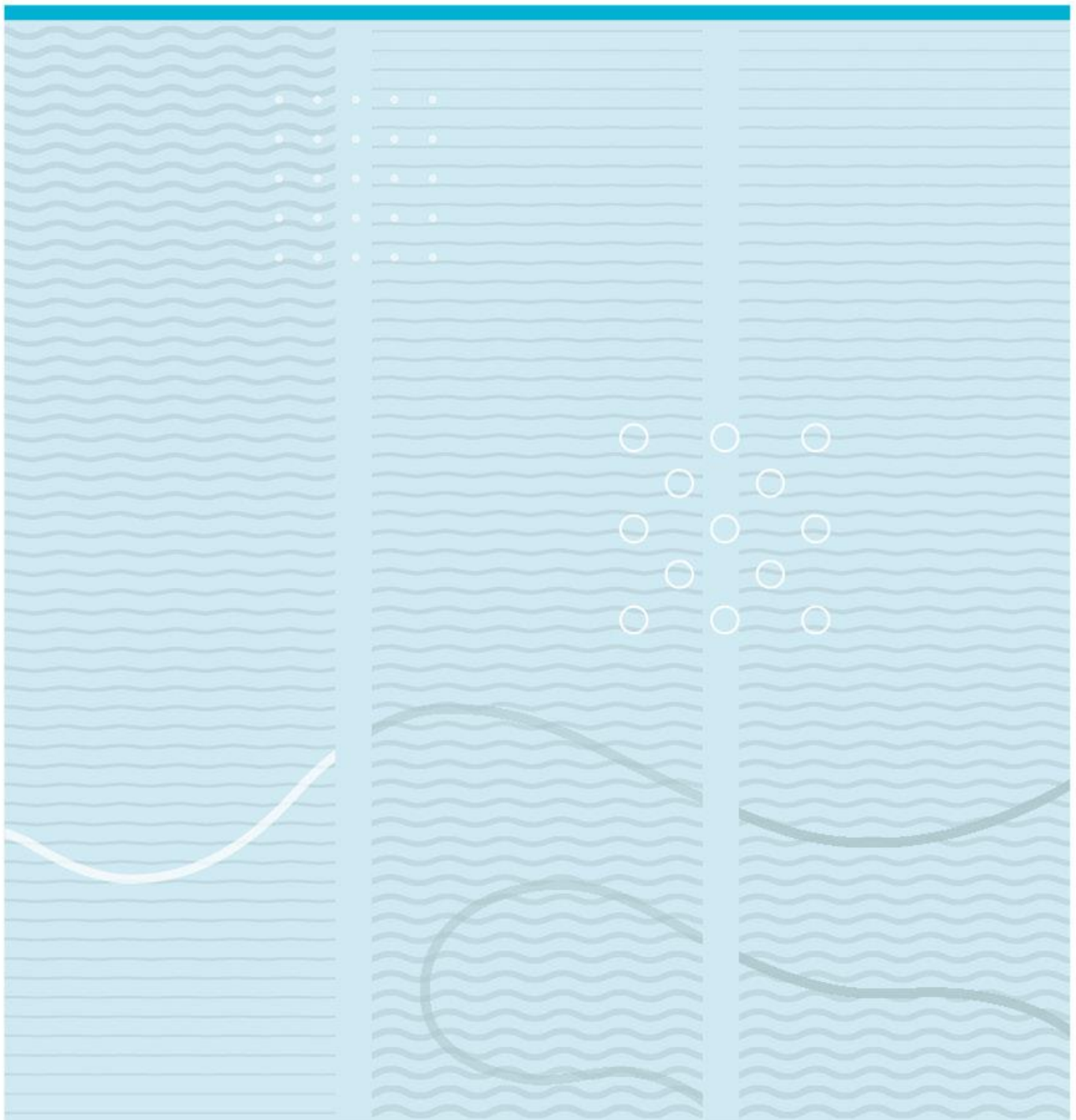


Yvonne Rognan

Ny E18: Effekter på vannkvalitet og biologiske kvalitetselement i Åbyelva og Høenstjenna, Bamble, Telemark.

En vurdering av vannforskriftens føringer for å begrense påvirkning i anleggsfasen.



Universitetet i Sørøst-Norge
Fakultet for teknologi, naturvitenskap og maritime fag
Institutt for natur, helse og miljø
Postboks 235
3603 Kongsberg

<http://www.usn.no>

© 2018 Yvonne Rognan

Denne avhandlingen representerer 60 studiepoeng

Sammendrag

I august 2017 startet arbeidet med å bygge ny E18 på strekningen Rugtvedt – Dørdal i Bamble kommune, Telemark. I forkant av dette var forundersøkelser av vannforekomster tilknyttet ny veilinje utført i juni - desember 2016. Videre oppfølging av vannforekomstene ble gjennomført under hogstfasen første halvdel av 2017. Åbyelva og den meromiktiske innsjøen Høenstjenna (Bamble) er blant vannforekomstene som påvirkes av dette arbeidet. For å vurdere påvirkningen i Åbyelva ble tilstanden før og etter oppstart av hogst- og anleggsfasen sammenlignet med grunnlag i klassifisering av vannkjemi, bunndyr (Average score per taxon, ASPT), begroingsalger (Periphyton index of trophic state, PIT og AIP) og terskelindikatoren elvemusling (*Margaritifera margaritifera*). Sammenligningen er basert på undersøkelser fra tre stasjoner. Høenstjenna ble undersøkt i perioden mai – oktober 2017. Typifisering og klassifisering ble gjort med grunnlag i vannkjemi og de biologiske kvalitetselementene klorofyll a og fytoplankton (PTI/totalt volum fytoplankton/Cyano_{max}). Klassifiseringen ble utført i samsvar med EUs vannrammedirektiv ut fra retningslinjene i siste utgave av Klassifiseringsveileder for miljøtilstand i vann, utgitt i 2018.

For totalt nitrogen gikk tilstanden i Åbyelva fra god til moderat. Totalt fosfor og ammonium viste svært god tilstand før og etter. For begroingsalger viste PIT-indeksen en endring fra svært god til god, mens AIP-indeksen viste en endring fra dårlig til svært god. For bunndyr viste ASPT-indeksen moderat tilstand både før og etter. Kjemisk tilstand var god før og etter. Samlet tilstand i Åbyelva var moderat før og etter oppstart av hogst- og anleggsarbeidene. Begroingsalger ble kun undersøkt ved en stasjon i Åbyelva i 2016 og ble ikke vektlagt i den samlede vurderingen av Åbyelva.

I Høenstjenna ble det målt konsentrasjoner av totalt nitrogen (TN) som tilsvarte moderat tilstand. Gjennomsnittsverdien fra 1-20 m varierte fra 800 - 2004 µg TN/L. I mai – august var tilstanden for totalt fosfor (TP) svært god (15,4 µg/L ± 0,1), mens den i september og oktober var god (20,3 og 24 µg/L). Samlet tilstand for TP var god (18,1 µg/L). I september ble det registrert en masseoppblomstring av den fremmede arten *Gonyostomum semen* som utgjorde 80% av biomassen for fytoplankton. Samlet tilstand i Høenstjenna basert på biologiske kvalitetselementer var moderat og indikerte påvirkning fra anleggsaktivitet.

Abstract

Construction work on the new E18 (European route 18) motorway from Rugtvedt to Dørdal in Bamble municipality, Telemark, was started in August 2017. Ahead of this, surveys were conducted in water bodies connected to the new stretch of road during June – December 2016. Monitoring was continued during the logging phase in the first half of 2017. Åbyelva river and lake, Høenstjenna, is among the water bodies that is affected by runoff due to this work. The ecological state before and after the construction work started was compared to evaluate the effects on Åbyelva river. The classification was based on macroinvertebrates (Average score per taxon, ASPT), non-diatomaceous benthic algae (Periphyton Index of Trophic status, PIT and Acidification Index Periphyton, AIP) and the threshold index taxa *Margaritifera margaritifera*. Lake Høenstjenna was surveyed between May and October, 2017. Determination of water type and classification was done based on water chemistry and the biological quality elements chlorophyll a and phytoplankton (PTI/total volume of phytoplankton/Cyano_{max}). The classification was done in accordance with the directions in the EU Water Framework (WFD) Directive and based on the directions in the most recent classification guide for ecological status (02:2018)

In Åbyelva the state for total nitrogen went from good to moderate. The state for total phosphorus and ammonium was good both before and after. The PIT index showed a decrease from very good to good. The AIP-index showed an increased state from poor to very good. The ASPT-index showed a moderate state both before and after. The chemical state remained good. The overall ecological state in Åbyelva river before and after the logging phase and construction phase was moderate.

In Lake Høenstjenna concentrations of total nitrogen corresponded with the values for moderate state. The average values from 1 – 20 m depth varied between 800 – 2000 µg/L. Total phosphorus was at a very good state (15,4 µg/L ± 0,1) in May – August and good (20 – 24 µg tot P/L) in September and October. In September an algal bloom of the foreign species *Gonyostomum semen* was observed, amounting to 80% of the total phytoplankton volume. A moderate ecological state in Lake Høenstjenna indicated effects from runoff.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
Abstract	4
Innholdsfortegnelse	5
Forord	7
1 Innledning	10
2 Områdebeskrivelse	12
2.1 Stasjonsbeskrivelse	14
2.1.1 ÅBY1.....	15
2.1.2 ÅBY4.....	16
2.1.3 ÅBY5.....	17
2.1.4 Høenstjenna	19
3 Metoder	22
3.1 Avklaringer og bidragsytere	22
3.2 Innhenting av bakgrunnsdata.....	22
3.3 Klassifiseringsgrunnlag.....	23
3.4 Metoder i felt og bearbeiding av innsamlede prøver	23
3.4.1 Vannprøvetaking fra elver og bekker.....	23
3.4.2 Undersøkelser av biologiske kvalitetselementer	24
3.4.3 Kontinuerlig overvåking.....	24
3.4.4 Prøvetaking i Høenstjenna	25
3.5 Analyser av fysisk-kjemiske parametere i Høenstjenna.....	28
3.5.1 Korrigering av alkalitet.....	28
3.5.2 Feilkilder	28
3.6 Kartdata	30
3.7 Beregning av morfometriske parametere for Høenstjenna	31
3.8 Statistikk	31
4 Resultater og diskusjon	32
4.1 Åbyelva	32
4.1.1 ÅBY1 – Nedre Stemmen	32
4.1.2 ÅBY4 – nedstrøms Nysteintjenna.....	39
4.1.3 ÅBY5 – oppstrøms E18	44

4.1.4	Elvemusling i Åbyelva	51
4.1.5	Samlet vurdering av Åbyelva.....	53
4.2	Høenstjenna.....	55
4.2.1	Typifisering.....	55
4.2.2	Klassifisering.....	56
4.3	Vannforskriften	66
5	Konklusjon	68
5.1	Åbyelva	68
5.2	Høenstjenna.....	69
5.3	Vannforskriften	70
	Referanser/litteraturliste	71
	Oversikt over tabeller og figurer	78
	Vedlegg	83
	Vedlegg 1: Berggrunnskart Åbyelva og Bamlevann bekkefelt	83
	Vedlegg 2: Løsmassekart Åbyelva og Bamlevann bekkefelt	84
	Vedlegg 3: Skogtype Åbyelva og Bamlevann bekkefelt	85
	Vedlegg 4: Bonitet nedbørfelt Åbyelva og Bamlevann bekkefelt.....	86
	Vedlegg 5: Stasjonsoversikt Bamlevann bekkefelt, Åbyelva bekkefelt og Åbyelva....	88
	Vedlegg 6: Kontinuerlige målinger av pH, turbiditet og vannstand ved automatisk målestasjon, ÅBY5.....	89
	Vedlegg 7: Data vannprøver	91
	Vedlegg 8: Turbiditet, pH og NH₄-N (mg/l) fra ukeprøver i sidebekker	106
	Vedlegg 9: Data KLL-Q og vannprøver Høenstjenna.....	113

Forord

Denne mastergradsavhandlingen er skrevet som en del av masterstudiet Natur, - helse og miljøvern, ved Universitetet i Sørøst-Norge, avd. Bø. Avhandlingen er skrevet med bakgrunn i forundersøkelser og oppfølgingen av vannmiljø under utbygging av ny E18 på strekningen Rugtvedt – Dørdal i Bamble kommune, Telemark. Oppfølgingen gjennomføres av Norsk Institutt for Bioøkonomi (NIBIO) og Faun på oppdrag for Nye Veier.

En spesielt stor takk går til hovedveilederen min, Synne Kleiven, for all tålmodighet, oppmuntring, forståelse og verdifulle innspill underveis og for å ha fått meg så interessert i ferskvannøkologi. En stor takk går også til Espen Hoell, ekstern veileder hos Nye Veier i Bamble, som har svart på alle spørsmålene mine underveis, oppmuntret og bidratt med mange gode samtaler. Roger Roseth fra NIBIO fortjener en stor takk for sin tålmodighet og for å ha lyttet, kommet med innspill og veiledning, støttet og oppmuntret underveis.

Jeg ønsker også å takke Karin Li ved laboratoriet på USN i Bø for støtte, hjelp og mange gode samtaler. En hjertelig takk rettes til de jeg har vært ute i felt med: Jonas Reinemo fra NIBIO samt Kristine Våge, Sigbjørn Rolandsen og Ole Roer fra Faun. Fra Faun ønsker jeg også å takke Trond Stabell som analyserte bunndyrprøver og begroingsalger. En stor takk går dessuten til de ansatte ved universitetsbiblioteket i Bø for å ha skaffet bøker og fornyet lånene mine utallige ganger, og til Liv Røyneland og de andre ansatte hos Nye Veier i Bamble for å ha tatt meg godt imot. Grunneier Lars Thore Tinderholt fortjener også en stor takk for formidling av nyttig lokalkunnskap og historier knyttet til områdene rundt Åbyelva og sine humoristiske betraktninger rundt vannprøvetaking. Celene Kråkenes må selvsagt også takkes, for å være en fantastisk venn og støtte gjennom studietiden i Bø.

Til slutt vil jeg takke foreldrene mine og Asle Økelsrud for all støtte og motivasjon. Til barna mine, Michael og Ariel: Nå er jeg endelig ferdig!

Rugtvedt, 14.05.2019

Yvonne Rognan

1 Innledning

I januar 2010 begynte Statens vegvesen Region sør arbeidet med ny reguleringsplan for ny E18 gjennom Bamble kommune i Telemark. Konsekvensutredningen ble gjennomført i henhold til plan- og bygningslovens forskrift om konsekvensutredninger (FOR 2009-06-26). Denne forskriften er opphevet og erstattet (FOR-2017-06-21-854). Formålet var å sikre hensynsmessig betraktning til miljø og samfunn i forberedelsen av planer og tiltak for å ta stilling til hvorvidt og på hvilke vilkår planer eller tiltak kunne gjennomføres (Syversen, 2012). 04. april 2013 ble reguleringsplanen vedtatt av kommunestyret i Bamble kommune (Nye Veier, u.å). Ansvar for å bygge ny E18 gjennom Telemark ble overført fra Statens vegvesen til Nye Veier pr. 01.01.2016 og som følge av dette ble flere revisjoner av reguleringsplanen gjort i løpet av høsten 2017 før siste revisjon 18.12.2017 (Bamble kommune, 2017). Strekningen Rugtvedt – Dørdal (16,5 km) i Bamble kommune var en av en første som ble påbegynt. Traseen for denne strekningen ble lagt i skogsområder vest for dagens E18 og berører større naturområder samt fem vassdrag. To av disse vassdragene er varig vernet som en del av området Bamble-Solum-Drangedal i Verneplan 1 for vassdrag (1973). I 2005 ble vernet spesifisert til å gjelde vassdragene 017.1Z Åbyelva, 017.22 Lona og 017.222 Hullvannvassdraget (Vedtak om supplering av Verneplan for vassdrag, 2005). Dagens E18 gjennom Bamble kommune krysser Åbyelva og Lona nedstrøms i vassdragene. Ny E18 anlegges noe lenger oppstrøms og påvirker dermed vassdragene ytterligere både under anleggsfasen og driftsfasen.

EUs rammedirektiv for vann, vanndirektivet, trådte i kraft i EU 22. desember 2000 (Official Journal of the European Communities, 2002). 28. september 2007 ble det besluttet av EØS-komiteen at vanndirektivet skulle innlemmes i EØS-avtalens vedlegg XX (Miljø) (St.prp. nr. 75, 2008). Hensikten var å samordne forvaltningen av vann i et mer helhetlig perspektiv. Vanndirektivet har som hovedformål å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet. Dette gjelder både kystvann, grunnvann og ferskvann (vannportalen.no). I Norge ivaretas vanndirektivet gjennom Forskrift om rammer for vannforvaltningen (vannforskriften) (Lovdata.no, 2006). Ikrafttredelse var 01.01.2007. I vannforskriftens §4 om miljømål for overflatevann presiseres det at overflatevann skal ivaretas med et mål om ha god økologisk og kjemisk tilstand og at tilstandsklassifisering skal gjennomføres etter vannforskriftens vedlegg V og standarder for miljøkvalitet i vedlegg VII. For å ivareta

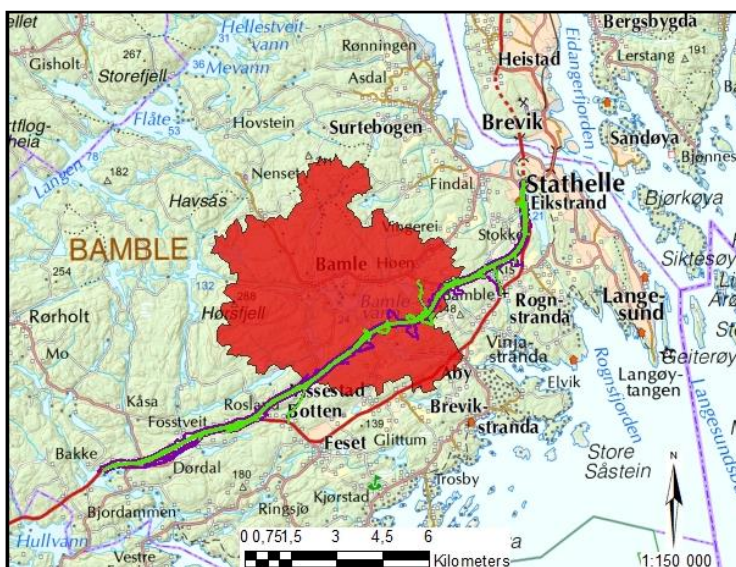
vannforvaltningen og klassifiseringssystemet som er beskrevet i vannforskriftens vedlegg utviklet Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet en veileder med et klassifiseringssystem for økologi i et nasjonalt perspektiv. Den første versjonen ble publisert i 2009. En oppdatert versjon ble publisert i 2013 og revidert i 2015 før den nyeste versjonen ble publisert i 2018 (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018).

I vannforskriftens §12 omtales nye aktiviteter eller inngrep som kan medføre en endring av vannforekomstens tilstand fra svært god til god og det legges føringer for hvilke vilkår som må være oppfylt for at slike aktiviteter eller inngrep kan gjennomføres. Deriblant skal samfunnsnyttene av nye inngrep eller aktiviteter være større enn tapet av miljøkvalitet og det skal ligge til grunn at inngrepene ikke kan gjennomføres på annet vis som følge av manglende teknisk gjennomførbarhet eller uforholdsmessig store kostnader. I konsekvensutredningene i Fagrapport for vannmiljø (2012) er Åbyelva beskrevet som en sårbar resipient og omtales som et verdifullt vassdrag i forundersøkelsene for berørte vassdrag tilknyttet ny E18 (Reinemo et al., 2017). Norsk Institutt for Bioøkonomi, NIBIO, gjennomførte i perioden juni til oktober 2016 forundersøkelser tilknyttet ny E18. Videre undersøkelser ble gjort i forbindelse med oppstart av forberedende fase i november 2016. Denne fasen inkluderte hogst og tilrettelegging av anleggsveier til utvalgte lokaliteter langs ny trasé. I mai 2017 ble kontrakt for totalentreprise signert med Hæhre Entreprenør. Kontrakt for miljøovervåkning av bekker og vassdrag utenfor anleggsområdet under anleggsfasen ble signert med NIBIO i august 2017.

Denne oppgaven har til hensikt å vurdere påvirkningen av hogst og anleggsfasen på Åbyelva, samt å vurdere økologisk tilstand i en innsjøforekomst i tilhørende nedbørfelt. Det er også ønskelig å undersøke i hvilken grad vannforskriften legger føringer for ivaretagelse av vannforekomster under anleggsfaser tilknyttet anleggsprosjekter. Vurderingene av Åbyelva er gjort med bakgrunn i tilgjengelige data for økologiske kvalitetselement, terskelindikatorer og fysisk-kjemiske parametere fra før og etter oppstart av hogst- og anleggsfasen til og med 30.05.2018. For innsjøforekomsten er vurdering gjort på grunnlag av egne innsamlede data for planteplankton og fysisk-kjemiske parametere i perioden mai – oktober 2017.

2 Områdebeskrivelse

Åbyelva og Høenstjenna tilhører samme nedbørfelt og ligger innenfor vannregion Vest-Viken og vannområde Kragerøvassdraget. Begge forekomstene er lokalisert i Bamble kommune, Telemark (fig. 2-1). Høenstjenna drenerer til Åbyelva via Bamlevann. Videre nedover i vassdraget ligger det flere små vann, hvor det siste vannet, Kverndammen, er oppdemmet. Nedstrøms demningen og Bjørkeset Vannfall går Åbyelva sammenhengende ut til Åbyfjorden. Veilinjefor ny E18 krysser nedstrøms Bamlevann og Høl ved Nedre Stemmen.



Figur 2-1. Oversiktskart med nedbørfelt og veilinje innenfor rød sirkel (øverst) og nedbørfeltet markert i rødt med kryssende veilinje (nederst). Kart er utarbeidet i ArcMap av Yvonne Rognan.

Nedbørfeltet inkluderer et mindre vassdrag, Grobstokk bekkefelt (017-4-R) som går sammen med Åbyelva like før utløpet til Åbyfjorden. Dette vassdraget er ikke påvirket av anleggsaktivitet og har liten påvirkning på vannføring i den øvrige delen av nedbørfeltet. Av den grunn er det utelatt ved beregning av vannføring og annen informasjon for Åbyelva og tilhørende nedbørfelt vist i tabell 2-1.

Tabell 2-1. Informasjon for Åbyelva og tilhørende nedbørfelt, hentet fra Nevina og vann-nett.

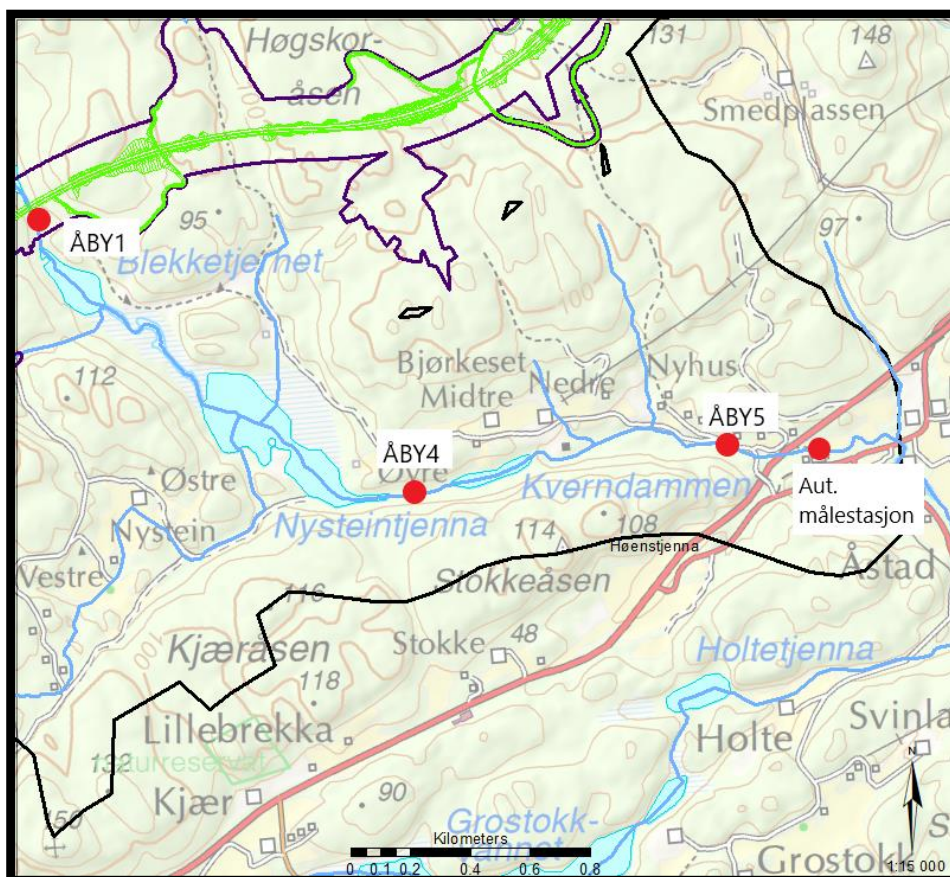
Vassdragnr.	017.1Z
Vannregion	Vest-Viken
Vannområde	Kragerøvassdraget
Kommune/Fylke	Bamble/Telemark
Vassdrag	Åbyelva
Klimaregion	Sør
Nedbørfelt areal	41,9 km ²
Middelvannføring (61-90)	17,8 L/(s*km ²)
Elvelengde (E _l) fra utløp av Bamlevann	5 km (Vann-nett.no)
Vanntype - vanntypekode	Middels, kalkfattig, humøs - RSL2221 (R106, NGIG: 3-N3)
Størrelse	Middels (10 – 100 km ²)
Kalsium	Kalkfattig (Ca = 1- 4 mg/L, Alk = 0,05 – 0,2 mekv/L)
Humus	Humøse (30-90 mg Pt/L, TOC 5 – 15 mg/L)
Turbiditet	Klare (STS <10 mg/L, uorganisk andel minst 80%)
Økologisk tilstand	Moderat

Berggrunnen i nedbørfeltet nord for ny veilinje består primært av diorittisk til granittisk gneis og migmatitt. I området sør for ny veilinje dominerer amfibolitt og glimmerskifer med noen innslag av hornblendegneis, glimmergneis og kvartsitt (vedlegg 1). Hav- og fjordavsetninger er de dominerende løsmassene, både sammenhengende tykkere lag og tynne til dels usammenhengende lag (vedlegg 2). Jordbunnen er primært bestående av podsol og leptosol, men områdene rundt ny veilinje er dominert av leirjordsmonn (Låg, 1983). En betydelig andel av arealet, 89% (Nevina.no), i nedbørfeltet er dekket med skog. Det er primært barskog med innslag av blandingskog og spredte forekomster av lauvskog (vedlegg 3). Oversikt over bonitet er vist i vedlegg 4.

Åbyelva er et varig vernet vassdrag og med flere mindre innsjøer og elver/bekker som har en rik biologi og et landskap med estetisk og rekreasjonsmessig verdi (Reinemo et al., 2017; Roseth et al., 2018).

2.1 Stasjonsbeskrivelse

Prøvetaking fra Åbyelva har blitt utført på tre stasjoner, ÅBY 1, ÅBY 4 og ÅBY 5 (fig. 2-2). Disse er valgt for å se effekter av avrenning fra anlegget både for vannkjemiske og økologiske kvalitetsparametere. Alle stasjonene er inkludert i forundersøkelsene for vannkjemiske (Reinemo et al., 2017) og det er disse undersøkelsene som utgjør hovedvekten av grunnlag for referansedata til sammenligning av vannkvalitet før, underveis og etter. Oversikt over alle stasjoner for prøvetaking i sidebekker er vist i vedlegg 5.



Figur 2-2. Oversiktskart over prøvetakingsstasjonene i Åbyelva. Stasjonene er markert i rødt. Kart utarbeidet i ArcMap.

2.1.1 ÅBY1



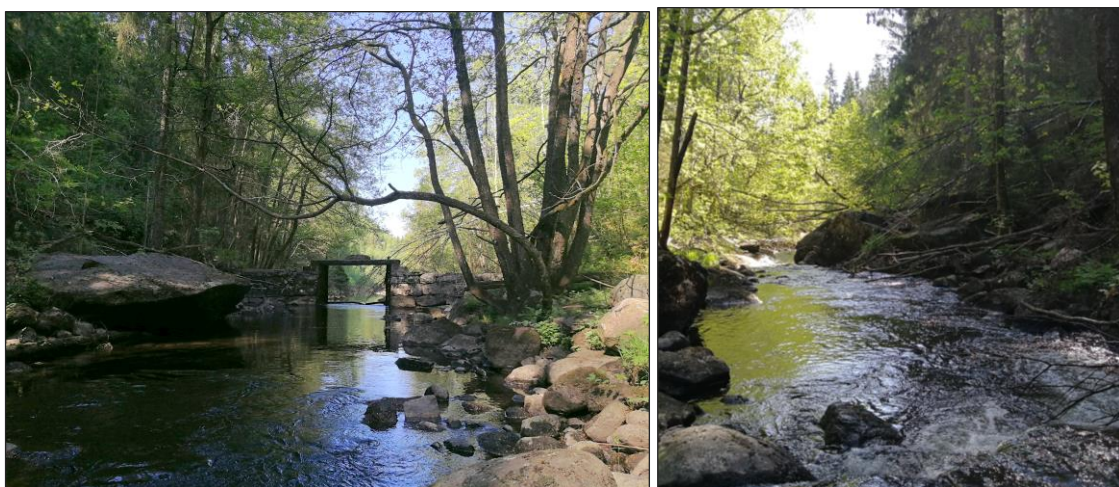
Figur 2-3. ÅBY1 – Nedre Stemmen. Foto: Yvonne Rognan

ÅBY1 (koordinater N: 58.9988803, Ø: 9.5914993) er lokalisert i Nedre Stemmen (fig 2-3). Over Nedre Stemmen krysser ny E18 via Stemmen bro (326 m), den lengste broa på strekningen mellom Rugtvedt og Dørdal (NyeVeier). Undersøkelser som utføres ved denne stasjonen er begroingsalger, bunndyr, fisk og vannkjemi. Nedre Stemmen og ÅBY1 er påvirket av lentiske forhold som følge av tjernet Høl som ligger oppstrøms og Blekketjenn som ligger nedstrøms. Begge tjernene har vannspeil på 25 m.o.h. Substratet ved ÅBY1 er primært større steiner med omkrets fra 20 – 50 cm og bidrar til noe turbulent strømning nærmere innløp til Blekketjenn. Silt, sand og mindre steiner med diameter < 10 cm utgjør det resterende substratet sammen med organisk materiale. Områdene på begge sider er bratte med mye store steinblokker. Kantvegetasjonen er hovedsakelig gras og urter samt barskog.

Oppstrøms Nedre Stemmen ligger vannene Høl og Bamlevann. Innsjøene Høenstjenna og Øvre Skogstadvann er lokalisert oppstrøms Bamlevann og er resipienter for avrenning fra anleggsaktivitet. Våren 2017 gjaldt dette særlig Høenstjenna. Øvre Skogstadvann drenerer til Nedre Skogstadvann og Kverntjenna før vannet når Bamlevann. Høenstjenna drenerer direkte til Bamlevann som også mottar avrenning fra ytterligere to delnedbørfelt i nord. Påvirkning fra Høenstjenna og Øvre Skogstadvann til Nedre Stemmen ble vurdert som liten. Avrenning fra anleggsområdet til Nedre Stemmen er

begrenset da det ikke er noen bekker som drenerer til denne delen av vassdraget. Det er likevel forventet noe avrenning ved nedbør og snøsmelting.

2.1.2 ÅBY4



Figur 2-4. ÅBY4 – Nedstrøms Nysteintjenna. Foto: Yvonne Rognan.

ÅBY4 (koordinater N: 58.9940899, Ø: 9,6125016) er lokalisert nedstrøms Nysteintjenna (fig. 2-4). Elvestrekningen mellom Nysteintjenna (25,1 m.o.h.) og Kverdnammen (21,3 m.o.h.) er primært stryk med noen få partier hvor vannet strømmer laminært. Undersøkelser som utføres ved denne stasjonen er bunndyr og vannkjemi. Substratet er primært større steiner og blokker med omkrets fra 30 – 100 cm. Kantsonen er primært bart fjell og større blokker samt blandingsskog, kratt, gras og urter.

Det er flere bekker fra anleggsområdet som drenerer til vassdraget nedstrøms Nedre Stemmen. Nedstrøms Blekketjenna ligger Nysteinstjenna. I følge lokalkjente personer er Nysteinstjenna grunn og blakkes ved økt vannføring i vassdraget. Begge disse tjernene vil bidra til fortykning av avrenningen fra anlegget via sidebekkene, men det bør likevel forventes en viss påvirkning av vannkvaliteten ved ÅBY4.

2.1.3 ÅBY5



Figur 2-5. ÅBY5 – Oppstrøms dagens E18 ved Bjerkesethveien. Foto: Yvonne Rognan.

ÅBY5 (koordinater N: 58.9919254, Ø: 9.6317653) er lokalisert om lag 1,5 km fra Åbyfjorden, oppstrøms broen hvor dagens E18 krysser Åbyelva (fig. 2-5). Strekningen er anadrom og det er registrert en bestand av elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) her (Sandaas og Enerud, 2012). Undersøkelser som utføres ved denne stasjonen er vannkjemi, begroingsalger, bunndyr, fisk og elvemusling. I tillegg til stasjon for nevnte undersøkelser er det lokalisert en automatisk målestasjon (koordinater N: 58.9915971, Ø: 9,6355468) like nedstrøms broen hvor E18 krysser elva (Fig. 2-2). Strekningen har en jevn gradient mot Åbyfjorden og er noe meandrerende. Strømningen er primært laminær med noen lett til middels turbulente partier. Substratet er dominert av stein med omkrets fra 5-30 cm, som bidrar til å skape partier med turbulent strømning. Det resterende substratet er silt, sand og mindre steiner med omkrets < 5 cm. Kantsonen er dominert av større stein og blokker samt blandingsskog, kratt og urter. Denne strekningen ble også undersøkt i 2012 og 2016 av Tronhus Bunndyrundersøkelser på vegne av Kragerø Vannområde (Tronhus, 2013; Tronhus, 2016). Resultater fra disse undersøkelsene er vist i tabell 2-2.

Tabell 2-2. Fysisk-kjemiske parametere og økologisk tilstand fra undersøkelser ved ÅBY5 i 2012 og 2016 basert på bunndyr som kvalitetselement. Data fra Tronhus bunndyrundersøkelser 2013 og 2016.

