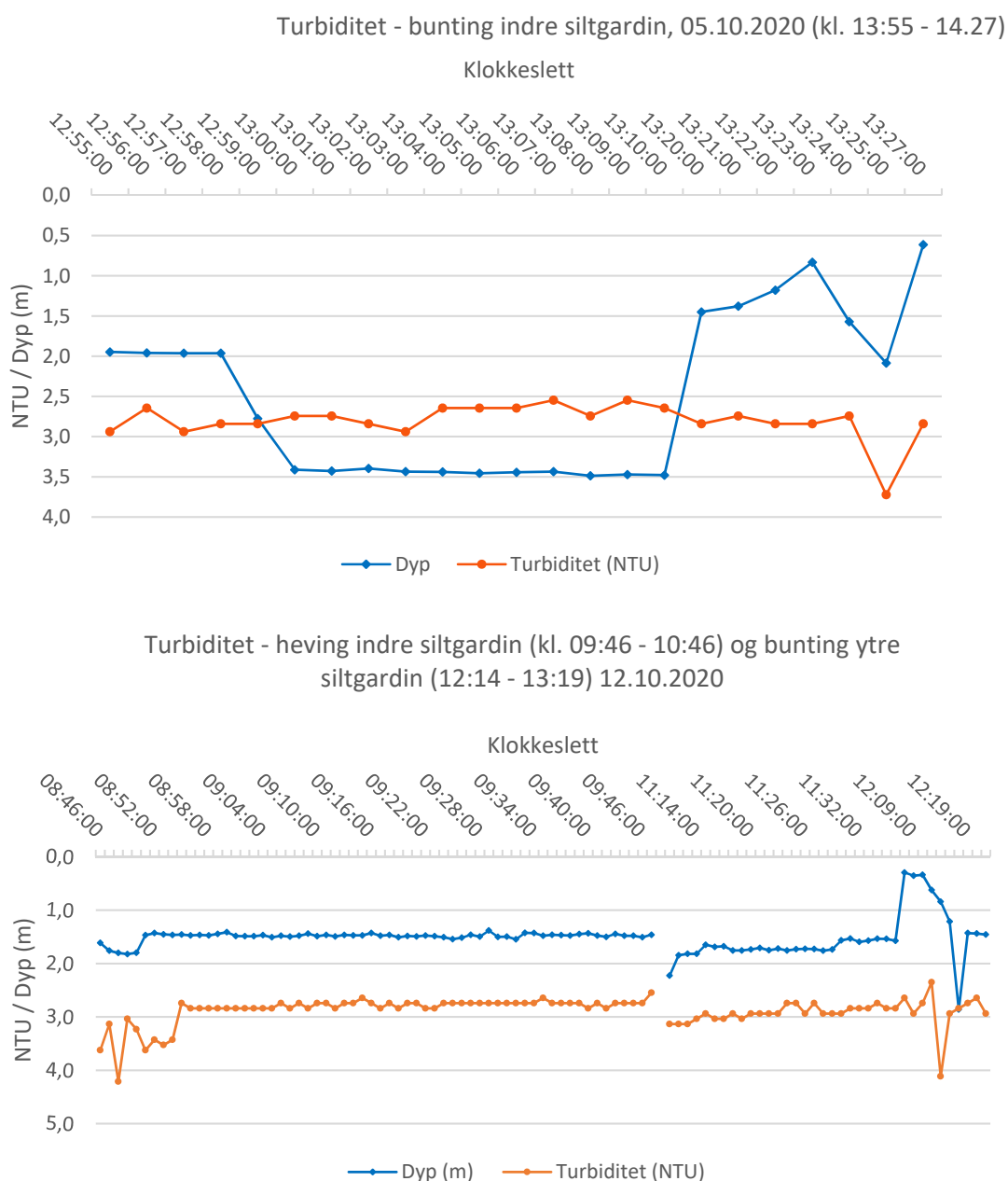
3.3 Opptak av midlertidig vannledning og siltgardiner

Deler av vannledningen fra Vestfold Vann IKS til Brunlanes ble erstattet med en midlertidig vannledning i forkant av utbyggingen av E18 over Farriseidet. Ny vannledning ble satt i drift på sensommeren i 2020 og de delene av den midlertidige vannledningen som lå i Farriskilen ble tatt opp 05.10.2020. Turbiditeten i Kilen ble overvåket ved hjelp av en portabel MPS av tilsvarende type som ble benyttet til miljøbøyevar og turbiditeten var jevnt over ca. 3 NTU (fig. 12). Målinger ble foretatt hvert minutt. De høyeste turbiditetsmålingene ble gjort like ved vannledningen i det en klump med jord sklei av den da den dukket opp i overflaten av vannspeilet. Hevingen og påfølgende opptak av vannledningen synes å ha lite til ingen påvirkning av turbiditeten i Kilen for øvrig. Dette ble også bekreftet av turbiditetsmålinger ved Verdens Ende mellom Farrisvannet og Kilen, samt nærmere miljøbøylene FØ og FV.



Figur 12. Turbiditetsmålinger fra Kilen ifb. opptak av midlertidig vannledning, 05.10.2020.

For å kunne løfte opp vannledningen i Farrisvannet ved Farriseidet måtte siltgardinene tas opp. Ettersom siltgardinene kun hadde vært i bruk en sesong var det lite fastsittende partikler på dem og risikoen for spredning av partikler som kunne forårsake overskridelse av grenseverdi for turbiditet ble vurdert som liten. Turbiditetsmålingene ble foretatt i forbindelse med deler av arbeidet med å løsne siltgardinene fra bunnen og heve de, opp før de ble buntet sammen med stropper for hver 5. meter. Målingene (05.10.2020) viste ingen tydelige endringer i turbiditet som følge av dette arbeidet (fig. 13, øverst). Det ble ikke registrert noen tydelig endring i turbiditet da indre siltgardin ble tatt opp 12.10.2020 (fig. 13, nederst). Turbiditetsmålingene varierte i hovedsak mellom 2,5 og 3 NTU, med unntak av de målingene som ble foretatt nærmest siltgardinene i forbindelse med bunting og heving (3,6 NTU +/- 0,5).



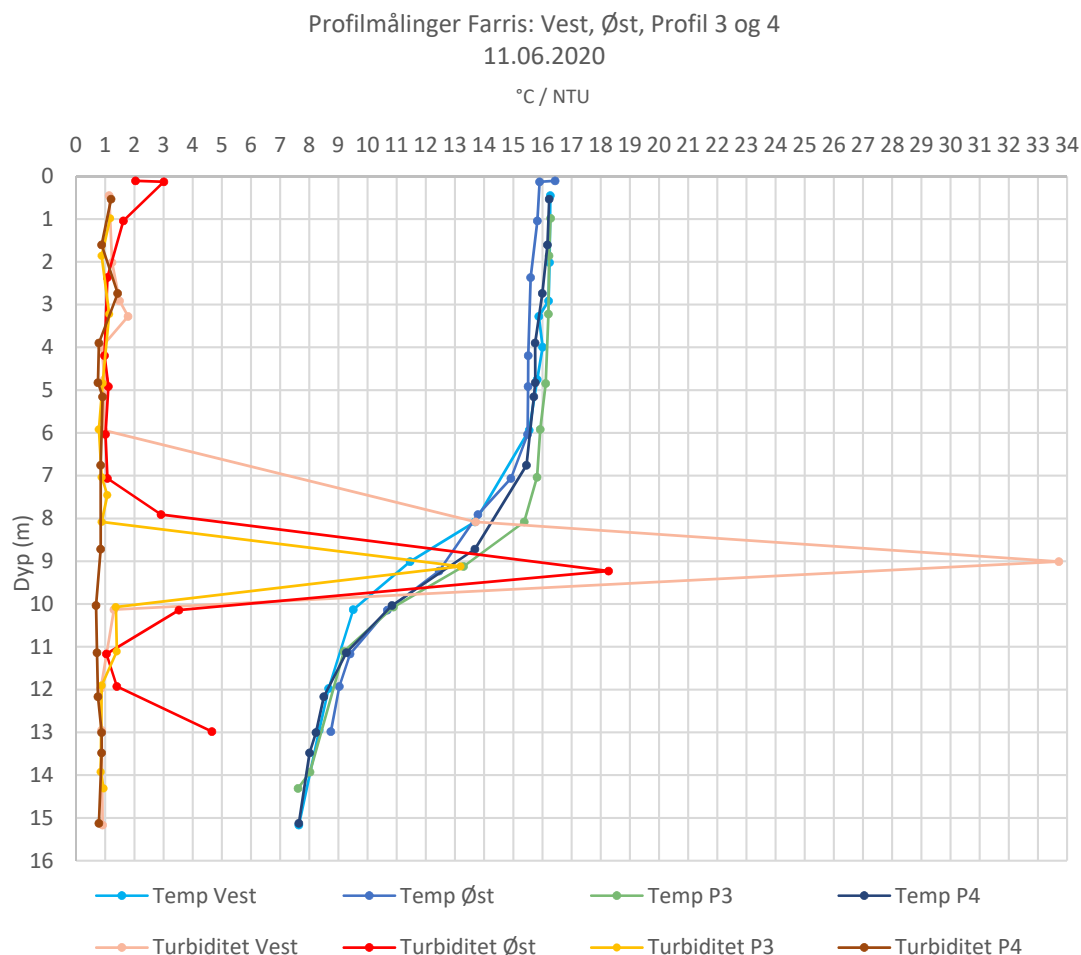
Figur 13. Turbiditetsmålinger fra Farris ifb. klargjøring av siltgardin for opptak, 05.10.2020 og 12.10.2020. Obs: klokkeslett i figur er iht. vintertid. Korrekt klokkeslett er angitt i tabelltittel.

Det ble foretatt profilundersøkelser i Farrisvannet (fig. 1) 11.06., 05.10. og 12.10.2020.

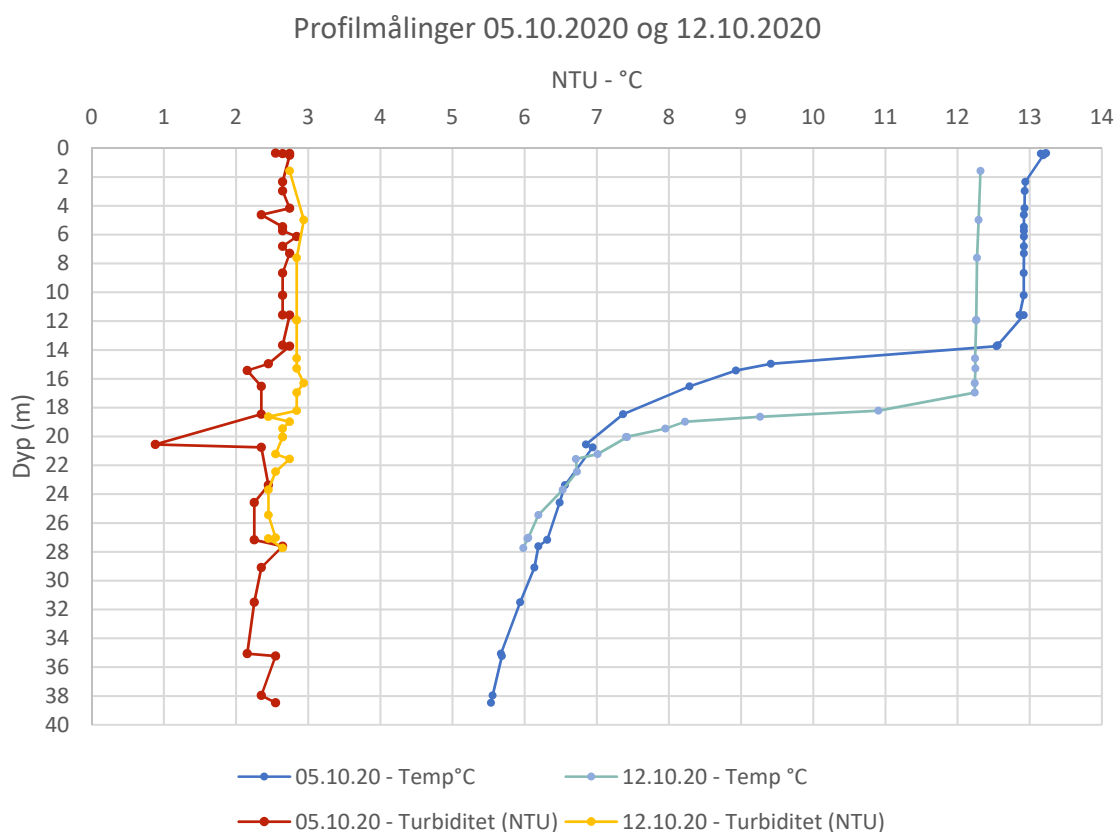
Undersøkelsene som ble utført 11.06.2020 var tilknyttet hendelse med overskridelse av utslippsgrenser for turbiditet utenfor siltgardiner. Undersøkelsene som ble foretatt i etterkant av denne hendelsen er nærmere beskrevet i et eget NIBIO-notat datert 26.06.2020.

Temperaturmålingene viste et tydelig sprangsjikt mellom 9 og 11 m, med et temperaturfall $> 2^{\circ}\text{C}$ pr. m. Turbiditet > 7 NTU ble registrert i målinger fra ca. 9 m dyp ved FV(34 NTU – 9 m), FØ (18 NTU – 9,2 m) og P3 (13 NTU – 9,1 m) (fig. 14). Ved P4 var turbiditeten 1 NTU $\pm$ 0,5 ved samtlige målinger mellom 0,5 og 15 m. Ved P5 ble det foretatt målinger fra 5, 9, 10, 12 og 15 m dyp, samtlige målinger var < 1 NTU.

Som en del av overvåkingen tilknyttet opptak av vannledning og siltgardiner ble det foretatt nye profilmålinger 05.10.2020 (0 – 38 m) og 12.10.2020 (0 – 28 m) (fig. 14). Hensikten med profilmålingene var å kartlegge temperaturgradienten og sprangsjikt, samt å avdekke forekomst av eventuelle belter med økt turbiditet. Profilmålingene 05.10. og 12.10 ble foretatt på ca. 40 meters dyp (vedlegg VI). Ved begge undersøkelsene ble det påvist et tydelig sprangsjikt. Turbiditeten var tilnærmet lik gjennom hele vannsøylen, 2,5 NTU $\pm$ 0,4.

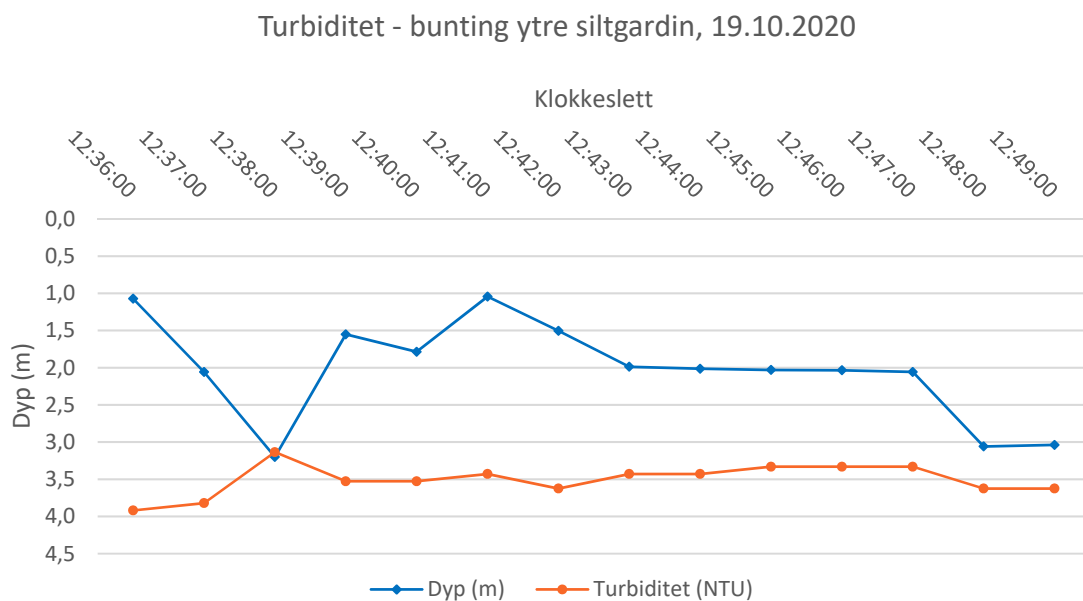


Figur 14. Profilmålinger i Farrisvannet 11.06.2020 – FØ, FV, P3 og P4



Figur 15. Profilmålinger i Farrisvannet 05.10. og 12.10.2020.

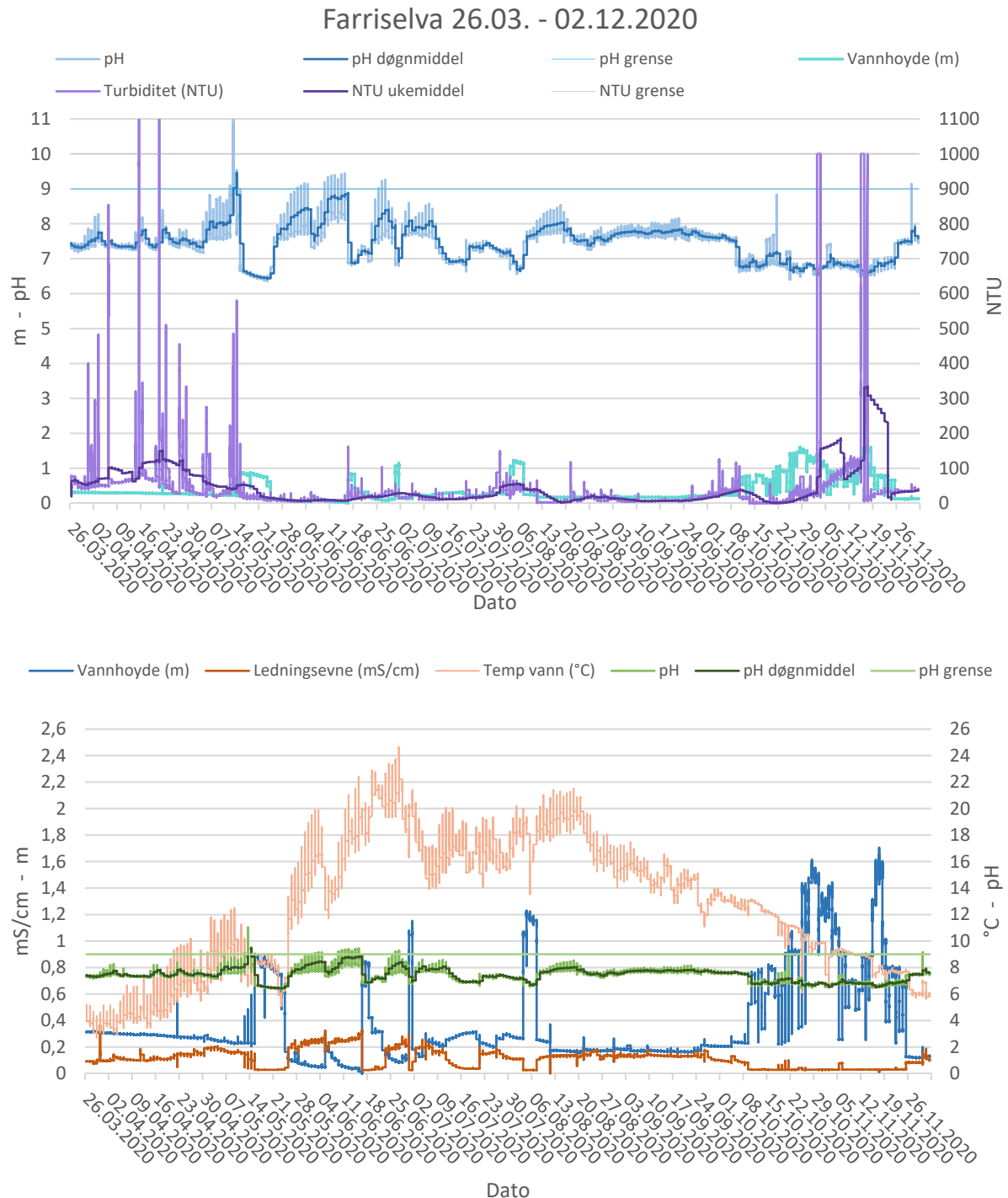
Arbeidet med å løsne og bunte sammen den ytterste siltgardina foregikk i perioden 12.10.-19.10.2020.. Turbiditetsmålingene viste gjennomsnittlig 3,5 NTU +/- 0,5. (fig. 16). Ettersom denne siltgardina hadde fått minst partikkelbelastning og det ikke var noen utslag på turbiditeten da den indre siltgardina ble hevet så ble det ikke gjennomført turbiditetsmålinger ifb. heving av den ytre siltgardina.



Figur 16. Turbiditetsmålinger ifb. Bunting av ytre siltgardin 19.10.2020.

3.4 Automatiske målinger - Farriselva

I forbindelse med bl.a. plastringsarbeider i Farriselva ble det satt ut en automatisk målestasjon like oppstrøms dam 3, 26.03.2020.



Figur 17. Måledata fra automatisk målestasjon i Farriselva (FAR). Øverst: pH (sanntid, døgnmiddel og grense), vannhøyde og turbiditet (sanntid, ukemiddel og grense). Nederst: Ledningsevne, vannhøyde og pH (sanntid, døgnmiddel og grense). Turbiditetsmålinger fra 15.10 – 02.12.2020 må sees bort fra grunnet skade på turbiditetssensor. NTU > 1000 NTU i denne perioden er korrigert til 1000 NTU.

I april ble det registrert to episoder med turbiditet over grenseverdi på 1000 NTU i Farriselva (fig. 12). Disse var 15.04.2020 i tidsrommet 10:45 – 12:00 (høyeste turbiditet: 1309 NTU kl. 11:15) og 21.04.2020 i tidsrommet 16:30 – 18:45 (høyeste turbiditet: 1483 NTU). Den høyeste ukemiddelverdien for turbiditet ble registrert 22.04.2020 i tidsrommet 01:45 – 10:15, 150 NTU.

I begynnelsen av mai ble det registrert pH verdier opp mot 8,7 på dagtid. Økningen foregikk gradvis fra morgenen og utover dagen før den avtok utover kvelden. Dette skyldes primært en kombinasjon av høy algeproduksjon og relativt lav vannstand i elva. 14.05.2020 ble det oppdaget overskridelser av grenseverdi for pH. Overskridelsene var i forbindelse med reparasjon av damlukene ved Farriseidet. pH hadde steget fra 8,7 til 10,9 kl. 10:00, 13.05.2020. I tidsrommet 10:00 – 12:00 var pH >10, med høyeste pH målt kl. 11:45. Vedvarende pH > 9 ble registrert frem til kl. 14:45, 14.05.2020. Det ble ikke sendt ut SMS med varsel om overskridelse fra den automatiske målestasjonen og ekstra tilsyn ble iverksatt. Etter rens av samtlige målesonder på MPS samt stålrøret i elva sank pH til 7,9. Det var mye begroing på pH-sonden og i stålrøret der MPS var plassert i Farriselva, noe som sannsynligvis har bidratt til pH-målinger opp mot 1 pH høyere enn det som var reelt.

I forbindelse med mye nedbør i oktober ble det sluppet på store mengder vann fra Farris. Ved målestasjonen i Farriselva gikk vannet tidvis opp mot 1,4 m høyere enn ved laveste vannføring. Høy vannføring og høyt press mot stålrøret til MPS bidro til å forskyve dette og småstein ble liggende mellom MPS og innsiden av røret slik at MPS ble sittende fastkilt. Grunnet den høye vannføringen var det ikke forsvarlig å gjennomføre tiltak for å få opp målesonden ettersom det ville kreve at hele stålrøret ble løsnet og tatt opp. I denne perioden ble det registrert flere toppmålinger for turbiditet (3200 NTU), noe som indikerte at turbiditetssonden til tider var fullstendig blokkert og trolig skadet. Måledata fra de øvrige sensorene viste ingen tegn til skade eller feilfunksjon og det ble besluttet å la måleutstyret stå ute i påvente av støpearbeider oppe ved demningen i slutten av november. Målestasjonen ble koblet av nettet og demontert 02.12.2020.

3.5 Vannprøver – Farriselve og Knappenålsbekken.

I Farriselve var den gjennomsnittlige tilstanden for total fosfor tilsvarende «moderat» (tab. 9). De høyeste konsentrasjonene ble målt i vannprøver tatt 03.04. og 05.04 2020 og var hhv. 140 og 200 µg TP/L, tilsvarende «svært dårlig» tilstand. Konsentrasjonene av totalfosfor og ortofosfat sammenfaller med høy turbiditet og en høy andel suspendert stoff. I samme periode foregikk det arbeider med plastring av elvebunnen oppe ved demningen og det var tidvis svært høy turbiditet i elva. Det ble også bygget ny bru over demningen. De laveste konsentrasjonene av total fosfor ble målt i vannprøver tatt 01.07. og 03.11.2020 og var hhv. 4,1 og 4 µg TP/L, tilsvarende «svært god» tilstand. I forkant av prøvetakingen i juli ble det foretatt en vanntest av plastringen i elva, og i oktober var vannføringen vedvarende stor, noe som bidro til å spyle ut partikler, finstoff og akkumulerte næringssalter.