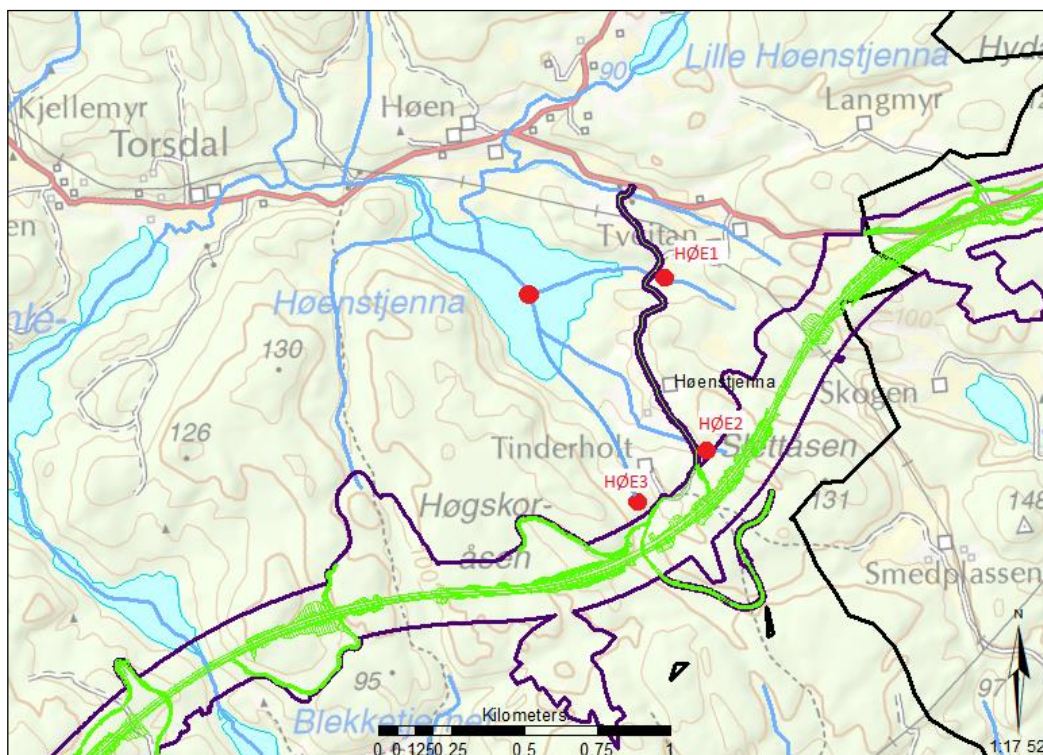
Parameter	Enhet	Resultat juni 2012	Resultat november 2012	Resultat april 2016	Resultat oktober 2016
E.coli	Kde/100 mL	8	12	6	86
pH ved 19-25°C		6,9	6,6	7,1	7,1
Alkalitet	mmol/L	0,17		0,136	0,149
Konduktivitet 25°C	mS/m	5,24		4,44	4,6
Fargetall (filtrert)	Mg Pt/L	31	67	40	35
Turbiditet	FNU		1,2	0,69	0,9
Total fosfor	µg P/L	6,6	8,3	6,8	7,1
Fosfat, reaktivt fosfor	µg P/L		2,7	1,8	1,3
Total nitrogen	µg N/L	343	496	448	440
Nitrat + nitritt	µg N/L		198	199	155
Ammonium	µg N/L	16		5,0	25
Kalsium	mg/L	4,40	3,54	3,47	3,97
Natrium	mg/L			3,4	-
Sulfat	Mg SO ₄ /L	2,9			
Total organisk karbon	mg C/L			5,2	5,4
ASPT		5,6	6,13	6,33	5,94
Forsuring 1				1,00	1,00
Forsuring 2				1,4	0,72
Økologisk tilstand		Moderat	God	Moderat	Moderat
Fysisk-kjemisk tilstand		God	God	Moderat	Moderat

2.1.4 Høenstjenna

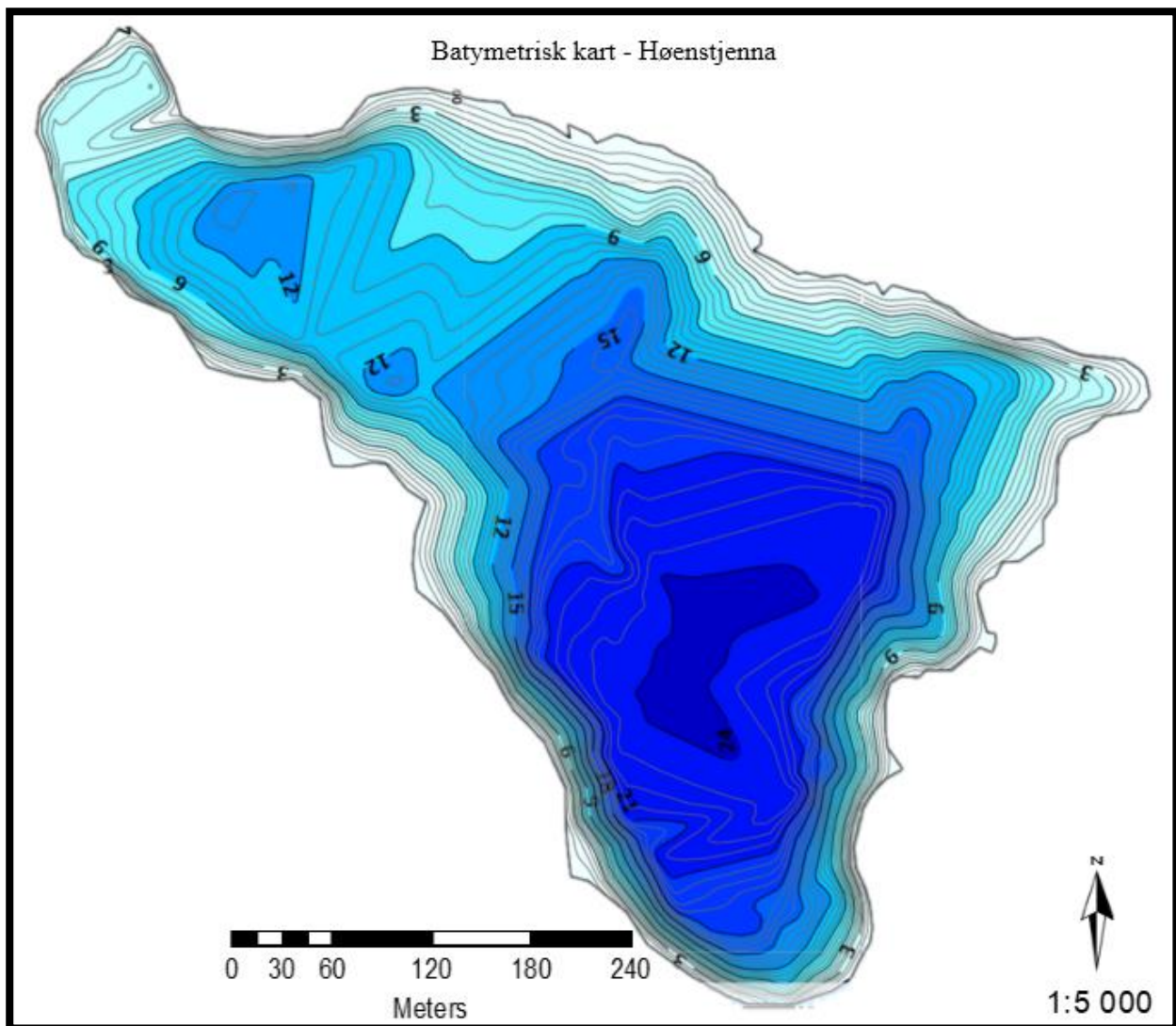


Figur 2-6. Høenstjenna sett fra utløpet til HØE1, en av sidebekkene som drenerer fra anleggsområdet og ut i Høenstjenna. Foto: Yvonne Rognan

Høenstjenna (koordinater N: 59.0108508 Ø: 9.6103745) er en liten, meromiktisk innsjø tilknyttet Åbyelva via den østlige delen av nedbørfeltet (fig. 2-6 og 2-7). Innsjøen drenerer til Thorsdalkilen i Bamlevann via Høensdalen. Det største målte dypet i Høenstjenna er 24,6 m (fig. 2-8). Overflateareal og andre hydromorfologiske data er vist i tabell 2-3.



Figur 2-7. Høenstjenna. Prøvepunkt over største dyp er markert i rødt. Sidebekker HØE1, HØE2 og HØE3 er markert med rødt tekst over markering for utløp til Høenstjenna. Grønn markering: Vei og anleggsområde. Lilla markering: Ytterkant planområde. Kart utarbeidet i ArcMap av Yvonne Rognan.



Figur 2-8. Batymetrisk kart for Høenstjenna gjengitt i målestokk 1:5000. Kartet er utarbeidet i ReefMaster av Yvonne Rognan.

Tabell 2-3. Informasjon om overflateareal og morfometriske parametere for Høenstjenna og tilhørende nedbørfelt.

Nedbørfelt areal	4,6 km ²
Innsjøareal	0,19 km ²
Innsjøareal andel av nedbørfeltareal	4,1%
Middelvanneføring (61-90)	16,9 L/(s*km ²)
Årlig avrenning	5,3 L/km ² (10 ⁸)
Tilrent vannmengde km ³	0,0025 (2,5 x10 ⁶ m ³)
Volum hele	0,02165 km ³
Volum miksolimnion	0,02163 km ³
Maks dyp	24,6 m
Middeldyp	11,4
Teoretisk oppholdstid hele innsjøen	0,88 år
Teoretisk oppholdstid miksolimnion	0,86 år

Høenstjenna ble kartlagt i mai 2017 og videre undersøkelser foregikk i perioden juni – oktober samme år. Det er flere tykke havavsetninger i området rundt. Jordbrukspåvirkning og avrenning fra innmarksbeite for kyr er primært nær utløpet, med noe avrenning fra innmarksbeite til hest i sør. Langs den vestlige delen fra sør til nordvest er det primært bratte skråninger med skog, partier med bart fjell og steinrøys som dominerer. Langs den østlige delen, fra sør til nordøst er det primært bergknauser og skog. Langs den nordlige delen fra øst til vest er flere grunne områder med tett vannvegetasjon og myr langs kantsonen. En ås med blandingsskog større blokker skjerner mot vind fra nord. Nærmere utløpet er det myrlendte partier tilknyttet jordbruksareal langs kantsonen. Høenstjenna er skjermet mot vind fra nord og sør. Det er flere havavsetninger av varierende mektighet i området sørøst og nord til nordvest.

Høenstjenna mottar avrenning fra anlegg og anleggsvei via 3 bekker med innløp i sør og øst (fig. 2-7). Under hogstfasen var særlig bekkene som kalles HØE2 og HØE3 påvirket av organisk belastning. Dette var årsaken til beslutningen om å kartlegge Høenstjenna iht. vannkjemi.

3 Metoder

3.1 Avklaringer og bidragsyttere

Undertegnede har tatt alle vannprøver f.o.m. 31.10.2016. De øvrige undersøkelsene (bunndyr, el-fiske og begroingsalger) i 2016 ble gjennomført av Jonas Reinemo og Kamilla Skaalsveen fra NIBIO. Bunndyrprøver våren 2017 ble samlet inn av undertegnede og Jonas Reinemo (NIBIO). Bunndyr fra høsten 2016 og våren 2017 ble analysert av Trond Bremnes hos Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI) ved Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo (UIO). Bunndyrundersøkelser høst 2017 og våren 2018 ble samlet inn av undertegnede og Sigbjørn Rolandsen (Faun). Kartlegging av elvemusling (*Margaritifera margaritifera*), heterotrof begroing og begroingsalger ble i 2017 gjennomført av undertegnede og Kristine Våge (Faun). Trond Stabell (Faun) analyserte bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing. Kartlegging av Hønstjenna mai 2017 ble gjennomført av undertegnede og Jonas Reinemo (NIBIO). Vannprøver fra denne kartleggingen ble analysert hos ALS Laboratories, Oslo. Prøvetaking i juni – oktober ble gjennomført med hjelp fra venner og medstudenter. Vannprøver og fytoplankton er analysert av undertegnede ved laboratoriet til USN i Bø.

3.2 Innhenting av bakgrunnsdata

Bakgrunnsdata for Åbyelva er begrenset. Åbyelva ble undersøkt i 2012 i forbindelse med kartlegging av elvemusling i den nedre strekningen (Sandaas og Enerud, 2012) og tilstandsklassifisering av lokaliteter i vannområde Kragerøvassdraget (Tronhus, 2013). Undersøkelser av Åbyelva ble også utført i april og oktober 2016 av Tronhus bunndyrundersøkelser som en del av overvåking av lokaliteter i Vannområde Kragerøvassdraget (Tronhus, 2016). Utover dette foreligger data for forundersøkelser gjennomført av Norsk Institutt for Bioøkonomi (NIBIO) for NyeVeier i 2016 (Reinemo et al., 2017). Hensikten med forundersøkelsen var å kartlegge tilstanden før anleggsarbeidene i forbindelse med utbygging av ny E18 mellom Rugtvedt og Dørdal ble igangsatt. Forundersøkelsen inkluderer vannkjemi, bunndyrundersøkelser, el-fiske og begroingsalger. For å begrense omfanget av datainnsamling og bearbeiding er fisk utelatt som biologisk kvalitetselement i denne oppgaven.

3.3 Klassifiseringsgrunnlag

Beskrivelser av metoder og datagrunnlag for innsamling og klassifisering av biologiske og fysisk-kjemiske parametere i veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018) avviker lite fra de foregående versjonene, med unntak av metode for vurdering av heterotrof begroing. Det ble vurdert som mest hensiktsmessig å benytte den nyeste veilederen ettersom undersøkelser av resipienter tilknyttet den nye E18 mellom Rugtvedt og Dørdal fremdeles pågår. Undersøkelser vil også bli gjennomført etter veien åpner i desember 2019 og ut 2020.

3.4 Metoder i felt og bearbeiding av innsamlede prøver

3.4.1 Vannprøvetaking fra elver og bekker

I henhold til plan for ytre miljø (YM-plan) (NyeVeier, 2016) har det blitt tatt kvartalsvise prøver fra forhåndsdefinerte stasjoner på strekningen der ny vei mellom Rugtvedt og Dørdal i Bamble kommune skal bygges. I Åbyelva er det tre prøvepunkter i tillegg til prøvepunkter tilknyttet sidebekker. Prøvene fra 2017 ble tatt i februar, mai, august og november. Fra 2018 foreligger prøver fra februar og mai. Frem t.o.m. juni 2017 ble disse prøvene sendt til analyse hos ALS laboratories i Oslo. Ved anleggsstart og signering av kontrakt for overvåkning av vannforekomster utenfor anleggsområdet i august 2017 ble prøvene sendt til underleverandør for fysisk-kjemiske analyser, Eurofins. Vannprøver fra elver og bekker er tatt iht. NS-ISO 5667-6:2014. I anadrome elvestrekninger er ikke pH med som fysisk-kjemisk støtteparameter. Det er i stedet vannets syrenøytraliserende kapasitet, ANC (Acid neutralizing capacity) som benyttes. ANC beregnes ved å finne differansen mellom basekationene kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), natrium (Na^{+}), kalium (K^{+}) og ammonium (NH_4^{+}) og sterke syrers anioner: sulfat (SO_4^{2-}), klorid (Cl^{-}) og nitrat (NO_3^{-}). Fra forundersøkelsene foreligger det ingen analysedata for kalium, mens nitrat ikke er analysert etter august 2017. Dette skyldes variasjon i analysepakken fra ALS og Eurofins, og som følge av dette ble ikke ANC beregnet.

3.4.2 Undersøkelser av biologiske kvalitetselementer

Det ble utført bunndyrundersøkelser høsten 2016, samt våren og høsten 2017, samt våren 2018. Bunndyrprøver fra høst vår 2017 ble tatt av undertegnede og en ansatt hos NIBIO og analysert av Trond Bremnes hos Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) ved Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo (UIO). Bunndyrprøver for høsten 2017 ble tatt av en ansatt hos FAUN naturforvaltning og undertegnede. Disse ble analysert av Trond Stabell, FAUN. Prøvetakingen ble gjennomført iht. NS-EN ISO 10870. I følge veileder 02:2018 benyttes ikke forsuringsparametere i klassifisering av bunndyr for vanntype R106. Dermed er det kun ASPT-indeks (Average Score per Taxon) som benyttes. ASPT-indeksen er utarbeidet av Armitage (Armitage et al., 1983).

Prøvetaking av begroingsalger ble gjennomført i september 2017, av undertegnede og en ansatt hos FAUN. Ettersom det er elvemuslinger i Åbyelva ble det gjort en kartlegging av denne bestanden i samme tidsrom. Kartleggingen ble gjennomført av undertegnede og Kristine Våge (Faun). Prøvetakingen av begroingsalger og heterotrof begroing ble gjennomført iht. CEN standard for prøvetaking og bearbeiding av bentiske alger.

Kartlegging av elvemusling ble gjennomført ved å gjennomføre tetthetstelling iht. metode beskrevet av Larsen og Hartvigsen (1999). Data fra tidligere kartlegging av elvemusling i Telemark (Sandaas og Enerud, 2012) ble også benyttet som sammenligningsgrunnlag.

3.4.3 Kontinuerlig overvåking

I Åbyelva er det plassert en automatisk målestasjon (N:58.9915827, Ø:9.6353457) (fig. 3-1 og 3-2) som kontinuerlig måler pH, ledningsevne, turbiditet, vannhøyde og vanntemperatur. Data fra denne målestasjonen lastes opp på en egen nettside hos NIBIO via programvare fra Seba Hydrometrie GmbH og oppdateres daglig (NIBIO, 2016). Innsyn i data krever pålogging. Måledata for turbiditet, pH og vannhøyde er vist i vedlegg 6.



Figur 3-1. Automatisk målestasjon, ÅBY5, multiparametersonde til kontinuerlig overvåking av vannet i Åbyelva er plassert i foringsrøret. Foto: Yvonne Rognan

3.4.4 Prøvetaking i Høenstjenna

Undersøkelser av Høenstjenna ble gjennomført i perioden mai – oktober 2017. Den første runden med prøvetaking av Høenstjenna var i regi av NyeVeier og ble utført av undertegnede og en ansatt fra NIBIO. Undersøkelsen inkluderte 4 punkter, tre av disse i tilknytning til innløp av hogstpåvirkede bekker. Det fjerde prøvepunktet var over innsjøens største dyp. Innsjøens dybde ble kartlagt ved hjelp av ekkolodd (Lowrance HDS 5). For å lage et batymetrisk kart ble datapunkter fra sporing med ekkoloddet bearbeidet i ReefMaster 2.0.40.0 (ReefMaster Software Ltd.). Siktedyp ble undersøkt ved hjelp av Secci-skive. Vannprøver ble tatt fra 1 m og 24 m. Målinger av abiotiske parametere (tab. 3-1) ble gjennomført ved hjelp av en multiparametersensor (MPS) av typen KLL-Q (Seba Hydrometrie) (fig. 3-2) og data ble samlet inn for hver dybdemeter. Til vannprøvetaking ble det benyttet en Ruttner vannhenter. Alle vannprøver ble sendt til ALS for akkreditert analyse. Ettersom Høenstjenna er en innsjø med et lite overflateareal kan det forventes å være liten horisontalvariasjon i vannparametere. Det er derfor rimelig å anta at prøver

fra de tre øvrige stasjonene som ble undersøkt i Høenstjenna 30.05.2017 gir representative resultater for vannsøylen fra 3,5 – 14 m.



Figur 3-2. Multiparametersensor benyttet til måling av abiotiske parametere i Høenstjenna. Tilsvarende sensor er også benyttet i de automatiske målestasjonene for kontinuerlig måling av vannkvalitet bl.a. i Åbyelva ved ÅBY5.

Vannet fra 24 m dyp viste seg å være brunt og boblende. Dette avslørte at vannet trolig er meromiktisk og det ble følgelig besluttet å videreføre prøvetaking her gjennom vekstsesongen. I begynnelsen av juni ble det tatt prøver for fytoplankton ved hjelp av håvtrekk (25µm maskevidde) fra dobbelt siktedyp og opp til overflate, samt blandprøver til beregning av biomasse og klorofyll a (kl-a) fra samme dybdeintervall. Hvert håvtrekk ble undersøkt i mikroskop (OLYMPUS Cx21, 100x og 400x forstørrelse) og de ulike artene/slektene ble bestemt ved hjelp av Væxtplanktonflora (Tikkanen & Willén, 1992). For beregning av fytoplanktonvolum (kvantitativ telling) av fytoplankton iht. Utermöhl-metoden (Utermöhl, 1958), ble et forhåndsbestemt volum fra blandprøver (10, 25 eller 50 ml basert på innhold av klorofyll a) overført til sedimentasjonskammer som sto over natten. Ved hjelp av et omvendt mikroskop (OLYMPUS CK21, 100x og 400x forstørrelse) ble alle store arter talt opp og målt på 100x forstørrelse før de resterende artene ble talt opp ved å velge 50 tilfeldige ruter på 400x forstørrelse. Inntil 10 eksemplarer av hver art ble målt og de resterende ble notert. Større kuler med flageller og monader av gullalger ble registrert etter målt lengde og bredde. Små kuler og andre små avlange alger ble registrert etter størrelser som tilsvarte 1/6-1/3 av en liten rute. Når antallet nådde 100 celler/kolonier ble antall ruter registrert og videre telling avsluttet. Siktedyp og dyp for prøvetaking til blandprøver i perioden mai – oktober 2017 er vist i tabell 3-2.

Tabell 3-1. Abiotiske parametere målt med multiparametersensor KLL-Q i Høenstjenna 2017

Parameter	Enhet
Temperatur	°C
pH	
Ledningsevne	mS/cm
Turbiditet	FNU
O ₂	mg/L
O ₂	%

Tabell 3-2. Dyp for prøvetaking til blandprøver (1 m – dobbelt siktedyp) for klorofyll a og planteplankton biomasse i Høenstjenna 2017

Dyp (m)/Mnd	Mai/Juni	Juli	August	September	Oktober
Øvre sjikt	1	1	1	1	1
Siktedyp	2,95	2	2,85	1,8	2,02
2x siktedyp	5,9	4	5,7	3,6	4,04

I juni ble det også lagt ut en flytebøye for å sikre at vannprøvetaking ble gjort på samme sted for de resterende undersøkelsene. Dybde i vannet ble målt med håndholdt dybdemåler (Plastimo Echotest II). I juni ble det kun tatt prøver for fysisk-kjemiske støtteparametere fra monimolimnion som et supplement til prøver tatt i mai (tab. 3-3).

Tabell 3-3. Dyp for prøvetaking til fysisk-kjemiske parametere i Høenstjenna mai – oktober 2017

Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober
Dyp (m)	Dyp (m)	Dyp (m)	Dyp (m)	Dyp (m)	Dyp (m)
1	23,5	1	1	1	1
3,5*		5	5	5	5
11*		10	10	10	10
14*		15	15	15	15
24		20	20	20	20
		23,3	24	23	23
				24,5	23,7

*Vannprøver fra øvrige stasjoner i Høenstjenna, 30.05.2017

Vannprøvene som ble tatt i Høenstjenna ble lagret på flasker som var vasket etter forskriftsmessige krav og ble lagret mørkt og kaldt over natta. pH, ledningsevne, alkalitet, oksygeninnhold og turbiditet ble målt fra disse påfølgende dag. Konservering av prøver for Tot-P og Tot-N og filtrering av vann til analyse av chl-a og jern (Fe), mangan (Mn) og

sink (Zn) ble utført ved ankomst til laboratoriet påfølgende dag. Disse ble konserverte og forbehandlet iht. NS-EN ISO 5567-3:2012 og NS-ISO 5667-4:2016. Prosedyrer er nærmere beskrevet i tabell 3-4. Abiotiske faktorer i vannsøylen for perioden juli – oktober ble også målt ved hjelp av samme multiparametersonde (KLL-Q) som ble benyttet ved undersøkelsen i mai.

3.5 Analyser av fysisk-kjemiske parametere i Høenstjenna

Alle analyser av vannprøver fra Høenstjenna i perioden juni - oktober ble utført ved Universitet i Sørøst-Norges laboratorier ved institutt for natur, helse og miljøvern i Bø. Med unntak av oktober, ble alle prøver fraktet til Bø og analysert påfølgende dag. I oktober ble de fraktet til Bø to dager etter prøvetaking. En utfyllende oversikt over parameternavn, instrument og standard for de fysisk-kjemiske analysene er vist i tabell 3-5.

3.5.1 Korrigering av alkalitet

Alkalinitetsmålinger foretatt i naturlig vann skal korrigeres dersom målte verdier er lavere enn 0,7 mmol/L. Dette er gjort ved å benytte følgende formel: Korrigert alkalinitet = Målt alkalinitet – 0,0316 + 1000 x 10^{-pH} (Røgberg, 1984).

3.5.2 Feilkilder

Sprangsjiktet (kjemoklinen) over monimolimnion kan bidra til avvikende dybdemålinger og det er derfor en viss usikkerhet tilknyttet hva som er det største dypet i Høenstjenna. Vannstanden varierte dessuten noe på høsten etter en flomepisode. Etter nedbørsepisoder kan kjemoklinen heves som følge av grunnvannsinntrengning, og motsatt, kjemoklinen kan senkes i perioder hvor grunnvannstanden er lav (Gulati & Zadereev, 2017). Dette kan bidra til ytterligere usikkerhet mht. dybdemålinger. Flyteboøyen som ble plassert over det største målte dypet har bidratt til å redusere større variasjoner i hvor prøvene ble tatt fra. Det kan dog ikke sies med sikkerhet at prøvene er tatt fra eksakt samme sted og dybdemeter fra gang til gang.

Prøver som sendes til analyse hos akkrediterte laboratorier angir prøver som er mottatt til analyse mer enn 24 timer etter prøvetaking som uakkrediterte. Prøver tatt fra Høenstjenna 07.10.2017 ble fraktet til laboratoriet i Bø to dager etter prøvetaking og analysert umiddelbart. Av den grunn vil det være en viss mulighet for avvik i analyseresultat for oktober. Kontaminering av prøvene og lagring av vannprøver til analyse av klorofyll a på flasker som ikke var lystette er andre mulige feilkilder.

Bruk av statistikk er utført i begrenset omfang grunnet få data fra tidligere undersøkelser og fra forundersøkelsene. Datasettene er små, noe som gir større usikkerhet og det er et begrenset antall statistiske analyser som kan benyttes. For forundersøkelsene bør det påpekes at n=4 er et lite grunnlag for å beregne statistikk. Levenes test ble benyttet for å undersøke om det var signifikant forskjell i varians mellom gruppene og type t-test ble valgt ut i fra dette. Normalfordeling av residualene ble undersøkt med en Shapiro-Wilk W-test.

Tabell 3-4. Oversikt over forberedende prosedyrer, filtrering, konservering og lagring av vannprøver

Parameter	Forberedende prosedyre	Filtrering	Filtertype	Konservering	Lagring
Oksygen	Felt: tilsatt 0,5 mL av hhv Winkler 1 og 2	Nei	-	-	Analysert samme dag
	Lab: 2 mL 4 M H ₂ SO ₄				
pH, konduktivitet, turbiditet	-	Nei		-	Analysert samme dag
Fargetall		Ja	Whatman Glass Microfiber - GF/C 47 mm diameter		Analysert innen 2 dager
Klorofyll A	Registrert filtrert volum	Ja	Whatman Glass Microfiber - GF/C 47 mm diameter		Filter frosset ned i alu.folie
Metaller (Fe, Mn og Sink)	50 mL til filtrering. Lagret på syrevaskede, brune glassflasker.	Ja	Whatman Cellulose Nitrate Membrane filters, 47 mm diameter, 0,45 µm porestr.	0,5 mL kons (7 M) HNO ₃	Lagret mørkt og kaldt
Ioner (Kationer: Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ anioner SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻)	250 mL til plastflaske	Nei*			Lagret mørkt og kaldt
Total-nitrogen (TN) og total-fosfor (TP)	100 mL på brun glassflaske	Nei		1 mL 4 M H ₂ SO ₄	Lagret mørkt og kaldt

*Prøver fra monimolimnion ble filtrert før analyse

Tabell 3-5. Parameternavn, instrument og metoder benyttet til analyse av fysisk-kjemiske vannparametere i Høensstjenna 2017.

Parameter	Instrument	Metode
Siktedyp	Secciskive	
pH	PHM210 Std. pH METER	NS 4720
Konduktivitet (mS/m)	WTW LF 320	NS-ISO 7888
Turbiditet (FTU)	TURBIQUANT 1100 IR	ISO 7027
Alkalinitet (mmol/L)	Mettler DL25 Titrator	NS 4754
O ₂ (mg/L)	Mettler DL25 Titrator	NS 4765
Fargetall (mg Pt/L)	Perkin Elmer Lambda 25*	NS 4787
Klorofyll A (µg/L)	Perkin Elmer Lambda 25	NS 4766
Total-fosfor (Tot-P) (µg/L)	Perkin Elmer Lambda 25	NS 4725
Total-nitrogen (Tot-N) (µg/L)	FIALab FIAlyzer 1000	Intern metode
Jern (Fe) (mg/L)	Perkin Elmer AAnalyst 400 Atomic Absorption Spectrometer Flamme – manuell metode	Intern metode
Mangan (Mn) (mg/L)	Perkin Elmer AAnalyst 400 Atomic Absorption Spectrometer Flamme – manuell metode	Intern metode
Sink (Zn) (mg/L)	Perkin Elmer AAnalyst 400 Atomic Absorption Spectrometer Flamme – manuell metode	Intern metode
Ca ²⁺ (mg/L)	DIONEX IC100 Ionekromatograf	Intern metode
Mg ²⁺ (mg/L)	DIONEX IC100 Ionekromatograf	Intern metode
Na ⁺ (mg/L)	DIONEX IC100 Ionekromatograf	Intern metode
K ⁺ (mg/L)	DIONEX IC100 Ionekromatograf	Intern metode
NH ₄ ⁺ (µg/L)	DIONEX IC100 Ionekromatograf	Intern metode
NO ₃ ⁻ (µg/L)	DIONEX IC100 Ionekromatograf	Intern metode
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	DIONEX IC100 Ionekromatograf	Intern metode

3.6 Kartdata

Datagrunnlag til de forskjellige kartene er vist i tabell 3-6. Alle kart er utarbeidet i ArcMap.

Tabell 3-6. Kartgrunnlag og leverandør av karttjenester.

Kart	Karttjenester - leverandør
Oversiktskart	Toporaster WMS – Kartverket
Nedbørfelt	Nevina – Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)
Innsjøer	Innsjødatbasen WMS – Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)
Elvenettverk	Elvenett ELVIS WMS – Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)
Veilinje og plangrense	NyeVeier
Berggrunnskart	NGU Berggrunn – Norges geologiske undersøkelse (NGU)
Løsmassekart	NGU Løsmasse – Norges geologiske undersøkelse (NGU)
Arealbruk, bonitet, treslag	FKB-AR5 – Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) og GeoNorge AS

3.7 Beregning av morfometriske parametere for Høenstjenna

Beregningen er utført i henhold til metoder beskrevet i kartlegging av Kilevatn (Aanestad et al.; 1990)

3.8 Statistikk

Statistiske data er bearbeidet i Excel og statistikkprogrammet JMP 14.

4 Resultater og diskusjon

4.1 Åbyelva

For klassifisering av tilstanden i Åbyelva er de biologiske kvalitetselementer som er angitt for elvetype R106 – kalkfattige, humøse benyttet.

Begroingsalger som er klassifisert i henhold til indeksene PIT og AIP er følsomme for ulike påvirkninger og kombineres etter prinsippet om at det verste styrer. I veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018) er det angitt en ny metode for å registrere og beregne EQR for heterotrof begroing. Det ble ikke registrert heterotrof begroing (HIB2) ved noen av undersøkelsene i 2016 og 2017, og indeksen er av den grunn ikke tatt med i denne oppgaven.

Det er ingen mistanke om nitrogenbegrensning i Åbyelva, men bekker tilknyttet områdene med deponier for sprengsteinmasser, myrområder hvor det har vært masseutskifting og fyllmasser til veikropp og anleggsveier, drenerer til elva flere steder mellom stasjonene ÅBY1 og ÅBY4. Av den grunn er det ønskelig å vurdere økologisk tilstand med bakgrunn i totalt nitrogen og ammonium. For ammonium er det i veilederen oppgitt at parameteren ikke skal vurderes dersom pH er < 8 og temperatur < 25 °C. Det har ved flere anledninger blitt målt verdier av ammonium som overstiger grenseverdiene satt i YM-plan (Nye Veier, 2017) for både sidebekker (100 µg NH₄⁺/L) og hovedvassdrag (50 µg NH₄⁺/L). Høye verdier av ammonium kan potensielt være skadelig for fisk til tross for lavere pH og temperatur enn det som angis i veilederen og ettersom de høyeste målte verdiene for ammonium i sidebekkene har vært over 1 mg/L er ammonium også klassifisert. Tabeller med alle data fra vannprøvetaking står oppført i vedlegg 7 og grafer som illustrerer variasjon turbiditet, pH og innhold av ammonium (NH₄-N) fra de ukentlige prøvetakingene i sidebekker er vist i vedlegg 8.

4.1.1 ÅBY1 – Nedre Stemmen

I løpet av forundersøkelsene i 2016 ble det tatt totalt 4 vannprøver ved ÅBY1. Den første prøven ble tatt 9. juni og den siste prøven ble tatt 31. oktober. Hogst og anleggsaktivitet

med direkte avrenning til ÅBY1 den første delen av 2017 var begrenset. Noe overflateavrenning kan ha forekommet fra sørvestsiden av Nedre Stemmen i forbindelse med linjerydding og sprengning av fjell ned mot planlagte brufundamenter for Stemmenbrua. Utover dette var det liten aktivitet tilknyttet linja mot Nedre Stemmen før linjerydding på nordøstsiden ble igangsatt i oktober 2017. Tabell 4-1 viser tilstand for utvalgte parametere fra ÅBY1 før og etter hogst/anleggsstart. For totalt nitrogen var tilstanden før anleggsstart god, mens den etter anleggsstart var moderat. Også for ammonium økte gjennomsnittsverdien, men den var likevel innenfor grenseverdi for svært god tilstand i veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen for vanndirektivet, 2018) og under grenseverdien for hovedvassdragene i YM-plan (NyeVeier, 2017) på 50 µg NH₄⁺/L.

Tabell 4-1. Max, min, gjennomsnitt og antall prøver tatt før (01.06. – 31.12.2016) og etter (01.01.2017 – 31.05.2018) anleggsstart for fysiske-kjemiske parametere ved ÅBY1 i Åbyelva. Datakilde: ALS/Eurofins.

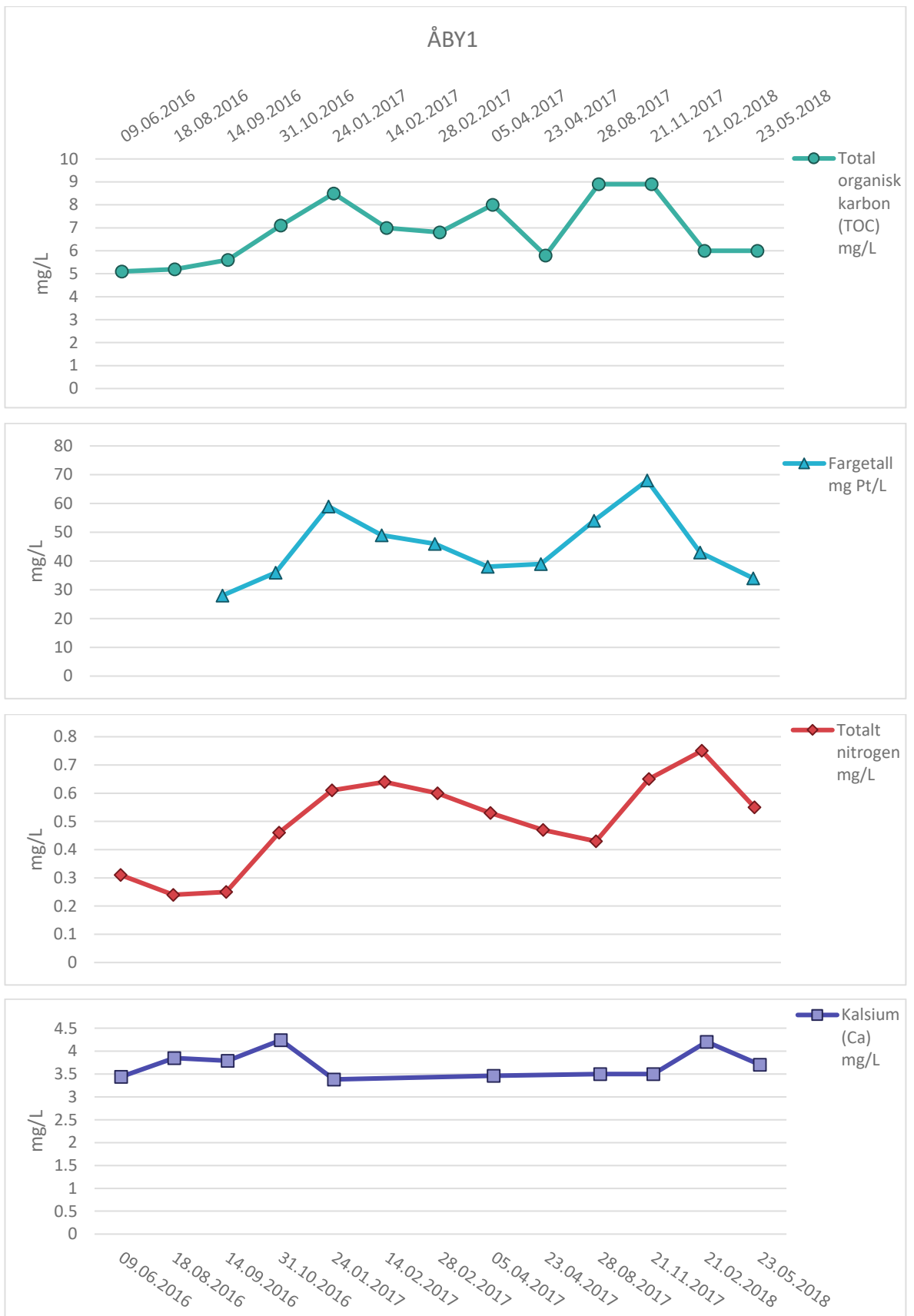
Parameter	Enhet	Før				Etter			
		Max	Min	Snitt	Antall	Max	Min	Snitt	Antall
pH		7	6,7	6,9	4	7	6,5	6,7	9
Konduktivitet	mS/m	4,6	4,4	4,50	4	6,3	3,78	4,75	9
Turbiditet	FNU	0,8	0,3	0,50	4	1,4	0,45	0,73	9
Fargetall	mg Pt/L	36	28	32,0	4	68	34	47,8	9
Suspendert stoff	mg/L	6	1,2	3,1	4	2	0,33	1,2	9
Totalt Fosfor	µg/L	6	3	4,5	4	8	3	5,7	9
Totalt Nitrogen	µg/L	460	240	315	4	750	430	581	9
Ammonium (NH ₄ -N)	µg/L	31	8	17	4	52	5	27	9
Totalt organisk karbon (TOC)	mg/L	5,6	5,1	5,3	4	8,9	5,8	7,3	9
Klorid (Cl)	mg/L	6	5	5,5	4	7,6	4	5,5	6
Sulfat (SO ₄)	mg/L	2	0,6	1,1	4	2,94	0,5	1,92	6
Kalsium (Ca)	mg/L	4,24	3,44	3,83	4	4,2	3,38	3,62	6
Natrium (Na)	mg/L	4,31	3,55	3,85	4	4,6	3,3	3,74	6

Totalt nitrogen og totalt organisk karbon viste en økning i gjennomsnittsverdier etter anleggsstart og for å se om dette var økninger av signifikant grad ble det benyttet en toveis t-test (tab. 4-2). Resultatene fra t-testen viser at økningen i totalt nitrogen og totalt organisk karbon var signifikante ($p < 0,05$).

Tabell 4-2. Antall prøver, gjennomsnitt, varians og t.test til sammenligning for å se etter signifikante endring før (01.06. – 31.12.2016) og etter (01.06.2017 – 31.05.2018) anleggsstart for fysisk-kjemiske parametere ved ÅBY1 i Åbyelva.