Tabell 9. Gjennomsnitt av analyseresultater fra vannprøver tatt i Farriselve (FAR, n = 6) og analyseresultater fra vannprøver tatt i Knappenålsbekken 03.04. og 02.12.2020. (Analyser av vannprøver tatt 02.12.2020 i FAR/KNAP er delvis forsinket og oppdateres når de er klare)

R108			FAR	KNAP	KNAP
Parameter	Enhet	n	Snitt	03.04.2020	02.12.2020
pH		6	7,4	7,3	7,2
Turbiditet	FNU	6	18,4	2,1	2,5
Suspendert stoff	mg/L	6	20	1	2,6
Konduktivitet	mS/m	6	9,5	9,11	7,94
Fargetall	mg Pt/L	6	39	48	92
TOC	mg/L	6	6,3	6,3	10
Total Fosfor	µg/L	5	77	27	
Ortofosfat-P	µg/L	6	16,6	7,7	13
Total Nitrogen	µg/L	5	924	1300	
Nitrat (NO ₃ -N)	µg/L	6	637	1000	670
Ammonium (NH ₄ -N)	µg/L	6	77	34	66
Kalsium (Ca)	mg/L	4	6,3	8,6	
Magnesium (Mg)	mg/L	4	0,96	1,3	
Natrium (Na)	mg/L	4	8,4	7,5	
Kalium (K)	mg/L	4	1,01	1,4	
Sulfat (SO ₄)	mg/L	5	7,3	5,8	
Klorid (Cl)	mg/L	4	7,0	12	
Jern (Fe)	µg/L	4	61	140	
Mangan (Mn)	µg/L	4	1,45	26	
Bly (Pb)	µg/L	4	0,094	0,096	
Kadmium (Cd)	µg/L	4	0,016	0,019	
Kvikksølv (Hg)	µg/L	4	0,002	0,001	
Nikkel (Ni)	µg/L	4	0,28	0,38	
Arsen (As)	µg/L	4	0,28	0,19	
Krom (Cr)	µg/L	4	0,20	0,13	
Chromium (VI)	mg/L	5	0,000143	0,0001	0,0001
Kobber (Cu)	µg/L	4	1,4	2,6	
Sink (Zn)	µg/L	4	3,6	5,1	
Aluminium (Al)	µg/L	4	94	88	
Antimon (Sb)	µg/L	4	0,104	0,086	

For totalt nitrogen var den gjennomsnittlige tilstanden tilsvarende «moderat». Den høyeste konsentrasjonen ble målt i vannprøve tatt 04.05.2020, 1500 µg TN/L. I denne prøven var innholdet av totalt ammoniumnitrogen 310 µg NH₄-N/L. Den laveste konsentrasjonen av totalt nitrogen var 440 µg/L («god» tilstand) i vannprøve tatt 03.11.2020.

For tungmetallene var tilstanden i Farriselva god gjennom hele perioden, med «svært god» tilstand for bly, nikkel og krom. De høyeste konsentrasjonene av tungmetallene ble målt i vannprøven som ble tatt 04.05.2020, men samtlige var innenfor «god» tilstand. For av nikkel har tilstanden vært tilsvarende «svært god» gjennom hele perioden.

For PAH ble det målt konsentrasjoner av fluoranten og pyren tilsvarende «moderat» tilstand i vannprøve tatt 03.04.2020 (tab. 10). Konsentrasjoner av indeno[1,2,3-cd]pyren og benzo[ghi]perylene (03.04. of 04.05.2020), samt naftalen (02.12.2020) er innenfor tilstandsklasse 2 «god» og vektlegges ikke ytterligere.

Tabell 10. Tilstand for PAH i prøver tatt i Farriselva (FAR) (n = 3) og Knappenålsbekken (KNAP) (n = 2) samt klassifiserte kvantifiseringsgrenser (LOQ). Målte konsentrasjoner over LOQ er ført opp for hver vannprøve. Ingen konsentrasjoner over LOQ i KNAP. Tilstandsklasse 1 (svært god) kan ikke settes med grunnlag i LOQ. Gul skrift angir LOQ innenfor tilstandsklasse 2.

Parameter	Enhet	FAR n = 4, KNAP n = 2	FAR		
			03.04.2020	04.05.2020	02.12.2020
Naftalen	µg/L	< 0,010			0,014
Acenaftilen	µg/L	< 0,010			
Acenaften	µg/L	< 0,010			
Fluoren	µg/L	< 0,010			
Fenantren	µg/L	< 0,010			
Antracen	µg/L	< 0,010			
Fluoranten	µg/L	< 0,010	0,014		
Pyren	µg/L	< 0,010	0,016		
Benzo[a]antracen	µg/L	< 0,010			
Krysen	µg/L	< 0,010			
Benzo[b]fluoranten	µg/L	< 0,010			
Benzo[k]fluoranten	µg/L	< 0,010			
Benzo[a]pyren	µg/L	< 0,010			
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/L	< 0,0020	0,0021	0,0021	
Dibenzo[a,h]antracen	µg/L	< 0,010			
Benzo[ghi]perylene	µg/L	< 0,0020	0,003	0,0025	
Sum PAH(16) EPA		ND	0,035	0,0046	

Det ble ikke målt konsentrasjoner av THC over kvantifiseringsgrenser i vannprøvene.

Tabell 11. Kvantifiseringsgrenser (LOQ) for THC i vannprøver fra FELV (n = 3) og KNAP (n = 2). Ingen konsentrasjoner over LOQ.

Parameter	Enhet	FELV n = 4, KNAP n = 2
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

3.6 El-fiske, Farriselva

Under utbygging av E18 Bommestad – Sky og lokalvegssystem ved Farriseidet (2013-2020) har Farriselva (015-242-R) tidvis vært påvirket av høye konsentrasjoner av jord-, leir- og betongpartikler (7) (8). Påvirkningen var særlig stor i perioden 2017 – 2020, som følge av krevende anleggsarbeid i og ved elveløpet (4) (5) (6).

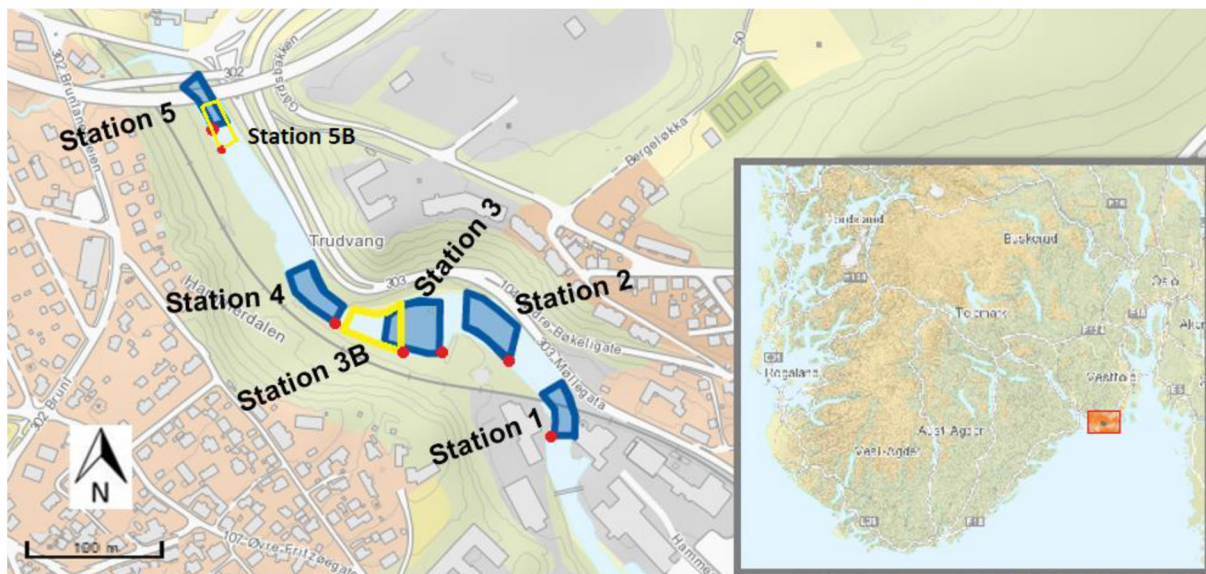
I 2017 var det mye graving i selve elveløpet under omlegging av vannledningen. Arbeidene foregikk fra tidlig i oktober til midten av desember. Vannprøvene tatt ut gjennom denne perioden viste høye konsentrasjoner av partikler med maksimale verdier på over 700 mg SS/l nær gravearbeidene og med en middelkonsentrasjon på 90 mg SS/l i den fiskeførende sonen nedstrøms anleggsarbeidene for prøver tatt gjennom oktober og november (6). Oppfølgingen viste at det var høye konsentrasjoner i Farriselva over en lengre periode på to til tre uker.

I august 2018 ble det utført sprengning og rivning av den gamle E18 brua over Farriselva samt fjerning av det gamle lokalveisystemet i området. Høsten 2018 var det omfattende anleggsarbeid i nærkontakt med elva i form av rivningsarbeider samt graving og utlegging av masser som forberedelse til bygging av ny bru. Sommeren 2018 var uvanlig tørr, og det var lite partikler i Farriselva fram til de første større nedbørshendelsene i begynnelsen av september. Under og etter disse nedbørshendelsene økte turbiditeten i elva kraftig. Det ble målt enkeltverdier på over 400 NTU og høyeste ukemiddelverdi var over 130 NTU (5). Videre utover høsten var det flere episoder med forhøyet turbiditet i Farriselva i forbindelse med nedbør (5).

I 2019 ble det gravd i elveleiet i forbindelse med fundamentering av søyler for ny bru. I tillegg var det en betydelig avrenning av betongpartikler fra arbeid med nedknusing av gamle bruelementer. Det var tidvis høy turbiditet i elva, som framsto som grå og blakket i lange perioder gjennom 2019. Det ble målt ukemiddelverdier for turbiditet på mellom 40 og 70 NTU i juni, september, oktober og november. Det var episoder med forhøyet pH som følge av betongbruk og avrenning av betongstøv fra nedknusing (4).

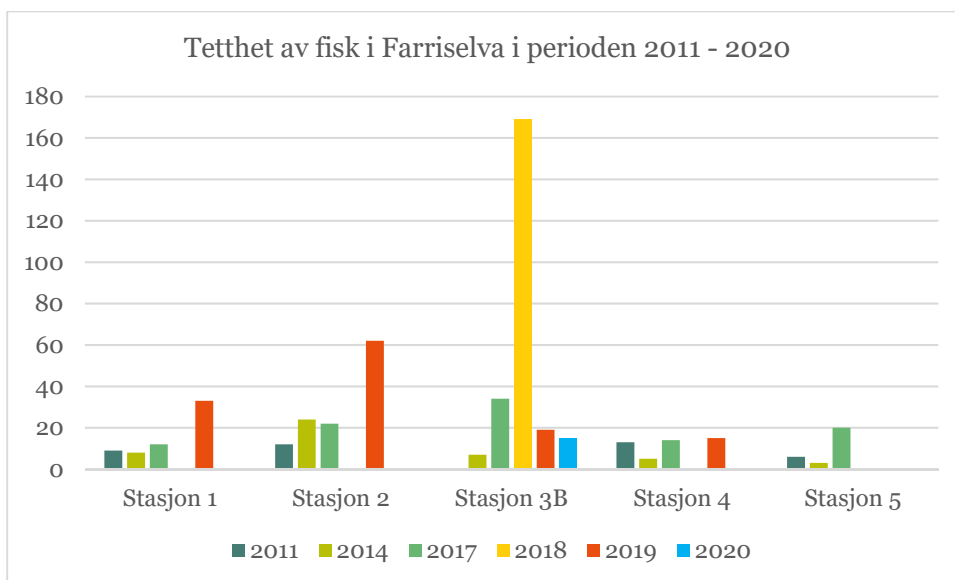
I 2020 har det vært tidvis vært høye konsentrasjoner av leirpartikler i elva, som følge av gravearbeider i elveleiet i forbindelse med utlegging av grov blokk for erosjonssikring av flomløpet fra Farrisdammen.