Parameter	Enhet	Før			Etter			t.test
		Antall	Snitt	Varians	Antall	Snitt	Varians	
pH		4	6,9	0,02	9	6,7	0,03	0,130
Konduktivitet	mS/m	4	4,50	0,00	9	4,75	0,50	0,344
Turbiditet	FNU	4	0,50	0,05	9	0,73	0,10	0,203
Suspendert stoff	mg/L	4	3,1	3,31	9	1,2	0,55	0,170
Totalt Fosfor	µg/L	4	4,5	1,25	9	5,7	3,93	0,312
Totalt Nitrogen	µg/L	4	315	0,01	9	581	0,01	0,005
Ammonium (NH ₄ -N)	µg/L	4	17	0,00	9	27	0,00	0,240
Totalt organisk karbon (TOC)	mg/L	4	5,3	0,04	9	7,3	1,45	0,001
Klorid (Cl)	mg/L	4	5,5	0,25	6	5,5	1,25	0,978
Sulfat (SO ₄)	mg/L	4	1,08	0,30	6	1,92	1,00	0,163
Kalsium (Ca)	mg/L	4	3,83	0,08	6	3,62	0,08	0,351
Natrium (Na)	mg/L	4	3,85	0,09	6	3,74	0,21	0,677

Variasjon i innhold av totalt organisk karbon, kalsium (Ca) og fargetall fra forundersøkelsene og i perioden etter hogst/anleggsstart ved ÅBY1 vises i figur 4-1. Fargetall ble bare analysert ved to av prøverundene i forundersøkelsene og gir ikke grunnlag for sammenligning før og etter.



Figur 4-1. Variasjon i konsentrasjoner av totalt organisk karbon, fargetall, totalt nitrogen og kalsium ved ÅBY1 før og etter anleggsstart. Datakilde: ALS/Eurofins.

Analyser av metallene bly (Pb), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg) og nikkel (Ni) viste til en god kjemisk tilstand i ÅBY1 både før og etter hogst/anleggsstart (tab. 4-3). Det samme gjaldt for de fysisk kjemiske støtteparameterne arsen (As), kobber (Cu), krom (Cr) og sink (Zn). Jern (Fe) og mangan (Mn) har ingen grenseverdier oppført i klassifiseringsveileder 02:2018, men er tatt med ettersom gravearbeider som fører til økt partikkelbelastning i vannforekomster ofte vil gi en økning i innhold av disse (Roseth et al., 2018). Høsten 2017 var det også gravearbeider i deler av nedbørfeltet oppstrøms Bamlevann som ikke var relatert til bygging av ny E18. Dette kan tenkes å ha bidratt til økt innhold av jern og mangan ved kvartalsprøvene i slutten av november sammenlignet med verdiene fra kvartalsprøvene i august samme år.

Tabell 4-3. Max, min, gjennomsnitt og antall prøver tatt før (01.06. – 31.12.2016) og etter (01.01.2017 – 31.05.2018) anleggsstart for metaller ved ÅBY1 i Åbyelva. Datakilde: ALS/Eurofins.

	ÅBY1		Før				Etter			
	Parameter	Enhet	Max	Min	Snitt	Antall	Max	Min	Snitt	Antall
Kjemisk tilstand	Bly (Pb)	µg/L	0,12	0,06	0,08	4	0,20	0,09	0,16	6
	Kadmium (Cd)	µg/L	0,021	0,021	0,021	1	0,050	0,016	0,037	6
	Kvikksølv (Hg)	µg/L	0,002	0,002	0,002	4	0,020	0,001	0,006	5
	Nikkel (Ni)	µg/L	0,88	0,62	0,75	4	0,95	0,72	0,82	6
Fysisk-kjemiske støtteparametere	Arsen (As)	µg/L	0,28	0,22	0,25	4	0,50	0,24	0,32	6
	Kobber (Cu)	µg/L	0,67	0,54	0,60	4	0,67	0,24	0,36	6
	Krom (Cr)	µg/L	0,20	0,14	0,17	4	0,50	0,19	0,31	6
	Sink (Zn)	µg/L	7,09	1,85	5,07	4	7,80	3,30	5,32	6
	Jern (Fe)	µg/L	179,0	84,0	109,3	4	260,0	77,0	153,1	9
	Mangan (Mn)	µg/L	31,5	0,7	9,1	4	48,0	7,9	21,5	9

Det ble ikke gjennomført forundersøkelser for begroingsalger ved ÅBY1 i 2016. Som nevnt var avrenning fra anlegget frem til tidspunktet for prøvetaking av begroingsalger, 04.09.2017, svært liten. Resultatene er kombinert etter prinsippet om at den verste styrer, samlet viser resultater for PIT og AIP til en god tilstand (tabell 4-4). Funn av cyanobakteriene *Geitlerinema acutissimum*, *G. splendidum* og *Phormidium retzii* samsvarer med en viss økning i både totalt nitrogen og ammonium. De øvrige artene som ble registrert indikerte ingen tegn på eutrofiering, noe som også stemmer godt overens med registrerte verdier for totalt fosfor i ÅBY1.

Tabell 4-4. Begroingsalger – ÅBYI 04.09.2017. Artsliste og tilhørende PIT- og AIP-verdier med beregnet EQR og nEQR. Rådata er utarbeidet av Trond Stabell (Faun).

ÅBYI 04.09.2017				
Familie	Slekt	Art	PIT-verdi	AIP-verdi
Cyanobacteria	<i>Aphanocapsa</i>	<i>Aphanocapsa</i> sp.	7,24	
Cyanobacteria	<i>Geitlerinema</i>	<i>Geitlerinema acutissimum</i>	24,22	
Cyanobacteria	<i>Geitlerinema</i>	<i>Geitlerinema splendidum</i>	43,42	
Cyanobacteria	<i>Heteroleibleinia</i>	<i>Heteroleibleinia</i> sp.	7,98	
Cyanobacteria	<i>Phormidium</i>	<i>Phormidium retzii</i>	32,02	
Charophyta	<i>Euastrum</i>	<i>Euastrum</i> sp.	5,47	
Charophyta	<i>Cosmarium</i>	<i>Cosmarium</i> sp.	5,14	
Charophyta	<i>Mougeotia</i>	<i>Mougeotia</i> a (6 -12 μ)	5,24	
Charophyta	<i>Spondylosium</i>	<i>Spondylosium planum</i>	5,76	7,15
Charophyta	<i>Staurastrum</i>	<i>Staurastrum</i> sp.	3,05	
Chlorophyta	<i>Tetraspora</i>	<i>Tetraspora</i> sp.	5,34	
Chlorophyta	<i>Ulothrix</i>	<i>Ulothrix zonata</i>	8,39	7,26
Rhodophyta	<i>Batrachospermum</i>	<i>Batrachospermum gelatinosum</i>	7,06	7,12
		Snitt	12,33	7,18
		EQR	0,9	1,19
		nEQR	0,71	1
		Samlet tilstand nEQR	God - 0,71	

Ved bunndyrundersøkelsene som ble utført i august 2016 viste ASPT til en moderat tilstand med tilstedeværelse av noen følsomme familier av døgnfluer, steinfluer og vårfluer (EPT-arter) (tab. 4-5). Ved bunndyrundersøkelsene våren 2017 var tilstanden fortsatt moderat, men det ble observert en endring i artssammensetning av EPT-arter, med færre av de mest følsomme familiene representert. Høsten 2017 viste bunndyrundersøkelsene til en moderat tilstand, med en noe lavere ASPT-verdi på grensen mellom moderat og dårlig. Våren 2018 var tilstanden ytterligere redusert til dårlig, på grensen mellom dårlig og svært dårlig. Det ble ikke registrert noen døgnfluearter høsten 2017 og våren 2018. Høsten 2017 ble det kun registrert en steinflueart, mens det våren 2018 ikke ble registrert noen steinfluearter. Sommeren og høsten 2017 var nedbørsrik, nedbørepisoder med kraftig økning i vannstand kan påvirke bunndyrsamfunnet i berørte elver og bekker (Löfgren et al., 2014; Braband et al., 1998). Dette vil særlig påvirke artene som finnes som egg om vinteren med nymfestadie på sommeren og som følgelig er mer sårbare for bunnerosjon og utvasking av eggene (Braband et al., 1998). Sommeren og høsten 2017 var nedbørsrik og episoder med

langvarig regn i slutten av september og oktober har trolig påvirket bunndyrssamfunnet i vassdraget i forbindelse med økt vannføring.

Tabell 4-5. ASPT-score, beregnet EQR, nEQR og ASPT-verdi for bunndyrprøver samlet inn før (17.08.2016) og etter hogst/anleggsstart (03.04.2017, 19.10.2017 og 02.05.2018). Rådata er utarbeidet av Trond Stabell (Faun).

Hovedgruppe	Familie	Slekt	Art	H 16	V 17	H 17	V 18	ASPT
Døgnfluer	Leptophlebiidae	<i>Leptophlebia</i>	<i>Leptophlebia</i> sp.		4			10
Døgnfluer	Caenidae	<i>Caenis</i>	<i>Caenis luctuosa</i>		4			7
Døgnfluer	Caenidae	<i>Caenidae</i>	<i>Caenidae</i> sp.	32				7
Døgnfluer	Baetidae	<i>Baëtis</i>	<i>Baëtis rhodani</i>		1			4
Døgnfluer	Baetidae	<i>Centroptilum</i>	<i>Centroptilum luteolum</i>		4			4
Steinfluer	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	<i>Leuctra nigra</i>		1			10
Steinfluer	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	<i>Leuctra</i> sp.		1			10
Steinfluer	Taeniopterygidae	<i>Brachyptera</i>	<i>Brachyptera risi</i>	16				10
Steinfluer	Taeniopterygidae	<i>Teniopteryx</i>	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>			2		10
Steinfluer	Nemouridae	<i>Amphinemura</i>	<i>Amphinemura</i> sp.		4			7
Steinfluer	Nemouridae	<i>Neumora</i>	<i>Neumora cinerea</i>		3			7
Vårfluer	Lepidostomatidae	<i>Lepidostoma</i>	<i>Lepidostoma hirtum</i>			4		10
Vårfluer	Leptoceridae	<i>ubestemt</i>		256				10
Vårfluer	Leptoceridae	<i>Mystacides</i>	<i>Mystacides azurea</i>	16				10
Vårfluer	Leptoceridae	<i>Oectis</i>	<i>Oectis</i> sp.	16	1		1	10
Vårfluer	Limnephilidae	<i>Limnephilus</i>	<i>Limnephilus</i> sp.				1	7
Vårfluer	Limnephilidae	<i>Potamophylax</i>	<i>Potamophylax cingulatus</i>				2	7
Vårfluer	Polycentropidae	<i>Neureclipsis</i>	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	80	20	115	120	7
Vårfluer	Polycentropidae	<i>Plectrocnemia</i>	<i>Plectrocnemia conspersa</i>			8		7
Vårfluer	Polycentropidae	<i>Holocentropus</i>	<i>Holocentropus dubius</i>			1		7
Vårfluer	Polycentropidae	<i>Holocentropus</i>	<i>Holocentropus insignis</i>		1			7
Vårfluer	Polycentropidae	<i>Polycentropus</i>	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	32			3	7
Vårfluer	Polycentropidae	<i>Polycentropus</i>	<i>Polycentropus irroratus</i>		4			7
Vårfluer	Polycentropidae	<i>ubestemt</i>		128		330		7
Øyestikkere	Corduliidae	<i>Cordulia</i>	<i>Cordulia aenea</i>			1		8
Øyestikkere	Libellulidae	<i>ubestemt</i>		16				8
Biller	Elmidae	<i>Elmis</i>	<i>Elmis aenea</i>			22		5
Biller	Elmidae	<i>Limnius</i>	<i>Limnius volckmari</i>	32		15	4	5
Biller	Elmidae	<i>Olimnius</i>	<i>Oulimnius tuberculatus</i>	192	4			5
Stankelbein/ knott	Simuliidae	<i>ubestemt</i>				15		5
Igler	Glossiphoniidae	<i>ubestemt</i>			10	1	3	3
Småmuslinger	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i>	<i>Pisidium</i> sp.	40		830	28	3
Snegler	Lymnaeidae		<i>Radix balthica</i>	288	8	22	1	3
Snegler	Planorbidae	<i>Gyraulus</i>	<i>Gyraulus acronicus</i>	80		28	4	3
Snegler	Planorbidae	<i>Gyraulus</i>	<i>Gyraulus albus</i>		16			3
Fjærmygg	Chironomidae	<i>ubestemt</i>		2950	880	455	55	2
Fåbørstemark	Lumbricidae	<i>Lumbrius</i>	<i>Lumbriculus variegatus</i>		8			1
Fåbørstemark	<i>ubestemt</i>			80	16	235	30	1
		Før		Etter				
		Høst 2016		Vår 2017	Høst 2017		Vår 2018	
		17.08.2016		03.04.2017	19.10.2017		02.05.2018	
	ASPT-verdi	5,36		5,54	5,0		4,40	
	EQR	0,78		0,80	0,72		0,64	
	nEQR	0,45		0,49	0,4		0,20	
	Tilstand	Moderat - 0,45		Dårlig - 0,36				

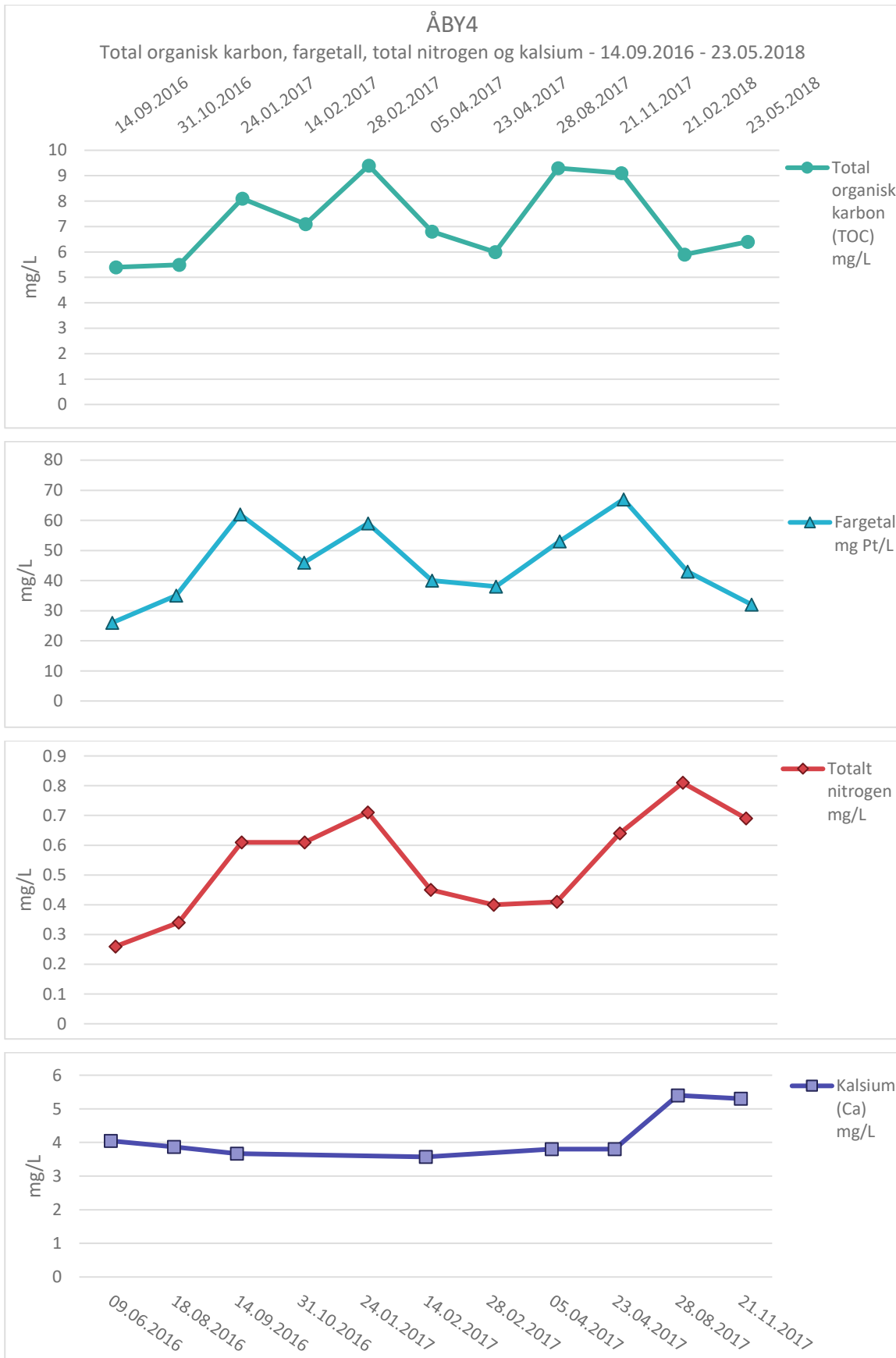
4.1.2 ÅBY4 – nedstrøms Nysteintjenna

Det ble tatt to vannprøver ved ÅBY4 i forbindelse med forundersøkelsene i 2016. Disse viste en svært god tilstand for pH og totalt fosfor og god tilstand for nitrogen (tab. 4-6). Det kommer 4 anleggspåvirkede bekker ned til Blekketjenn og Nysteintjenna, de to små vannene som er lokalisert mellom ÅBY1 og ÅBY4. Disse bekkene har i perioder hatt verdier for turbiditet og ammonium som overskrider grenseverdier (50 FNU og 100 µg NH₄/L) satt i YM-Plan (NyeVeier, 2017). Det er særlig innholdet av totalt nitrogen som har blitt påvirket i ÅBY4, og tilstanden etter anleggsstart var moderat med hensyn til nitrogen.

Tabell 4-6. Max, min, gjennomsnitt og antall prøver tatt før (01.06. – 31.12.2016) og etter (01.01.2017 – 31.05.2018) anleggstart ved ÅBY4 i Åbyelva. Datakilde: ALS/Eurofins

Parameter	Enhet	Før				Etter			
		Max	Min	Snitt	Antall	Max	Min	Snitt	Antall
pH målt ved 23 +/- 2°C		7	6,8	6,9	2	7,1	6,4	6,7	9
Konduktivitet	mS/m	5,2	4,8	5	2	9,7	3,88	5,34	9
Turbiditet	FNU	0,3	0,25	0,275	2	9,1	0,55	2,14	9
Fargetall	mg Pt/l	35	26	30,5	2	67	32	48,9	9
Suspendert stoff	mg/l	0,8	0,2	0,5	2	16	0,2	3,3	9
Totalt Fosfor	µg/l	5	3	4	2	8,3	4,4	6,4	6
Totalt Nitrogen	µg/l	340	260	300	2	810	400	590	9
Ammonium (NH ₄ -N)	µg/l	31	15	23	2	75	6	30	6
Totalt organisk karbon (TOC)	mg/l	5,5	5,4	5,45	2	9,4	5,9	7,6	6
Klorid (Cl)	mg/l	6	6	6	2	8,9	4,1	6,2	6
Sulfat (SO ₄)	mg/l	1	1	1	2	3,13	0,7	2,12	6
Kalsium (Ca)	mg/l	4,05	3,87	3,96	2	5,4	3,57	4,26	9
Natrium (Na)	mg/l	3,9	3,86	3,88	2	6,2	3,6	4,32	4

Variasjon i totalt organisk karbon, fargetall, totalt nitrogen og kalsium fra forundersøkelsene og i perioden etter hogst/anleggsstart ved ÅBY4 er vist i figur 4-2.



Figur 4-2. Variasjon i konsentrasjoner av totalt organisk karbon, fargetall, totalt nitrogen og kalsium og fargetall ved ÅBY4 før og etter anleggsstart. Datakilde: ALS/Eurofins.

Analysen av metallene bly, kadmium, kvikksølv og nikkel viste en god kjemisk tilstand i ÅBY4 både før og etter hogst/anleggsstart (tab. 4-7). Det samme gjaldt for de fysiske kjemiske støtteparameterne arsen, kobber, krom og sink. Jern og mangan viste noe større variasjoner etter anleggsstart, men gjennomsnittsverdien for jern var tilnærmet lik. For mangan var gjennomsnittsverdien etter anleggsstart en del høyere, noe som også gjaldt for den laveste målte mengden (2,4 µg/L før og 7,3 µg/L etter) og den høyest målte mengden (16,6 µg/L før og 60 µg/L etter).

Tabell 4-7. Max, min, gjennomsnitt og antall prøver tatt før (01.06.- 31.12.2016) og etter (01.01.2017 – 31.05.2018) anleggsstart for metaller ved ÅBY4. Datakilde: ALS/Eurofins.

	ÅBY4		Før				Etter			
	Parameter	Enhet	Max	Min	Snitt	Antall	Max	Min	Snitt	Antall
Kjemisk tilstand	Bly (Pb)	µg/L	0,15	0,07	0,11	2	0,20	0,09	0,15	6
	Kadmium (Cd)	µg/L	0,018	0,018	0,018	1	0,050	0,011	0,032	6
	Kvikksølv (Hg)	µg/L	0,002	0,002	0,002	2	0,002	0,001	0,002	4
	Nikkel (Ni)	µg/L	1,53	1,24	1,39	2	1,87	1,04	1,40	6
Fysisk-kjemiske støtteparametere	Arsen (As)	µg/L	0,33	0,31	0,32	2	0,50	0,21	0,36	6
	Kobber (Cu)	µg/L	0,84	0,64	0,74	2	1,50	0,55	0,93	6
	Krom (Cr)	µg/L	0,21	0,14	0,17	2	0,50	0,18	0,28	6
	Sink (Zn)	µg/L	7,25	5,57	6,41	2	9,26	2,10	5,78	6
	Jern (Fe)	µg/L	199,0	126,0	162,5	2	250,0	94,0	162,2	9
	Mangan (Mn)	µg/L	16,6	2,4	9,5	2	60,0	7,3	26,4	9

I tilknytning til samtlige av tilløpsbekkene mellom ÅBY1 og ÅBY4 er det etablert sedimentasjonsbassenger der bekkene renner ut fra anleggsområdet. Våte sedimentasjonsbassenger er et av flere tiltak som er anbefalt benyttet der driving av tunnel er en del av anleggsaktiviteten (Åstebøl & Roseth, 2014) beskrevet for å beskytte vannforekomster der avrenning fra anlegget forekommer. De gjeldende veiledningene som er i bruk per dags dato omtaler i liten grad overvann fra anleggsveier og avrenning fra anleggsaktivitet. Grenseverdier for avrenning er knyttet til aktuelle rensiltak som planlegges i tilknytning til det aktuelle veistrekket (Åstebøl & Roseth, 2014). Bassengene i anleggsområdet er jevnt over mindre enn det som konstrueres i tilknytning til vannrensing i driftsfasen av nye veier. Formålet om å holde igjen partikler og forurensning som kan være bundet til disse er det samme (Bækken et al., 2005; Åstebøl & Roseth, 2014). Sedimentasjonsbassengene tilknyttet utbyggingen av E18 Rugtvedt – Dørdal var i

utgangspunktet ikke ment å være permanente løsninger, og det foreligger ikke detaljplanlegging av bassengene tilknyttet avrenning til Åbyvassdraget (Anne M. Stabforsmo, personlig kommunikasjon, 17. oktober 2018). Bassengene ble anlagt med grunnlag i en prinsippskisse for utforming av rensbasseng eller luftedammer (Hæhre, 2017). Denne stiller ingen krav til størrelse og oppholdstid. I motsetning til bassenger tilknyttet overvann fra veier i drift har anleggsbassengene primært vann fra anleggspåvirkede bekker. Disse inneholder i perioder mye organisk materiale i tillegg til partikler. Det er observert reduserende forhold i bunn av sedimentasjonsbassengene når vannet blir stående over tid i perioder med lite nedbør. Jern, mangan og andre metaller vil da kunne løses ut i vannmassene (Kalff, 2002; Wetzel, 2001). Undersøkelser av sedimentene i Vassum sedimentasjonsbasseng viste at sesongvariasjoner og varierende innhold av organisk materiale og leire kan påvirke sedimentasjonsdammens evne til å holde igjen metaller (Torp, 2011). Ved nedbørsepisoder vil løste metaller kunne skylles ut før de etter hvert felles ut lengre nedstrøms. Undersøkelser av sedimenter og partikler i oppsamlet overvann har vist at en stor andel av sedimentene er egnet til suspendert transport (Jartunet al., 2008). Undersøkelser av sedimentasjonsbassenger etablert som en del av driftsfasen til nye veistrekninger har vist at sammenhengen mellom størrelsen på bassenget og metallinnhold i sedimentene er stor (Starzek et al., 2005). I hvilken grad metaller sedimenteres og holdes igjen i bassenget varierer i forbindelse med årstider (Semadeni – Davies, 2006; Westerlund et al., 2003). Det må antas at belastningen av tungmetaller er lavere enn det som gjelder for driftsfasen av etablerte veistrekninger, men gitt omfattende sprengningsarbeider, bruk av fyllmasser til etablering av veikropp og etablering av større deponier til både stein og jordmasser, er det likevel sannsynlig at metallavrenning vil forekomme fra disse områdene via bekker til sedimentasjonsbassenger. Som nevnt er flere av sedimentasjonsdammene små sammenlignet med nedbørfeltene som drenerer til dem, og ved kraftig nedbørepisoder eller nedbør over lengre tid vil mye vann kunne skylles kjapt gjennom bassengene. Nedstrøms bassengene i bekkene som drenerer til Åbyvassdraget er det flere sammenhengende strykpartier med stort fall før bekkene møter Blekketjenn og Nysteinstjenna. Vannene vil i så måte fungere som sedimentasjonsbassenger (Erikstad et al., 2009). Med tanke på at metallanalysene har blitt utført på filtrerte prøver er det kun løste metaller som vil fanges opp i analysene. Det er vanskelig å beregne hvor mye

partikkelbundet metallavrenning som vil sedimentere og påvirke bunnsedimentene. Avhengig av humusinnhold kan jern og mangan holde seg løst over lengre tid i innsjøer (Kalff, 2002; Wetzel, 2001, Økland & Økland, 2006). Videre nedstrøms ÅBY4 ligger Kverndammen med demning før det sammenhengende elvestrekket fra Bjørkeset vannfall mot ÅBY5 og videre ut til Åbyfjorden begynner. Kverndammen vil trolig fungere som et ytterligere sedimentasjonsbasseng og vannfallet vil kunne bidra til utfelling av løst jern og mangan.

Forundersøkelser av bunndyr ble ikke utført ved ÅBY4. Prøvene som ble tatt etter oppstart av hogst- og anleggsfasen viser en moderat økologisk tilstand basert på ASPT-indeksen. Våren 2017 var kun to av de mest følsomme steinflueartene til stede, og det ble ikke registrert noen døgnfluearter. De registrerte vårflueartene var mer tolerante. Høsten 2017 ble det registrert en følsom døgnflueart og flere følsomme steinfluearter. Substratet i ÅBY4 er preget av større steiner og blokker med noe sand i mellom, noe som er typisk for partier i elver der vannstrømningen er sterk. Lotiske bunndyrarter er tilpasset disse forholdene (Giller & Malmqvist, 1998) men større flommer og økt erosjon kan påvirke tilstedeværelsen av disse (Giller & Malmqvist, 1998; Saltveit, 2016). I november 2017 var det en stor flom i Åbyvassdraget og det er sannsynlig at mange nylagte egg kan ha blitt vasket ut og at bunndyr kan ha blitt spylt videre nedover mot Kverndammen. Dette kan også være en årsak til færre registrert arter og et lavere antall av flere av de registrerte artene våren 2018. Voltinisme er også en viktig faktor når det gjelder variasjoner i bunndyrsamfunnet fra vår til høst (Giller & Malmqvist, 1998). Andelen bunndyr med flerårig livssyklus og livssyklus på et år eller kortere er ikke kartlagt i Åbyelva.

Tabell 4-8. ASPT-score, beregnet EQR, nEQR og ASPT-verdi for bunndyrprøver samlet inn etter hogst/anleggsstart (03.04.2017, 19.10.2017 og 02.05.2018) ved ÅBY4 i Åbyelva. Rådata er utarbeidet av Trond Stabell (Faun).

Hovedgruppe	Familie	Slekt	Art	V 2017	H 2017	V 2018	ASPT-score
Døgnfluer	Heptageniidae	<i>Heptagenia</i>	<i>Heptagenia sulphurea</i>		4		10
Steinfluer	Capniidae	<i>Capnia</i>	<i>Capnia bifrons</i>		2		10
Steinfluer	Leuctridae	<i>Leuctra</i> sp.			112	1	10
Steinfluer	Perlodidae	<i>Isoperla</i>	<i>Isoperla grammatica</i>	12	15	17	10
Steinfluer	Perlodidae	<i>Isoperla</i> sp.			46		10
Steinfluer	Taeniopterygidae	<i>Brachyptera</i>	<i>Brachyptera riisi</i>	8			10
Steinfluer	Taeniopterygidae	<i>Taeniopteryx</i>	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>		24		10
Steinfluer	Nemouridae	<i>Amphinemura</i>	<i>Amphinemura borealis</i>			2	7
Steinfluer	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.		8			7
Steinfluer	Nemouridae	<i>Neumora</i> sp.			2		7
Vårfluer	Limnephilidae	<i>Limnephilus</i>	<i>Limnephilus centralis</i>	1			7
Vårfluer	Limnephilidae	indet				2	7
Vårfluer	Polycentropidae	<i>Neureclipsis</i>	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	456	145	115	7
Vårfluer	Polycentropidae	<i>Plectrocnemia</i>	<i>Plectrocnemia conspersa</i>		8	8	7
Vårfluer	Polycentropidae	<i>Plectrocnemia</i>	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	20	40	22	7
Vårfluer	Hydroptilidae	<i>Ithytrichia</i>	<i>Ithytrichia lamellaris</i>	4		2	6
Vårfluer	Hydroptilidae	<i>Oxyethira</i> sp.				3	6
Vårfluer	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	<i>Hydropsyche pellucidula</i>		1		5
Vårfluer	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i> sp.		1			5
Øyestikkere	Aeshnidae	ubestemt		1			8
Stankelbein/ knott	Simuliidae	ubestemt		328	110	50	5
Fjærmygg	Chironomidae	ubestemt		584	360	340	2
Biller	Gyrinidae	<i>Orectochilus</i>	<i>Orectochilus villosus</i>	6			5
Biller	Gyrinidae	ubestemt			1	2	5
Biller	Elmidae	<i>Limnius</i>	<i>Limnius volckmari</i>	1	8		5
Biller	Elmidae	<i>Olimnius</i>	<i>Oolimnius tuberculatus</i>	2			5
Småmuslinger	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.		56	120	15	3
Lungesnegl	Planorbidae	<i>Gyraulus</i>	<i>Gyraulus acronicus</i>		1412	2	3
Lungesnegl	Planorbidae	<i>Gyraulus</i>	<i>Gyraulus albus</i>	8			3
Igler	Erpobdellidae	<i>Erpobdella</i>	<i>Erpobdella octoculata</i>	12			3
Igler	Glossiphoniidae	ubestemt			3	80	3
Fåbørstemark	Oligochaeta	<i>Lumbricus</i>	<i>Lumbriculus variegatus</i>	2			1
	Oligochaeta	ubestemt		4	5	22	1
Etter							
		03.04.2017	19.10.2017	02.05.2018			
	ASPT-verdi	5,63	5,73	5,64			
	EQR	0,82	0,83	0,82			
	nEQR	0,51	0,53	0,51			
	Tilstand	Moderat – 0,52					

4.1.3 ÅBY5 – oppstrøms E18

Resultater fra vannprøver tatt av Tronhus bunndyrundersøkelser (Tronhus, 2013; Tronhus 2016) er benyttet sammen med resultater fra de to vannprøvene som ble tatt i oktober 2016 forbindelse med forundersøkelsene (tab. 4-9). Høyere konsentrasjoner av totalt nitrogen og ammonium ble registrert etter oppstart av hogst og anlegg

sammenlignet med situasjonen før anleggstart. Gjennomsnittstilstanden var god før oppstart av hogst/anlegg og moderat etter. Data for tilstanden før og etter oppstart av hogst- og anleggsfasen ble sammenlignet på samme måte som ved ÅBY1. Resultatene fra t.testen viste en signifikant økning ($p < 0,05$) av de samme parameterne, totalt nitrogen og totalt organisk karbon (tab. 4-10)

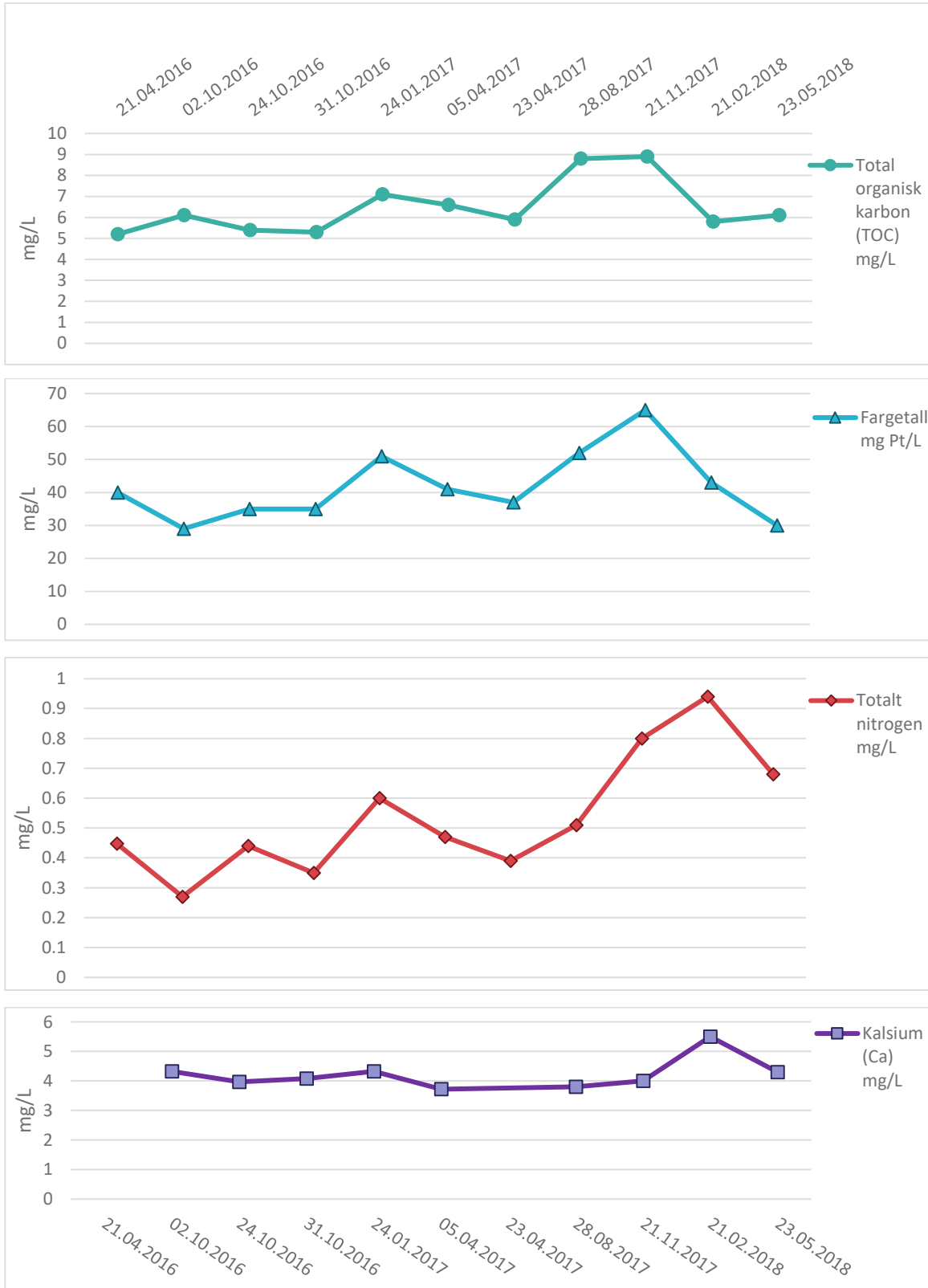
Tabell 4-9. Max, min, gjennomsnitt og antall prøver tatt før (01.06. – 31.12.2016) og etter (01.01.2017 – 31.05.2018) anleggsstart for fysiske-kjemiske parametere ved ÅBY5 i Åbyelva. Datakilde: Tronhus, 2013, Tronhus 2016 og ALS/Eurofins.

Parameter	Enhet	Før				Etter			
		Max	Min	Snitt	Antall	Max	Min	Snitt	Antall
pH målt ved 23 +/- 2°C		7,1	6,6	6,9	6	7,2	6,9	7,0	7
Alkalitet til pH 4,5	mmol/L	0,17	0,136	0,15	3	0,2	0,14	0,17	4
Konduktivitet	mS/m	1,2	0,3	0,7	5	2,6	0,55	1,4	7
Turbiditet	FNU	0,17	0,136	0,15	3	0,2	0,14	0,17	4
Fargetall	mg Pt/l	67	29	39,5	6	65	30	46	7
Totalt Fosfor	mg/l	8,3	3	6,1	6	9	4,2	6,5	6
Total Nitrogen	µg/l	496	270	391	6	940	390	627	7
Ammonium (NH ₄ -N)	µg/l	25	5	17	5	71	3	30	7
Totalt organisk karbon (TOC)	µg/l	6,1	5,2	5,5	4	8,9	5,8	7,0	7
Klorid (Cl)	mg/l	6	6	6	2	9	4,3	6,7	6
Sulfat (SO ₄)	mg/l	0,8	1	0,9	2	3,22	0,5	2,718	6
Kalsium (Ca)	mg/l	4,4	3,47	3,96	6	5,5	3,72	4,27	6
Natrium (Na)	mg/l	4,26	3,4	3,93	4	5,98	3,6	4,39	6

Tabell 4-10. Antall prøver, gjennomsnitt, varians og t.test til sammenligning for å se etter signifikante endring før (01.06. – 31.12.2016) og etter (01.06.2017 – 31.05.2018) anleggsstart for fysiske-kjemiske parametere ved ÅBY5 i Åbyelva.