Samlet har Farriselva tidvis hatt svært høye konsentrasjoner av partikler i perioden 2017 – 2020, både naturlige leire og betongpartikler. Partikkeltilførslene har skjedd i kombinasjon med andre forhold som gir vanskelige livsvilkår for fisk, som svært lav vannføring og perioder med vanntemperaturer nær letal grense for laksefisk. I henhold til Solomon and Lightfoot 2008 (9) er vanntemperaturer over 19 °C uheldig for vekst og overlevelse av ørret, mens temperaturer over 21 °C gir økt dødelighet for yngel og ungfisk. På sommerstid har det blitt målt vanntemperaturer på opptil 23 °C i Farriselva, og sammenhengende perioder med døgnmiddeltemperatur over 20 °C. Til tross for det man vil anta å være dårlige livsforhold, så har det vært produksjon av ørret i Farriselva, der tettheter og produksjon har vært tilnærmet like gode eller bedre enn referansestudier før anleggsarbeidene startet (5) (14).



Figur 18. Stasjoner for fiskeundersøkelser i Farriselva 2011 - 2020

Stasjonene for fiskeundersøkelser er vist i figur 18 og resultater i figur 19. Fiskeundersøkelsene ved samtlige stasjoner har blitt utført av USN (Universitetet i Sørøst-Norge) (10) (11)(12). NIBIO gjennomførte undersøkelser ved stasjon 3B i 2018, 2019 og 2020 og ved stasjon 4 i 2019 og 2020(4) (5) (6). Faun bisto med el-fiske i 2020 (14)(Vedlegg IX) Undersøkelsene utført av USN har hele tiden blitt utført etter samme metode og på samme stasjoner, der Jan Heggenes har hatt oppfølging og ansvar for gjennomførte fiskeundersøkelser.



Figur 19. Tetthet av fisk for stasjon 1 – 5 i Farriselva i perioden 2011 - 2020

4 Sammenfattende vurdering

Det viktigste formålet med miljøovervåkingen har vært å gi en løpende kontroll av vannkvaliteten i Farrisvannet utenfor anleggsområdet ved Farriseidet. Herunder sikre at kravene i utslippstillatelsen blir overholdt, og at anleggsarbeidene stoppes ved overskridelser. Kravet er at turbiditeten ikke skal overskride 7 NTU for tre påfølgende målinger gjennomført innenfor en halvtime (0, 15 og 30 minutter). Målingene av turbiditet skal gjennomføres på to stasjoner som ligger mindre enn 100 m fra siltgarden, her omtalt som Farris øst (FØ) og Farris vest (FV).

For 2020 ble det registrert en kort periode, 10. til 13. juni, med tidvis overskridelse av utslippskravet. Anleggsarbeidene ble stoppet på kvelden 10. juni, men det tok tid før turbiditeten i sprangsjikt og dypvann normaliserte seg. Ekstra profilmålinger utført 11. juni viste at partiklene i all hovedsak var lagret inn i sprangsjiktet mellom 7 og 10 m dyp. Overskridelsene ved Farriseidet ga ikke påvirkning av vannkvaliteten ved målestasjonen Farris 3 (F3) på utsiden av Gopledal vannverk, lokalisert 1,5 km nord for Farriseidet.

Flere omganger med vannprøver tatt i Farrisvannet ved FØ, FV og F3 viste lav turbiditet, lav konsentrasjon av suspendert stoff og konsentrasjoner av nitrogen og fosfor tilsvarende hhv. god og svært god tilstand.

Farriselva ble flomsikret og plastret med store steinblokker våren 2020, noe som ga forhøyet turbiditet nedstrøms anleggsarbeidene. I perioden fra slutten av mars og fram til midten av mai varierte ukemiddelverdien for turbiditet i Farriselva grovt sett mellom 50 og 150 NTU. Gjennom sommeren var det kortere perioder med forhøyet turbiditet. Senhøsten 2020 var det også målinger med forhøyet turbiditet, men her kan det ha vært en betydelig andel feilmålinger siden utstyret ikke kunne vedlikeholdes som følge av stort påslipp av vann. Fiskeundersøkelsen som ble gjennomført i Farriselva, viste en tetthet av ørret på 15 fisk per 100 m². Det ble kun fanget eldre fisk, og det var fravær av årsyngel. Tettheten var omtrent som tidligere år. Fullt påslipp fra ny flomluke i Farrisdammen med en maksimal vannføring på 120 m³/s, må påregnes å kunne være negativ for produksjon av stasjonær ørret i Farriselva.

Opptak av en midlertidig vannledning fra Vestfold Vann IKS til Brunlanes gjennom Farriskilen ble utført 5. oktober 2020. Samtidig ble siltgardinene i Farriskilen tatt opp. Under hele prosessen ble det gjort målinger av turbiditet i ulike dyp i Farriskilen med en multiparametersonde operert fra en jolle. Turbiditeten i vannmassene ble målt til rundt 3 NTU både i overflatevannet og ved målinger ned til 3,5 m dyp. Turbiditeten holdt seg stabil gjennom hele arbeidsoperasjonen med opptak av vannledning og deretter siltgardin.

Litteraturreferanse

- (1) Vann-nett – [https://vann-nett.no/portal/#/mainmap Farrisvannet/Farris ID 015-429-L og Farriselva – Hammerdalen ID 015-242-R](https://vann-nett.no/portal/#/mainmap/Farrisvannet/Farris%20ID%20015-429-L%20og%20Farriselva%20Hammerdalen%20ID%20015-242-R)
- (2) Direktoratgruppen vanndirektivet, 2018. Veileder 2: 2018 - Klassifisering av miljøtilstand i vann
- (3) Miljødirektoratet, 2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020.
- (4) Rognan, Y., Skrutvold, S., Roseth, R. og Johansen, Ø. 2020. E18 Bommestad – Sky. Miljøoppfølging av Farriselva og Farrisvannet under anleggsarbeid i 2019. NIBIO Rapport, 6(7) 2020. 76 s.
- (5) Greipssland, I., Rognan, Y., Skrutvold, S., 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. 49 s.
- (6) Rognan, Y. og Roseth, R. (2017). Omlegging av hovedvannledning via Hammerdalen - Farriselva. Sammenstilling av dokumentasjon fra arbeider samt resultater for el-fiske utført 18.10.2017. NIBIO Notat. 20.02.2018.
- (7) Leikanger, E., Roseth, R., Johansen, Ø., Tveiti, G. og Nytrø, T. E. 2017. E18 Bommestad - Sky. Overvåking av vannkvalitet i perioden 14.04 – 01.11.16. NIBIO Rapport 3(11)2017. ISBN 978-82-17-01782-0. ISSN 2464-1162
- (8) Roseth, R., Leikanger, E., Rise, Ø., Nytrø, T. E., Tveiti, G. og Johansen, Ø. 2014. E18 Bommestad – Sky. Miljøoppfølging av vannkvalitet. Halvårsrapport per oktober 2014. Bioforsk Rapport 9(146)2014.
- (9) Solomon, D. and Lightfoot, G. 2008. The thermal biology of brown trout and Atlantic salmon. ISBN 978-1-84432-932-8.
- (10) Herregården, K.K. og Sleen, O. 2019. Fish populations in the Farris river – affected by highway construction? Universitetet i Sørøst-Norge, Bø.
- (11) Waarøe, K. 2017. Prosjektoppgave HSN Ingrid Kristiane Waarøe 17.11.2017. The state of fish populations in Hammerdalen – Farris River (Larvik, Vestfold) after being affected by the construction of a new highway, E18. Resultater kvalitetssikret av prof. Jan Heggenes, HSN.
- (12) 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.
- (13) Heggenes, J., Sageie, J., Kvisberglien, E., Loland, B., & Stoll, S. 2012. Biologiske forutsetninger for produksjon av laks- og sjørret i Farris og Siljanelva opp til Lakssjø. HiT skrift nr. 9/2012. Høgskolen i Telemark, Bø
- (14) Meland, M. og Roer, O. 2020. Fiskeundersøkelser i Farriselva, Larvik 2020. Faun naturforvaltning fagnotat 017-2020. (Vedlegg VIX)
- (15) YM-plan. Ytre miljøplan. Bygging av lokalvegnettet i Farriseidet og Hammerdalen, EK3. 2017. Statens vegvesen Region sør, Anne Kari Trøan/Gro Østby, 07.11.2017, sist revidert 20.04.2020

Vedlegg

Vedleggsoversikt

I – IV: Resultater for vannprøver

- I – Farrisvannet ved miljøbøye Farris øst (FØ)
- II – Farrisvannet ved miljøbøye Farris vest (FV)
- III – Farrisvannet ved miljøbøye Farris 3 (F3)
- IV – Farriselva ved automatisk målestasjon (FAR)

V: Fotodokumentasjon

- A – Opptak vannledning, Kilen
- B – Opptak siltgardin
- C – Begroing MPS
- D – Turbiditet og vannføring Farriselva

VI: Dybdekart fra ekkolodd

VII: Rådata miljøbøyer Farrisvannet

VIII: Rådata automatisk målestasjon Farriselva

VIX: Fagnotat elfiske, Farriselva (Faun Naturforvaltning)

Vedlegg I – Vannprøver ved miljøbøye Farris øst (FØ)

Dato		03.04.20	04.05.20	27.05.2020	01.07.20	11.08.20	22.09.20	03.11.20
Stasjon		FØ	FØ	FØ	FØ	FØ	FØ	FØ
pH		6,6	6,7	6,6	6,8	6,9	6,8	6,6
Turbiditet	FNU	0,23	0,22	0,3	0,39	0,29	0,27	0,34
Suspendert stoff	mg/L	1	1	1	1	1	1	1
Konduktivitet	mS/m	2,94	3,19	3,23	3,21	3,26	3,04	3,06
Fargetall	mg Pt/L	32	32	32	28	27	27	31
TOC	mg/L	5,5	5,5	5,3	5,2	5,2	5,3	5,3
Total Fosfor	µg/L	4,4	4,8	4,1	11	6,1	4,2	3,5
Ortofosfat-P	µg/L	1	2,6	2,6	1	2,9	1	2,5
Total Nitrogen	µg/L	600	470	480	890	480	450	420
Nitrat (NO ₃ -N)	µg/L	410	420	390	320	310	270	350
Ammonium (NH ₄ -N)	µg/L	3	3	3	8,3	8,3	9,9	16
Kalsium (Ca)	mg/L	2,1	2,1	2,2	2,1		2,2	2,3
Magnesium (Mg)	mg/L	0,52	0,53	0,55	0,49		0,53	0,56
Natrium (Na)	mg/L	3,1	3	3,2	2,7		2,9	3
Kalium (K)	mg/L	0,42	0,43	0,43	0,41		0,42	0,45
Sulfat (SO ₄)	mg/L	2,6	3,8	2,04	1,55	1,88	2,03	2,42
Klorid (Cl)	mg/L	3,85	1,9	3,6	3,59		3,7	3,88
Jern (Fe)	µg/L	38	38	38	25		23	36
Mangan (Mn)	µg/L	0,84	0,97	0,86	0,34		0,24	2,2
Bly (Pb)	µg/L	0,022	0,021	0,043	0,018		0,013	0,022
Kadmium (Cd)	µg/L	0,019	0,021	0,029	0,02		0,016	0,022
Kvikksølv (Hg)	µg/L	0,001	0,004	0,001	0,001		0,001	0,001
Nikkel (Ni)	µg/L	0,15	0,15	0,19	0,16		0,16	0,19
Arsen (As)	µg/L	0,16	0,16	0,17	0,16		0,17	0,17
Krom (Cr)	µg/L	0,073	0,099	0,085	0,088		0,075	0,069
Chromium (VI)	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001		0,0001	0,0001
Kobber (Cu)	µg/L	0,48	0,42	0,55	0,39		0,36	0,4
Sink (Zn)	µg/L	5,5	5,8	5,8	5,2		4,7	6,3
Aluminium (Al)	µg/L	120	120	130	95		87	110
Antimon (Sb)	µg/L	0,064	0,062	0,067	0,077		0,059	0,065

Dato	04.05.2020
Stasjon	FV
Toluen	µg/L 0,16

Vedlegg II - Vannprøver ved miljøbøye Farris vest (FV)

Dato		03.04.20	04.05.20	27.05.20	01.07.20	11.08.20	22.09.20	03.11.20
Stasjon		FV	FV	FV	FV	FV	FV	FV
pH		6,6	6,7	6,5	6,8	6,8	6,8	6,6
Turbiditet	FNU	0,17	0,35	0,3	0,33	0,36	0,29	0,3
Suspendert stoff	mg/L	1	1	1	1	1	1	1
Konduktivitet	mS/m	2,96	3,21	3,23	3,22	3,1	3,03	3,04
Fargetall	mg Pt/L	32	32	32	31	27	27	31
TOC	mg/L	5,8	5,4	5,3	5,2	5,2	5,4	5,6
Total Fosfor	µg/L	4,2	5,4	6,2	3,7	5,8	3,7	3,4
Ortofosfat-P	µg/L	1	2,7	2,3	1	3	1	2,5
Total Nitrogen	µg/L	600	480	480	800	460	440	440
Nitrat (NO ₃ -N)	µg/L	410	440	400	330	330	260	360
Ammonium (NH ₄ -N)	µg/L	3	3	16	8,6	13	11	43
Kalsium (Ca)	mg/L	2	2,1	2,3	2,1		2,1	2,2
Magnesium (Mg)	mg/L	0,51	0,52	0,54	0,49		0,52	0,56
Natrium (Na)	mg/L	3	3	2,8	2,7		2,8	3
Kalium (K)	mg/L	0,41	0,43	0,41	0,41		0,42	0,44
Sulfat (SO ₄)	mg/L	2,38	3,8	2,04	1,45	1,79	2	1,99
Klorid (Cl)	mg/L	3,86	2,34	3,61	4,34		3,73	3,67
Jern (Fe)	µg/L	37	37	40	25		24	36
Mangan (Mn)	µg/L	0,9	0,92	1,4	0,45		0,25	2,2
Bly (Pb)	µg/L	0,018	0,022	0,025	0,017		0,019	0,021
Kadmium (Cd)	µg/L	0,018	0,018	0,025	0,018		0,015	0,022
Kvikksølv (Hg)	µg/L	0,001	0,007	0,001	0,001		0,001	0,001
Nikkel (Ni)	µg/L	0,18	0,12	0,18	0,18		0,16	0,18
Arsen (As)	µg/L	0,15	0,16	0,17	0,17		0,17	0,18
Krom (Cr)	µg/L	0,092	0,092	0,094	0,084		0,077	0,083
Chromium (VI)	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001		0,0001	0,0001
Kobber (Cu)	µg/L	0,44	0,51	0,5	0,4		0,39	0,39
Sink (Zn)	µg/L	5,3	6,1	6	5,2		4,6	6
Aluminium (Al)	µg/L	110	130	130	98		87	110
Antimon (Sb)	µg/L	0,054	0,068	0,077	0,078		0,059	0,059

Dato	04.05.2020
Stasjon	FV
Toluen	µg/L 0,12

Vedlegg III - Vannprøver ved miljøbøye Farris 3 (F3)

Dato		03.04.20	04.05.20	27.05.20	01.07.20	11.08.20	22.09.20	03.11.20
Stasjon	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3
pH		6,6	6,6	6,6	6,8	6,8	6,8	6,5
Turbiditet	FNU	0,18	0,33	0,35	0,35	0,35	0,3	0,3
Suspendert stoff	mg/L	1	1	3,1	1	1	1	1
Konduktivitet	mS/m	2,98	3,08	3,23	3,22	3,03	3,11	3,07
Fargetall	mg Pt/L	32	32	32	28	27	27	31
TOC	mg/L	5,8	5,5	5,3	5,2	5,3	5,3	5,7
Total Fosfor	µg/L	4,5	4,5	4,1	3,4	4,1	4,3	4,5
Ortofosfat-P	µg/L	1	2,8	2,3	1	2,7	1	2,3
Total Nitrogen	µg/L	610	490	480	860	470	400	440
Nitrat (NO3-N)	µg/L	420	430	400	320	320	260	350
Ammonium (NH4-N)	µg/L	3	3	3	8,3	8,6	10	17
Kalsium (Ca)	mg/L	2,2	2,1	2,2	2,1		2,1	2,3
Magnesium (Mg)	mg/L	0,55	0,53	0,55	0,49		0,52	0,57
Natrium (Na)	mg/L	3,2	3	3,1	2,7		2,9	3
Kalium (K)	mg/L	0,44	0,44	0,43	0,41		0,42	0,45
Sulfat (SO4)	mg/L	3,61	3,89	2	1,49	2,03	2,05	1,95
Klorid (Cl)	mg/L	3,84	2,2	3,59	3,62		3,7	3,71
Jern (Fe)	µg/L	39	38	38	26		23	38
Mangan (Mn)	µg/L	0,89	1	1	0,55		0,23	2,9
Bly (Pb)	µg/L	0,022	0,021	0,023	0,02		0,015	0,025
Kadmium (Cd)	µg/L	0,02	0,02	0,022	0,017		0,015	0,019
Kvikksølv (Hg)	µg/L	0,001	0,004	0,001	0,002		0,001	0,001
Nikkel (Ni)	µg/L	0,18	0,12	0,16	0,18		0,16	0,18
Arsen (As)	µg/L	0,15	0,17	0,17	0,18		0,17	0,17
Krom (Cr)	µg/L	0,082	0,089	0,079	0,081		0,087	0,084
Chromium (VI)	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001		0,0001	0,0001
Kobber (Cu)	µg/L	0,41	0,4	0,54	0,36		0,41	0,37
Sink (Zn)	µg/L	5,8	6	6,2	5,4		4,7	5,6
Aluminium (Al)	µg/L	120	130	130	100		88	120
Antimon (Sb)	µg/L	0,069	0,073	0,057	0,058		0,059	0,069

Vedlegg IV - Farriselve ved automatisk målestasjon (FAR)

Dato		03.04.2020	04.05.2020	01.07.2020	11.08.2020	03.11.2020
Stasjon		FELV	FELV	FELV	FELV	FELV
pH		7,4	8	6,8	7,9	6,6
Turbiditet	FNU	31	74	0,47	1,5	0,43
Suspendert stoff	mg/L	45	70	1	1	1
Konduktivitet	mS/m	8,53	17,8	3,29	13,6	3,17
Fargetall	mg Pt/L	33	31	29	51	32
TOC	mg/L	5,6	7,3	5,3	6,6	5,4
Total Fosfor	µg/L	140	200	4,1	36	4
Ortofosfat-P	µg/L	10	63	1	18	2,5
Total Nitrogen	µg/L	870	1500	940	870	440
Nitrat (NO ₃ -N)	µg/L	590	1300	330	670	370
Ammonium (NH ₄ -N)	µg/L	82	310	16	5,6	16
Kalsium (Ca)	mg/L	6,8	14	2,2		2,3
Magnesium (Mg)	mg/L	0,95	1,8	0,5		0,57
Natrium (Na)	mg/L	8,8	19	2,8		3,1
Kalium (K)	mg/L	0,97	2,2	0,41		0,45
Sulfat (SO ₄)	mg/L	5,25	20,2	1,52	7,27	2,01
Klorid (Cl)	mg/L	10,3	10,2	3,83		3,76
Jern (Fe)	µg/L	91	90	26		38
Mangan (Mn)	µg/L	1	2,1	0,39		2,3
Bly (Pb)	µg/L	0,15	0,18	0,019		0,025
Kadmium (Cd)	µg/L	0,009	0,017	0,018		0,021
Kvikksølv (Hg)	µg/L	0,001	0,004	0,001		0,003
Nikkel (Ni)	µg/L	0,28	0,44	0,17		0,22
Arsen (As)	µg/L	0,26	0,49	0,18		0,18
Krom (Cr)	µg/L	0,21	0,42	0,081		0,078
Chromium (VI)	mg/L	<0,0001	0,00027	<0,0001		<0,0001
Kobber (Cu)	µg/L	1,4	3,5	0,36		0,44
Sink (Zn)	µg/L	1,5	1,8	5		6,1
Aluminium (Al)	µg/L	72	84	100		120
Antimon (Sb)	µg/L	0,092	0,17	0,061		0,092
THC >C5-C8	µg/L	<5,0	<5,0			<5,0
THC >C8-C10	µg/L	<5,0	<5,0			<5,0
THC >C10-C12	µg/L	<5,0	<5,0			<5,0
THC >C12-C16	µg/L	<5,0	<5,0			<5,0
THC >C16-C35	µg/L	< 20	< 20			< 20
Sum THC (>C5-C35)	µg/L	nd	nd			nd

Dato		03.04.2020	04.05.2020	01.07.2020	11.08.2020	03.11.2020
Stasjon		FELV	FELV	FELV	FELV	FELV
Naftalen	µg/L	<0,010	<0,010			< 0,010
Acenaftylen	µg/L	<0,010	<0,010			< 0,010
Acenaften	µg/L	<0,010	<0,010			< 0,010
Fluoren	µg/L	<0,010	<0,010			< 0,010
Fenantren	µg/L	<0,010	<0,010			< 0,010
Antracen	µg/L	<0,010	<0,010			< 0,010
Fluoranten	µg/L	0,014	<0,010			< 0,010
Pyren	µg/L	0,016	<0,010			< 0,010
Benzo[a]antracen	µg/L	<0,010	<0,010			< 0,010
Krysen	µg/L	<0,010	<0,010			< 0,010
Benzo[b]fluoranten	µg/L	<0,010	<0,010			< 0,010
Benzo[k]fluoranten	µg/L	<0,010	<0,010			< 0,010
Benzo[a]pyren	µg/L	<0,010	<0,010			< 0,010
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/L	0,0021	0,0021			< 0,0020
Dibenzo[a,h]antracen	µg/L	<0,010	<0,010			< 0,010
Benzo[ghi]perylene	µg/L	0,003	0,0025			< 0,0020
Sum PAH(16) EPA		0,035	0,0046			ND

Vedlegg V – Fotodokumentasjon

A – Opptak vannledning, Kilen







B – Opptak siltgardin 12.10.2020

Siste del av heving, kl. 10:36



C – Begroing MPS - miljøbøyer



D – Turbiditet og vannføring Farriselva

Turbiditet 01.04.2020 – kl.: 08:52. NTU: 114 (kl. 08:45) – 116 (09:00).



Turbiditet 04.05.2020. kl 15:20. NTU:



Lav vannføring 09.06.2020 Temperatur: 17 °C.



Høy vannføring ifbm. vanntest 01.07.2020. Kl. 13:00. Temperatur: 21 °C



Vannføring 11.08.2020 (kl: 13:00) 3 dager etter vanntest/påslipp av vann etter kraftig nedbør siste del av juli. Temperatur: 19,5 °C.

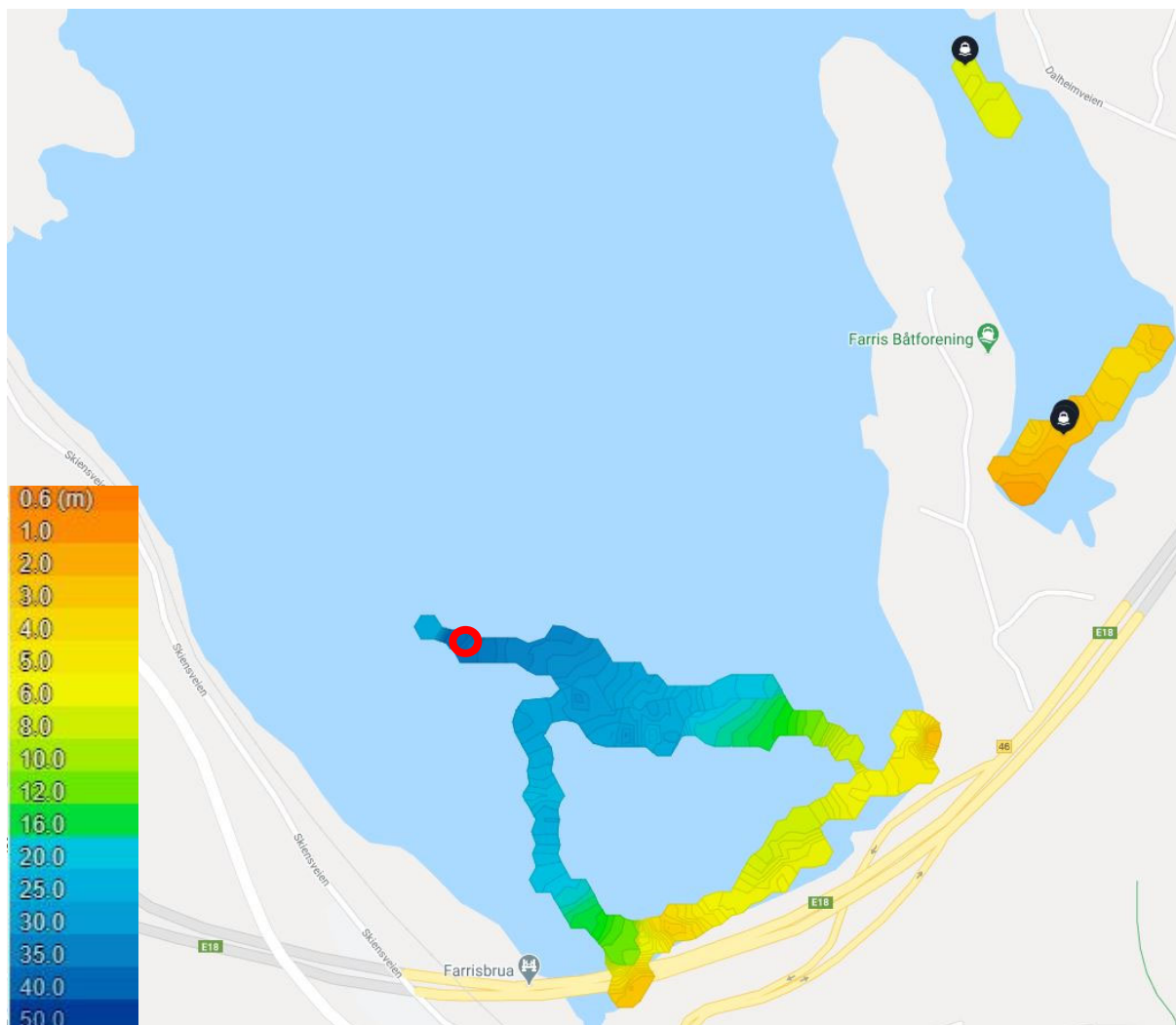


Svært høy vannføring 03.11.2020 ifbm. vanntest.