Parameter	Enhet	Før			Etter			t.test
		Antall	Snitt	Varians	Antall	Snitt	Varians	
pH		6	7,1	0,03	7	7,0	0,010	0,357
Konduktivitet	mS/m	5	5,0	0,17	7	4,75	0,833	0,466
Turbiditet	FNU	5	0,7	0,10	7	0,73	0,646	0,113
Totalt Fosfor	µg/L	6	6,1	2,89	6	5,7	2,893	0,775
Totalt Nitrogen	µg/L	6	391	5883,4	7	627	32277	0,018
Ammonium (NH ₄ -N)	µg/L	5	17	41,04	7	27	514,49	0,247
Totalt organisk karbon (TOC)	mg/L	4	5,2	0,125	7	7,3	1,496	0,023
Fargetall	Pt mg/L	6	39,5	163,25	7		113,10	0,457
Kalsium (Ca)	mg/L	6	3,47	0,12	6	3,62	0,35	0,345
Natrium (Na)	mg/L	4	3,4	0,14	6	3,74	0,93	0,398

Variasjon i innhold av totalt organisk karbon, fargetall, totalt nitrogen og kalsium fra forundersøkelsene, undersøkelser gjort av Tronhus bunndyrundersøkelser i 2016 og perioden etter hogst/anleggsstart ved ÅBY5 er vist i figur 4-3.



Figur 4-3. Variasjon i konsentrasjoner totalt organisk karbon, fargetall, totalt nitrogen og kalsium i ÅBY5 før og etter anleggsstart. Datakilde: ALS/Eurofins. Data for TOC og fargetall fra 21.04.2016 og 24.10.2016 er registrert av Tronhus Bunndyrundersøkelser (Tronhus, 2013; Tronhus, 2016).

Analysen av metallene bly, kadmium, kvikksølv og nikkel viste til god kjemisk tilstand i ÅBY5 både før og etter hogst/anleggsstart (tab. 4-11). Det samme gjelder for de fysisk-kjemiske støtteparameterne arsen, kobber, krom og sink. For jern ble den høyeste registrerte verdien, 240 µg/L, etter anleggsstart målt i november 2017. Dette var kort tid etter flommen, og kan i så måte ikke tilskrives anleggsaktivitet alene. Etter dette sank jernkonsentrasjonen gradvis til 130 µg/L i februar og til den laveste registrerte verdien, 71 µg/L, i mai 2018. Vannføringen i elva var avtagende i denne perioden etter sen snøsmelting og en svært snørik vinter som førte til høy vannføring i midten av april. For mangan ble den høyest registrerte mengden etter anleggsstart også målt i november 2017.

Tabell 4-11. Max, min, gjennomsnitt og antall prøver tatt før og etter anleggsstart for metallene bly, kadmium, kvikksølv, nikkel (kjemisk tilstand) og arsen, kobber, krom, sink, jern og mangan (fysisk-kjemiske støtteparametere) ved ÅBY5.

	ÅBY5		Før				Etter			
	Parameter	Enhet	Max	Min	Snitt	Antall	Max	Min	Snitt	Antall
Kjemisk tilstand	Bly (Pb)	µg/L	0,11	0,07	0,09	2	0,20	0,07	0,14	6
	Kadmium (Cd)	µg/L	0,012	0,002	0,007	2	0,050	0,010	0,032	6
	Kvikksølv (Hg)	µg/L	0,002	0,002	0,002	2	0,001	0,001	0,001	4
	Nikkel (Ni)	µg/L	1,19	1,12	1,16	2	1,80	0,73	1,26	6
Fysisk-kjemiske støtteparametere	Arsen (As)	µg/L	0,23	0,22	0,23	2	0,50	0,21	0,37	6
	Kobber (Cu)	µg/L	0,60	0,54	0,57	2	1,00	0,55	0,87	6
	Krom (Cr)	µg/L	0,16	0,12	0,14	2	0,50	0,14	0,30	6
	Sink (Zn)	µg/L	3,70	1,72	2,71	2	8,57	1,30	4,88	6
	Jern (Fe)	µg/L	165,0	146,0	155,5	2	240,0	71,0	140,3	7
	Mangan (Mn)	µg/L	7,0	1,2	4,1	2	21,0	1,1	9,8	7

Det ble tatt algeprøver fra ÅBY5 i oktober 2016 og september 2017 (tab. 4-12). I 2016 var tilstanden for PIT svært god mens tilstanden for AIP var dårlig. Undersøkelser av begroingsalger er anbefalt gjennomført i perioden mellom juli og november ettersom algesamfunnet er best utviklet på høsten (Schneider and Lindstrøm, 2009). Elva er i utgangspunktet kalkfattig, men resultater fra vannprøvene har vist at den ligger helt på grensen mellom kalkfattig og moderat kalkrik for innhold av kalsium. I begynnelsen av oktober 2016 var kalsiumkonsentrasjonen i ÅBY5 4,3 mg/L, mens konsentrasjonen var 4 mg Ca/L i slutten av oktober. AIP-indeksen viser korrelasjon med gjennomsnittlig, årlig

pH-verdi (Schneider & Lindstrøm, 2009). Innhold av kalsium samvarierer med pH (Walseng og Hesthagen, 2013; Kalff, 2002) og det kan videre tenkes at en viss reduksjon i kalsiuminnhold slik som det ble registrert i oktober kan ha påvirket algesammensetningen i ÅBY5 slik at alger som indikerer forsurening har vokst til her. Undersøkelser av begroingsalger i september 2017 (tab. 4-13) viste svært god tilstand for AIP-indeksen. Denne økningen i 2017 skyldes trolig en gradvis økende konsentrasjon av kalsium fra 3,7 mg/L i april til 3,8 mg/L i august og 4 mg/L i november. PIT-indeksen viste god tilstand i 2017. Reduksjon av tilstand iht. PIT-indeks fra svært god til god skyldes trolig økte verdier av totalt fosfor og totalt nitrogen.

Tabell 4-12. Begroingsalger – ÅBY5 20.10.2016. Artsliste og tilhørende PIT- og AIP-verdier med beregnede verdier for EQR og nEQR. Rådata utarbeidet av Trond Stabell (Faun).

ÅBY5 20.10.2016				
Rekke	Slekt	Art	PIT-verdi	AIP-verdi
Cyanobacteria	<i>Stigonema</i>	<i>Stigonema mamillosum</i>	3,88	6,25
Cyanobacteria	<i>Phormidium</i>	<i>Phormidium sp.</i>		
Charophyta	<i>Closterium</i>	<i>Closterium sp.</i>		
Charophyta	<i>Cosmarium</i>	<i>Cosmarium sp.</i>	5,14	
Charophyta	<i>Mougeotia</i>	<i>Mougeotia a/b (10-18 μ)</i>	4,53	5,57
Charophyta	<i>Mougeotia</i>	<i>Mougeotia a2 (3-7 μ)</i>	4,01	
Charophyta	<i>Mougeotia</i>	<i>Mougeotia d/e (27-36 μ)</i>	4,59	
Charophyta	<i>Zygnema</i>	<i>Zygnema a (16-20 μ)</i>	4,45	
Chlorophyta	<i>Bulbochaete</i>	<i>Bulbochaete sp.</i>	4,65	6,43
Chlorophyta	<i>Microspora</i>	<i>Microspora abbreviata</i>	37,63	
Chlorophyta	<i>Oedogonium</i>	<i>Oedogonium a (5-11 μ)</i>	5,84	
Chlorophyta	<i>Oedogonium</i>	<i>Oedogonium b (13-18 μ)</i>	7,73	6,92
Snitt			8,25	6,29
EQR			0,97	0,66
nEQR			0,89	0,27
			Svært god	Dårlig
Samlet tilstand			Dårlig	

Tabell 4-13. Begroingsalger – ÅBY5 04.09.2017. Artsliste og tilhørende PIT- og AIP-verdier med beregnede verdier for EQR og nEQR. Rådata utarbeidet av Trond Stabell (Faun).

ÅBY5 04.09.2017				
Rekke	Slekt	Art	PIT-verdi	AIP-verdi
Cyanobacteria	Geitlerinema	Geitlerinema acutissimum	24,22	
Cyanobacteria	Phormidium	Phormidium retzii	32,02	
Cyanobacteria	Tolypothrix	Tolypothrix sp.	5,72	
Chlorophyta	Microspora	Microspora amoena	11,58	7,18
Charophyta	Mougeotia	Mougeotia a (6 -12 μ)	5,24	
Charophyta	Spondylosium	Spondylosium planum	5,76	7,15
Chlorophyta	Oedogonium	Oedogonium a/b (19-21 μ)	7,57	
Chlorophyta	Oedogonium	Oedogonium b (13-18 μ)	7,73	6,92
Chlorophyta	Ulothrix	Ulothrix zonata	8,39	7,26
Gjennomsnitt			12,03	7,13
EQR			0,902	1,16
nEQR			0,72	1
			God	Svært god
Samlet tilstand			God	

Bunndyrprøvene tatt i ÅBY5 i 2012 viste en moderat tilstand i juni og en god tilstand i november. Tilstanden i juni skyldes trolig at bunndyrprøvene ble tatt litt sent på sesongen og en lavere variasjon i registrerte bunndyrtaxa (Tronhus, 2013). I 2016 var tilstanden jevnt over «god», med unntak av oktober, hvor tilstanden var rett under grensen til god. Etter oppstart av hogst var tilstanden for bunndyr i april 2017 «god». Det var noe påvirkning fra hogst tilknyttet sidebekker, men da primært i form av økt perioder med økt turbiditet. Det er vanskelig å si om dette har påvirket bunndyrsamfunnet ettersom det høyeste antallet av særlig følsomme arter ble registrert i april 2017. Det lavere registrerte antall av arter som også ble registrert i 2016 kan muligens være et resultat av påvirkning fra hogstfasen i begynnelsen av 2017, særlig med tanke på at høsten 2016 forløp uten noen store flomepisoder slik som for høsten 2017. Det var dog flere episoder hvor vannhøyden ved den automatiske målestasjonen (fig 4-3) ble registrert til 1 m, og noen egg kan ha blitt spylt nedover i elva som følge av høyere vannføring og erosjon av bunnsubstratet (Saltveit, 2016; Braband et al., 1998). I oktober 2017 var tilstanden tydelig dårligere og nEQR for ASPT-indeksen viste en moderat tilstand. Det er uvisst om dette skyldes påvirkning av anleggsaktivitet. Sommeren 2017 var nedbørsrik og flere episoder med registrert vannstand over 1 m ble registrert (vedlegg 6). Våren 2018 var tilstanden fremdeles moderat og flere av artene som var registrert tidligere var ikke tilstede i

prøvematerialet. Det ble observert tre slekter som ikke tidligere var registrert. Med unntak av resultatene fra undersøkelsene sommeren 2012 viste resultatene til et jevnt over dårligere resultat for bunndyr etter anleggsfasen startet opp i august 2017.

Tabell 4-14. ASPT-score, beregnet EQR, nEQR og ASPT-verdi for bunndyrprøver samlet inn etter hogst/anleggsstart (17.08.2016, 03.04.2017, 19.10.2017 og 02.05.2018). ASPT-verdier, EQR og nEQR for bunndyrundersøkelser er beregnet av Tronhus Bunndyrundersøkelser, 2012 og 2016, og gjengitt sammen med de øvrige resultatene i bunn av tabellen. Bunndyrprøver i forbindelse med forundersøkelsene ble tatt i august og er merket med S 2016. S2016 og V2017 er analysert av Trond Bremnes (LFI). H2017 og V2018 er analysert av Trond Stabell (FAUN).

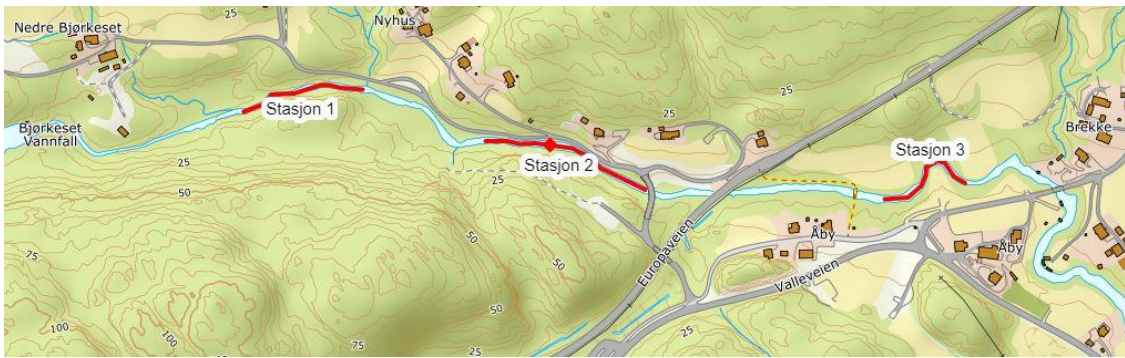
Hovedgruppe	Familie	Slekt	Art	S 2016	V 2017	H 2017	V 2018	Verdi
Døgnfluer	Heptageniidae	<i>Heptagenia</i>	<i>Heptagenia sulphurea</i>	8	4	20		10
Døgnfluer	Heptageniidae	<i>Heptagenia sp.</i>		8		16	4	10
Døgnfluer	Baetidae	<i>Baëtis</i>	<i>Baëtis rhodani</i>	48	20	8	4	4
Steinfluer	Chloroperlidae	<i>Siphonoperla</i>	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	20	12	2		10
Steinfluer	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	<i>Leuctra fusca</i>	220				10
Steinfluer	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	<i>Leuctra hippopus</i>		4			10
Steinfluer	Leuctridae	<i>Leuctra sp.</i>			12			10
Steinfluer	Perlodidae	<i>Isoperla</i>	<i>Isoperla grammatica</i>		5		2	10
Steinfluer	Taeniopterygidae	<i>Brachyptera</i>	<i>Brachyptera risi</i>				2	10
Steinfluer	Nemouridae	<i>Amphinemura</i>	<i>Amphinemura borealis</i>		64		9	7
Steinfluer	Nemouridae	<i>Amphinemura</i>	<i>Amphinemura sulcicollis</i>		16			7
Steinfluer	Nemouridae	<i>Amphinemura sp.</i>		84	4	2		7
Steinfluer	Nemouridae	<i>Protonemura</i>	<i>Protonemura meyeri</i>	64	4			7
Steinfluer	Nemouridae	<i>Neumora sp.</i>		8				7
Vårfluer	Lepidostomatidae	<i>Lepidostoma</i>	<i>Lepidostoma hirtum</i>	292	148	20		10
Vårfluer	Leptoceridae	<i>Oectis sp.</i>				4		10
Vårfluer	Leptoceridae	<i>Setodes</i>	<i>Setodes argentipunctellus</i>		20			10
Vårfluer	Leptoceridae	Ubestemt		1330				10
Vårfluer	Sericostomatidae	<i>Sericostoma</i>	<i>Sericostoma personatum</i>		4			10
Vårfluer	Philopotamidae	<i>Wormaldia</i>	<i>Wormaldia subnigra</i>	1				8
Vårfluer	Psychomyiidae	Ubestemt					1	8
Vårfluer	Limnephilidae	Ubestemt				2		7
Vårfluer	Polycentropidae	<i>Neureclipsis</i>	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	4				7
Vårfluer	Polycentropidae	<i>Polycentropus</i>	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>				4	7
Vårfluer	Polycentropidae	Ubestemt					15	7
Vårfluer	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>	<i>Rhyacophila nubila</i>	8			2	7
Vårfluer	Hydroptilidae	<i>Ithytrichia</i>	<i>Ithytrichia lamellaris</i>	108			1	6
Vårfluer	Hydroptilidae	<i>Hydroptila sp.</i>		1	1			6
Vårfluer	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	<i>Hydropsyche angustipennis</i>			4		5
Vårfluer	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	<i>Hydropsyche pellucidula</i>	220		16	3	5
Vårfluer	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	<i>Hydropsyche siltalai</i>	20	10	36		5
Vårfluer	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche sp.</i>		48	4	55	16	5
Øyestikkere	Aeshnidae	Ubestemt			4			8
Øyestikkere	Cordulegasteridae	<i>Cordulegaster</i>	<i>Cordulegaster boltoni</i>	16				8
Øyestikkere	Libellulidae	Ubestemt		16				8
Stankelbein/ knott	Simuliidae	Ubestemt		268	160	35	11	5

Forts. tab. 4-14

Stankelbein/ knott	Tipulidae	<i>Tipula sp.</i>			4			5
Mudderfluer	Sialidae	<i>Sialis</i>	<i>Sialis fuliginosa</i>	1				4
Fjærmugg	Chironomidae	<i>Ubestemt</i>		2300	248		157	2
Biller	Gyrinidae	<i>Gyrinus sp</i>		116				5
Biller	Elmidae	<i>Elmis</i>	<i>Elmis aenea</i>	12	4	3		5
Biller	Elmidae	<i>Limnius</i>	<i>Limnius volckmari</i>	44	50	24	35	5
Biller	Elmidae	<i>Olimnius</i>	<i>Oulimnius tuberculatus</i>	24	52			5
Biller	Elmidae	<i>Stenelmis</i>	<i>Stenelmis canaliculata</i>		9			5
Biller	Elmidae	<i>Ubestemt</i>				12		5
Småmuslinger	Sphaeriidae	<i>Pisidium sp.</i>			44	56	19	3
Snegler	Lymnaeidae		<i>Radix baltica</i>		8		1	3
Igler	Erpobdellidae	<i>Erpobdella</i>	<i>Erpobdella octoculata</i>	8				3
Igler	Glossiphoniidae	<i>Ubestemt.</i>				3		3
Fåbørstemark	Lumbricidae	<i>Eiseniella</i>	<i>Eiseniella tetraedra</i>		8			1
Fåbørstemark	Lumbricidae	<i>Lumbriculus</i>	<i>Lumbriculus variegatus</i>		2			1
Fåbørstemark	Lumbricidae	<i>Ubestemt</i>		28	4			1
Fåbørstemark	indet			264	4	30	16	1
	Før					Etter		
	12.06.12	08.11.12	20.04.16	17.08.16	24.10.16	03.04.17	19.10.17	02.05.18
				6				
ASPT	5,60	6,13	6,33	6,05	5,94	6,41	5,60	5,73
EQR	0,81	0,88	0,92	0,88	0,86	0,93	0,81	0,83
nEQR	0,50	0,60	0,68	0,61	0,58	0,70	0,50	0,53
Tilstand	Moderat - 0,55		God - 0,62		Moderat - 0,58			

4.1.4 Elvemusling i Åbyelva

Siden begynnelsen av 1900-tallet har den europeiske bestanden av elvemusling gått kraftig tilbake. Norge har omlag 40% av den europeiske bestanden og opp mot ¼ av populasjonene, noe som gjør elvemuslingen til en norsk ansvarsart (Larsen, 2018). Vanntypen i Åbyelva er som tidligere nevnt R106, kalkfattig, humøs. I henhold til veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018) skal ikke elvemusling vurderes i denne vanntypen. Før vanntypen ble oppdatert i 2018 var gjeldende vanntype i Åbyelva type R105, kalkfattig, klar. I perioder er kalsiumkonsentrasjonen >4 mg/L og alkaliteten >0,2 mekv/L, noe som tilsvarer vanntype R108, moderat klakrik, humøs. Både R105 og R108 er vanntyper der elvemusling benyttes som terskelindikator. I 2012 ble en rekke lokaliteter i Telemark kartlagt og det ble registrert funn ved 7 av lokalitetene inkludert Åbyelva (Sandaas og Enerud, 2012). Åbyelva ble undersøkt igjen i 2017, basert på de undersøkte områdene fra 2012. I tillegg ble det forsøkt å gjøre undersøkelser et stykke lenger opp i elva, men her var det kun mulig å søke nær bredden da midten av elva var for dyp. Det ble funnet og målt 5 elvemuslinger her i løpet av et 30 min. søk. Tetthetsestimering ble gjennomført ved stasjon 2 (fig. 4-4). Resultater fra undersøkelsene er vist i tabell 4-15.



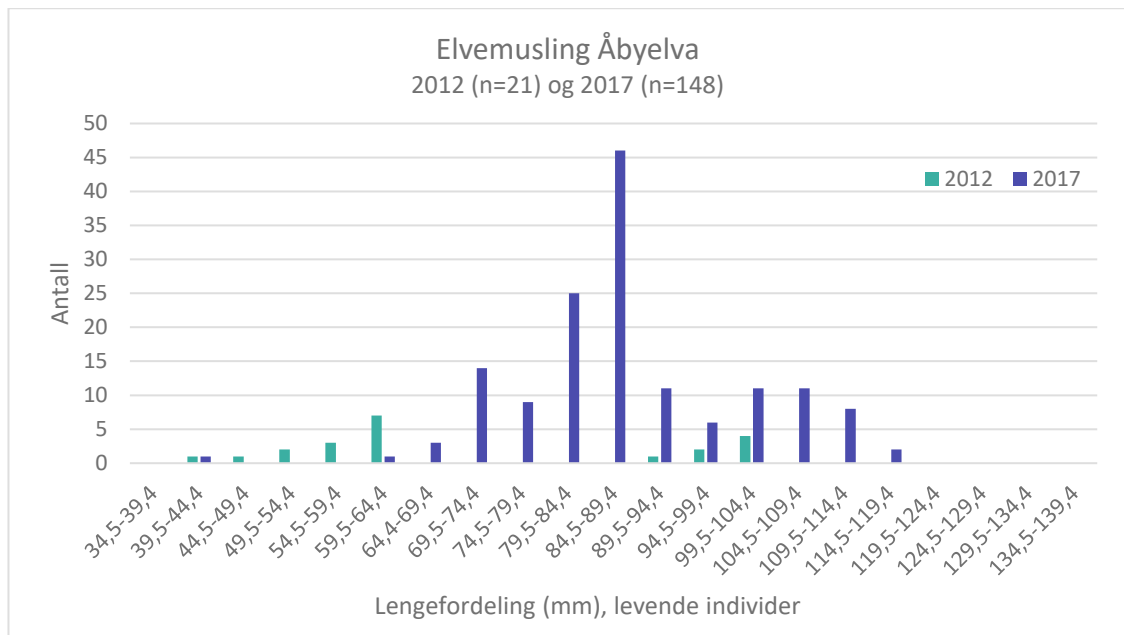
Figur 4-4. Stasjonsoversikt for kartlegging av elvemusling 2017 i Åbyelva. Undersøkte strekninger er markert med rød strek. Elvemusling ble funnet ved stasjon 2 (markert med rød rombe).

Tabell 4-15. Data fra undersøkelser av elvemusling i 2012 (Sandaas og Enerud) og 2017 (NIBIO/FAUN).

*Antall individer pr. m² fra 2012 er beregnet ut fra et ca. 90 m² område, areal for mulig forekomst er ikke oppgitt. Antall levende elvemuslinger totalt og antall talte, levende pr. minutt er ikke oppgitt. **Beregnet ved hjelp av formel for antall levende pr. minutt og en antagelse om at telling foregikk over 4x15 min.

Undersøkt strekning med funn i 2012 er basert på estimater fra kartdata i rapport (Sandaas og Enerud).

	2012	2017
Undersøkt strekning (m)	500	600
Elvebredde (m)	6	6
Areal mulig forekomst (m ²)	4200	4200
Antall levende	Ca. 68**	229
Antall <50 mm	2	1
Antall tomme skall	0	1
Talte levende pr. min	1,13**	3,81
Musling pr. m ²	0,23*	0,78
Bestandsestimat	< 5000	3276



Figur 4-5. Lengdefordeling av levende musling ved stasjon 2 i Åbyelva (ÅBY5) i 2012 (Sandaas og Enerud) og 2017 (NIBIO/FAUN).

For å vurdere tilstanden for elvemusling i Åbyelva ble tabell 5.10 (s.78) i veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018) benyttet. Funn av noen få individer <50 mm i 2012 og 2017 og de resterende individene >50 mm (fig. 4-5) tilsier at tilstanden for elvemusling i Åbyelva er moderat. Selv om vanntypen i Åbyelva ikke samsvarer med vurderingskriteriene er det likevel hensiktsmessig å gi en indikasjon på tilstanden med et håp om videre oppfølging av lokaliteten.

4.1.5 Samlet vurdering av Åbyelva

De tre stasjonene ÅBY1, ÅBY4 og ÅBY5 har ulik grad av fortykning oppstrøms, ulik morfologi og ulik grad av påvirkning fra anleggsområdet. Dette fremkommer også av resultatene fra de ulike undersøkelsene for hver av stasjonene. Vurdert hver for seg har tilstanden blitt redusert etter oppstart av hogst- og anleggsfasen. Ettersom Åbyelva starter ved utløpet av Bamlevann og alle tre stasjonene dermed tilhører samme elvestrekning er det hensiktsmessig å vurdere en samlet økologisk tilstand for elva basert på forundersøkelsene og tilstand etter oppstart av hogst- og anleggsfasen (tab. 4-16). En tilstandsvurdering for Åbyelva før hogst- og anleggsstart basert på vannets syrenøytraliserende kapasitet har ikke blitt gjennomført grunnet manglende data.

Tabell 4-16. Fargekodet tilstand for de undersøkte elementene i Åbyelva før, etter og samlet. Tilstand er angitt som nEQR-verdi eller forkortelse: SG-Svært god (blå), G-God (grønn), M-Moderat (gul), D-Dårlig (oransje) og SD-Svært dårlig (rød)

	ÅBY1		ÅBY4		Åby5		Samlet tilstand	
	Før	Etter	Før	Etter	Før	Etter	Før	Etter
Totalt fosfor	1	1	1	1	1	1	1	1
Totalt nitrogen	0,66	0,45	0,68	0,45	0,76	0,43	0,7	0,44
Ammonium	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG
Kjemisk tilstand	G	G	G	G	G	G	G	G
Bunndyr	0,45	0,36		0,52	0,62	0,58	0,53	0,49
PIT		0,71			0,89	0,72	0,89	0,72
AIP		1			0,27*	1	0,27*	1
Elvemusling					M	M	M	M
Samlet tilstand	M	D	G**	M	M	M	M	M

Tilstanden for totalt fosfor var svært god både før og etter oppstart av hogst- og anleggsfasen, mens den for nitrogen var god før og moderat etter. I forbindelse med forundersøkelsene ble det kun gjennomført undersøkelser for biologiske kvalitetselementer i ÅBY1 og ÅBY5, og av disse var det kun bunndyr som ble undersøkt i ÅBY1. I ÅBY1 var nEQR for bunndyr 0,45, mens nEQR i ÅBY5 var 0,62. Samlet nEQR for Åbyelva var 0,53, noe som tilsvarer en moderat tilstand. Ved undersøkelse av begroingsalger i ÅBY5 ble det registrert noen arter som ga en svært lav AIP score med en nEQR-verdi på 0,27 som tilsvarer dårlig tilstand. Ettersom det ikke ble gjennomført undersøkelser av begroingsalger ved noen av de andre stasjonene og prinsippet om at det verste styrer er det dermed nEQR 0,27 som setter den økologiske tilstanden i Åbyelva for forundersøkelsene og før-tilstanden.

Etter oppstart av hogst- og anleggsfasen var samlet nEQR for bunndyr i ÅBY1 0,36, noe som tilsvarer en dårlig tilstand. I ÅBY4 var tilstanden moderat med en samlet verdi for nEQR på 0,52. I ÅBY5 var tilstanden også moderat med en samlet nEQR på 0,58. Samlet nEQR for bunndyr i Åbyelva etter oppstart av hogst- og anleggsfasen var 0,49, noe som tilsvarer en «moderat» tilstand. For begroingsalger var nEQR for AIP-indeksen var 1 ved begge stasjonene, mens nEQR for PIT-indeksen var henholdsvis 0,71 og 0,72 for ÅBY1 og ÅBY5. Med bakgrunn i PIT-indeksen ble samlet nEQR 0,72 og tilsvarer en «god» økologisk tilstand. Bunndyr hadde lavest nEQR (0,49) og setter følgelig tilstanden for Åbyelva etter oppstart av hogst- og anlegg.

Det kan diskuteres hvorvidt det er rimelig å basere den økologiske tilstanden for forundersøkelsene på begroingsalger når dette kun ble undersøkt ved en stasjon. I veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018) påpekes det at klassifisering av en vannforekomst blant annet bør vurderes med tanke på lokale forhold og hva som anses som rimelig med bakgrunn i disse. En usannsynlig tilstand for økologi kan ha sammenheng med mengden data. I dette tilfellet foreligger det ikke sammenligningsgrunnlag fra ÅBY1, noe som kunne bidratt til å vurdere om Åbyelva var forsuringspåvirket i denne perioden. I Vann-Nett er den økologiske tilstanden angitt som moderat til tross for dårlig tilstand for AIP.

4.2 Høenstjenna

4.2.1 Typifisering

Ettersom Høenstjenna er meromiktisk med observert kjemoklin ved 22 – 23 m dyp, ble vanntypen i Høenstjenna bestemt ved å beregne snittverdien av kalsium, alkalitet og fargetall fra 1-20 meter fra hver av de fem prøvetakingsrundene. Videre ble det beregnet et gjennomsnitt basert på snittverdien av de fem prøvetakingsrundene samlet (tab. 4-17). Med bakgrunn i dette beskrives Høenstjenna som en moderat kalkrik, humøs innsjø (vanntype L108) (tab. 4-18).

*Tabell 4- 17. Gjennomsnittsverdier for kalsium, alkalitet og fargetall ved prøvetaking i Høenstjenna 30.05., 15.07., 15.08., 10.09. og 07.10.2017. Gjengitte verdier er beregnede snittverdier fra 1 - 20 m dyp for hver prøvetakingsrunde. Vannprøver tatt 30.05.2017 ble analysert hos ALS Laboratories i Oslo. Alkalitet var ikke en del av denne prøvepakken. *Grunnet problem med instrument ble alkalitet kun målt for 20 m 15.07.2017*

	Kalsium mg/L	Alkalitet mmol/L	Fargetall mg Pt/L
Dyp (m)	1 - 20	1 - 20	1 - 20
30.05.2017	6,85		54,25
15.07.2017	7,05	0,35*	65,19
15.08.2017	6,94	0,33	48,88
10.09.2017	7,00	0,39	87,03
07.10.2017	7,12	0,32	87,35
Snitt total	6,99	0,35	68,54

Tabell 4- 18. Informasjon om vanntype i Høenstjenna.

Kalkinnhold		Humusinnhold
Alkalitet mekv/L	Kalsium mg/L	Fargetall mg Pt/L
0,2 – 1,0	4 – 20	30 - 90
Moderat kalkrik		Humøs
Norsk type	L108	
N-GIG	L-N8/L-N-M202	

4.2.2 Klassifisering

For å klassifisere økologisk tilstand for de fysisk-kjemiske støtteparametere siktedyp, totalt fosfor og totalt nitrogen iht. veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018) ble det benyttet samme prosedyre som for typifiseringen. Gjennomsnitt av prøvene tatt fra 1 – 20 m ble beregnet for hver prøvetaking for totalt fosfor og totalt nitrogen (tab. 4-19). Deretter ble snittverdien beregnet for alle månedene. I veilederen påpekes det, som nevnt tidligere, at nitrogen ikke skal klassifiseres med mindre det er mistanke om nitrogenbegrensning. Nitrogen ble vurdert til å være en relevant parameter i denne sammenhengen ettersom avrenning fra sprengningsaktivitet, bruk av sprengstein til fyllmasser i veikropp og masseutskifting av myrområder vil gi avrenning av nitrogen. Høyt innhold av nitrogen kan i verste fall føre til begrensning av fosfor og bidra til å endre artssammensetningen av fytoplankton i den påvirkede vannforekomsten (Thrane et al., 2017; Thrane et al., 2016; Elser et al., 2009). Klassifisering av siktedyp ble gjort med en antagelse om at de oppgitte verdiene for fargetall (mg Pt/L) for hver undertype (e: 40, f: 60 og g: 80 mg Pt/L) tilsvarte middelverdien av den oppgitte verdien. Undertype e ble dermed antatt å være fra 31 – 50 mg Pt/L, undertype f fra 51 – 70 mg Pt/L og undertype g fra 71 – 90 mg Pt/L. I september og oktober ble det observert en tydelig økning i konsentrasjoner av totalt fosfor og totalt nitrogen i Høenstjenna. Anleggsaktiviteten i områdene tilknyttet sidebekkene HØE2 og HØE3 (fig 2-7) ble intensivert i juni og særlig fra HØE3 var avrenning av partikler synlig gjennom sommeren med målte verdier for turbiditet jevnt over 20 FNU. Mye nedbør i slutten av august og begynnelsen av september bidro til økt avrenning fra anleggsområdene. Det er mye marin leire i området og fosfor binder seg til leirpartikler (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018). Samlet nEQR for de fysisk-kjemiske støtteparameterne var 0,54 og tilsvarer moderat tilstand. Dette kan tyde på at Høenstjenna ble påvirket av anleggsaktiviteten i denne perioden.

Tabell 4- 19. Verdier for de fysisk-kjemiske støtteparameterne siktedyp, totalt fosfor (TP) og totalt nitrogen (TN). Verdier for TP og TN er beregnede gjennomsnitt for prøver fra 1 til 20 m ved hver prøvetakingsrunde for Høenstjenna, 2017.

Dato	Siktedyp (m)	TP (µg/L)	TN (µg/L)
Dyp (m)		1 - 20	1 - 20
30.05.2017	2.95	15.5	800
15.07.2017	2	15.3	1060
15.08.2017	2.85	15.4	1061
10.09.2017	1.8	20.3	2004
07.10.2017	2.02	24.0	1210
Gj.snitt 2017	2.32	18.1	1227
EQR	0.75	0.39	0.26
nEQR	0.57	0.64	0.42
Tilstandsklasse	Moderat	God	Moderat
Totalvurdering	0.54 Moderat		

Gjennomsnittverdier for alle de analyserte parameterne fra 1 – 20 m ved de fem prøvetakingsrundene er gjengitt i tabell 4-20. For natrium var gjennomsnittsverdien særlig høy for prøvene tatt 10.09.2017. Analyseverdien for prøven fra 20 m viste et innhold av natrium på 49,6 mg/L. Dette var den høyeste verdien av natrium som ble målt for alle prøvene. De andre parameterne som ble analysert ved ionekromatografi viste ikke tilsvarende høye eller avvikende resultater. Det hadde vært kraftig nedbør i forkant og vannstanden i Høenstjenna var over 50 cm høyere enn ved prøvetaking i august. Analyseresultatet vektlegges ikke da det er lite sannsynlig at den høye verdien skyldes naturlige forhold i vannet, og kontaminering av prøven i forkant av analyse kan være en mulighet. Data fra analyser og vannprøver er vist i vedlegg 9.

Den høye gjennomsnittsmengden av jern (537 µg/L) i prøvene tatt 30.05.2017 skyldes svært høyt innhold av jern målt ved 1 m (1110 µg/L). Dette var i perioden hvor avrenning fra sidebekkene HØE2 og HØE3 førte med seg svært høye verdier av bl. a. jern og mangan. De høyeste registrerte verdiene av jern og mangan i HØE2 ble målt i vannprøvene fra 18. og 25. mai med henholdsvis 13,4 og 10 mg Fe/L og 4 og 2,8 mg Mn/L. Flere episoder med nedbør i forkant bidro til økt avrenning fra hogstområdene der trevirke ble fliset opp og spredt i terrenget. I disse bekkene ble det målt et høyt kjemisk oksygenforbruk og det ble

observert kraftig, heterotrof begroing i denne perioden. De høye gjennomsnittsverdiene av mangan skyldes særlig opphopning av løst mangan ved 20 m. Sommerstagnasjon i miksolimnion, de sirkulerende vannmassene over monimolimnion, er relativt vanlig i meromiktiske innsjøer (Boehrer et al., 2017; Kalff, 2002). Under disse stagnasjonsperiodene kan miksolimnion ha lignende lagdeling som i holomiktiske innsjøer. Det øverste laget består av sirkulerende, varme vannmasser (epilimnion), etterfulgt av en sone der vannets temperatur synker med mer enn 1 °C per meter (metalimnion). Under metalimnion ligger hypolimnion, hvor vannet er kaldt (ca. 4 °C) og lite påvirket av strømning og sirkulasjon fra den øvre delen av innsjøen (Boehrer et al., 2017; Økland & Økland, 2006). Under sommerstagnasjon reduseres innholdet av oksygen gradvis og den nedre delen av hypolimnion kan bli oksygenfri (Boehrer et al., 2017) og overgangen mellom oksygenholdig og oksygenfritt vann kan dermed ligge over kjemoklinen (Zadereev et al., 2017). I Høenstjenna var nedre del av metalimnion lokalisert ved 10 m dyp i perioden mai – oktober 2017 (fig. 4-6). Oksygeninnholdet avtok gradvis ned mot 20 m dyp (fig. 4-7). Fra 20 m økte også ledningsevnen med reduserende forhold og høyere innhold av bl. a. løst jern og mangan (Kalff, 2002; Wetzel, 2001) (fig. 4-11 og 4-12). Metallene som inngår i klassifisering av kjemisk tilstand ble kun analysert for prøvene som ble tatt 30.05.2017 ettersom disse inngikk i analysepakken fra ALS laboratories. Sink ble analysert i alle prøvene for å se etter eventuell påvirkning fra HØE2 og HØE3. Gjennomsnittsverdiene tilsvarte en god tilstand for alle prøvene som ble tatt.

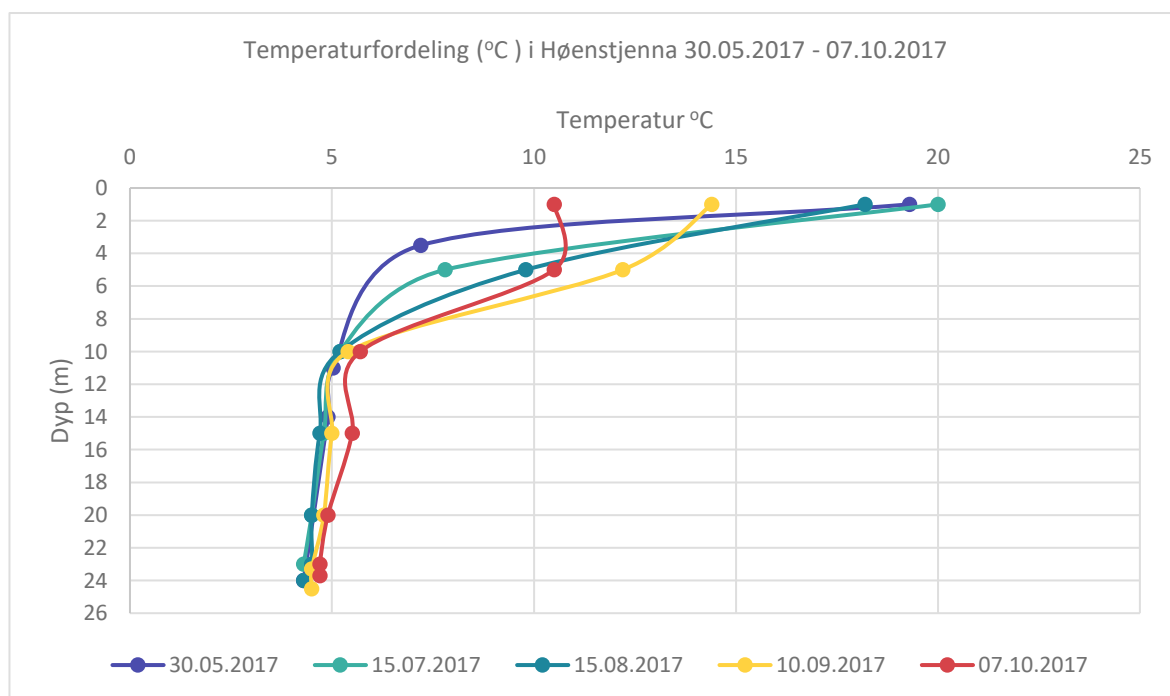
Tabell 4-20. Gjennomsnittsverdier (1 – 20 m) for fysisk-kjemiske støtteparametere samt høyeste snittverdiverdi (max), laveste snittverdi (min) og samlet gjennomsnitt for prøvetakingsrundene i 2017.

Alkalitet og kalium var ikke en del av prøvepakken fra ALS for analyse av vannprøver levert 30.05.2017.

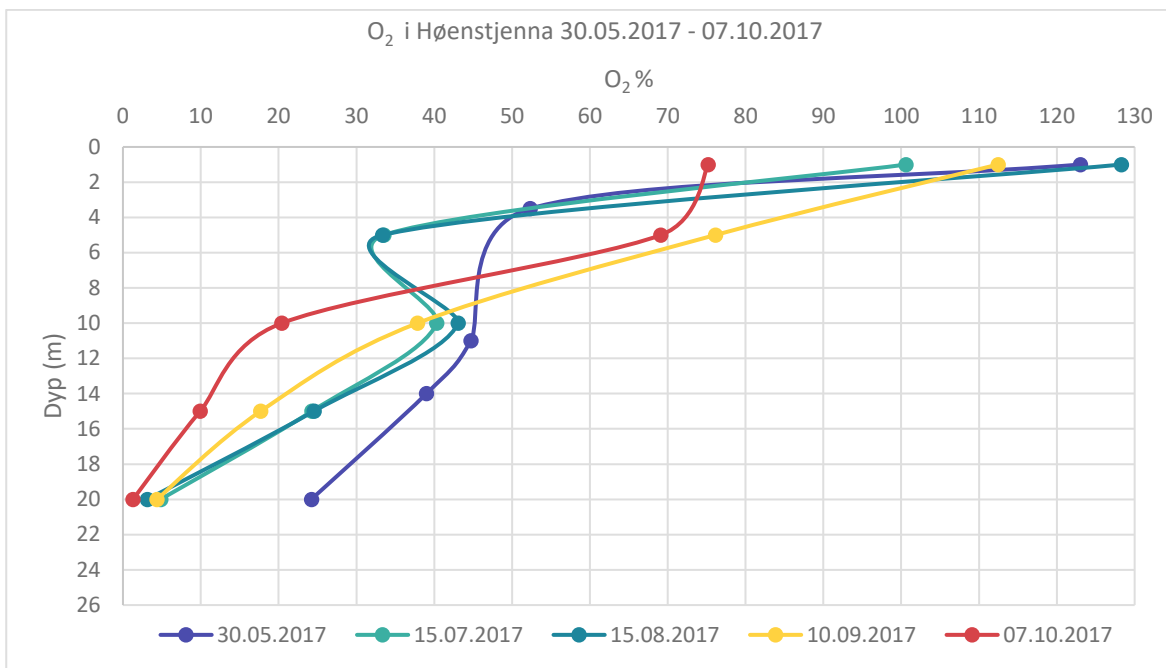
		30.05.	15.07.	15.08.	10.09.	07.10.	Max	Min	Snitt
pH		6,7	6,7	6,6	6,5	6,6	6,7	6,5	6,6
Alkalitet	mmol/L		0,35*	0,33	0,38	0,34	0,38	0,33	0,35
EC	mS/m	6,94	6,70	7,00	6,89	6,90	7,00	6,70	6,89
Fargetall	mg Pt/L	54,3	64,7	50,9	75,2	77,4	77,4	50,9	64,5
FNU		1,01	0,86	1,25	2,77	2,92	2,92	0,86	1,76
TP	µg/L	15,5	15,2	15,3	20,3	24,0	24,0	15,2	18,1
TN	µg/L	800	1059	1061	2003	1209	2003	800	1227
Nitrat	µg/L	353	377	440	503	501	503	353	435
NH ₄	µg/L	59	124	154	74	93	154	59	101
Kalsium	mg/L	6,9	7,2	6,9	6,9	7,2	7,2	6,6	7,0
Kalium	mg/L		1,1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1
Natrium	mg/L	5,0	4,5	5,0	13,5	4,6	13,5	4,5	6,5
Magnesium	mg/L	0,9	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	0,9	1,2
Klorid	mg/L	7,3	6,2	6,5	5,9	6,1	7,3	5,9	6,4
Sulfat	mg/L	2,5	3,6	3,6	3,4	3,7	3,7	2,5	3,4
Sink	µg/L	5,0	4,5	3,3	4,0	4,9	5,0	3,3	4,3
Jern	µg/L	537	184	262	322	372	537	184	335
Mangan	µg/L	61	108	116	130	126	130	61	108

*Alkalitet kun målt ved 20 m grunnet problemer med instrumentet.

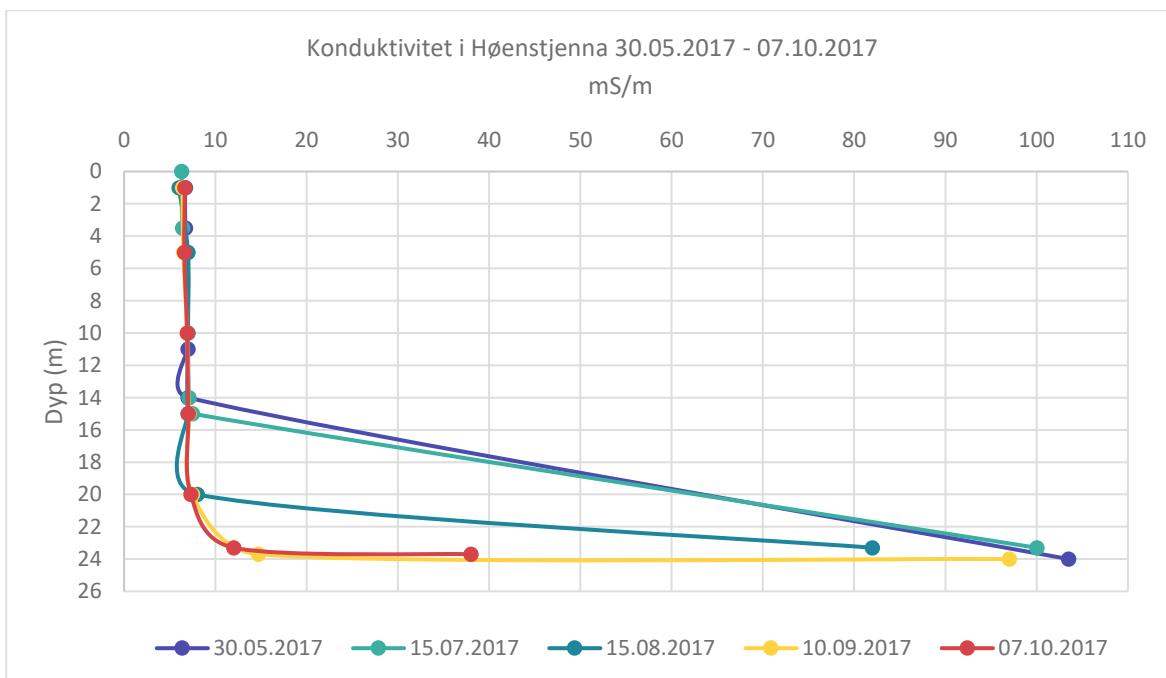
Konduktivitet (fig. 4-8), fargetall (fig. 4-9), totalt nitrogen (fig. 4-10), jern (fig. 4-11) og mangan (4-12) er blant parametere som viser en kraftig økning i målte konsentrasjoner fra kjemoklinen og i monimolimnion. Jern og mangan er gjengitt i mg/L for å gi et inntrykk av hvor store forskjellene er.



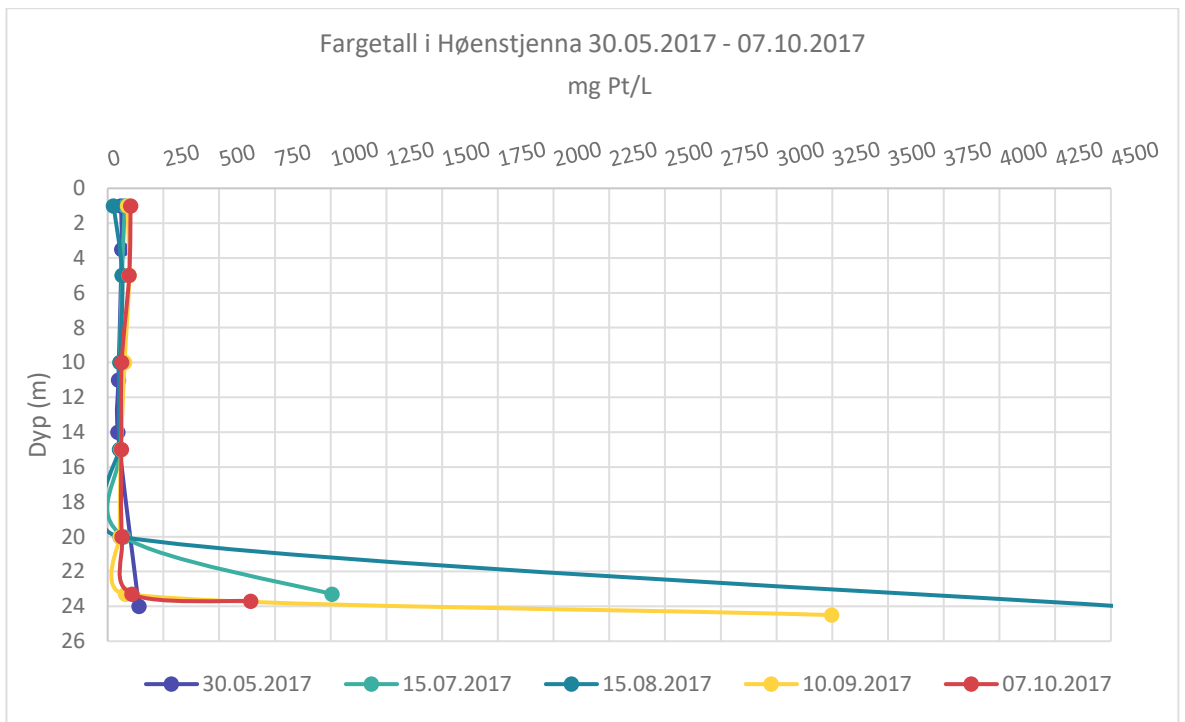
Figur 4- 6 Temperaturfordeling (°C) i Høenstjenna 30.05. – 07.10.2017.



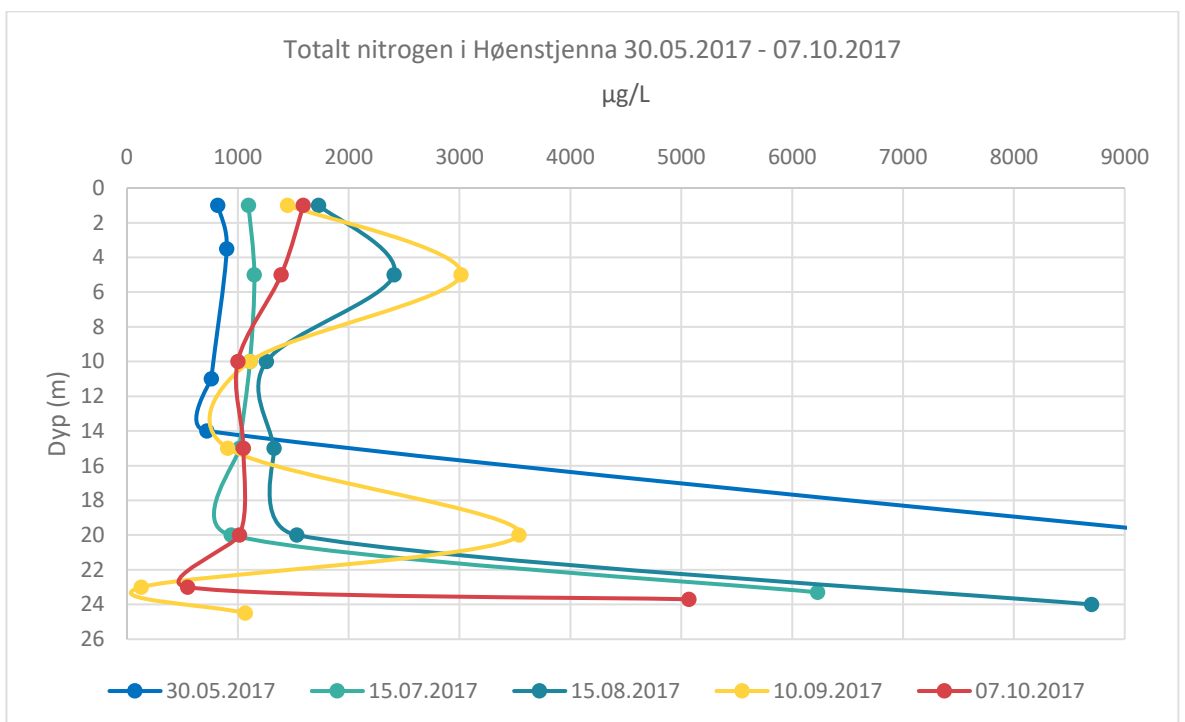
Figur 4-7. Oksygenmetning (%) i Høenstjenna i perioden 30.05. - 07.10.2017. Verdi fra 20 m 30.05.2017 er hentet fra målinger gjort med multiparametersensor (MPS) og viser høyere verdi enn det som er sannsynlig pga. treghet i tilpasning til stadig lavere oksygeninnhold og overgangen miksolimnion og monimolimnion.



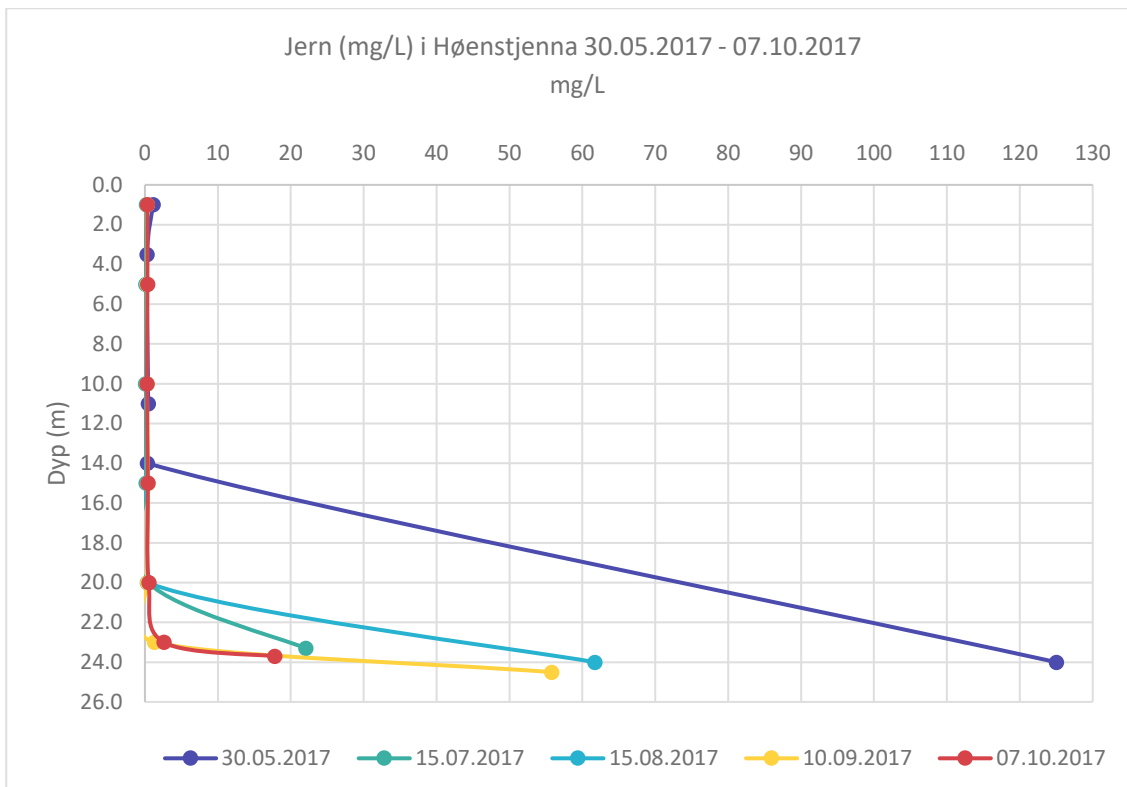
Figur 4-8. Konduktivitet (mS/m) i Høenstjenna i perioden 30.05. – 07.10.2017.



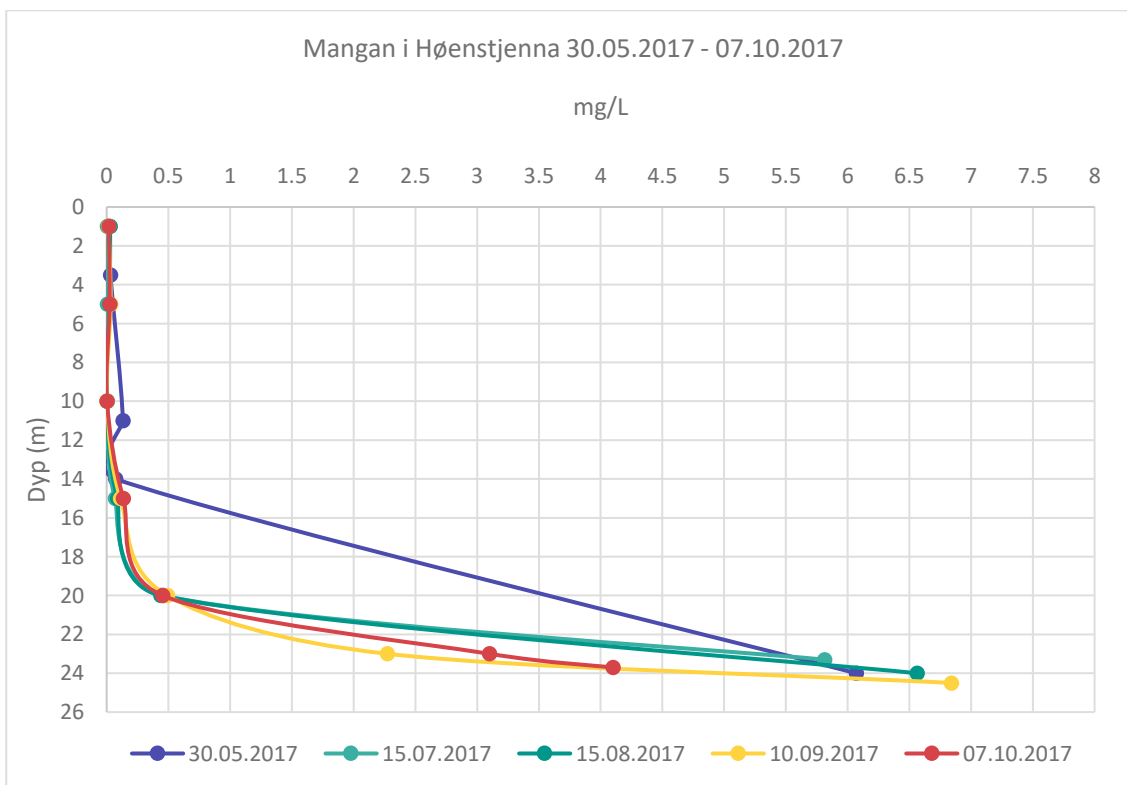
Figur 4-9. Fargetall (mg Pt/L) i Høenstjenna i perioden 30.05. – 07.10.2017



Figur 4-10. Totalt nitrogen (TN) ($\mu\text{g/L}$) i Høenstjenna i perioden 30.05. – 07.10.2017



Figur 4-11. Innhold av jern (mg/L) i Høenstjenna i perioden 30.05. – 07.10.2017



Figur 4-12. Innhold av mangan (mg/L) i Høenstjenna i perioden 30.05. – 07.10.2017.

Økologisk tilstand ble vurdert basert på kvalitetselementene klorofyll a, totalt volum av planteplankton, planteplankton trofisk indeks (PTI) og maksimalt volum av cyanobakterier (Cyano_{max}). Resultatene er presentert i tabell 4-21. Ettersom det ikke ble tatt prøver av fytoplankton da kartleggingen av Høenstjenna ble foretatt 30.05.2017 ble dette gjort 06.06.2017. Klorofyll a og totalt volum av fytoplankton korrelerer vanligvis godt i norske innsjøer, men enkelte lokaliteter kan ha store variasjoner mellom disse avhengig av lysforhold og artssammensetning (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018). Klorofyll a og totalt fytoplanktonvolum korrelerer godt i prøvene fra 15.07., 10.09. og 07.10.2017. For prøvene fra 06.06. og 15.08.2017 var det store variasjoner i klorofyll a og totalt volum. I prøven fra juni var det et vesentlig høyere innhold av klorofyll a sammenlignet med totalt volum av fytoplankton, mens det i august var motsatt. Størrelsen på cellene påvirker til en viss grad innholdet av klorofyll a. Der det er begrenset tilgang på næringsstoffer vil store celler inneholde mindre klorofyll a enn det som er tilfellet for små celler (Vörös og Padisák, 1990). Dette synes dog ikke å være tilfellet i denne sammenheng. Forholdet mellom klorofyll a og totalt volum av fytoplankton kan også påvirkes av andre faktorer. Vörös og Padisák (1990) konkluderte med at klorofyllinnholdet i fytoplankton samvarierte best med celledørrelsen. Dette kan være årsaken til variasjonene som ble observert i juni og august. En annen mulig årsak til lavt beregnet biovolum kan skyldes feil i tellingen, ujevn fordeling av alger på sedimentasjonsglasset eller at valg av ruter ikke var tilstrekkelig tilfeldig (Mischke et al., 2012). Alger som er større enn ca. 20 µm, men som kan være vanskelige å telle ved 100x forstørring, bør dessuten telles ved 200 eller 250x forstørring. Dette gjøres ved å velge to tilfeldige diametertransekter og telle alle forekomster av alger innenfor denne størrelsesordenen (Mischke et al., 2012). Til sedimentering av prøven fra august ble det brukt en 10 mL sedimentasjonsskolonne, men det kan tenkes at en 25 eller 50 mL kolonne hadde vært mer hensiktsmessig selv om dette likevel burde gitt et tilsvarende volum for planteplankton. Ettersom Cyano_{max} ikke bidrar til å forringe vannkvaliteten skal denne ikke regnes med i gjennomsnittet for nEQR til klassifisering av kvalitetselementet. Samlet nEQR for planteplankton i Høenstjenna var 0,55 som tilsvarer en moderat tilstand. Dersom tilstanden for biologiske kvalitetselementer er god benyttes de fysiske-kjemiske støtteparameterne for å bestemme samlet tilstand. Ettersom tilstanden var moderat for de biologiske kvalitetselementene blir denne gjeldende for vannforekomsten. Dersom

resultatene fra august ble sett bort fra ville gjennomsnittsverdien for totalt volum fytoplankton bli 4,5 mm³/L, noe som tilsvarer dårlig tilstand med en nEQR-verdi på 0,29. Samlet nEQR for biologiske kvalitetselementer ville da blitt 0,66, tilsvarende god tilstand. En kombinasjon med nEQR for fysisk-kjemiske støtteparametere ville gitt nEQR 0,58, og den samlede tilstanden ville fortsatt vært moderat.

Tabell 4-21. Beregning av biologisk kvalitetselement basert på planteplankton. Verdier for parameterne klorofyll a, totalt volum av algebiomasse (totalt volum mm³/L), PTI (planteplankton trofisk indeks) og Cyanomax (maksimalt volum for cyanobakterier) fra prøvetaking 06.06., 15.07., 15.08., 10.09., og 07.10.2017. Cyanomax regnes ikke med der tilstanden ikke forringer vannkvaliteten.

Dato	Klorofyll µg/L	Totalt volum mm ³ /L	PTI	Cyano _{max} mm ³ /L
06.06.2017	22.7	1.52	2.21	0.00
15.07.2017	1.62	1.23	2.15	0.03
15.08.2017	3.22	38.80	2.33	0.13
10.09.2017	14.39	14.24	2.81	0.12
07.10.2017	1.55	1.00	2.29	0.00
Gj.snitt 2017	8.70	11.34	2.36	
EQR	0.4	0	0.92	0.99
nEQR	0.68	0	0.77	0.9
Tilstandsklasse	Snitt: 0,34 - Dårlig		God	Svært god
Totalvurdering	0.55 - Moderat			

I juli, august og september utgjorde cyanobakterier henholdsvis 2,4%, 6% og 1% av det totale volumet av fytoplankton. Det bør også bemerkes algen *Gonyostomum semen* utgjorde ca. 12% av det totale volumet av fytoplankton i august. I september utgjorde *G. semen* hele 80,3% av det totale volumet, før en kraftig tilbakegang i oktober med en total prosentandel på 2,4%. Den dominerende tilstedeværelsen av *G. semen* i september samsvarer med det samtidig høye innholdet av humus. Humus er også en kilde til både fosfor og nitrogen for mikroalger (Jones, 1998; Meili, 1992). Studier har også vist at høyt innhold av jern sammenfaller med tilstedeværelse av *G. semen* (Lebret et al., 2018).

Mulige korrelasjoner mellom de biologiske kvalitetselementene, næringssinnhold (TP, TN, ammonium) kalsium, jern og mangan ble undersøkt ved å benytte en multiavariat

korrelasjonsanalyse (tab. 4-22) og en analyse som beregner sannsynligheten for korrelasjoner (tab. 4-23) i JMP. Resultatene viser til en sannsynlig korrelasjon mellom totalt nitrogen (TN) og PTI. Utover det viste tabell 4-23 til en relativt høy korrelasjon mellom totalt biovolum og Cyano_{max} og mellom klorofyll a og jern.

Tabell 4-22. Multivariat korrelasjonstabell for de biologiske kvalitetselementene klorofyll a (klorof.a), totalt volum av fytoplankton (fyto vol), PTI (planteplankton trofisk indeks), Cyanomax, total fosfor (TP), totalt nitrogen (TN), ammonium (NH₄), kalsium, jern og mangan. Verdier høyere enn 0, (hva?) viser til en mulig korrelasjon mellom de aktuelle parameterne de er tilknyttet.

	Klorof. a	Fyto. vol	PTI	Cyano _{max}	TP	TN	NH ₄	Kalsium	Jern	Mangan
Klorof.a	1,0000	-0,2032	0,2627	-0,0988	-0,2086	0,0375	-0,7791	-0,7729	0,7850	-0,6639
Fyto. vol	-0,2032	1,0000	0,2802	0,8593	-0,2950	0,1252	0,6595	-0,4435	-0,3307	0,3016
PTI	0,2627	0,2802	1,0000	0,6583	0,3977	0,9457	-0,2826	-0,4037	-0,0358	0,5364
Cyano _{max}	-0,0988	0,8593	0,6583	1,0000	-0,1717	0,5652	0,4538	-0,4873	-0,4597	0,5038
TP	-0,2086	-0,2950	0,3977	-0,1717	1,0000	0,5050	-0,3428	0,4860	0,1392	0,5927
TN	0,0375	0,1252	0,9457	0,5652	0,5050	1,0000	-0,2134	-0,1184	-0,2464	0,7029
NH ₄	-0,7791	0,6595	-0,2826	0,4538	-0,3428	-0,2134	1,0000	0,2483	-0,7732	0,3827
Kalsium	-0,7729	-0,4435	-0,4037	-0,4873	0,4860	-0,1184	0,2483	1,0000	-0,4106	0,4292
Jern	0,7850	-0,3307	-0,0358	-0,4597	0,1392	-0,2464	-0,7732	-0,4106	1,0000	-0,6497
Mangan	-0,6639	0,3016	0,5364	0,5038	0,5927	0,7029	0,3827	0,4292	-0,6497	1,0000

The correlations are estimated by Row-wise method.

Tabell 4-23. Sannsynlighet for korrelasjon mellom de biologiske kvalitetselementene klorofyll a (klorof.a), totalt volum av fytoplankton (fyto- biovolum), PTI (planteplankton trofisk indeks), Cyanomax, total fosfor (TP), totalt nitrogen (TN), ammonium, kalsium, jern og mangan. Korrelasjon mellom totalt nitrogen og PTI er sannsynlig (<0,0001)

	Klorof. a	Fyto. vol	PTI	Cyano _{max}	TP	TN	NH ₄	Kalsium	Jern	Mangan
Klorof. a	<0,0001	0,7430	0,6694	0,8744	0,7363	0,9523	0,1204	0,1254	0,1157	0,2217
Fyto. vol	0,7430	<0,0001	0,6479	0,0620	0,6299	0,8411	0,2259	0,4544	0,5867	0,6219
PTI	0,6694	0,6479	<0,0001	0,2271	0,5073	0,0151	0,6451	0,5003	0,9544	0,3513
Cyano _{max}	0,8744	0,0620	0,2271	<0,0001	0,7824	0,3208	0,4427	0,4050	0,4360	0,3868
TP	0,7363	0,6299	0,5073	0,7824	<0,0001	0,3855	0,5723	0,4066	0,8233	0,2922
TN	0,9523	0,8411	0,0151	0,3208	0,3855	<0,0001	0,7303	0,8496	0,6895	0,1855
NH ₄	0,1204	0,2259	0,6451	0,4427	0,5732	0,7303	<0,0001	0,6872	0,1252	0,5249
Kalsium	0,1254	0,4544	0,5003	0,4050	0,4066	0,8496	0,6872	<0,0001	0,4923	0,4709
Jern	0,1157	0,5867	0,9544	0,4360	0,8233	0,6895	0,4923	0,4923	<0,0001	0,2354
Mangan	0,2217	0,6219	0,3513	0,3868	0,2922	0,1855	0,4709	0,4709	0,2354	<0,0001

4.3 Vannforskriften

Vannforskriften (ref) ble gjennomgått for å undersøke hvilke føringer som gjelder for inngrep i natur og tilknytning til resipienter som forventes å bli særlig påvirket under anleggsfasen. §4 sier følgende: «Tilstanden i overflatevann skal beskyttes mot forringelse, forbedres og gjenopprettes med sikte på at vannforekomstene skal ha minst god økologisk og god kjemisk tilstand, i samsvar med klassifiseringen i vedlegg V og miljøkvalitetsstandardene i vedlegg VIII.» Dette gir en klar indikasjon på at tiltak skal iverksettes for å beskytte vannforekomster når det er fare for nettopp forringelse. Forundersøkelsene viste at det ikke var en utelukkende god økologisk tilstand i Åbyelva, og et spørsmål som dukker opp i den sammenheng er i hvilken grad vannforekomsten skal beskyttes bedre. I §8 påpekes det at fristen for å nå miljømålene er innenfor gjeldende planperiode, men at målene kan utsettes hvis det er særlige årsaker som gjør det vanskelig å nå miljømålene innen fristen. §9 fastsetter at en forlenget frist på inntil 6 år kan settes og at enten særskilte tekniske årsaker, uforholdsmessige kostnader eller naturforhold som vanskeliggjør oppnåelse av miljømålene må ligge til grunn for å få en utsatt frist. Ytterligere utsettelse kan kun innvilges dersom naturforholdene tilsier at det ikke vil la seg gjøre å nå miljømålene innen fristen. §10 omtaler hvilke kriterier som ligger til grunn for å fastsette mindre strenge miljømål i en vannforekomst som er påvirket av menneskelig aktivitet i en slik grad at det ikke vil la seg gjøre å nå miljømålene. Bygging av ny E18, og annen ny infrastruktur, kan med en viss rimelighet ansees som en ny, bærekraftig aktivitet der samfunnsnyttens er større enn tapet av miljøkvalitet som omtalt i §12. Nye aktiviteter eller inngrep kan settes i gang selv om det kan føre til forringelse av vannkvaliteten. Dette gjelder dog hvis tilstanden endres fra svært god til god og at det skal gjennomføres praktiske tiltak som beskytter vannforekomsten så langt det er mulig. Det stilles krav til overvåkningsprogram på et regionalt nivå i §18, og fylkesmannen er rådgiver og har i samråd med berørte myndigheter, kommuner og fylkeskommuner, det miljøfaglige ansvaret for koordinering av overvåkning og registrering av data i Vann-Nett. Vedlegg II og V i vannforskriften er i stor grad gjengitt i veileder 02:2018 og de foregående veilederne. Disse omhandler kriterier for karakterisering, identifisering av påvirkninger, klassifisering og overvåking.

Med grunnlag i dette kan det sies at det foreligger føringer for ivaretagelse av vannforekomster ved inngrep som kan forventes å forringe vannkvaliteten. Likevel er det et poeng at dette særlig synes å gjelde vannforekomster som har svært god tilstand. Det påpekes også at tiltak for å forhindre forringelse skal gjennomføres. Utover dette ble ikke funnet føringer som direkte angår påvirkning av vannforekomster der den laveste tilstanden er moderat eller dårligere.

Ettersom det ikke er noen tunneler på strekningen mellom Rugtvedt og Dørdal er det ingen krav i forbindelse med utslipp som er hjemlet i andre lovverk. De kravene som er satt med tanke på utslipp til Åbyelva i anleggsfasen og driftsfasen er vurdert i planprosessen og basert på konsekvensutredninger. Disse kravene er satt i reguleringsplanen og videre omtalt i de YM-planer som er utarbeidet av NyeVeier. Som nevnt innledningsvis er kravet om konsekvensutredninger hjemlet i plan- og bygningslovens forskrift om konsekvensutredninger (FOR-2017-06-21-854).

5 Konklusjon

5.1 Åbyelva

I løpet av anleggsfasen har det foregått omfattende arbeider tilknyttet sprengning og masseutskifting i myrområder. Det har blitt anlagt flere deponier for sprengstein og mellomagring av jord. Sprengstein har også blitt benyttet til fyllmasser i veikropp. Dette er aktiviteter som fører til økt avrenning av nitrogen, noe som gjenspeiler seg i resultatene for vannprøver som har blitt tatt fra de tre stasjonene ÅBY1, ÅBY4 og ÅBY5 i Åbyelva, med en reduksjon av tilstand for nitrogen fra god til moderat. I sidebekkene som drenerer til Åbyelva mellom Nedre Stemmen (ÅBY1) og Nysteintjenna oppstrøms ÅBY4 har det ved flere anledninger blitt målt verdier for ammonium som overskrider grenseverdiene fastsatt i YM-plan på $50 \mu\text{g NH}_4^+/\text{L}$ (Nye Veier, 2017). I de tre stasjonene tilknyttet Åbyelva har målte verdier for ammonium vært oppe i $75 \mu\text{g NH}_4^+/\text{L}$. Verdiene for totalt nitrogen etter oppstart av hogst- og anleggsfasen økt i en slik grad at tilstanden har blitt redusert fra god til moderat. Det omfattende anleggsarbeidet har også ført til økt avrenning av jord og partikler, noe som har ført til økt humusinnhold og totalt organisk karbon i Åbyelva. Den høyeste verdien av jern ($260 \mu\text{g}/\text{L}$) ble registrert i ÅBY1, Nedre Stemmen. For metaller som benyttes til å klassifisere kjemisk tilstand var det ingen overskridelser av den maksimale, årlige middelveidien etter hogst/anleggsstart og tilstanden var følgelig god, noe som tyder på at anleggsaktiviteten ikke har påvirket den kjemiske tilstanden i Åbyelva.