Vedlegg VI – Dybdekart fra ekkolodd

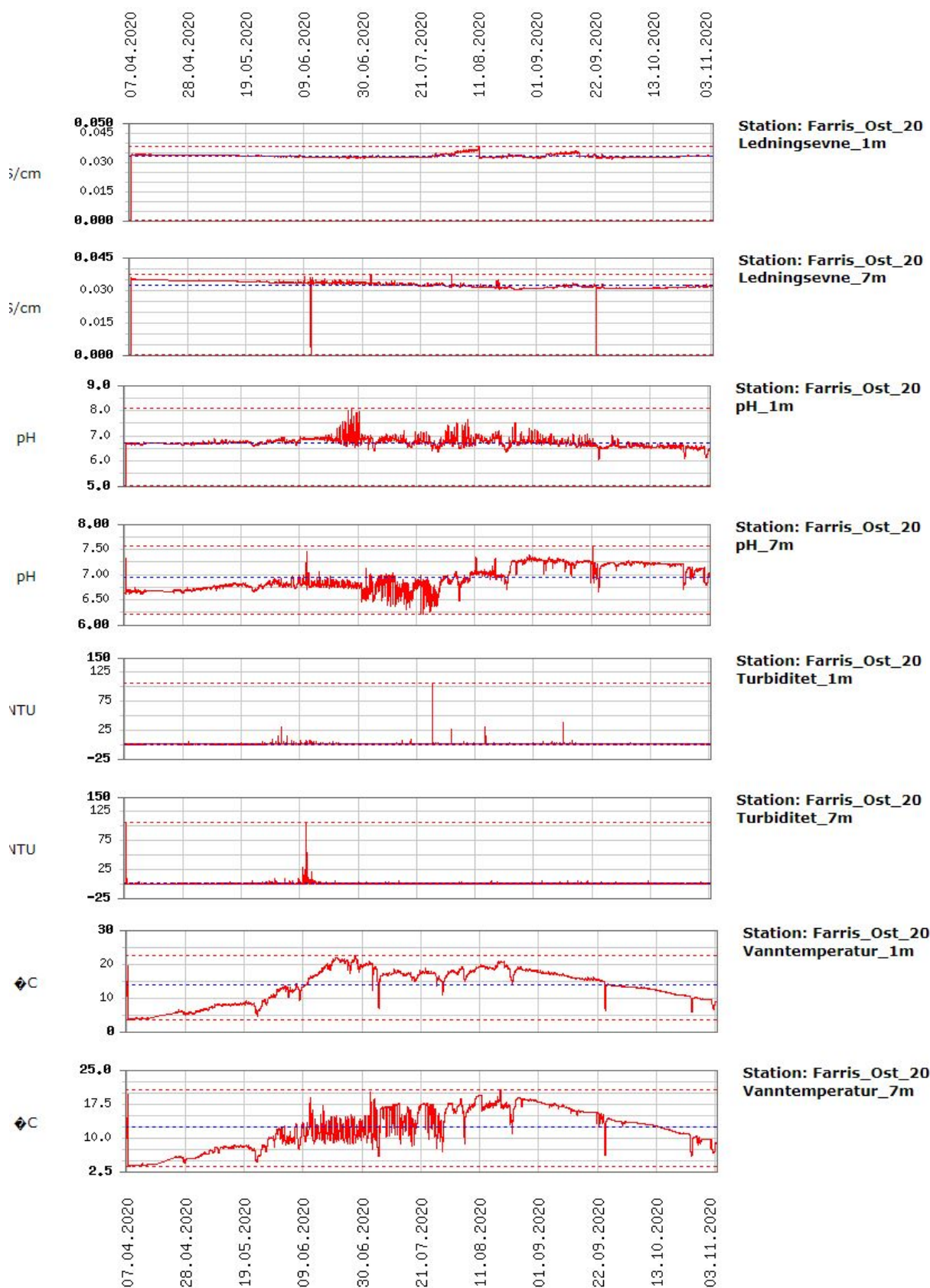
Dybdekart fra ekkoloddmålinger med Deeper Pro, 05.10.2020. Profilmålinger (markert med rød sirkel) utført på ca. 40 m dyp.

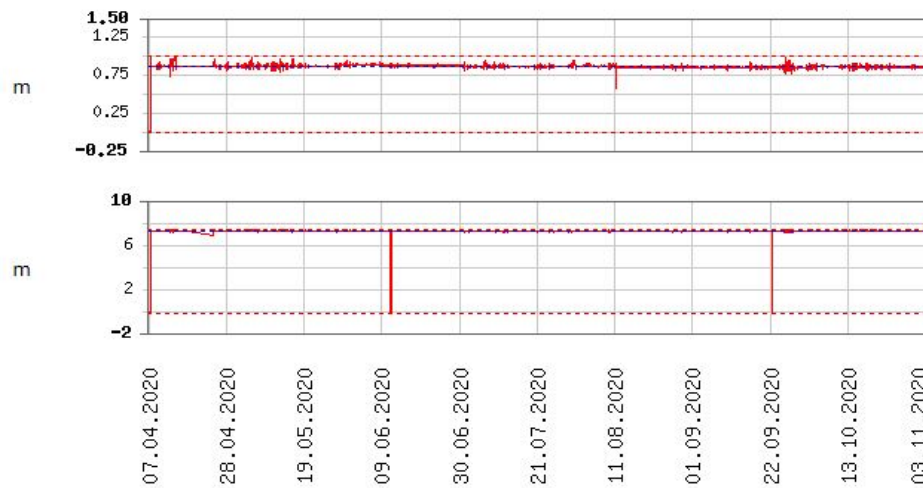


Hentet fra: <https://maps.fishdeeper.com/en-ww#share-aba5500b-b21a-45bf-b993-f22b2f538f2a>

Vedlegg VII – Rådata miljøbøyer Farrisvannet

A: Farris øst (FØ)

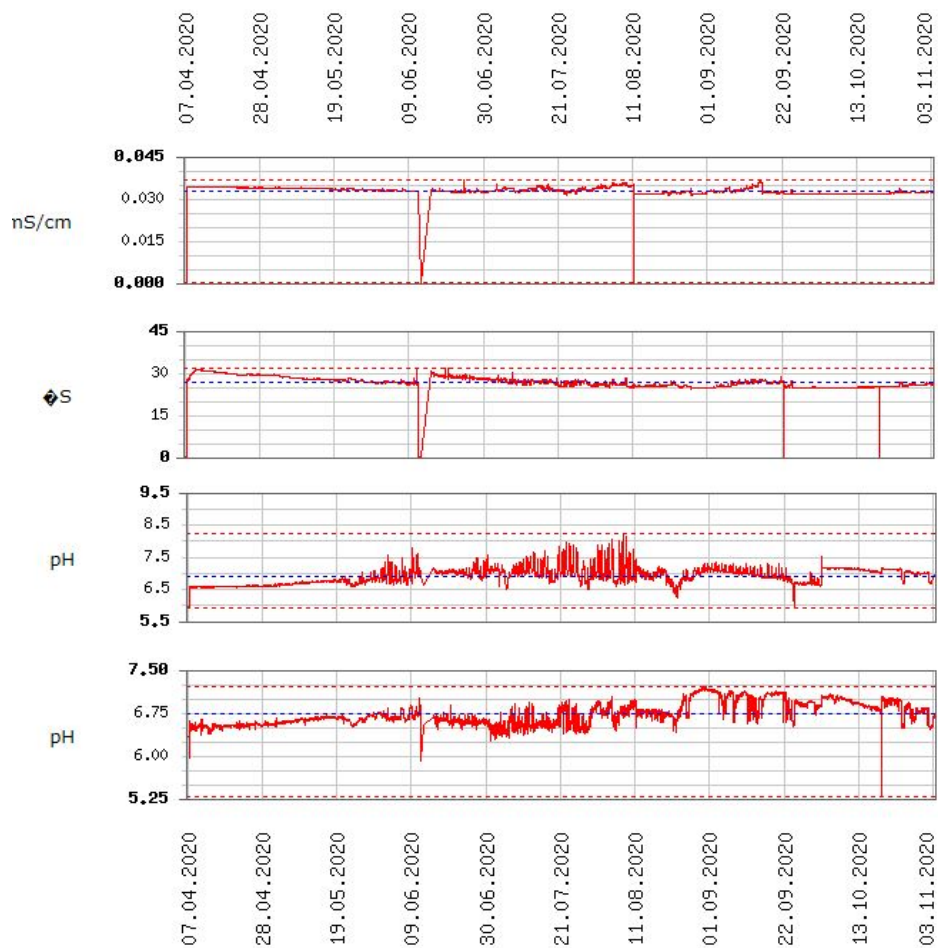




Station: Farris_Ost_20
Vannhoyde_1m

Station: Farris_Ost_20
Vannhoyde_7m

B: Farris vest (FV)