For begroingsalger viste PIT-indeksen til en viss eutrofiering ved ÅBY5, hvor tilstanden hadde gått fra svært god ved forundersøkelsene i 2016 til god i 2017. Det er vanskelig å si noe om hvorvidt Åbyelva var forsuringpåvirket i 2016 selv om forsuringindeksen for begroingsalger, AIP, indikerte dårlig tilstand. I 2017 var tilstanden svært god, men ingen markant endring i kalsium, pH eller alkalitet ble observert. Ved ÅBY1 var tilstanden i 2017 tilsvarende som ved ÅBY5, god i henhold til PIT-indeksen og svært god i henhold til AIP-indeksen. Dette samsvarer med endret tilstand for totalt nitrogen i ÅBY1 og ÅBY5. Tilstanden for totalt nitrogen i ÅBY4 samsvarte med de andre stasjonene og bekrefter i så måte at anleggsaktiviteten har påvirket Åbyelva.

For bunndyr var tilstanden i Åbyelva moderat både før og etter hogst- og anleggsstart. Dette indikerer at anleggsaktiviteten ikke har hatt noen umiddelbar påvirkning på bunndyrs sammensetningen. I ÅBY1 gikk tilstanden fra moderat i 2017 til dårlig våren 2018. I ÅBY4 var tilstanden i 2017 og våren 2018 moderat. I ÅBY5 var tilstanden god våren og sommeren 2016, mens den ble redusert til moderat høsten 2016. Våren 2017 var tilstanden igjen god før den ble redusert til moderat høsten 2017 og våren 2018. Som nevnt var særlig høsten 2017 preget av mye nedbør og flere flomepisoder. Flom bidrar til erosjon av sedimenter og kan føre til utskylning av bunndyr. Sammenligning av resultatene gir ingen umiddelbar bekreftelse på at det økte innholdet av nitrogen og hummusstoffer i Åbyelva har påvirket sammensetningen av bunndyr, og det er trolig mer sannsynlig at reduksjon i tilstanden ved de ulike stasjonene skyldes flomepisoder enn eutrofiering. Den samlede tilstanden for bunndyr i henhold til ASPT-indeksen i Åbyelva var som sagt moderat både før og etter oppstart av hogst- og anleggsfasen, noe som indikerer at anleggsaktiviteten ikke har hatt en umiddelbar påvirkning på bunndyrs sammensetningen.

5.2 Høenstjenna

For Høenstjenna tyder nitrogen og fosformengdene sommeren 2017 på en sannsynlig påvirkning fra anleggsaktivitet. I mai ble det registrert høye verdier av jern i prøven fra 1 m dyp, noe som sammenfaller med de høye verdiene av jern som ble målt i sidebekken HØE2 18. og 25. mai på henholdsvis 13,4 og 10 mg Fe/L.

Det er sannsynlig at den økte tilførselen av nitrogen, fosfor, jern og humus i september bidro til gode forhold for algen *Gonyostomum semen*. Den høye verdien av klorofyll og det totale volumet av fytoplankton i august bidro i stor grad til å redusere tilstanden i Høenstjenna, og selv om man ser bort fra det usannsynlig høye volumet for fytoplankton i august, drar likevel den moderate tilstanden for totalt-nitrogen og siktedyp ned tilstanden til moderat.

5.3 Vannforskriften

Det var ønskelig å undersøke i hvilken grad vannforskriften legger føringer for ivaretagelse av vannforekomster under anleggsfaser tilknyttet anleggsprosjekter. Det kan til en viss grad hevdes at vannforskriften legger føringer for en slik ivaretagelse gjennom §4 som sier at vannforekomster skal beskyttes mot forringelse, og at det skal tas sikte på at vannforekomster skal ha god kjemisk tilstand og minst god økologisk tilstand. På bakgrunn av biologiske kvalitetselementer hadde Åbyelva moderat tilstand før utbyggingen av ny E18 startet. Med bakgrunn i krav til konsekvensutredning i plan- og bygningslovens forskrift om konsekvensutredninger (FOR-2017-06-21-854) forskrift bør likevel §4 oppfattes som førende med tanke på å unngå ytterligere reduksjon av tilstanden i en vannforekomst. Det vil dermed være rimelig å tolke §12 dit hen at praktiske tiltak som beskytter vannforekomsten så langt det er mulig bør gjennomføres, også når tilstanden i utgangspunktet er moderat.

Referanser/litteraturliste

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 Research*, vol. 17, no. 3, p. 333-347.

Bamble commune (2017). Reguleringsbestemmelser til reguleringsplan for E18 Rugtvedt – Dørdal i Bamble Kommune R06 Svartholt Bru (PlanID 315). 30.07.2017. Hentet fra:
<https://www.bamble.kommune.no/contentassets/cd82a24f31df457880bf54c22f176e3a/r06-bestemmelser-svartholt-bru.pdf>

Boehrer, B. von Rohden C. & Schultze, M. (2017). Physical Features of Meromictic Lakes: Stratification and Circulation. I R. D. Gulati, E. S. Zadereev & A. G. Degermendzhi (Red.) (2017). *Ecology of Meromictic Lakes* (s. 15 – 34) Sveits: Springer

Braband, Å., Brittain J. E., Sand, K., Aass, P., Halvorsen, G., Hindar, K., ... L'Abée-Lund, J. H. (1998) *Virkning av flom på vannlevende organismer*. HYDRA-rapport nr. Mi02.

Bækken, T., Avolio, M. C., Veidel, A. og Willberg, M. (2005). PORECA – Forurensningsreducerende effekt av Nygård rense- og fordrøyningsbasseng for vegavrenning, samt vegavrenning til Kjeksrudbekkene og Brekkebekken, 4935-2005: NIVA for Statens vegvesen. 69 s.

Direktoratsgruppen vanndirektivet (2018). *Klassifisering av miljøtilstand i vann Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Veileder 2:2018 Klassifisering. Hentet fra: <https://vannportalen.no/veiledere>

Elser, J. J., Andersen, T., Baron, J. S., Bergström, A-K., Jansson, M., Kyle, M., ... Hessen, D.O. (2009). *Shifts in Lake N:P Stoichiometry and Nutrient Limitation Driven by Atmospheric Nitrogen Deposition*. *Science* 2009, 326(5954): 835-7. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1176199>

Erikstad, L., Halvorsen, R., Moen, A., Andersen, T., Blom, H.H., Elvebakk, A., ... Ødegaard, F. 2009. *Inndeling på landskapsdel-nivå*. Naturtyper i Norge Bakgrunnsdokument 12: 1-52.

Forskrift om konsekvensutredninger (2009) Forskrift om konsekvensutredninger (FOR-2009-06-26). Hentet fra: <https://lovdata.no/dokument/SFO/forskrift/2009-06-26-855>

Forskrift om konsekvensutredninger (2017) Forskrift om konsekvensutredninger (FOR-2017-06-21-854). Hentet fra: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-21-854/KAPITTEL_1#KAPITTEL_1

Giller, P. S. & Malmqvist, B. (1998) *The Biology of Streams and Rivers*. New York: Oxford University Press

Gulati, R. D. & Zadereev, E. S. (2017) Conclusion: Ecology of Meromictic Lakes. I R. D. Gulati, E. S. Zadereev & A. G. Degermendzhi (Red.) (2017). *Ecology of Meromictic Lakes* (s. 71 – 86) Sveits: Springer

Hæhre entreprenør (2017), E18 Rugtvedt – Dørdal. Prinsippskisse for bygging av rensedammer. (upubl.)

Kalff, J., (2002), *Limnology*. Prentice Hall

Larsen, B. M. (2018), *Handlingsplan for elvemusling (Margaritifera margaritifera L.) 2019 – 2028*. Miljødirektoratet rapport M-1107|2018.

Larsen, B. M. og Hartvigsen, R., 1999. *Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera**. NINA-Fagrapport 037: 1-41 (Norsk Institutt for Naturforskning [NINA]), ISSN 0805-49x. Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning NINA-NIKU. Trondheim, 1999.

Löfgren, S., Grading U. and Stendera, S. (2014). Long-term effects on nitrogen and benthic fauna of extreme weather events: Examples from two Swedish headwater streams in *AMBIO A Journal of the Human Environment*. 43: 58 – 76. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0562-3>

Låg, J., (1987), Jordbunnskart, Norges landbrukshøgskole, Kartblad 2.3.1 – foreløpig utgave. *Norges geologiske undersøkelse, Jordarter. M 1:1mill., Nasjonalatlas for Norge, kartblad 2.3.7*. Alnabru: Centraltrykkeriet

Mischke, U., Thackeray, S., Dunbar, M., McDonald, C., Carvalho, L., Hoyos C., ... Dudley, B., (2012). *Deliverable D3.1-4: Guidance document on sampling, analysis and counting standards for phytoplankton in lakes*. WISER Deliverable. Seventh framework programme.

Norgeskart.no. (u.å.) Norgeskart [Kartsøk Åbyelva]. Hentet fra <https://norgeskart.no>

Nye Veier (u.å). Reguleringsplan. Hentet fra: <https://www.nyeveier.no/prosjekter/e18-soeroest/e18-rugtvedt-doerdal/reguleringsplan/>

Nye Veier (2017). *Ytre miljø-plan ny E18 Rugtvedt – Dørdal (versjon 3)*. Nye Veier arkiv, Rugtvedt

Reinemo, J. Skaalsveen, K., Rognan, Y. & Roseth, R. (2017). *E18 Rugtvedt – Dørdal. Forundersøkelse av vannlvaøtet i berørte vassdrag*. Norsk Institutt for Bioøkonomi (NIBIO), Ås.

Roseth, R., Rognan, Y., Reinemo, R., Johansen, Ø., Våge, K., Stabell T. ... Rolandsen, S. (2018). *Miljøovervåking E18 Rugtvedt – Dørdal. Halvårsrapport for anleggsperioden juli til desember 2017*. NIBIO Rapport 4/97/2018. Hentet fra: <http://hdl.handle.net/11250/2570529>

Røgeberg, E. (1987). *A coulometric Gran titration method for the determination of strong and weak acids in freshwater*. Acid Rain Res. Report 12/1987. Oslo: Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA)

Saltveit, J. (red.) (2016). *Økologiske forhold i vassdrag – konsekvenser av vannføringsendringer. En sammenstilling av dagens kunnskap*. Oslo. Norges vassdrags- og energidirektorat

Sandaas, K. og Enerud, J., 2012. *Kartlegging av elvemusling Margaritifera margaritifera i Telemark*. Hentet fra: <https://www.vannportalen.no/link/804fe42ff0e14f108f000bb1c4c7acff.aspx?id=45837>

Schneider, S., Lindstrøm, E.-A. (2009) *Bioindication in Norwegian rivers using non-diatomaceous benthic algae: The acidification index periphyton (AIP)*. Norwegian Institute of Water Research, Oslo.

SEBA Internettmodul, NIBIO Hentet fra: <http://bioweb08.bioforsk.no/seba/projects/index.php>

Semadeni-Davies, A. (2006). Winter performance of an urban stormwater pond in southern Sweden. *Hydrological Processes*, 20 (1): 165 – 182

Sigmond, E.M.O, Bryhni, I. & Jorde, K. (2013). *Norsk geologisk ordnbok*. Trondheim: Akademika.

Sigmond, E.M.O., Gustavson, M. & Roberts, D. (1984). *Berggrunnskart over Norge – M 1:1 milliom, Norges Geologiske undersøkelse, Kartblad 2.2.1*.

- Sollid, J.L. & Torp, B. (1984). *Glasiogeologisk kart over Norge, 1:1 000 000*. Nasjonalatlas for Norge, Geografisk Institutt, Universitetet i Oslo.
- Starzec, P. Lind, B. O. B., Lanngren, A., Lindgren, A. and Svenson, T. (2005) Technical and environmental functioning of detention ponds for the treatment of highway and road runoff. *Water Air and Soil Pollution*, 163 (1-3): 153 – 167.
- Syversen, N., (2012). *E18 Rugtved-Dørdal, Bamble. Reguleringsplan med konsekvensutredning*. Fagrapport vannmiljø. Asplan Viak/Statens vegvesen region Sør. Ås.
- Thrane, J-E., Hessen, D. O. & Andersen, T., (2017). «Plasticity in algal stoichiometry: Experimental evidence of a temperature-induced shift in optimal supply N:P ratio.” *Limnology and Oceanography*. ISSN 0024-3590. 62(4), s 1346- 1354 <https://doi.org/10.1002/lno.10500>
- Thrane, J-E., Hessen, D. O. & Andersen, T., (2016). “The impact of irradiance on optimal and cellular nitrogen to phosphorus ratios in phytoplankton.” *Ecology Letters*. ISSN 1461-023X. 19(8), s 880- 888. <https://doi.org/10.1111/ele.12623>
- Tikkanen, T. & Willén T. (1992). *Växtplanktonflora*, Naturvårdsverket. Tuna-Tryck AB, Eskilstuna.
- Torp, M. (2011) *Mobilitet og potensiell biotilgjengelighet av metaller i et sedimentasjonsbasseng for vegavrenning og vaskevann fra tunneler langs E8 i Vassum, Ås kommune, Akershus*. Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås.
- Tronhus, S. (2013) *Tilstandsklassifisering av lokaliteter i vannområde Kragerø*. Tronhus bunndyrundersøkelser. Hentet fra: <https://vannnett.no/vannnett.portal.api/api/ArchiveDocument/13755>

Tronhus, S. (2017). *Overvåking av lokaliteter i vannområde Kragerø*. Tronhus bunndyrundersøkelser. Hentet fra: <https://vannnett.no/vannnett.portal.api/api/ArchiveDocument/13756>

Utenriksdepartementet (2008). Om samtykke til godkjenning av EØS-komiteens beslutning nr. 125 av 28. september 2007 om innlemmelse i EØS-avtalen av direktiv 2000/60/EF av 23. oktober 2000 om fastsettelse av rammer for Fellesskapets vannpolitikk (vanndirektivet). (St.meld. nr. 75 (2007 – 2008)). Hentet fra: <https://www.regjeringen.no>

Utermöhl, H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitteilungen Internationale Vereinigung Theoretische und Angewandte. *Limnologie* 9: 1–38.

Vanndirektivet (2000). EUs rammedirektiv for vann. Hentet fra: <http://www.vannportalen.no/regelverk/vanndirektivet/>

Vannforskriften (2006) Forskrift om rammer for vannforvaltningen (FOR-2006-12-15-1446) Hentet fra: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446#KAPITTEL_9

Vedtak om suppleringsplan av Verneplan for vassdrag (2005). Vedtak om suppleringsplan av Verneplan for vassdrag (FOR-2005-02-18-888). Hentet fra: <https://lovdata.no>

Vörös, L. and Padisák, J. (1990). Phytoplankton biomass and chlorophyll-a in some shallow lakes in central Europe. *Hydrobiologia* 215: 111-119. 1991. Kluwer Academic Publishers. Belgium

Walseng, B., Hesthagen, T., (2013) Krepser som indikator på vannkvaliteten i Enningsvassdraget. I *pH-status – Forum for sur nedbør og kalking*. Nr.2/2013 (Juni 2013, årgang 19). Norges Jeger- og Fiskeforbund. Redaktør: Alv Arne Lyse. Bergen

- Westerlund, C., Viklander, M. & Bäckström, M. (2003). *Seasonal variations in road runoff quality in Luleå, Sweden*. *Water Science Technology* 48 (9): 93 – 101
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology – Lake and River Ecosystems* (3. utg). San Diego: Academic Press.
- Zadereev, E. S., Ramesh, G. & Camacho. A. (2017). Biological and Ecological Features, Trophic Structure and Energy Flow in Meromictic Lakes. I R. D. Gulati, E. S. Zadereev & A. G. Degermendzhi (Red.) (2017). *Ecology of Meromictic Lakes* (s. 71 – 86) Sveits: Springer
- Økland, J. og Økland, K. A. (2006). *Vann og vassdrag 3. Kjemi, fysikk og miljø* (2. utg.). Nesbru: Forlaget vett & viten
- Aanestad, K., Leine, A. M. og Ødegaard, T. C. (1990). *En limnologisk undersøkelse av Kilevatn*, Telemark Distriktshøgskole
- Åstebøl, S. O. & Roseth R. (2014). *Vannbeskyttelse I vegplanlegging og vegbygging*. (Statens vegvesens rapporter nr. 295). Hentet fra: <https://vegvesen.no>

Oversikt over tabeller og figurer

Tabell 2-1. Informasjon for Åbyelva og tilhørende nedbørfelt, hentet fra Nevina og vannnett.....	13
Tabell 2-2. Fysisk-kjemiske parametere og økologisk tilstand fra undersøkelser ved ÅBY5 i 2012 og 2016 basert på bunndyr som kvalitetselement. Data fra Tronhus bunndyrundersøkelser 2013 og 2016.	18
Tabell 2-3. Informasjon om overflateareal og morfometriske parametere for Høenstjenna og tilhørende nedbørfelt.....	20
Figur 2-1. Oversiktskart med nedbørfelt og veilinje innenfor rød sirkel (øverst) og nedbørfeltet markert i rødt med kryssende veilinje (nederst). Kart er utarbeidet i ArcMap av Yvonne Rognan.	12
Figur 2-2. Oversiktskart over prøvetakingsstasjonene i Åbyelva. Stasjonene er markert i rødt. Kart utarbeidet i ArcMap.	14
Figur 2-3. ÅBY1 – Nedre Stemmen. Foto: Yvonne Rognan	15
Figur 2-4. ÅBY4 – Nedstrøms Nysteintjenna. Foto: Yvonne Rognan.	16
Figur 2-5. ÅBY5 – Oppstrøms dagens E18 ved Bjerkesethveien. Foto: Yvonne Rognan..	17
Figur 2-6. Høenstjenna sett fra utløpet til HØE1, en av sidebekkene som drenerer fra anleggsområdet og ut i Høenstjenna. Foto: Yvonne Rognan.....	19
Figur 2-7. Høenstjenna. Prøvepunkt over største dyp er markert i rødt. Sidebekker HØE1, HØE2 og HØE3 er markert med rød tekst over markering for utløp til Høenstjenna. Grønn markering: Vei og anleggsområde. Lilla markering: Ytterkant planområde. Kart utarbeidet i ArcMap av Yvonne Rognan.	19
Figur 2-8. Batymetrisk kart for Høenstjenna gjengitt i målestokk 1:5000. Kartet er utarbeidet i ReefMaster av Yvonne Rognan.	20
Tabell 3-1. Abiotiske parametere målt med multiparametersensor KLL-Q i Høenstjenna 2017	27
Tabell 3-2. Dyp for prøvetaking til blandprøver (1 m – dobbelt siktedyp) for klorofyll a og planteplankton biomasse i Høenstjenna 2017	27
Tabell 3-3. Dyp for prøvetaking til fysisk-kjemiske parametere i Høenstjenna mai – oktober 2017	27

Tabell 3-4. Oversikt over forberedende prosedyrer, filtrering, konservering og lagring av vannprøver	29
Tabell 3-5. Parameternavn, instrument og metoder benyttet til analyse av fysisk-kjemiske vannparametere i Høenstjenna 2017.....	30
Tabell 3-6. Kartgrunnlag og leverandør av karttjenester.....	30
Figur 3-1. Automatisk målestasjon, ÅBY5, multiparametersonde til kontinuerlig overvåking av vannet i Åbyelva er plassert i foringsrøret. Foto: Yvonne Rognan	25
Figur 3-2. Multiparametersensor benyttet til måling av abiotiske parametere i Høenstjenna. Tilsvarende sensor er også benyttet i de automatiske målestasjonene for kontinuerlig måling av vannkvalitet bl.a. i Åbyelva ved ÅBY5.	26
Tabell 4-1. Max, min, gjennomsnitt og antall prøver tatt før (01.06. – 31.12.2016) og etter (01.01.2017 – 31.05.2018) anleggsstart for fysisk-kjemiske parameterne ved ÅBY1 i Åbyelva. Datakilde: ALS/Eurofins.	33
Tabell 4-2. Antall prøver, gjennomsnitt, varians og t.test til sammenligning for å se etter signifikante endring før (01.06. – 31.12.2016) og etter (01.06.2017 – 31.05.2018) anleggsstart for fysisk-kjemiske parametere ved ÅBY1 i Åbyelva.	34
Tabell 4-3. Max, min, gjennomsnitt og antall prøver tatt før (01.06. – 31.12.2016) og etter (01.01.2017 – 31.05.2018) anleggsstart for metaller ved ÅBY1 i Åbyelva. Datakilde: ALS/Eurofins.	36
Tabell 4-4. Begroingsalger – ÅBY1 04.09.2017. Artsliste og tilhørende PIT- og AIP-verdier med beregnet EQR og nEQR. Rådata er utarbeidet av Trond Stabell (Faun).	37
Tabell 4-5. ASPT-score, beregnet EQR, nEQR og ASPT-verdi for bunndyrprøver samlet inn før (17.08.2016) og etter hogst/anleggsstart (03.04.2017, 19.10.2017 og 02.05.2018). Rådata er utarbeidet av Trond Stabell (Faun).	38
Tabell 4-6. Max, min, gjennomsnitt og antall prøver tatt før (01.06. – 31.12.2016) og etter (01.01.2017 – 31.05.2018) anleggstart ved ÅBY4 i Åbyelva. Datakilde: ALS/Eurofins.....	39
Tabell 4-7. Max, min, gjennomsnitt og antall prøver tatt før (01.06.- 31.12.2016) og etter (01.01.2017 – 31.05.2018) anleggsstart for metaller ved ÅBY4. Datakilde: ALS/Eurofins.	41

Tabell 4-8. ASPT-score, beregnet EQR, nEQR og ASPT-verdi for bunndyrprøver samlet inn etter hogst/anleggsstart (03.04.2017, 19.10.2017 og 02.05.2018) ved ÅBY4 i Åbyelva. Rådata er utarbeidet av Trond Stabell (Faun).....	44
Tabell 4-9. Max, min, gjennomsnitt og antall prøver tatt før (01.06. – 31.12.2016) og etter (01.01.2017 – 31.05.2018) anleggsstart for fysisk-kjemiske parametere ved ÅBY5 i Åbyelva. Datakilde: Tronhus, 2013, Tronhus 2016 og ALS/Eurofins.....	45
Tabell 4-10. Antall prøver, gjennomsnitt, varians og t.test til sammenligning for å se etter signifikante endring før (01.06. – 31.12.2016) og etter (01.06.2017 – 31.05.2018) anleggsstart for fysisk-kjemiske parametere ved ÅBY5 i Åbyelva.....	45
Tabell 4-11. Max, min, gjennomsnitt og antall prøver tatt før og etter anleggsstart for metallene bly, kadmium, kvikksølv, nikkel (kjemisk tilstand) og arsen, kobber, krom, sink, jern og mangan (fysisk-kjemiske støtteparametere) ved ÅBY5.	47
Tabell 4-12. Begroingsalger – ÅBY5 20.10.2016. Artsliste og tilhørende PIT- og AIP-verdier med beregnede verdier for EQR og nEQR. Rådata utarbeidet av Trond Stabell (Faun)..	48
Tabell 4-13. Begroingsalger – ÅBY5 04.09.2017. Artsliste og tilhørende PIT- og AIP-verdier med beregnede verdier for EQR og nEQR. Rådata utarbeidet av Trond Stabell (Faun)..	49
Tabell 4-14. ASPT-score, beregnet EQR, nEQR og ASPT-verdi for bunndyrprøver samlet inn etter hogst/anleggsstart (17.08.2016, 03.04.2017, 19.10.2017 og 02.05.2018). ASPT-verdier, EQR og nEQR for bunndyrundersøkelser er beregnet av Tronhus Bunndyrundersøkelser, 2012 og 2016, og gjengitt sammen med de øvrige resultatene i bunn av tabellen. Bunndyrprøver i forbindelse med forundersøkelsene ble tatt i august og er merket med S 2016. S2016 og V2017 er analysert av Trond Bremnes (LFI). H2017 og V2018 er analysert av Trond Stabell (FAUN).	50
Tabell 4-15. Data fra undersøkelser av elvemusling i 2012 (Sandaas og Enerud) og 2017 (NIBIO/FAUN). *Antall individer pr. m ² fra 2012 er beregnet ut fra et ca. 90 m ² område, areal for mulig forekomst er ikke oppgitt. Antall levende elvemuslinger totalt og antall talte, levende pr. minutt er ikke oppgitt. **Beregnet ved hjelp av formel for antall levende pr. minutt og en antagelse om at telling foregikk over 4x15 min. Undersøkt strekning med funn i 2012 er basert på estimater fra kartdata i rapport (Sandaas og Enerud).	52
Tabell 4-16. Fargekodet tilstand for de undersøkte elementene i Åbyelva før, etter og samlet. Tilstand er angitt som nEQR-verdi eller forkortelse: SG-Svært god (blå), G-God (grønn), M-Moderat (gul), D-Dårlig (oransje) og SD-Svært dårlig (rød)	54

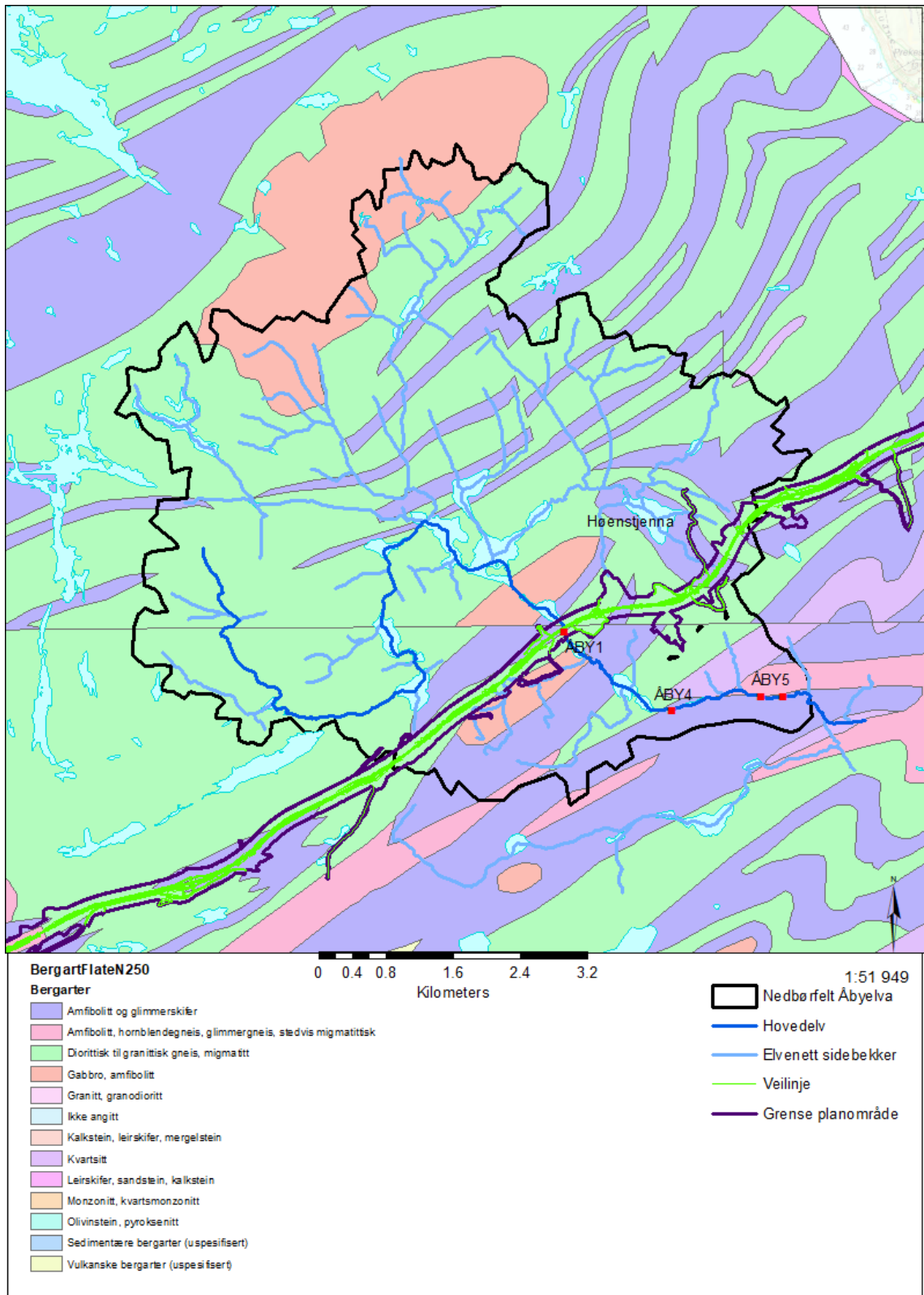
Tabell 4- 17. Gjennomsnittsverdier for kalsium, alkalitet og fargetall ved prøvetaking i Høenstjenna 30.05., 15.07., 15.08., 10.09. og 07.10.2017. Gjengitte verdier er beregnede snittverdier fra 1 - 20 m dyp for hver prøvetakingsrunde. Vannprøver tatt 30.05.2017 ble analysert hos ALS Laboratories i Oslo. Alkalitet var ikke en del av denne prøvepakken. *Grunnet problem med instrument ble alkalitet kun målt for 20 m 15.07.2017	55
Tabell 4- 18. Informasjon om vanntype i Høenstjenna.	56
Tabell 4- 19. Verdier for de fysis-kjemiske støtteparameterne siktedyp, totalt fosfor (TP) og totalt nitrogen (TN). Verdier for TP og TN er beregnede gjennomsnitt for prøver fra 1 til 20 m ved hver prøvetakingsrunde for Høenstjenna, 2017.	57
Tabell 4-20.Gjennomsnittsverdier (1 – 20 m) for fysis-kjemiske støtteparametere samt høyeste snittverdiverdi (max), laveste snittverdi (min) og samlet gjennomsnitt for prøvetakingsrundene i 2017. Alkalitet og kalium var ikke en del av prøvepakken fra ALS for analyse av vannprøver levert 30.05.2017.	59
Tabell 4-21. Beregning av biologisk kvalitetselement basert på planteplankton. Verdier for parameterne klorofyll a, totalt volum av algebiomasse (totalt volum mm/L3), PTI (planteplankton trofisk indeks) og Cyanomax (maksimalt volum for cyanobakterier) fra prøvetaking 06.06., 15.07., 15.08., 10.09., og 07.10.2017. Cyanomax regnes ikke med der tilstanden ikke forringer vannkvaliteten.....	64
Tabell 4-22. Multivariat korrelasjonstabell for de biologiske kvalitetselementene klorofyll a (klorof.a), totalt volum av fytoplankton (fyto vol), PTI (planteplankton trofisk indeks), Cyanomax, total fosfor (TP), totalt nitrogen (TN), ammonium (NH ₄), kalsium, jern og mangan. Verdier høyere enn 0,(hva?) viser til en mulig korrelasjon mellom de aktuelle parameterne de er tilknyttet.	65
Tabell 4-23. Sannsynlighet for korrelasjon mellom de biologiske kvalitetselementene klorofyll a (klorof.a), totalt volum av fytoplankton (fyto- biovolum), PTI (planteplankton trofisk indeks), Cyanomax, total fosfor (TP), totalt nitrogen (TN), ammonium, kalsium, jern og mangan. Korrelasjon mellom totalt nitrogen og PTI er sannsynlig (<0,0001).....	65
Figur 4-1. Variasjon i konsentrasjoner av totalt organisk karbon, fargetall, totalt nitrogen og kalsium ved ÅBY1 før og etter anleggsstart. Datakilde: ALS/Eurofins.	35
Figur 4-2. Variasjon i konsentrasjoner av totalt organisk karbon, fargetall, totalt nitrogen og kalsium og fargetall ved ÅBY4 før og etter anleggsstart. Datakilde: ALS/Eurofins.....	40

Figur 4-3. Variasjon i konsentrasjoner totalt organisk karbon, fargetall, totalt nitrogen og kalsium i ÅBY5 før og etter anleggsstart. Datakilde: ALS/Eurofins. Data for TOC og fargetall fra 21.04.2016 og 24.10.2016 er registrert av Tronhus Bunndyrundersøkelser (Tronhus, 2013; Tronhus, 2016).....	46
Figur 4-4. Stasjonsoversikt for kartlegging av elvemusling 2017 i Åbyelva. Undersøkte strekninger er markert med rød strek. Elvemusling ble funnet ved stasjon 2 (markert med rød rombe).....	52
Figur 4-5. Lengdefordeling av levende musling ved stasjon 2 i Åbyelva (ÅBY5) i 2012 (Sandaas og Enerud) og 2017 (NIBIO/FAUN).....	53
Figur 4- 6 Temperaturfordeling (°C) i Høenstjenna 30.05. – 07.10.2017.....	60
Figur 4-7. Oksygenmetning (%) i Høenstjenna i perioden 30.05. - 07.10.2017. Verdi fra 20 m 30.05.2017 er hentet fra målinger gjort med multiparametersensor (MPS) og viser høyere verdi enn det som er sannsynlig pga. treghet i tilpasning til stadig lavere oksygeninnhold og overgangen miksolimnion og monimolimnion.....	60
Figur 4-8. Konduktivitet (mS/m) i Høenstjenna i perioden 30.05. – 07.10.2017.....	60
Figur 4-9. Fargetall (mg Pt/L) i Høenstjenna i perioden 30.05. – 07.10.2017.....	61
Figur 4-10. Totalt nitrogen (TN) (µg/L) i Høenstjenna i perioden 30.05. – 07.10.2017...	61
Figur 4-11. Innhold av jern (mg/L) i Høenstjenna i perioden 30.05. – 07.10.2017.....	62
Figur 4-12. Innhold av mangan (mg/L) i Høenstjenna i perioden 30.05. – 07.10.2017...	62

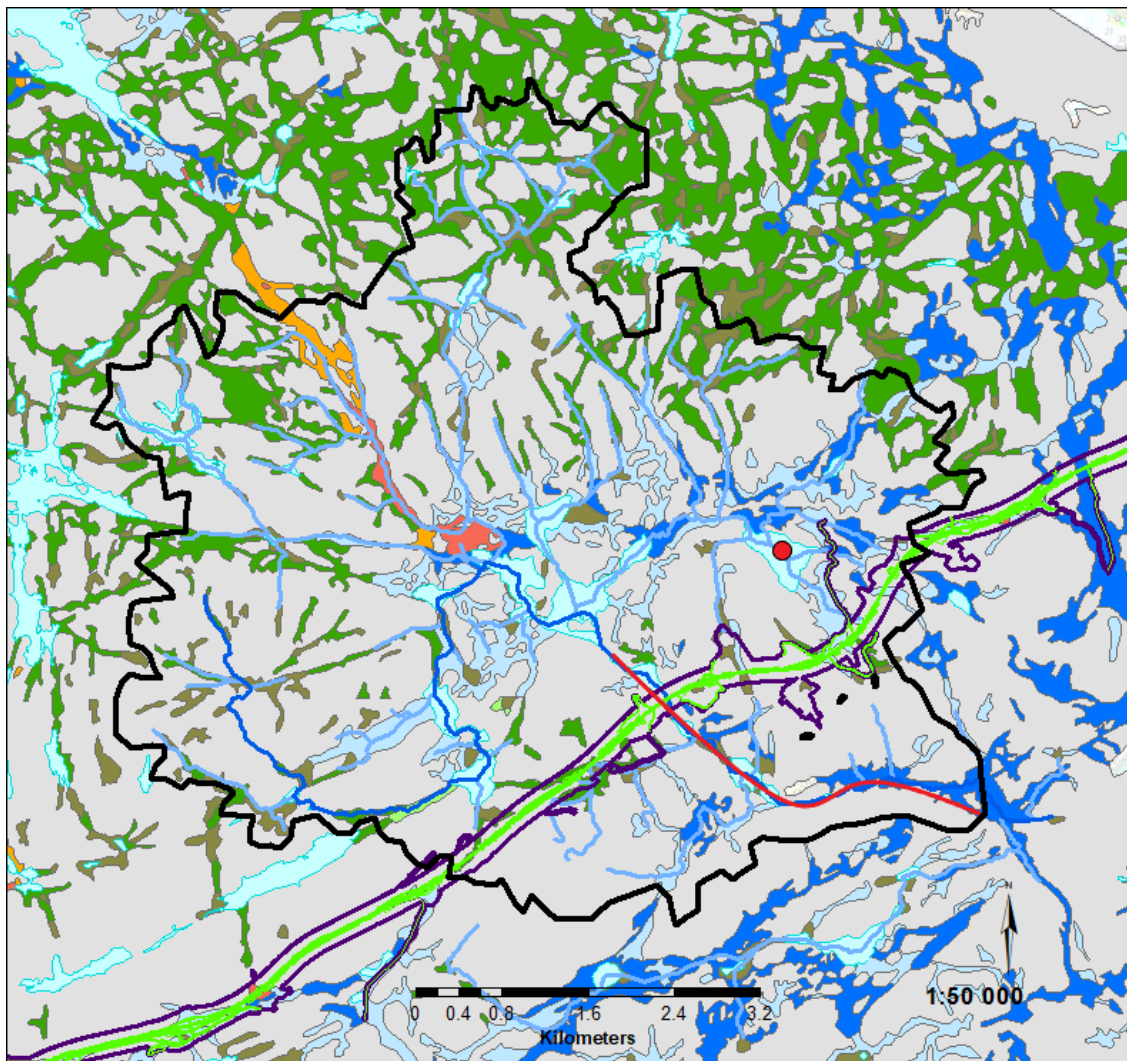
Vedlegg

Alternativt vedlegg: Prinsippskisse rensedamper Hæhre.

Vedlegg 1: Berggrunnskart Åbyelva og Bamlevann bekkefelt



Vedlegg 2: Løsmassekart Åbyelva og Bamlevann bekkefelt



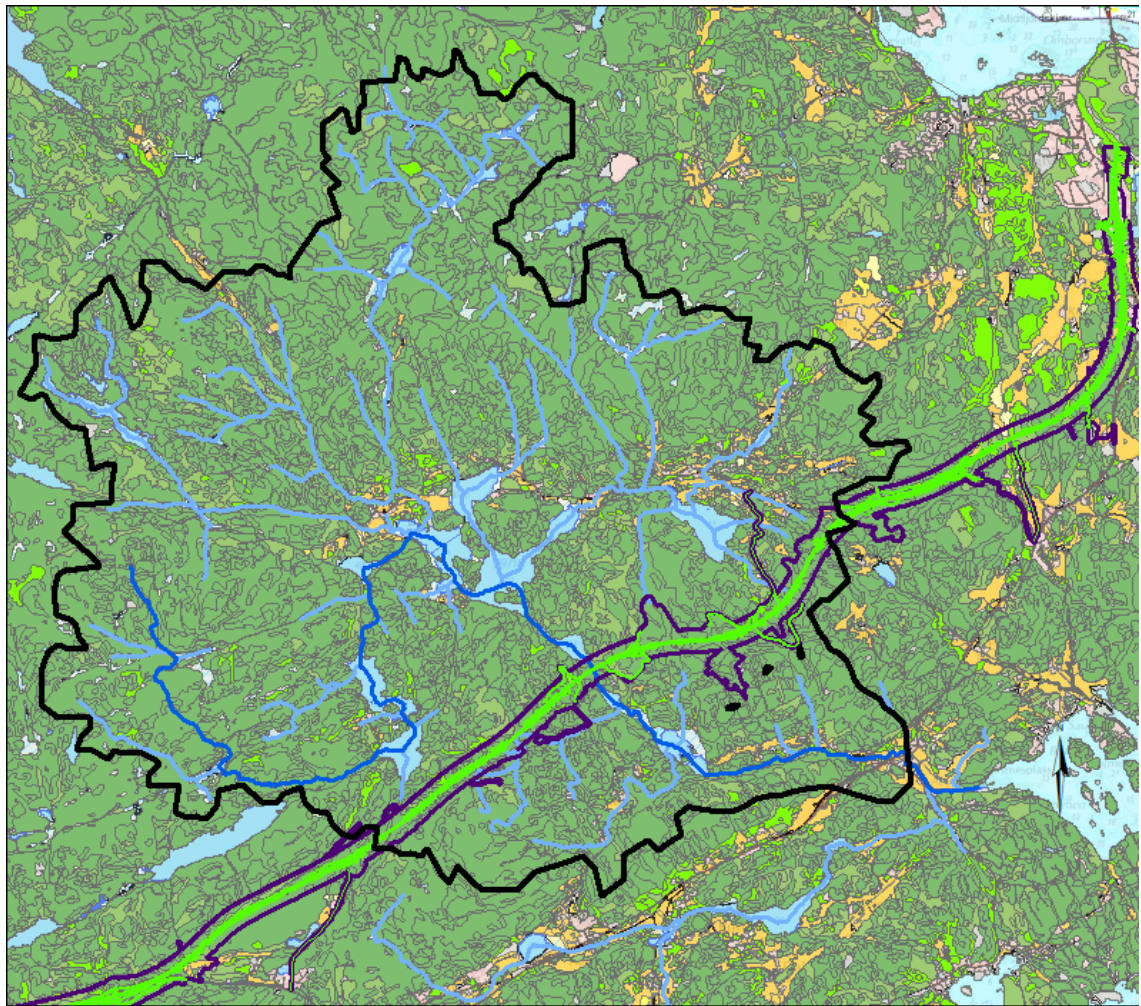
LosmasseFlate

Løsmasstype

- Bært fjell
- Breelv- og elveavsetning
- Breelavsetning (Glasifluvial avsetning)
- Elve- og bekkeavsetning (Fluvial avsetning)
- Hav- og fjordavsetning og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen
- Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, ofte med stor mektighet
- Morenemateriale, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet
- Morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen
- Torv og myr (Organisk materiale)
- Høenstjenna
- Åbyelva

- Nedbørfelt Åbyelva
- Veilinje
- Grense planområde
- Hovedelv
- Elvenett sidebekker

Vedlegg 3: Skogtype Åbyelva og Bamlevann bekkefelt



0 0.4 0.8 1.6 2.4 3.2
Kilometers

1:50 000

Treslag

ARTRESLAG

- Barskog
- Lauvskog
- Blandingsskog

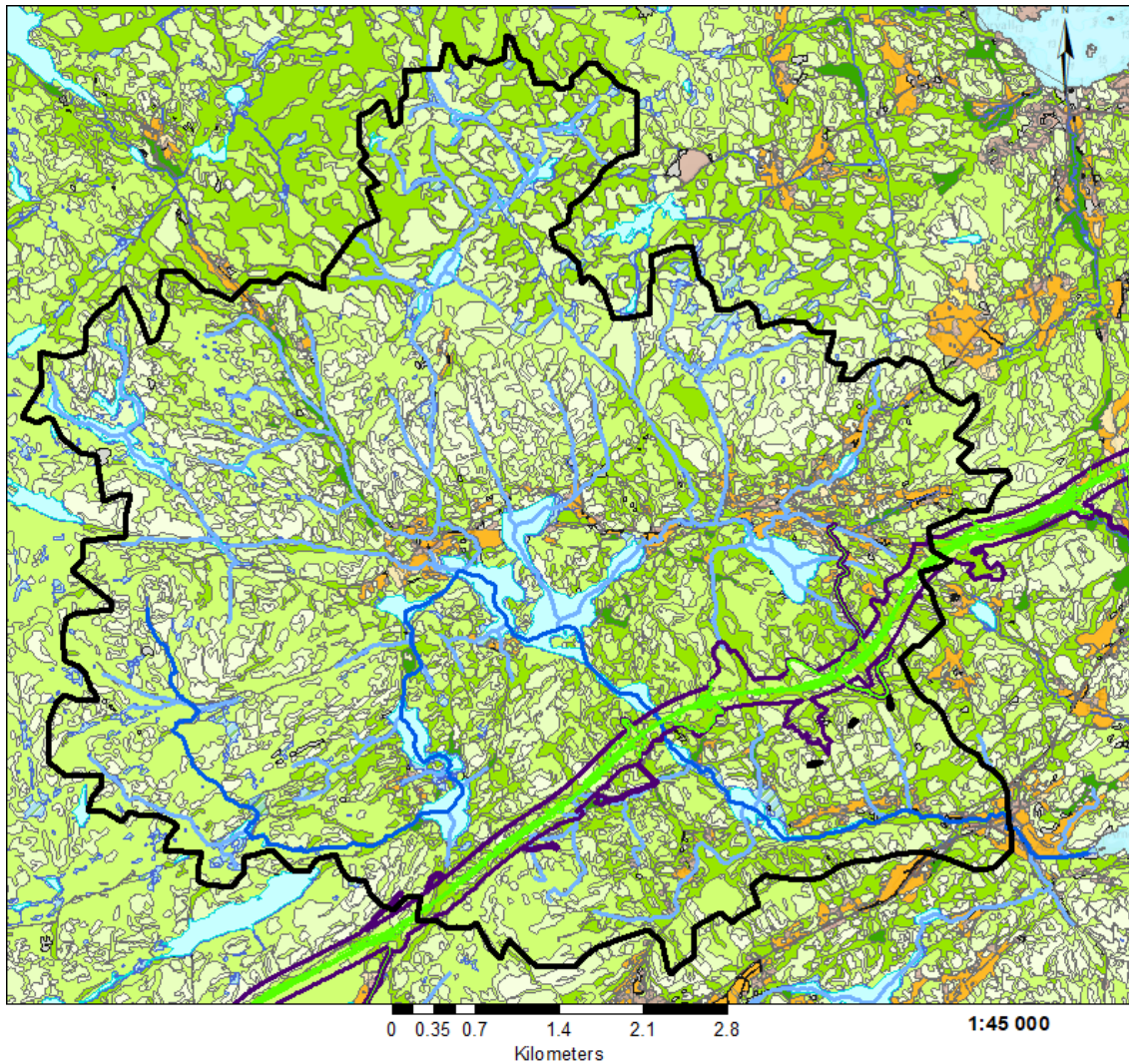
Arealbruk

ARTYPE

- Bebyggd
- Samferdsel
- Fulldyrka jord
- Overflate dyrka jord
- Innmarksbeite
- Åpen fastmark
- Myr
- Ferskvann
- Hav

- Nedbørfelt Åbyelva
- Veilinje
- Grense planområde
- Hovedelv
- Elvenett sidebekker

Vedlegg 4: Bonitet nedbørfelt Åbyelva og Bamlevann bekkefelt



Bonitet

ARSKOGBON

- Uproduktiv
- Skog - lav bonitet
- Skog - middels bonitet
- Skog - høg bonitet
- Skog - særs høg bonitet

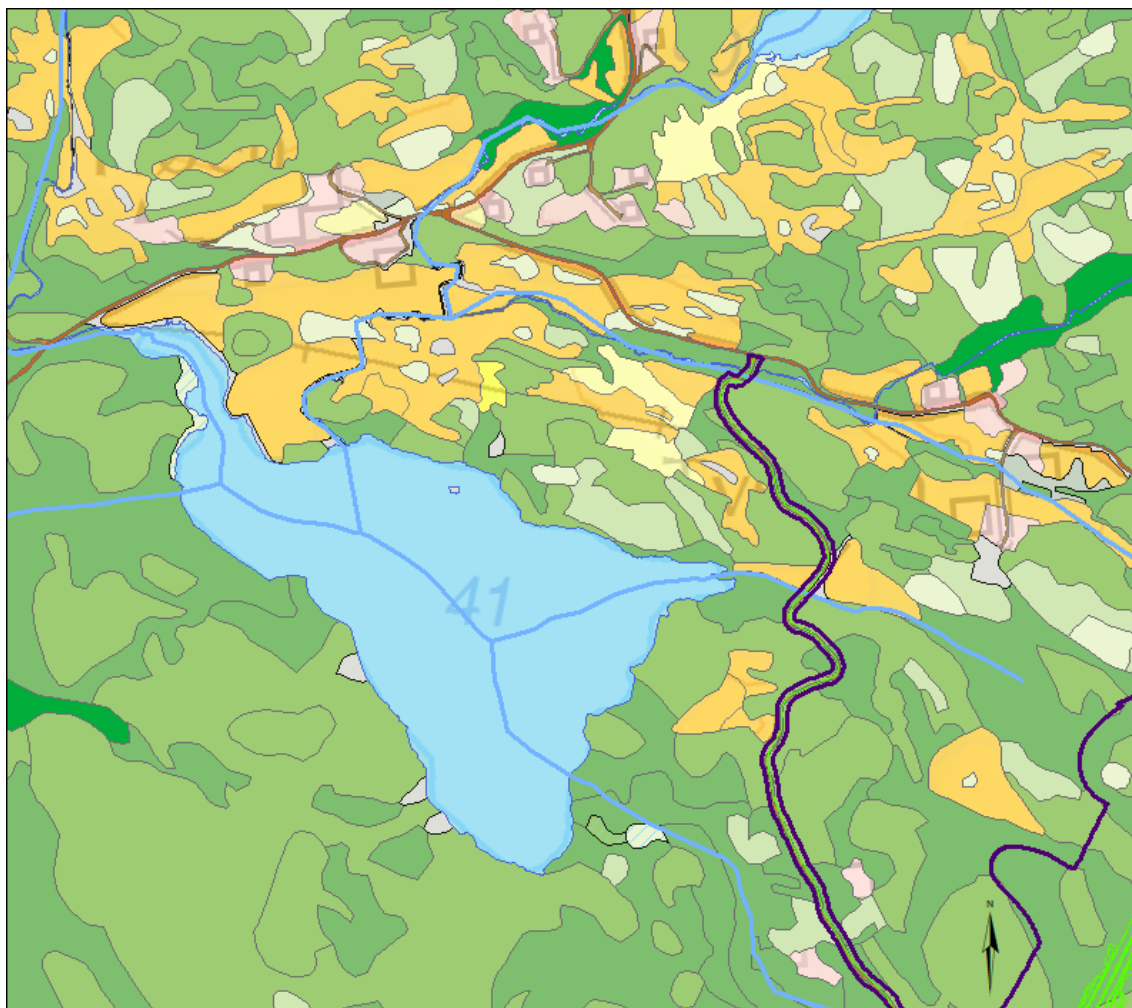
Arealbruk

ARTYPE

- Bebyggd
- Samferdsel
- Fulldyrka jord
- Overflatedyrka jord
- Innmarksbeite
- Åpen fastmark
- Myr
- Ferskvann
- Hav

- Nedbørfelt Åbyelva
- Veilinje
- Grense planområde
- Hovedelv
- Elvenett sidebekker

Høenstjenna



0 0.05 0.1 0.2 0.3 0.4
Kilometers

1:7 000

Bonitet

ARSKOGBON

- Impediment
- Skog - lav bonitet
- Skog - middels bonitet
- Skog - høg bonitet
- Skog - særs høg bonitet

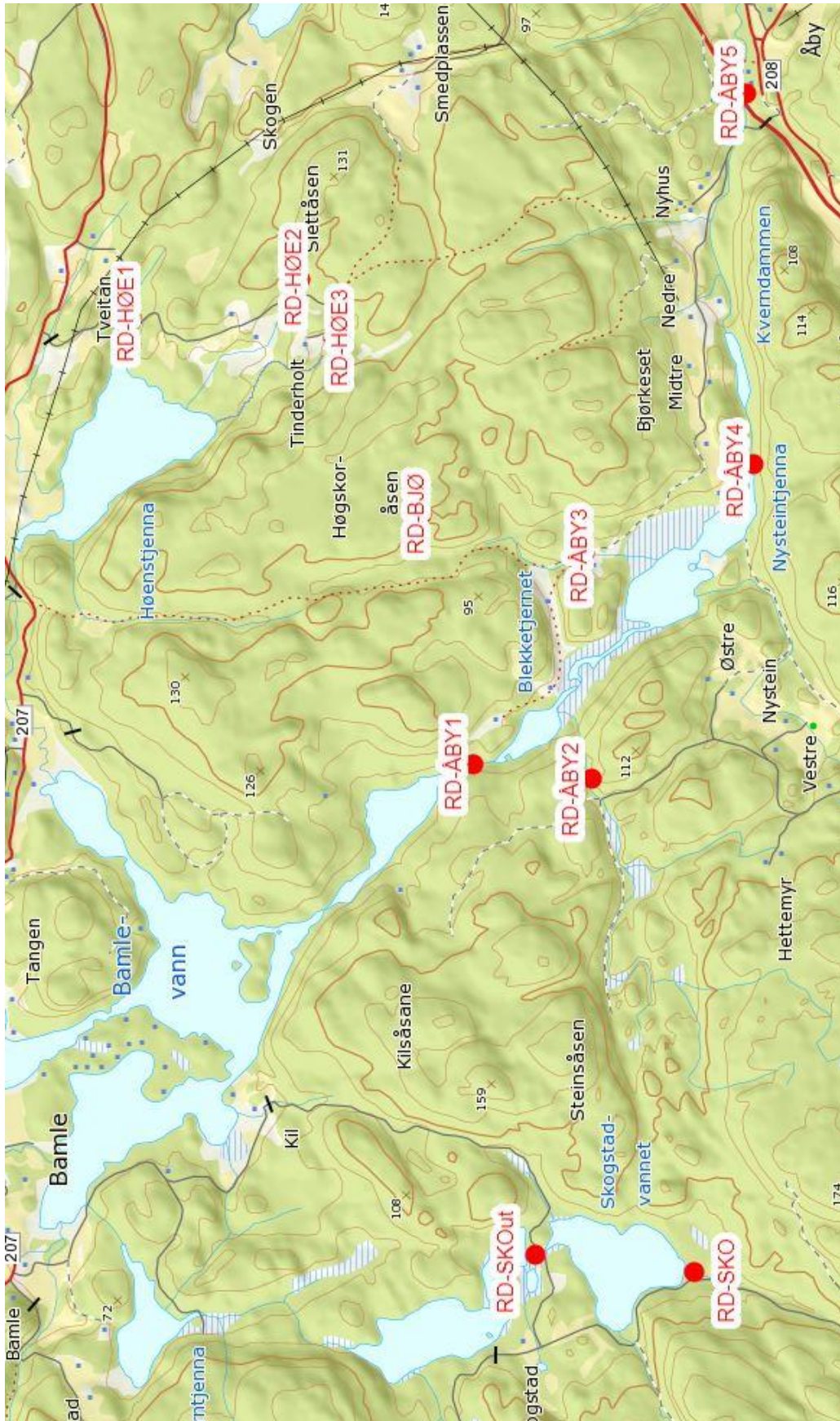
Arealbruk

ARTYPE

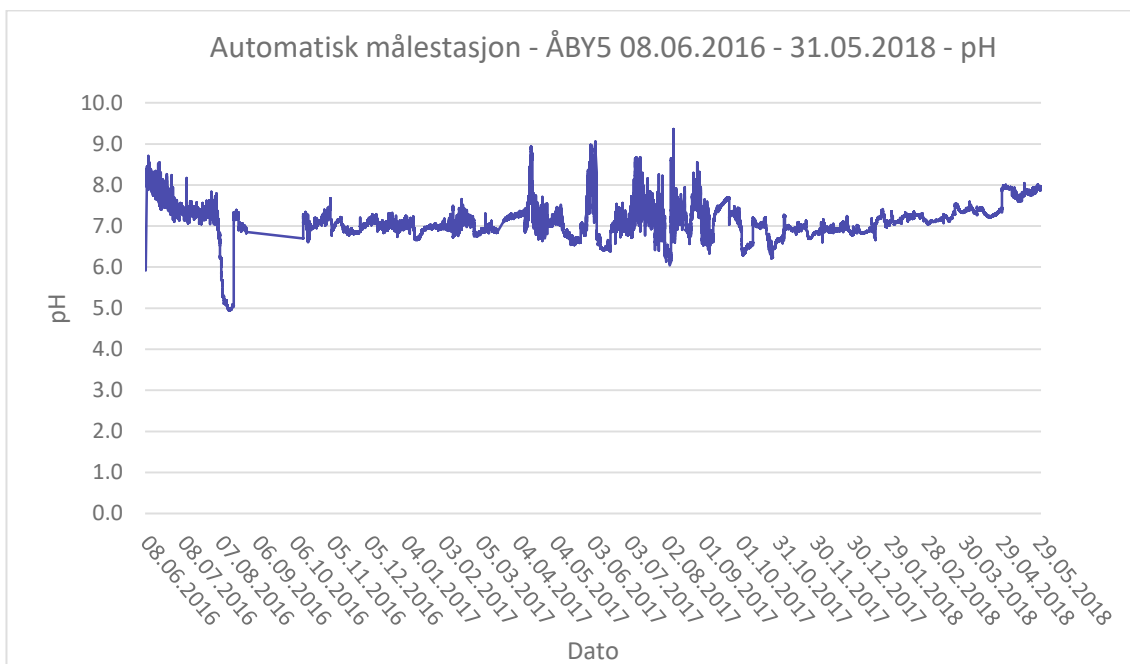
- Bebyggd
- Samferdsel
- Fulldyrka jord
- Overflatedyrka jord
- Innmarksbeite
- Åpen fastmark
- Myr
- Ferskvann
- Hav

- Nedbørfelt Åbyelva
- Veilinje
- Grense planområde
- Hovedelv
- Elvenett sidebekker

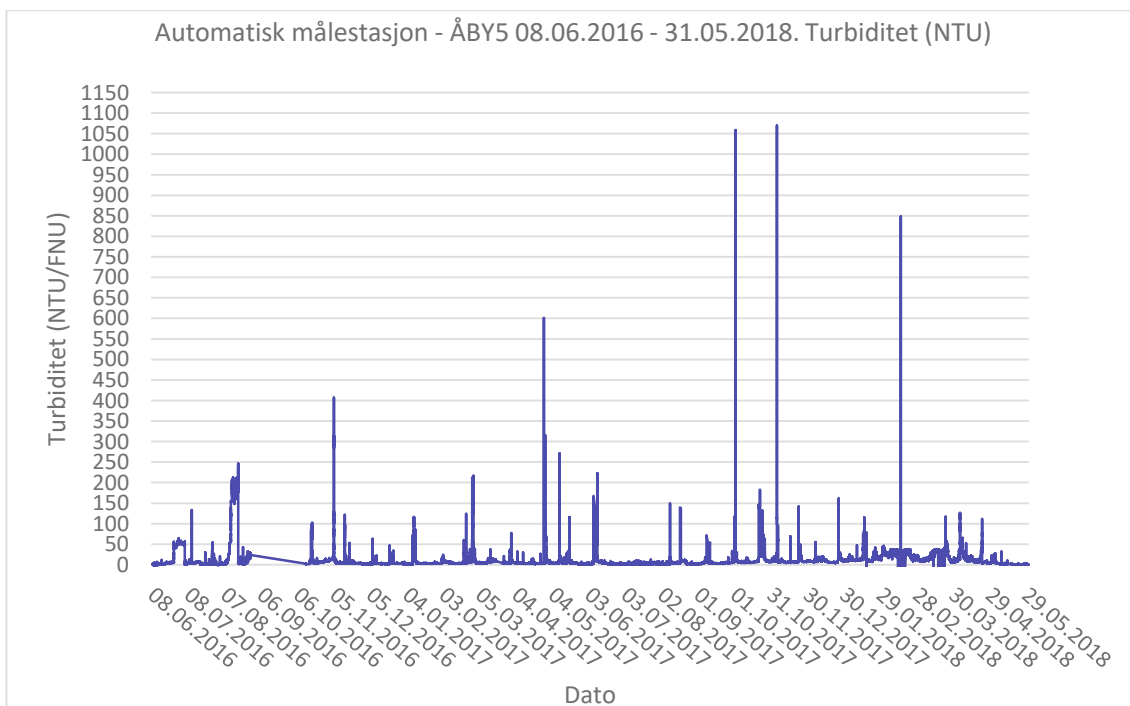
Vedlegg 5: Stasjonsoversikt Bamlevann bekkefelt, Åbyelva bekkefelt og Åbyelva



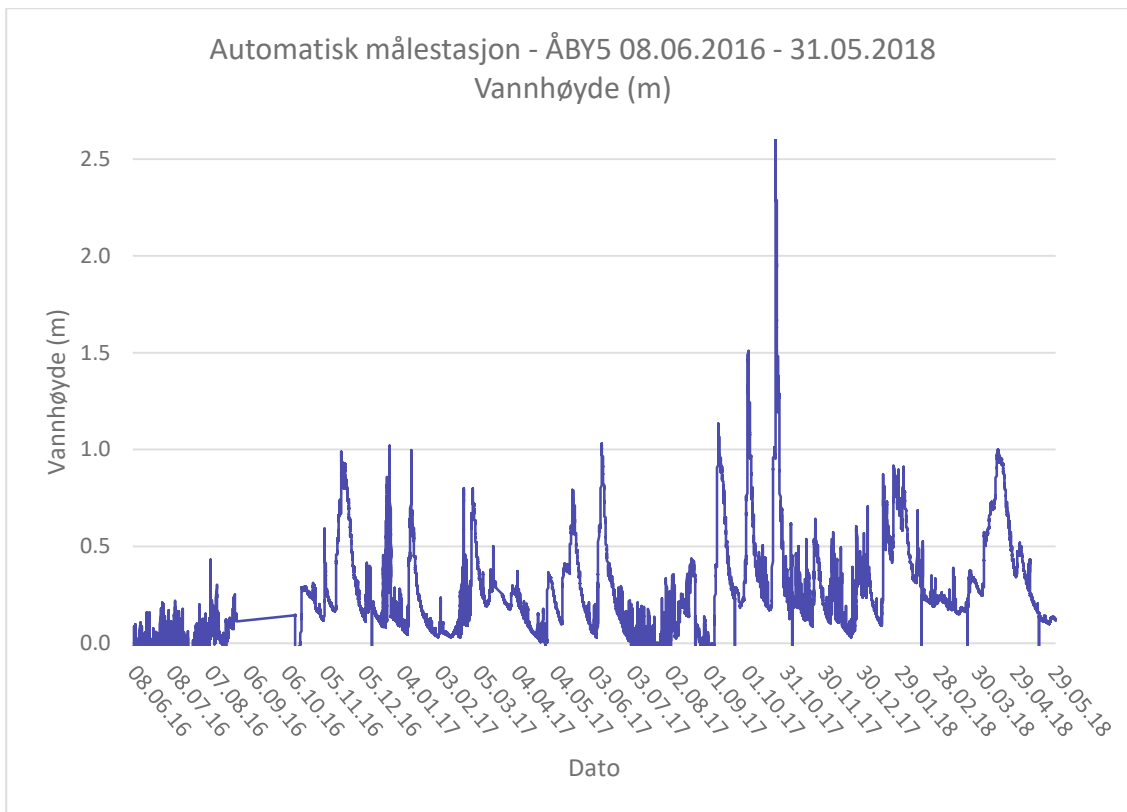
Vedlegg 6: Kontinuerlige målinger av pH, turbiditet og vannstand ved automatisk målestasjon, ÅBY5



pH >8 hadde ved flere anledninger sammenheng med at pH sonden ble dekket med belegg i priodene mellom vedlikehold.



NTU >400 har oppstått som følge av at turbiditetssonden har blitt midlertidig blokkert av blader o.l., særlig under perioder med høy vannføring.



Figur 4-3. Vannhøyde i Åbyelva, registrert av den automatiske målestasjonen nedstrøms E18 i perioden 08.06.2016 – 31.05.2018.

Vedlegg 7: Data vannprøver

pH	
Alkalitet til pH 4.5	mmol/l
Turbiditet	FNU
Suspendert stoff	mg/l
Ledningsevne (konduktivitet)	mS/m
Fargetall	mg Pt/l
Totalt organisk karbon (TOC/NPOC)	mg/l
Totalt Fosfor	µg/l
Totalt Nitrogen (R106)	µg/l
Nitrat-N (NO ₃ -N)	mg/l
Ammonium (NH ₄)	µg/l
Kjemisk oksygenforbruk (KOF _{Cr})	mg/l
Kalsium (Ca). filtrert	mg/l
Mg (Magnesium). filtrert	mg/l
Na (Natrium). filtrert	mg/l
Kalium (K), filtrert	mg/l
Sulfat (SO ₄)	mg/l
Klorid (Cl ⁻)	mg/l
Bly (Pb), filtrert ICP-MS	µg/l
Kadmium (Cd), filtrert ICP-MS	µg/l
Kvikksølv (Hg)	µg/l
Nikkel (Ni), filtrert ICP-MS	µg/l
Arsen (As), filtrert ICP-MS	µg/l
Kobber (Cu), filtrert ICP-MS	µg/l
Krom (Cr), filtrert ICP-MS	µg/l
Sink (Zn), filtrert ICP-MS	µg/l
Jern (Fe), filtrert ICP-MS	µg/l
Mangan (Mn), filtrert ICP-MS	µg/l
Sb (Antimon)	µg/l
U (Uran)	µg/l
Barium (Ba), filtrert	µg/l
Kobolt (Co), filtrert ICP-MS	µg/l
Molybden (Mo), filtrert ICP-MS	µg/l
THC >C5-C8	µg/l
THC >C8-C10	µg/l
THC >C10-C12	µg/l
THC >C12-C16	µg/l
THC >C16-C35	µg/l
Sum THC (>C5-C35)	µg/l
Aluminium - Illabilt	µg/l
Aluminium - reaktivt	µg/l
Labilt Aluminium	µg/l
Al (Aluminium)	µg/l

Hovedvassdrag - Åbyelva

ÅBY1		09.06.2016	18.08.2016	14.09.2016	31.10.2016	24.01.2017	14.02.2017	28.02.2017	05.04.2017
pH		7	6,8	7	6,7	7	6,5	6,6	6,7
Alkalitet	mmol/l								
Turbiditet	FNU	0,3	0,6	0,3	0,8	0,6	0,45	0,45	0,8
Susp, Stoff	mg/l	3,2	6	1,2	2	0,33	0,67	1,2	0,4
Ledningsevne	mS/m				4,6	6,3	4,5	4,9	5,2
Fargetall	mg Pt/l			28	36	59	49	46	38
TOC	mg/l	5,1	5,2	5,6	7,1	8,5	7	6,8	8
Totalt Fosfor	µg/l	3	5	6	4	8			7
Totalt Nitrogen	µg/l	310	240	250	460	610	640	600	530
Nitrat-N	µg/l				130	380	320	320	260
Ammonium	µg/l	8.0	12.0	15.0	31.0	28.0	52.0	32.0	8.0
KOFCr	mg/l								
Kalsium (Ca)	mg/l	3,44	3,85	3,79	4,24	3,38			3,46
Magnesium (Mg)	mg/l				0,782	0,666			0,676
Natrium (Na)	mg/l				4,31	4,02			3,69
Kalium (K)	mg/l								
Sulfat (SO4)	mg/l				2	<0,5			0,6
Klorid (Cl-)	mg/l				5	6			5
Bly (Pb)	µg/l	0,092	0,0635	0,0583	0,117	<0,2			<0,2
Kadmium (Cd)	µg/l				0,0208	<0,05			<0,05
Kvikksølv (Hg)	µg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002				<0,02
Nikkel (Ni)	µg/l	0,705	0,617	0,811	0,875	0,821			0,948
Arsen (As)	µg/l	0,239	0,217	0,279	0,272	<0,5			<0,5
Kobber (Cu)	µg/l	0,544	0,547	0,671	0,626	<1			1,45
Krom (Cr)	µg/l	0,186	0,135	0,18	0,196	<0,5			<0,5
Sink (Zn)	µg/l	7,09	1,85	6,64	4,71	6,18			7,5
Jern (Fe)	µg/l	85	84	89	179	199	186	168	140
Mangan (Mn)	µg/l	2,88	0,663	1,45	31,5	23,7	21	20,2	18,5
Sb (Antimon)	µg/l				0,108	<0,1			0,103
U (Uran)	µg/l				0,0586				<0,030
Barium (Ba)	µg/l								
Kobolt (Co)	µg/l								
Molybden (Mo)	µg/l								
THC >C5-C8	µg/l								
THC >C8-C10	µg/l								
THC >C10-C12	µg/l								
THC >C12-C16	µg/l								
THC >C16-C35	µg/l								
Sum THC (>C5-C35)	µg/l								
Aluminium - illabilt	µg/l								
Aluminium - reaktivt	µg/l								
Labilt Aluminium	µg/l								
Al (Aluminium)	µg/l				99,2	226			171

ÅBY1		23.04.2017	28.08.2017	21.11.2017	21.02.2018	23.05.2018
pH		6,9	6,8	6,5	6,6	6,8
Alkalitet	mmol/l		0,15	0,14	0,09	<0,03
Turbiditet	FNU	0,45	1,1	1,4	0,66	0,64
Susp, Stoff	mg/l	0,33	<2	<2	<2	<2
Ledningsevne	mS/m		3,78	4,13	4,74	4,14
Fargetall	mg Pt/l	39	54	68	43	34
TOC	mg/l	5,8	8,9	8,9	6	6
Totalt Fosfor	µg/l		3	7,1	6	3
Totalt Nitrogen (R106)	µg/l	470	430	650	750	550
Nitrat-N	mg/l		72*	310	470	360
Ammonium	µg/l	8.0	12.0	51.0	43.0	5.0
KOFCr	mg/l		39	<30	<30	<30
Kalsium (Ca)	mg/l		3,5	3,5	4,2	3,7
Magnesium (Mg)	mg/l		0,7	0,7	0,98	0,7
Natrium (Na)	mg/l		3,3	3,3	4,6	3,5
Kalium (K)	mg/l		0,15	0,45	0,5	0,4
Sulfat (SO4)	mg/l		2,17	2,87	2,42	2,94
Klorid (Cl-)	mg/l		4	5,4	7,6	4,9
Bly (Pb)	µg/l		0,087	0,19	0,17	0,099
Kadmium (Cd)	µg/l		0,016	0,033	0,044	0,026
Kvikksølv (Hg)	µg/l		<0,001	0,005	<0,001	<0,001
Nikkel (Ni)	µg/l		0,85	0,82	0,72	0,75
Arsen (As)	µg/l		0,34	0,3	0,25	0,24
Kobber (Cu)	µg/l		0,64	0,92	0,58	0,89
Krom (Cr)	µg/l		0,24	0,28	0,22	0,19
Sink (Zn)	µg/l		3,3	6,1	7,8	4,7
Jern (Fe)	µg/l	108	120	260	120	77
Mangan (Mn)	µg/l	17,3	7,9	48	19	18
Sb (Antimon)	µg/l					
U (Uran)	µg/l					
Barium (Ba)	µg/l		5,4	5,3	7,3	5,3
Kobolt (Co)	µg/l		0,072	0,33	0,19	0,14
Molybden (Mo)	µg/l		0,056	0,039	0,055	0,33
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
Sum THC (>C5-C35)	µg/l		nd	nd	nd	nd
Aluminium - Illabilt	µg/l		22			
Aluminium - reaktivt	µg/l		29			
Labilt Aluminium	µg/l		<8			
Al (Aluminium)	µg/l		125	250		

		31.10.16	24.01.17	14.02.17	28.02.17	04.04.17	23.04.17	28.08.17	21.11.17	21.02.18	23.05.18
ÅBY4											
pH		6,8	6,6	6,5	6,4	6,7	7,1	6,8	6,7	6,6	7,1
Alkalitet	mmol/l							0,16	0,18	0,15	0,21
Turbiditet	FNU	0,25	0,55	0,8	9,1	0,9	0,7	0,91	2,2	2,9	1,2
Susp. Stoff	mg/l	<0,2	<0,20	2	16	1,6	1,7	2	<2	<2	<2
Ledningsevne	mS/m	4,8	5	4,7	4,5	4,7	9,7	3,88	4,39	5,55	5,64
Fargetall	mg Pt/l	35	62	46	59	40	38	53	67	43	32
TOC	mg/l	5,5	8,1	7,1	9,4	6,8	6	9,3	9,1	5,9	6,4
Totalt Fosfor	µg/l	<0,003	0,007			0,006		8	8,3	4,4	4,4
Totalt Nitrogen (R106)	µg/l	0,34	0,61	0,61	0,71	0,45	0,4	410	640	810	690
Nitrat-N		0,15	0,31	0,32	0,36	0,25	0,13	60	350	630	580
Ammonium	µg/l	0,031	0,023	0,041	0,028	0,008	0,011	6,3	51	75	19
KOFCr	mg/l							44	<30	<30	<30
Kalsium (Ca)	mg/l	3,87	3,67			3,57		3,8	3,8	5,4	5,3
Magnesium (Mg)	mg/l	0,721	0,733			0,695		0,73	0,78	1,2	0,97
Natrium (Na)	mg/l	3,86	4,25			3,79		3,7	3,6	6,2	4,4
Kalium (K)	mg/l							0,46	0,5	0,68	0,52
Sulfat (SO4)	mg/l	1	1			0,7		2,28	3,1	2,5	3,13
Klorid (Cl-)	mg/l	6	6			5		4,1	5,8	8,9	7,2
Bly (Pb)	µg/l	0,148	<0,2			<0,2		0,11	0,17	0,14	0,093
Kadmium (Cd)	µg/l	0,0175	<0,05			<0,05		0,011	0,026	0,039	0,016
Kvikksølv (Hg)	µg/l	<0,002						0,002	0,002	<0,001	<0,001
Nikkel (Ni)	µg/l	1,53	1,04			1,87		1,3	1,7	1,2	1,3
Arsen (As)	µg/l	0,325	<0,5			<0,5		0,34	0,28	0,21	0,3
Kobber (Cu)	µg/l	0,844	<1			1,5		0,71	1	0,55	0,8
Krom (Cr)	µg/l	0,206	<0,5			<0,5		0,25	0,28	0,2	0,18
Sink (Zn)	µg/l	5,57	6,21			9,26		2,7	5,8	6,7	2,1
Jern (Fe)	µg/l	199	196	188	202	135	105	160	250	130	94
Mangan (Mn)	µg/l	16,6	17,6	20,6	52,6	14,4	7,25	12	29	24	60
Sb (Antimon)	µg/l	0,0988	<0,1			<0,1					
U (Uran)	µg/l	0,0577									
Barium (Ba)	µg/l							5,4	5,6	7,9	6,5
Kobolt (Co)	µg/l							0,079	0,25	0,22	0,18
Molybden (Mo)	µg/l							0,23	0,15	0,083	0,73
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
Sum THC (>C5-C35)	µg/l							nd	nd	nd	nd
Aluminium - illabilt	µg/l							20			
Aluminium - reaktivt	µg/l							48			
Labilt Aluminium	µg/l							28			
Al (Aluminium)	µg/l	109	216			182		120	280		