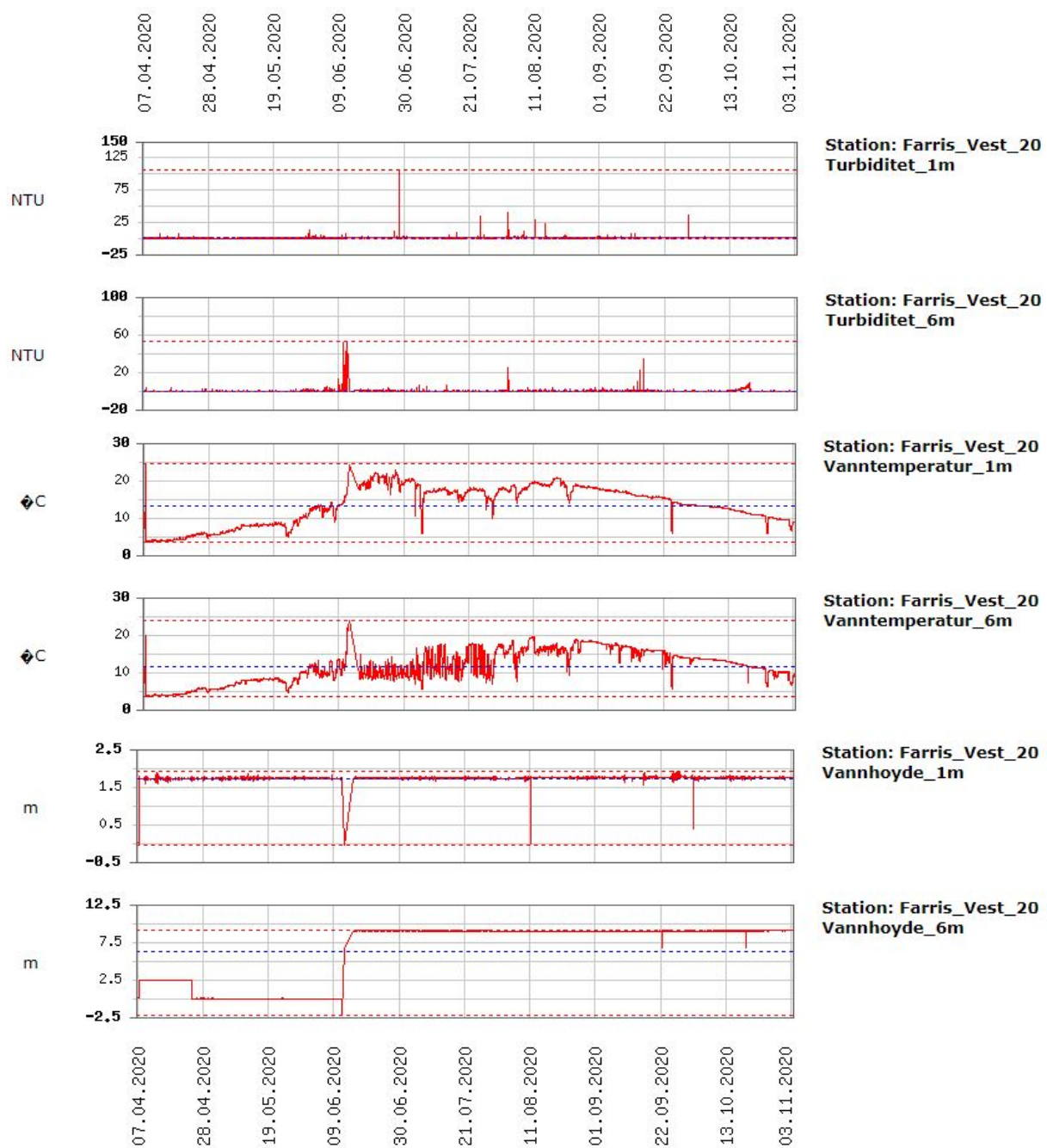


Station: Farris_Vest_20
Ledningsevne_1m

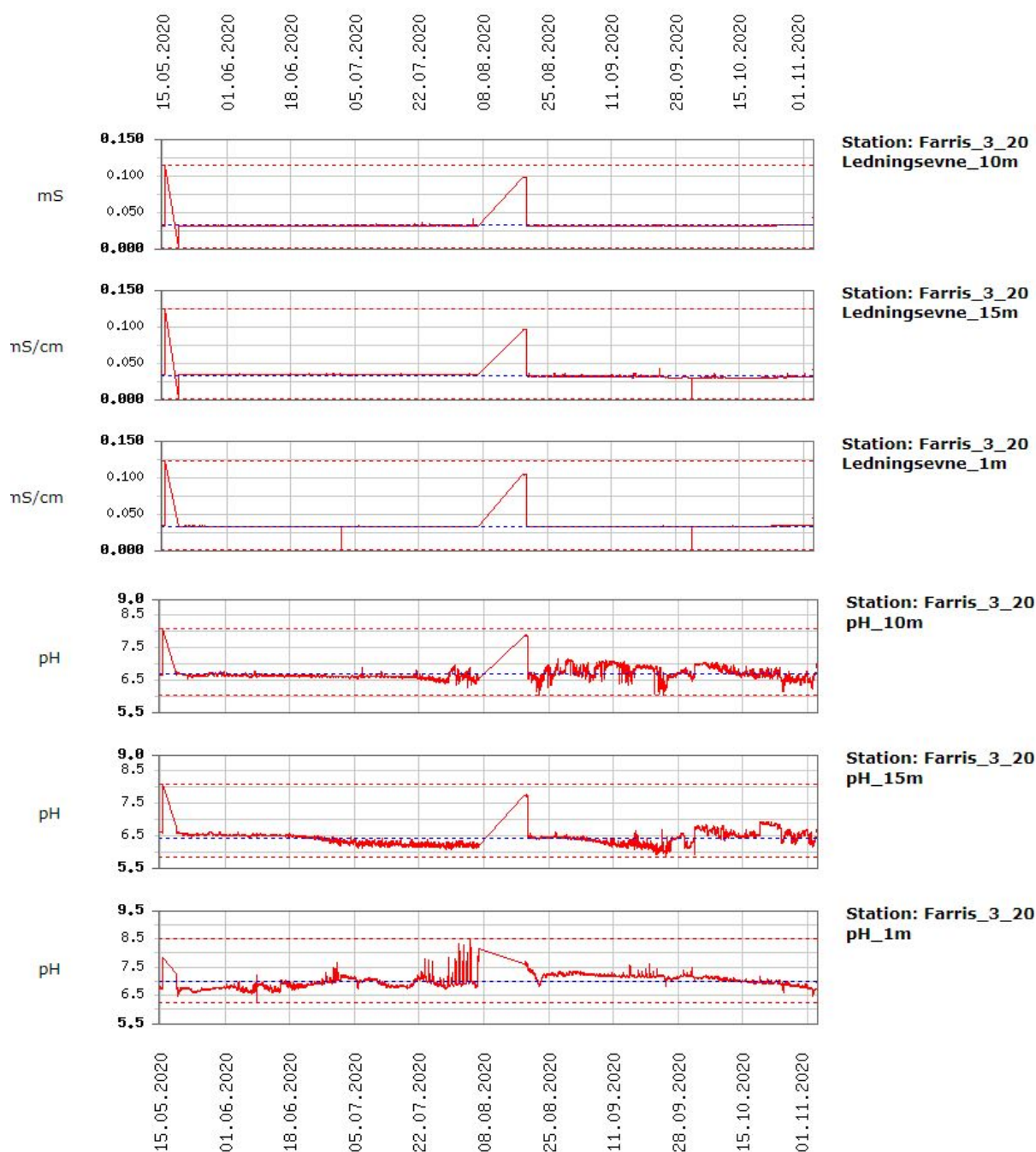
Station: Farris_Vest_20
Ledningsevne_6m

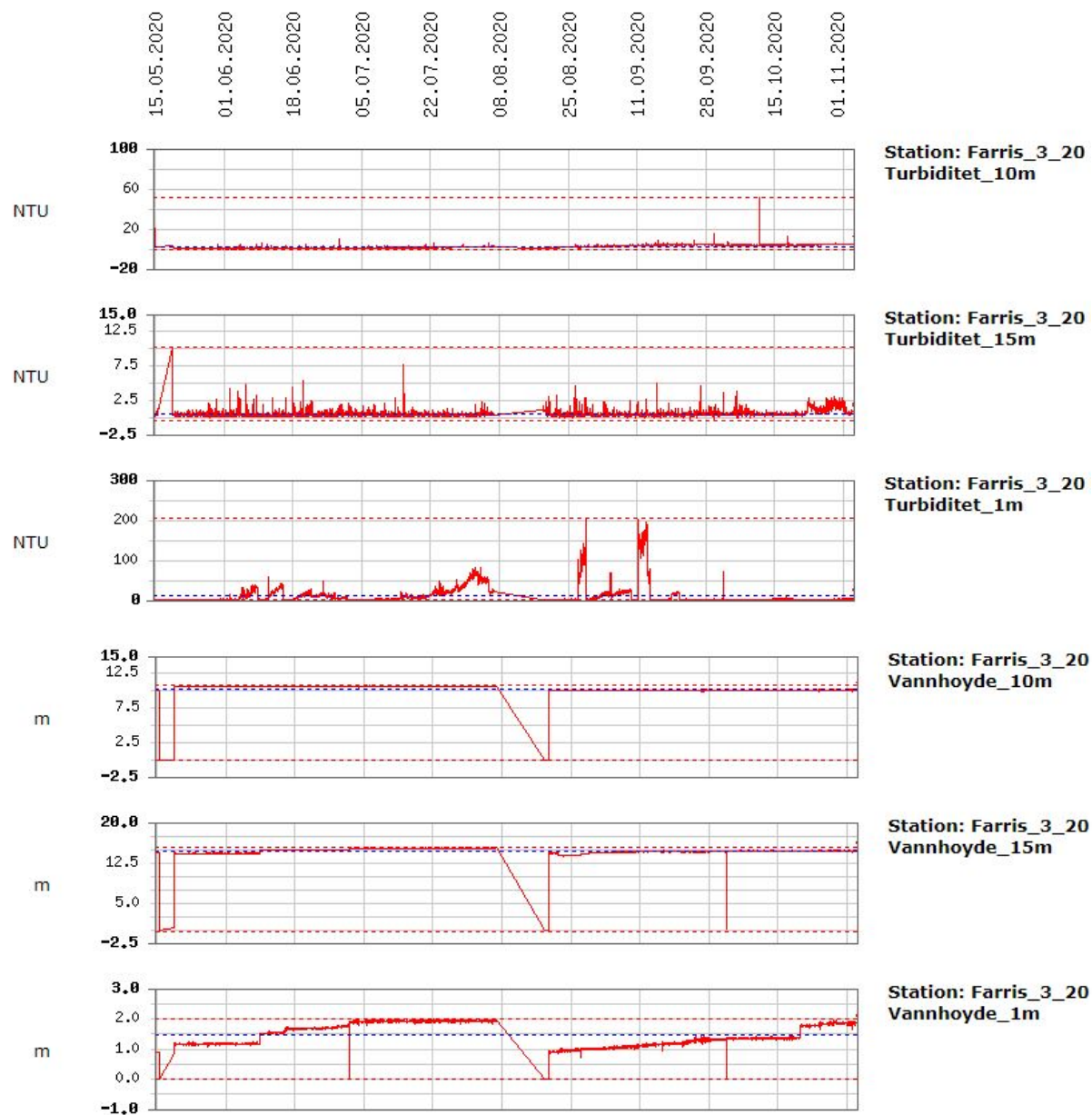
Station: Farris_Vest_20
pH_1m

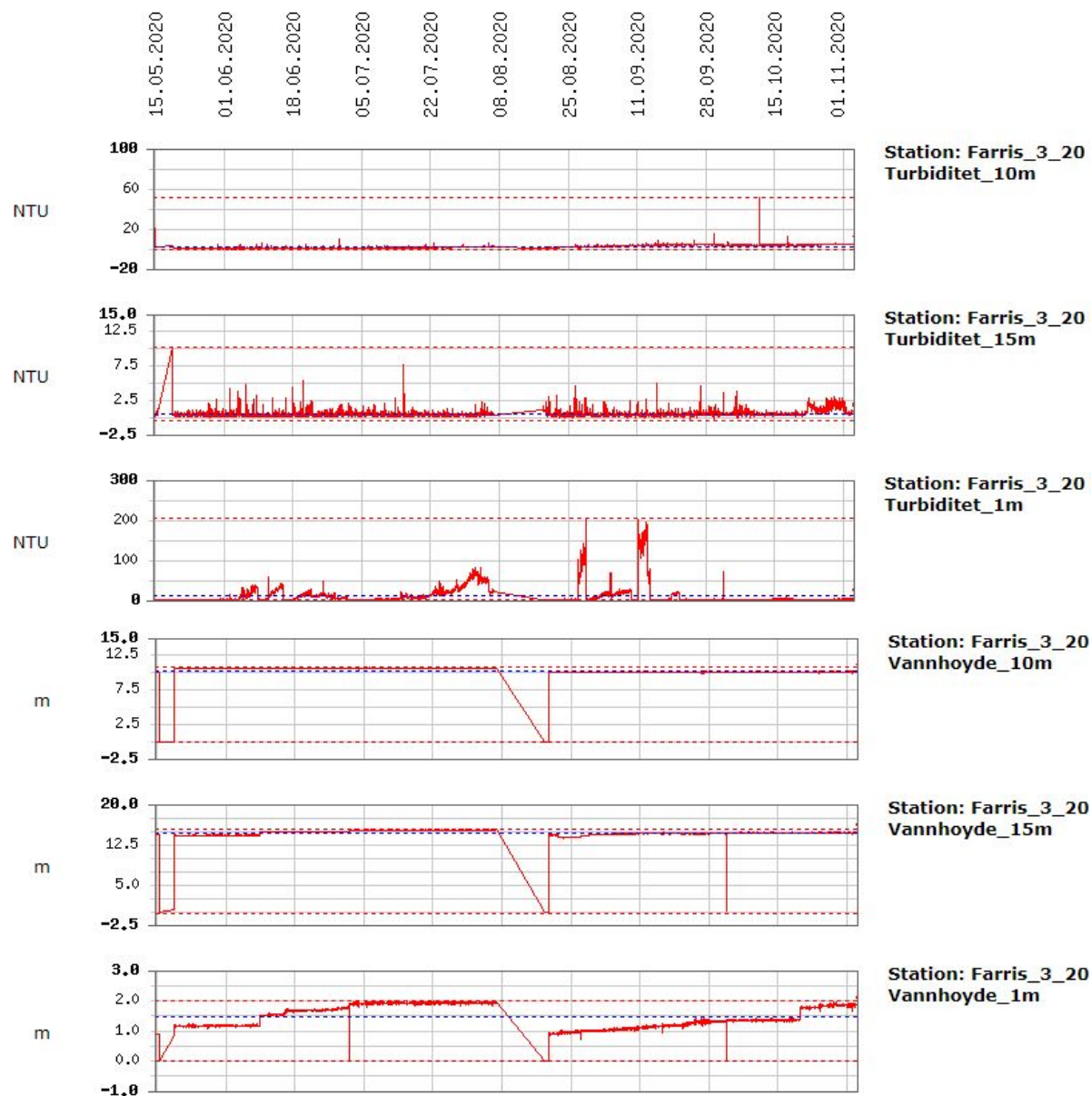
Station: Farris_Vest_20
pH_6m



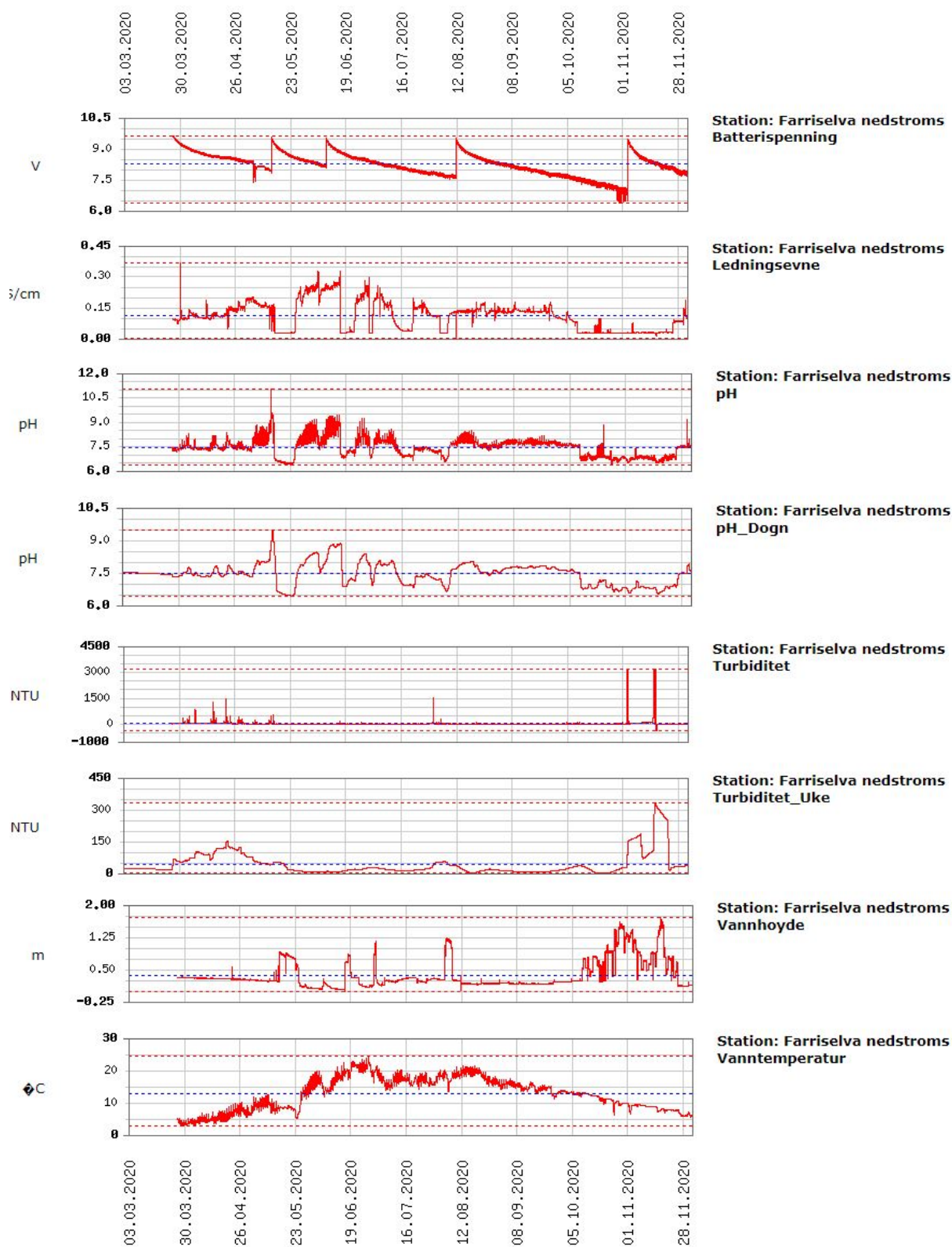
C: Farris 3 (F3)







Vedlegg VIII – Rådata automatisk målestasjon Farriselva



Vedlegg IX El-fiske, Farriselva (Fagnotat, Faun)

Vår dato.: 12.11.2020

Vår ref.: MM/OR

Fagnotat 017-2020

Til: NIBIO v/ Yvonne Rognan

Fra: Faun Naturforvaltning v/ Morten Meland og Ole Roer

Fiskeundersøkelser i Farriselva, Larvik 2020

Innledning

Etter oppdrag fra Statens vegvesen Region sør og prosjektet E18 Bommestad – Sky har NIBIO utført miljøoppfølging i Farrisvannet og Farriselva i forbindelse med bygging av nytt lokalveisystem ved Farriseidet (Rognan 2020). Dette notatet oppsummerer resultatene fra undersøkelse av miljøtilstand for fisk for en stasjon i Farriselva høsten 2020.

Metode

Feltarbeidet ble gjennomført 4. september 2020 av Ole Roer (Faun Naturforvaltning) og Yvonne Rognan (NIBIO). Det var klarvær og sol på tidspunktet fisket ble gjennomført. Vannføringen var lav.

Bonitering

Det ble gjennomført en forenklet bonitering for å kartlegge fysisk habitat, vurdering av egnethet for gyting og oppvekstområder for laksefisk. Boniteringen har tatt utgangspunkt i klassifiseringsveilederen og Miljødirektoratets veileder 2013 (Sandlund m.fl. 2013). Dette inkluderer vurdering av bunnsubstrat, fallgradient, dekningsgrad av moser og alger, hulrom, vannhastighet, vanndyp, gytemuligheter, oppvekstområder, skjul, kantvegetasjon og andre menneskeskapte påvirkningsfaktorer.

Elfiske

Fiskeundersøkelsen ble gjennomført med elfiskeapparat (Terik GeOmega FA-55) etter standard prosedyre (NS-EN 14011). Modusen «autotune» ble benyttet slik at apparatet automatisk justerer spenningen i forhold til endringen i konduktiviteten/ledningsevnen i elva. Dette sikrer optimal fangbarhet.

All fisk som ble fanget ble artsbestemt og lengdemålt (totallengde) fra snutespiss til enden av naturlig utfoldet halefinne. For ørret ble det skilt mellom årsyngel (0+) og eldre fisk (>0+). Øvrige fiskearter ble kun lengdemålt. All fisk ble satt tilbake i elva etter avsluttet elfiske.

Tettheten av fisk (y) estimeres vanligvis basert på avtagende fangst over 3 fiskeomganger (Zippin 1958, Bohlin 1989). Fangbarheten av årsyngel (0+) og eldre fisk (>0+) estimeres ut ifra det totale antall fisk (T) og antall fisk fanget ved den x -gangen (C_x). Deretter kan tettheten for årsyngel og eldre fisk regnes ut etter følgende formel:

$$y = T / (1 - ((T - C_1) / (T - C_3))^3)$$

**NIBIO RAPPORT 6 (179)**

Resultater

Bonitering

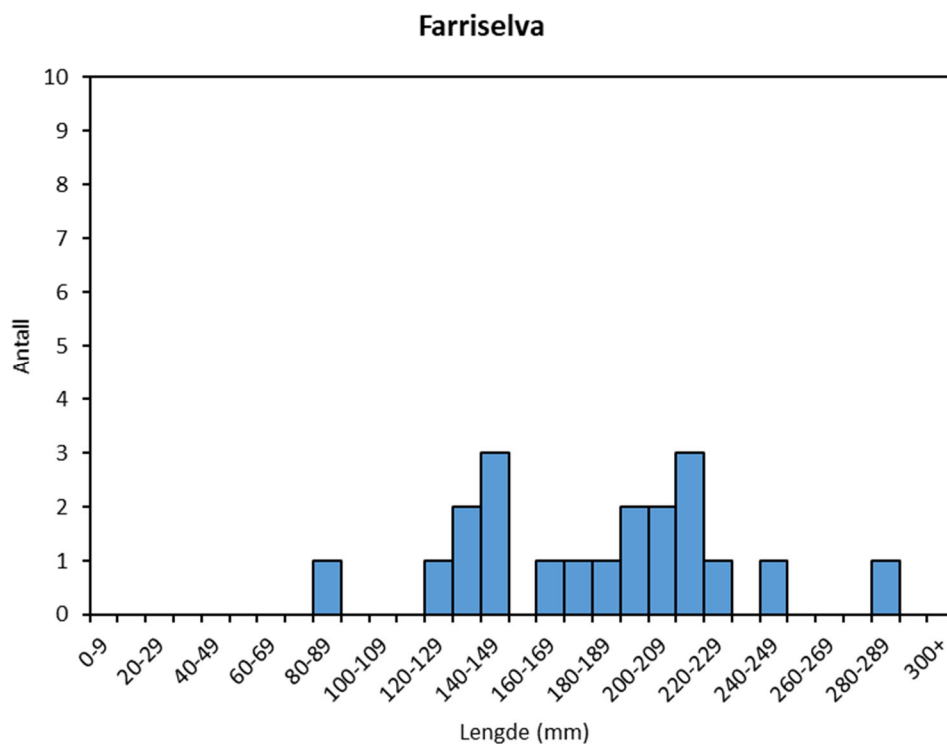
Det ble fisket langs en strekning på 45 m tilsvarende 225 m² vanndekt areal (Figur 1). Stilleflytende partier og kulper dominerte undersøkt strekning (40 %). Om lag halvparten av elvestrekningen var uttørket. Bunnsubstratet bestod i hovedsak av blokkstein over 25 cm (85 %). Grus og mindre stein utgjorde resten av substratmengden (15 %). Overhengende kantvegetasjon var tilnærmet fraværende på avfisket strekning.

Skjulmulighetene for ungfisk ble vurdert som meget gode. Stasjonen var imidlertid lite egnet for gyting som følge av begrenset tilgang på gytesubstrat.

Fisk

Det ble til sammen fanget 20 ørret med lengder fra 84-287 mm. Gjennomsnittlig lengde var 182 mm (Figur 2). Hoveddelen av fangsten utgjorde eldre ungfisk, da mest sannsynlig 2 og 3 år gammel fisk. Årsyngel var fraværende i fangsten. Tettheten av ørret ble beregnet til 15 individer per 100 m².

Det ble videre fanget 3 ål med følgende lengder: 82, 120 og 177 mm.



Figur 2. Lengdefordeling av ørret ($n = 20$) etter 1 overfiske i Farriselva ved stasjon vist i figur 1.

I tillegg ble det gjennomført et enkelt overfiske 20 m oppstrøms stasjonen og opp til terskel nedstrøms-dam 2, hvor det ble fisket langs en strekning på ca. 25 meter. På denne strekningen ble det fanget 4 ørret (>1+) fra 149-232 mm, samt 4 ål fra 132-175 mm. Da fangsten her var så lav avfisket areal tatt i betraktning, ble det ikke gjennomført beregning av tetthet oppstrøms nevnte betongterskel.

Litteratur

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggeberget, T. G., Rasmussen, G. og Saltveit, S. J. 1989. Electrofishing Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologica* 173: 9-43.

Forseth, T. & Harby, A. (red.). 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. - NINA Temahefte 52. 1-90 s.

Rognan, Y., Skrutvold, J., Roseth, R. og Johansen, Ø. 2020. E18 Bommestad – Sky. Miljøoppfølging av Farriselva og Farrisvannet under anleggsarbeid i 2019. NIBIO rapport. Vol 6. Nr. 7

Sandlund, O.T. (red). 2013. Vannforskriften og fisk – forslag til klassifiseringssystem. Miljødirektoratet rapport 22-2013. 60s.

Zippin, C. 1958. The removal method and population estimation. *Journal of wildlife management* 22: 82-90.

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.