ÅBY5		31.10.16	24.01.17	04.04.17	23.04.17	28.08.17	21.11.17	21.02.18	23.05.18
pH		6,8	7	6,9	7	6,9	7,0	6,9	7,2
Alkalitet	mmol/l					0,17	0,14	0,15	0,2
Turbiditet	FNU	0,45	0,8	0,85	0,55	0,97	2,6	2,6	1,1
Susp. Stoff	mg/l	<0,2	0,33	1,6	1,3	<2	<2	<2	<2
Ledningsevne	mS/m	5,4	7,1	5	5,5	4,05	4,47	5,62	5,64
Fargetall	mg Pt/l	35	51	41	37	52	65	43	30
TOC	mg/l	5,3	7,1	6,6	5,9	8,8	8,9	5,8	6,1
Totalt Fosfor	µg/l	<0,003	0,009	0,007		7,0	7,2	4,2	4,3
Totalt Nitrogen	µg/l	0,35	0,6	0,47	0,39	510	800	940	680
Nitrat-N	mg/l	0,16	0,29	0,26	0,13	65	360	640	540
Ammonium	µg/l	0,021	0,036	<0,003	0,015	23	51	71	8,6
KOFCr	mg/l					41	<30	<30	<30
Kalsium (Ca)	mg/l	4,08	4,32	3,72		3,8	4,0	5,5	4,3
Magnesium (Mg)	mg/l	0,762	0,849	0,733		0,75	0,80	1,2	0,79
Natrium (Na)	mg/l	4,14	5,98	3,87		3,6	3,6	5,5	3,8
Kalium (K)	mg/l					0,33	0,50	0,62	0,44
Sulfat (SO4)	mg/l	1	2	<0,5		2,63	3,14	2,60	3,22
Klorid (Cl-)	mg/l	6	9	5		4,3	5,9	8,9	7,2
Bly (Pb)	µg/l	0,112	<0,2	<0,2		0,076	0,16	0,13	0,074
Kadmium (Cd)	µg/l	0,0116	<0,05	<0,05		0,010	0,026	0,035	0,019
Kvikksølv (Hg)	µg/l	0,0022				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nikkel (Ni)	µg/l	1,12	0,734	1,65		1,2	1,8	1,2	1,0
Arsen (As)	µg/l	0,224	<0,5	<0,5		0,35	0,28	0,21	0,36
Kobber (Cu)	µg/l	0,159	<0,5	<0,5		0,21	0,27	0,20	0,14
Krom (Cr)	µg/l	0,601	<1	<1		1,00	0,99	0,55	0,68
Sink (Zn)	µg/l	3,7	4,7	8,57		3,3	5,2	6,2	1,3
Jern (Fe)	µg/l	146	163	134	94,1	150	240	130	71
Mangan (Mn)	µg/l	6,98	11,3	11,3	3,63	1,1	21	19	1,3
Sb (Antimon)	µg/l	0,0833	<0,1	<0,1					
U (Uran)	µg/l	0,0459							
Barium (Ba)	µg/l					5,2	5,3	8,1	5,0
Kobolt (Co)	µg/l					0,038	0,20	0,18	0,060
Molybden (Mo)	µg/l					0,052	0,064	0,088	0,44
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
Sum THC (>C5-C35)	µg/l					nd	nd	nd	nd
Aluminium - Illabilt	µg/l					50			
Aluminium - reaktivt	µg/l					12			
Labilt Aluminium	µg/l					38			
Al (Aluminium)	µg/l	79	147	174		110	290		

Sidebækker – Åbyelva bekkefelt

ÅBY2		31.10.16	12.12.16	09.01.17	24.01.17	14.02.17	28.02.17	23.04.17	28.08.17	21.11.17	21.02.18	23.05.18
pH		6,8	6,5	6,8	6,9	6,8	6,3	7,1	7,1	6,9	7,3	7,8
Alkalitet	mmol/l								0,31	0,26	0,66	1,6
Turbiditet	FNU	0,45	0,4	0,4	29	4,1	5,1	1,8	4,2	7,3	43	9,6
Susp. Stoff	mg/l	0,4	<0,20	0,5	26	3,7	29	3,3	3,8	12	28	4,3
Ledningsevne	mS/m	5,7	4,7	5,5	6,3	6,6	4,9	7	6,07	6,50	14,3	36,7
Fargetall	mg Pt/l	46	58	36	39	33	71	75	148	56	57	55
TOC	mg/l	6,4	7,2	5,6	9,2	6,2	16	9,9	19	9,4	8,1	14
Totalt Fosfor	µg/l	<0,003			0,03			0,009	27	14	28	19
Totalt Nitrogen	µg/l	0,68	0,64	0,48	0,57	0,49	0,83	0,45	830	1200	3000	11000
Nitrat-N	mg/l	0,49	0,45	0,29	0,34	0,27	0,44	0,073	65	890	2200	9600
Ammonium	µg/l	0,007	0,023	0,015	<0,003	<0,003	0,004	<0,003	6,9	140	640	1100
KOFCr	mg/l								66	40	31	39
Kalsium (Ca)	mg/l	4,08			4,34			6,21	5,7	5,5	18	40
Magnesium (Mg)	mg/l	1,11			1			1,35	1,6	1,4	2,9	6,2
Natrium (Na)	mg/l	5,27			5,17			5,15	5,0	4,7	9,3	18
Kalium (K)	mg/l								1,4	0,71	1,4	2,9
Sulfat (SO ₄)	mg/l	3			3			2	2,63	3,94	4,69	22,7
Klorid (Cl ⁻)	mg/l	7			8			6	6,5	8,4	18	27
Bly (Pb)	µg/l	0,126			<0,2			0,277	0,39	0,18	0,14	0,18
Kadmium (Cd)	µg/l	0,0336			<0,05			<0,05	0,046	0,035	0,037	0,052
Kvikksølv (Hg)	µg/l	<0,002							<0,001	<0,001	0,002	<0,001
Nikkel (Ni)	µg/l	10,1			7,19			11,2	9,6	9,5	7,0	5,9
Arsen (As)	µg/l	0,234			<0,5			<0,5	0,83	0,30	0,40	0,71
Kobber (Cu)	µg/l	0,289			<0,5			<0,5	0,50	0,28	0,16	0,22
Krom (Cr)	µg/l	2,01			1,08			1,58	1,7	2,0	1,6	2,0
Sink (Zn)	µg/l	6,08			<2			7,21	6,8	4,8	1,8	2,0
Jern (Fe)	µg/l	197	213	165	158	191	192	907	1400	340	210	700
Mangan (Mn)	µg/l	13	13,5	15,6	12,2	41,2	89,7	303	14	100	240	610
Sb (Antimon)	µg/l	0,102			<0,1			<0,1				
U (Uran)	µg/l	0,0411										
Barium (Ba)	µg/l								9,6	6,9	14	21
Kobolt (Co)	µg/l								0,36	1,1	1,2	2,2
Molybden (Mo)	µg/l								0,057	0,24	1,2	30
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
Sum THC (>C5-C35)	µg/l								nd	nd	nd	nd
Aluminium - illabilt	µg/l								<8			
Aluminium - reaktivt	µg/l								32			
Labilt Aluminium	µg/l								25			
Al (Aluminium)	µg/l	168			124			178	310	390		

ÅBY3		31.10.16	24.01.17	14.02.17	28.02.14	23.04.17	28.08.17	21.11.17	21.02.18	23.05.18
pH		6,9	6,8	6,8	5,6	7	7,4	7,4	7,5	7,8
Alkalitet	mmol/l						1,0	0,57	0,58	1,5
Turbiditet	FNU	0,25	0,9	2	140	2,2	15	3,9	5,8	2,2
Susp. Stoff	mg/l	<0,2	<0,20	1,3	200	3	21	< 2	< 2	< 2
Ledningsevne	mS/m	6,3	5,7	6,5	4,3	6,5	12,9	10,2	14,9	31,4
Fargetall	mg Pt/l	47	34	28	98	100	197	53	51	36
TOC	mg/l	7,1	6,1	5,2	25	11	39	9,8	8,2	11
Totalt Fosfor	µg/l	<0,003	<0,003			0,011	51	11	14	11
Totalt Nitrogen	µg/l	0,35	0,38	0,38	1,6	0,43	1700	1000	1500	4400
Nitrat-N	mg/l	0,15	0,2	0,19	0,22	0,036	22	630	890	2900
Ammonium	µg/l	0,005	0,013	<0,003	0,032	<0,003	450	200	350	900
KOFCr	mg/l						150	<30	34	<30
Kalsium (Ca)	mg/l	4,67	3,86			5,47	16	12	17	28
Magnesium (Mg)	mg/l	0,987	0,839			1,19	2,8	1,9	2,8	4,9
Natrium (Na)	mg/l	5,85	5,4			5,67	6,8	5,4	11	15
Kalium (K)	mg/l						4,2	1,3	1,7	2,6
Sulfat (SO4)	mg/l	1	0,8			<0,5	1,86	3,24	3,34	12,8
Klorid (Cl-)	mg/l	9	8			7	9,6	12	21	36
Bly (Pb)	µg/l	0,108	<0,2			0,575	0,67	0,13	0,10	0,024
Kadmium (Cd)	µg/l	0,026	<0,05			0,0589	0,083	0,032	0,046	0,055
Kvikksølv (Hg)	µg/l	0,00249					0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nikkel (Ni)	µg/l	0,544	0,516			1,36	2,7	0,89	0,82	1,1
Arsen (As)	µg/l	0,255	<0,5			0,531	1,2	0,39	0,35	0,54
Kobber (Cu)	µg/l	0,355	<1			<1	0,44	0,23	0,17	0,12
Krom (Cr)	µg/l	0,183	<0,5			<0,5	1,2	1,0	0,82	1,1
Sink (Zn)	µg/l	4,6	4,47			8,57	8,4	2,6	3,4	1,5
Jern (Fe)	µg/l	186	121	145	375	1400	2800	330	200	69
Mangan (Mn)	µg/l	17,1	8,81	14,3	95,8	240	4200	320	200	87
Sb (Antimon)	µg/l	0,0966	<0,1			0,101				
U (Uran)	µg/l	0,0708								
Barium (Ba)	µg/l						29	8,1	15	18
Kobolt (Co)	µg/l						10,0	0,82	0,50	0,53
Molybden (Mo)	µg/l						0,20	0,13	0,16	0,31
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						23	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C12-C16	µg/l						15	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C16-C35	µg/l						<20	<20	<20	<20
Sum THC (>C5-C35)	µg/l						38	nd	nd	nd
Aluminium - Illabilt	µg/l						18			
Aluminium - reaktivt	µg/l						<8			
Labilt Aluminium	µg/l						11			
Al (Aluminium)	µg/l	144	136			300	340	260		

GRØ	Enhet	21.02.2018	23.05.2018
pH		7,3	7,6
Alkalitet	mmol/l	1,2	1,3
Turbiditet	FNU	4,6	3,1
Susp. Stoff	mg/l	< 2	< 2
Ledningsevne	mS/m	42,1	53,9
Fargetall	mg Pt/l	34	37
TOC	mg/l	6,0	7,9
Totalt Fosfor	µg/l	8,2	12
Totalt Nitrogen	µg/l	11000	13000
Nitrat-N	µg/l	8200	12000
Ammonium	µg/l	2200	1200
KOFCr	mg/l	<30	<30
Kalsium (Ca)	mg/l	43	49
Magnesium (Mg)	mg/l	6,9	7,8
Natrium (Na)	mg/l	34	31
Kalium (K)	mg/l	2,8	3,0
Sulfat (SO4)	mg/l	8,54	30,0
Klorid (Cl-)	mg/l	68	77
Bly (Pb)	µg/l	0,074	0,048
Kadmium (Cd)	µg/l	0,041	0,025
Kvikksølv (Hg)	µg/l	0,001	<0,001
Nikkel (Ni)	µg/l	0,61	0,67
Arsen (As)	µg/l	0,26	0,079
Kobber (Cu)	µg/l	0,092	0,057
Krom (Cr)	µg/l	0,73	0,96
Sink (Zn)	µg/l	3,8	3,4
Jern (Fe)	µg/l	130	68
Mangan (Mn)	µg/l	230	160
Sb (Antimon)			
U (Uran)			
Barium (Ba)	µg/l	41	50
Kobolt (Co)	µg/l	1,3	1,7
Molybden (Mo)	µg/l	2,5	3,5
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
Aluminium - lllabilt			
Aluminium - reaktivt			
Labilt Aluminium			
Al (Aluminium)			

Sidebekker Bamlevann bekkefelt (HØE1, HØE2 og HØE3 drenerer til Høenstjenna)

HØE1		3.9.16	31.10.16	28.11.16	12.12.16	27.12.16	4.4.17	11.5.17	18.5.17
pH		7,2	7,1	6,7	6,7	7,1	7,1	7	6,7
Alkalitet	mmol/l								
Turbiditet	FNU	18	1,2	66	2,1	1,5	1,9	2,9	3,4
Susp. Stoff	mg/l	16	0,4	1,2	0,4	0,8	6,8	4,4	7,2
Ledningsevne	mS/m	9,1	8,3	6,7	6,6	6,7	7,7	7,6	6,4
Fargetall	mg Pt/l	116,298	61	53	61	53	49	87	100
TOC	mg/l	15	8	7,6	8	7,6	8,2	9,8	11
Totalt Fosfor	µg/l	0,053	0,003				0,016	0,056	0,045
Totalt Nitrogen	µg/l	0,48	0,7	0,76	0,71	0,69	1	1,4	1,2
Nitrat-N	mg/l	0,021	0,45	0,58	0,51	0,48	0,59	0,92	0,71
Ammonium	µg/l	0,024	0,009	0,021	0,016	0,003	0,019	0,081	
KOFCr	mg/l								32
Kalsium (Ca)	mg/l	1,8	7,66				5,57	7,59	6,1
Magnesium (Mg)	mg/l	1,63	1,43				1,14	1,3	1,02
Natrium (Na)	mg/l	6,27	6,24				5,29	4,93	4,62
Kalium (K)	mg/l								
Sulfat (SO4)	mg/l	<0,5	0,5				<0,5	1	<0,5
Klorid (Cl-)	mg/l	9	10				8	6	7
Bly (Pb)	µg/l	0,531	0,163				<0,2	<0,2	0,317
Kadmium (Cd)	µg/l		0,0287				<0,05	<0,05	<0,05
Kvikksølv (Hg)	µg/l	0,00727	0,00355				<0,02		
Nikkel (Ni)	µg/l	1,73	0,978				0,772	0,948	1,22
Arsen (As)	µg/l	0,672	0,304				<0,5	<0,5	<0,5
Kobber (Cu)	µg/l	0,456	0,305				<0,5	<0,5	<0,5
Krom (Cr)	µg/l	0,598	0,616				1,12	1,54	1,1
Sink (Zn)	µg/l	4,11	4,81				7,22	6,41	11,5
Jern (Fe)	µg/l	1800	326	225	271	276	255	223	243
Mangan (Mn)	µg/l	165	7,3	16,7	17,7	16,3	14,7	6,92	12,9
Sb (Antimon)	µg/l	0,149	0,102				<0,1	0,123	<0,1
U (Uran)	µg/l		0,139						
Barium (Ba)	µg/l								
Kobolt (Co)	µg/l								
Molybden (Mo)	µg/l								
THC >C5-C8	µg/l								
THC >C8-C10	µg/l								
THC >C10-C12	µg/l								
THC >C12-C16	µg/l								
THC >C16-C35	µg/l								
Sum THC (>C5-C35)	µg/l								
Aluminium - Illabilt	µg/l								
Aluminium - reaktivt	µg/l								
Labilt Aluminium	µg/l								
Al (Aluminium)	µg/l	368	175				219	270	379

HØE1		25.5.17	1.6.17	28.8.17	21.11.17	21.2.18	23.5.18
pH		7,1	7,5	7,3	7,2	7,2	7,7
Alkalitet	mmol/l			0,49	0,27	0,37	0,96
Turbiditet	FNU	1,8	1,8	4,1	5,5	1,8	5,8
Susp. Stoff	mg/l	0,8	2,8	<2	6,8	< 2	7,0
Ledningsevne	mS/m	7	9,2	8,17	7,43	9,80	20,2
Fargetall	mg Pt/l	100	55	106	40	28	29
TOC	mg/l	11	11	12	6,4	4,2	6,1
Totalt Fosfor	µg/l	0,01	0,56	25	12	9,8	15
Totalt Nitrogen	µg/l	0,67	0,033	800	1400	1900	940
Nitrat-N	mg/l	0,2	0,14	400	1100	1600	860
Ammonium	µg/l	0,0066	0,006	12	140	240	7,4
KOFCr	mg/l	31	31	47	<30	<30	<30
Kalsium (Ca)	mg/l	6,2	10,3	9,6	6,3	11	20
Mg (Magnesium)	mg/l	1,12	1,67	1,6	1,4	2,1	2,8
Na (Natrium)	mg/l	5,21	6,24	5,9	5,3	6,7	10
Kalium (K)	mg/l			1,0	0,86	0,99	1,7
Sulfat (SO4)	mg/l	<0,5	<0,5	4,14	5,50	4,09	13,8
Klorid (Cl-)	mg/l	7	7	7,1	8,4	12	22
Bly (Pb)	µg/l	0,401	0,379	0,27	0,11	0,070	0,057
Kadmium (Cd)	µg/l	<0,05	<0,05	0,034	0,037	0,042	0,030
Kvikksølv (Hg)	µg/l			0,002	0,011	0,001	<0,001
Nikkel (Ni)	µg/l	1,06	1,69	1,0	0,75	0,65	0,61
Arsen (As)	µg/l	0,57	0,886	0,45	0,22	0,18	0,28
Kobber (Cu)	µg/l	<0,5	<0,5	0,38	0,27	0,16	0,11
Krom (Cr)	µg/l	1,02	<1	0,59	0,49	0,42	0,66
Sink (Zn)	µg/l	4,79	8	2,9	4,2	4,5	1,0
Jern (Fe)	µg/l	635	1140	650	200	150	79
Mangan (Mn)	µg/l	5,52	6,93	9,0	25	37	15
Sb (Antimon)	µg/l	0,105	0,128				
U (Uran)	µg/l						
Barium (Ba)	µg/l			10	8,7	12	14
Kobolt (Co)	µg/l			0,19	0,38	0,46	0,31
Molybden (Mo)	µg/l			0,11	0,058	0,14	0,19
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
Sum THC (>C5-C35)	µg/l			nd	nd	nd	nd
Aluminium - Illabilt	µg/l			27	38		
Aluminium - reaktivt	µg/l			42	48		
Labilt Aluminium	µg/l			15	10		
Al (Aluminium)	µg/l	286	292	270	330		

HØE2		13.9.16	31.10.16	28.11.16	12.12.16	27.12.16	9.1.17	24.1.17	23.4.17	11.5.17
pH		6,9	7	6,5	6,4	6,7	6,8	6	5,7	6
Alkalitet	mmol/l									
Turbiditet	FNU	500	8,3	2,8	2,9	3,8	0,2	0,3	5,3	1,5
Susp. Stoff	mg/l	210	4,4	1,6	0,8	1,2	<0,20	<0,20	54	4,2
Ledningsevne	mS/m	7,7	7,5	6,2	5,8	6,1	5,5	5,2	12	4,3
Fargetall	mg Pt/l		52	52	49	41	67	46	550	170
TOC	mg/l	12	6,4	7,1	6,4	6,5	8,6	6,8	72	19
Totalt Fosfor	µg/l	0,18	0,007					0,006	0,17	0,037
Totalt Nitrogen	µg/l	0,5	0,43	0,45	0,43	0,39	0,42	0,4	1,6	0,49
Nitrat-N	mg/l	0,35	0,15	0,24	0,21	0,18	0,14	0,15	0,014	<0,007
Ammonium	µg/l	<0,003	0,014	0,025	0,03	0,016	0,035	0,035	0,038	<0,003
KOFCr	mg/l									
Kalsium (Ca)	mg/l	5,34	5,47					2,1	9,18	1,86
Magnesium (Mg)	mg/l	1,56	1,49					0,726	3,03	0,694
Natrium (Na)	mg/l	6,54	6,13					5,53	6,44	4,58
Kalium (K)	mg/l									
Sulfat (SO4)	mg/l	10	2					<0,5	<0,5	<0,5
Klorid (Cl-)	mg/l	22	10					9	10	7
Bly (Pb)	µg/l	0,0841	0,128					<0,2	1,64	0,682
Kadmium (Cd)	µg/l		0,0208					<0,05	0,17	<0,05
Kvikksølv (Hg)	µg/l	0,00406	0,00234							
Nikkel (Ni)	µg/l	1,6	1,48					0,682	6,37	1,65
Arsen (As)	µg/l	0,497	0,315					<0,5	2,42	0,703
Kobber (Cu)	µg/l	0,256	0,231					<0,5	1,04	<0,5
Krom (Cr)	µg/l	1,29	0,529					<1	<1	<1
Sink (Zn)	µg/l	<0,2	2,22					4,56	66,1	21,8
Jern (Fe)	µg/l	319	658	660	661	661	298	198	13500	736
Mangan (Mn)	µg/l	22,9	85,6	172	187	187	31,4	18,1	3340	293
Sb (Antimon)	µg/l	0,116	0,102					<0,1	0,23	0,107
U (Uran)	µg/l		0,0623							
Barium (Ba)	µg/l									
Kobolt (Co)	µg/l									
Molybden (Mo)	µg/l									
THC >C5-C8	µg/l									
THC >C8-C10	µg/l									
THC >C10-C12	µg/l									
THC >C12-C16	µg/l									
THC >C16-C35	µg/l									
Sum THC (>C5-C35)	µg/l									
Aluminium - Illabilt	µg/l									
Aluminium - reaktivt	µg/l									
Labilt Aluminium	µg/l									
Al (Aluminium)	µg/l	110	111					213	902	461

HØE2		18.5.17	25.5.17	1.6.17	28.8.17	21.11.17	23.5.18
pH		6,3	5,5	5,5	6,5	6,7	7,0
Alkalitet	mmol/l				0,22	0,21	0,23
Turbiditet	FNU	1,3	4,3	10	8,8	2,6	25
Susp. Stoff	mg/l	5,2	22	52	<2	3,5	<2
Ledningsevne	mS/m	4,9	9,3	11	5,32	5,40	10,1
Fargetall	mg Pt/l	200	360	480	340	85	60
TOC	mg/l	19	53	65	30	14	9,9
Totalt Fosfor	µg/l	0,03	0,039	0,12	39	13	12
Totalt Nitrogen (R106)	µg/l	0,47	0,58	1,3	1500	1400	770
Nitrat-N	mg/l	<0,007	0,024	0,02	420	190	280
Ammonium	µg/l		0,046	0,022	<5	750	130
KOFCr	mg/l	59	200	260	110	<30	<30
Kalsium (Ca)	mg/l	1,76	7,4	8,68	1,3	0,81	0,78
Mg (Magnesium)	mg/l	0,657	2,23	2,48	1,2	0,99	1,6
Na (Natrium)	mg/l	4,24	5,36	5,88	5,4	5,0	8,0
Kalium (K)	mg/l				3,1	3,8	5,4
Sulfat (SO4)	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	0,88	1,52	3,96
Klorid (Cl-)	mg/l	5	8	9	8,2	8,4	20
Bly (Pb)	µg/l	0,869	1,41	1,93	1,5	0,36	0,14
Kadmium (Cd)	µg/l	0,0527	0,122	0,141	0,044	0,052	0,054
Kvikksølv (Hg)	µg/l				0,002	0,001	<0,001
Nikkel (Ni)	µg/l	1,61	5,14	5,46	3,1	1,3	2,7
Arsen (As)	µg/l	0,635	2,06	2,68	2,1	0,47	0,47
Kobber (Cu)	µg/l	0,533	<0,5	0,754	0,76	0,36	0,29
Krom (Cr)	µg/l	<1	<1	<1	0,67	0,44	0,67
Sink (Zn)	µg/l	16,7	56,1	64,3	7,3	8,5	3,3
Jern (Fe)	µg/l	686	9970	13400	5100	630	1200
Mangan (Mn)	µg/l	215	2750	3950	1700	300	290
Sb (Antimon)	µg/l	0,111	0,213	0,237			
U (Uran)	µg/l						
Barium (Ba)	µg/l				12	7,8	12
Kobolt (Co)	µg/l				27	3,9	4,8
Molybden (Mo)	µg/l				0,080	0,049	<0,020
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				8,3	6,9	<5,0
THC >C12-C16	µg/l				<5,0	5,8	<5,0
THC >C16-C35	µg/l				<20	<20	<20
Sum THC (>C5-C35)	µg/l				8,3	13	nd
Aluminium - Illabilt	µg/l				NA	85	
Aluminium - reaktivt	µg/l				NA	100	
Labilt Aluminium	µg/l				NA	15	
Al (Aluminium)	µg/l	494	580	700	730	350	

HØE3		12.12.16	27.12.16	9.1.17	24.1.17	23.4.17	11.5.17	11.5.17	18.5.17
pH		6,2	6,3	6,6	6,3	6,2	6,4	6,4	6,1
Alkalitet	mmol/l								
Turbiditet	FNU	0,45	6,7	0,4	0,65	8,2	7,6	6,5	4,1
Susp. Stoff	mg/l	<0.20	7	<0.20	<0.20	25	16	12	9,2
Ledningsevne	mS/m	4,8	4,7	5,6	5,6	7,3	4,7	4,3	4,3
Fargetall	mg Pt/l	59	50	33	32	120	130	110	140
TOC	µg/l				0,005	0,027	0,037	0,028	0,032
Totalt Fosfor	µg/l	0,43	0,45	0,4	0,4	0,61	0,55	0,55	0,42
Totalt Nitrogen	mg/l	0,24	0,24	0,21	0,22	0,013	0,028	0,087	0,026
Nitrat-N	µg/l	0,007	0,005	0,017	0,005	0,02	<0.003	<0.003	
Ammonium	mg/l	8,4	8,9	5,6	6,7	21	15	14	17
KOFCr	mg/l								50
Kalsium (Ca)	mg/l				2,89	6,28	2,89	2,73	2,38
Magnesium (Mg)	mg/l				0,801	1,52	0,782	0,735	0,647
Natrium (Na)	mg/l				5,6	5,98	4,61	4,38	4,17
Kalium (K)	mg/l								
Sulfat (SO4)	mg/l				2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Klorid (Cl-)	mg/l				8	7	6	6	5
Bly (Pb)	µg/l				<0.2	0,355	0,425	0,404	0,705
Kadmium (Cd)	µg/l				<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Kvikksølv (Hg)	µg/l								
Nikkel (Ni)	µg/l				0,671	2,37	1,46	0,821	1,49
Arsen (As)	µg/l				<0.5	0,914	<0.5	<0.5	0,595
Kobber (Cu)	µg/l				<0.5	<0.5	0,628	0,624	0,548
Krom (Cr)	µg/l				<1	<1	1,26	1,27	1,11
Sink (Zn)	µg/l				4,32	12	8,43	9,18	10,4
Jern (Fe)	µg/l	250	263	214	165	356	740	523	679
Mangan (Mn)	µg/l	21	12,1	22,8	25,8	625	175	118	124
Sb (Antimon)	µg/l				<0.1	0,137	0,128	0,104	0,105
U (Uran)	µg/l								
Barium (Ba)	µg/l								
Kobolt (Co)	µg/l								
Molybden (Mo)	µg/l								
THC >C5-C8	µg/l								
THC >C8-C10	µg/l								
THC >C10-C12	µg/l								
THC >C12-C16	µg/l								
THC >C16-C35	µg/l								
Sum THC (>C5-C35)	µg/l								
Aluminium - illabilt	µg/l								
Aluminium - reaktivt	µg/l								
Labilt Aluminium	µg/l								
Al (Aluminium)	µg/l				152	242	414	449	571

HØE3		25.5.17	1.6.17	28.8.17	21.11.17	21.2.18	23.5.18
pH		6,2	6,3	7,2	7,1	7,1	7,5
Alkalitet	mmol/l			0,85	0,51	0,44	1,3
Turbiditet	FNU	5,5	9,1	18	3,4	2,2	18
Susp. Stoff	mg/l	10	31	8,5	2,5	< 2	2,4
Ledningsevne	mS/m	6,3	7,9	19,3	14,3	13,4	27,2
Fargetall	mg Pt/l	150	200	75	45	37	32
TOC	µg/l	0,018	0,036	35	5,3	<3	12
Totalt Fosfor	µg/l	0,42	0,68	8000	5400	1400	4900
Totalt Nitrogen	mg/l	0,009	0,064	380	66	21	37
Nitrat-N	µg/l	<0.003	<0.003	6900	5300	1300	5000
Ammonium	mg/l	20	24	13	7,3	5,5	7,5
KOFCr	mg/l	64	75	43	<30	<30	<30
Kalsium (Ca)	mg/l	4,89	7,05	20	16	16	24
Magnesium (Mg)	mg/l	1,21	1,6	3,8	2,5	2,3	4,2
Natrium (Na)	mg/l	5,21	6,02	12	7,2	13	14
Kalium (K)	mg/l			2,3	1,00	1,2	2,0
Sulfat (SO4)	mg/l	<0.5	<0.5	8,44	6,04	3,45	11,1
Klorid (Cl-)	mg/l	7	7	16	12	22	28
Bly (Pb)	µg/l	0,434	0,247	0,35	0,12	0,11	0,078
Kadmium (Cd)	µg/l	<0.05	<0.05	0,039	0,028	0,038	0,031
Kvikksølv (Hg)	µg/l			0,052	0,004	<0,001	<0,001
Nikkel (Ni)	µg/l	2,47	2,39	2,5	1,2	0,89	2,4
Arsen (As)	µg/l	1,08	1,22	0,91	0,34	0,28	0,50
Kobber (Cu)	µg/l	<0.5	<0.5	1,3	1,0	0,88	1,3
Krom (Cr)	µg/l	<1	<1	0,36	0,23	0,18	0,14
Sink (Zn)	µg/l	11,7	12,4	2,3	2,6	3,6	0,99
Jern (Fe)	µg/l	453	693	1100	380	260	250
Mangan (Mn)	µg/l	436	723	210	60	41	16
Sb (Antimon)	µg/l	0,179	0,162				
U (Uran)	µg/l						
Barium (Ba)	µg/l			16	11	14	24
Kobolt (Co)	µg/l			1,5	0,68	0,38	0,40
Molybden (Mo)	µg/l			0,37	1,3	0,45	0,96
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
Sum THC (>C5-C35)	µg/l			nd	nd	nd	nd
Aluminium - illabilt	µg/l			32	36		
Aluminium - reaktivt	µg/l			10	40		
Labilt Aluminium	µg/l			22	<8		
Al (Aluminium)	µg/l	363	315	280	250		

SKO1 drenerer til Øvre Skogstadvann

SKO1		12.12.16	27.12.16	9.1.17	24.1.17	14.2.17	23.4.17	28.8.17	21.11.17	21.2.18	23.5.18
pH		6,5	6,8	7,1	6,8	6,8	7,1	7,2	7,6	7,4	7,8
Alkalitet	mmol/l							0,43	0,6	0,35	0,97
Turbiditet	FNU	0,15	0,15	0,3	51	1,4	0,55	13	3,5	1,2	3,4
Susp, Stoff	mg/l	<0,20	1,2	<0,20	40	1	0,33	8,6	< 2	< 2	4,0
Ledningsevne	mS/m	5,1	4,7	5,8	5,8	6,1	6,5	17,4	19,8	13,4	35,9
Fargetall	mg Pt/l	37	26	20	32	15	26	24	22	21	12
TOC	mg/l	0,2	0,23	0,21	0,18	0,13	0,085	6,0	4,6	3,8	4,1
Totalt Fosfor	µg/l	6	5,3	4,2	13	4,3	4,7	15	3,7	<3	3,7
Totalt Nitrogen	µg/l							8600	3700	1400	4800
Nitrat-N	mg/l				0,039		0,004	1100	250	18	5,0
Ammonium	µg/l	0,36	0,38	0,38	0,38	0,3	0,28	7100	3500	1400	4900
KOFCr	mg/l	0,014	0,005	0,016	<0,003	0,009	0,004	<30	<30	<30	<30
Kalsium (Ca)	mg/l				4,2		6,44	17	20	16	42
Magnesium (Mg)	mg/l				0,861		1,13	3,2	4,2	2,4	6,0
Natrium (Na)	mg/l				4,42		4,47	6,6	7,9	7,7	14
Kalium (K)	mg/l							2,4	3,1	1,3	3,7
Sulfat (SO4)	mg/l				4		4	16,5	22,0	10,7	57,3
Klorid (Cl-)	mg/l				9		5	10	21	16	30
Bly (Pb)	µg/l				<0,2		<0,2	0,17	0,077	0,093	0,011
Kadmium (Cd)	µg/l				<0,05		<0,05	0,037	0,035	0,042	0,031
Kvikksølv (Hg)	µg/l							<0,001	0,001	<0,001	<0,001
Nikkel (Ni)	µg/l				<0,5		1,14	1,5	2,2	1,5	2,5
Arsen (As)	µg/l				<0,5		<0,5	0,33	0,52	0,33	0,34
Kobber (Cu)	µg/l				<0,5		<0,5	1,6	1,3	0,98	1,0
Krom (Cr)	µg/l				<1		<1	0,29	0,23	0,22	0,11
Sink (Zn)	µg/l				<2		6,23	1,5	2,3	4,5	1,9
Jern (Fe)	µg/l	99,3	108	78,9	112	87,7	217	88	77	87	28
Mangan (Mn)	µg/l	8,55	8,89	12,2	37,3	31,6	194	13	60	28	31
Sb (Antimon)	µg/l				<0,1		<0,1				
U (Uran)	µg/l										
Barium (Ba)	µg/l							18	12	11	20
Kobolt (Co)	µg/l							0,80	0,76	0,33	0,55
Molybden (Mo)	µg/l							0,81	2,4	1,2	2,7
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
Sum THC (>C5-C35)	µg/l							nd	nd	nd	nd
Aluminium - illabilt	µg/l							36			
Aluminium - reaktivt	µg/l							<8			
Labilt Aluminium	µg/l							29			
Al (Aluminium)	µg/l				122		90,8	390	210		

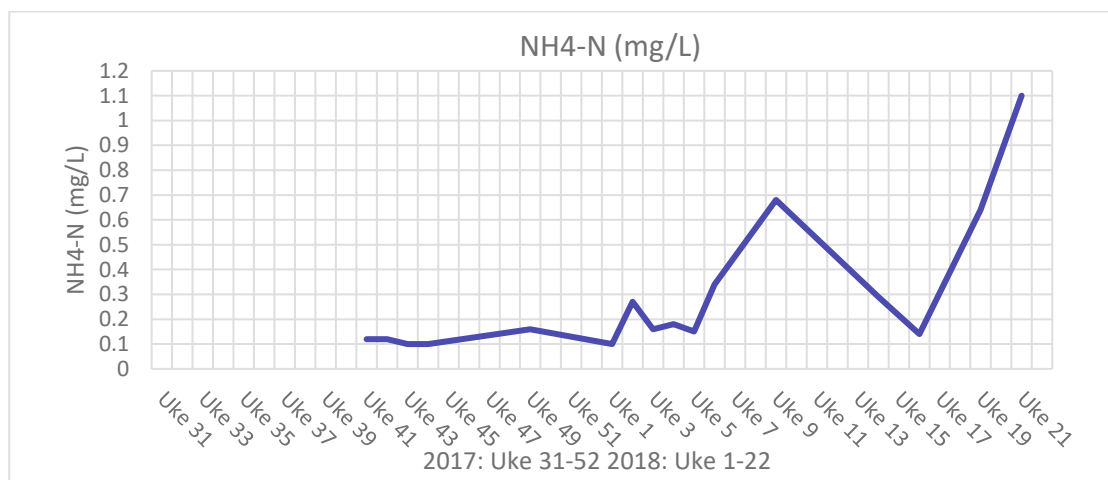
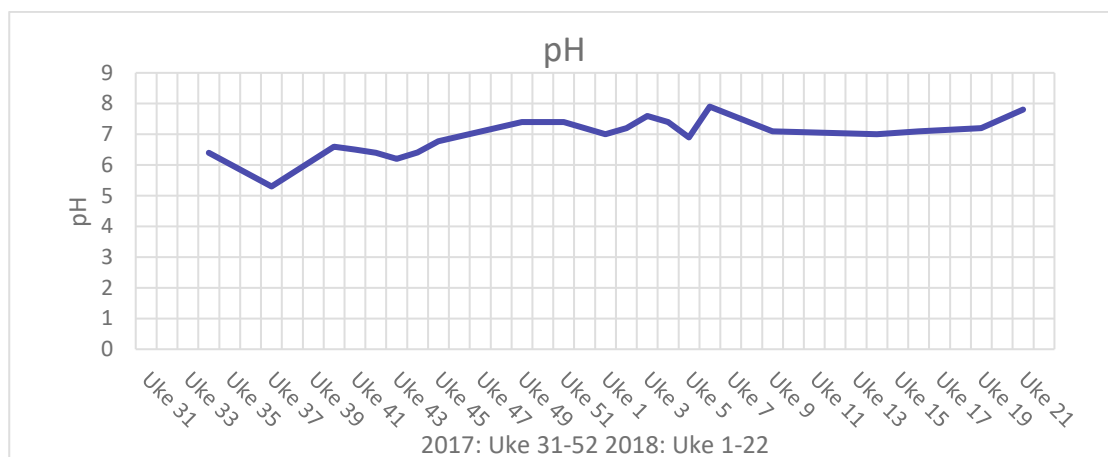
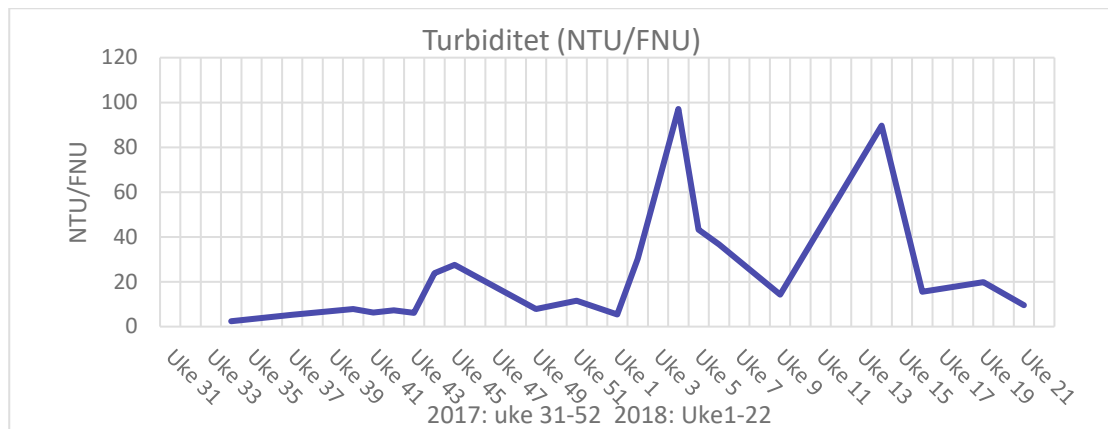
Vedlegg 8: Turbiditet, pH og NH₄-N (mg/) fra ukeprøver i sidebekker

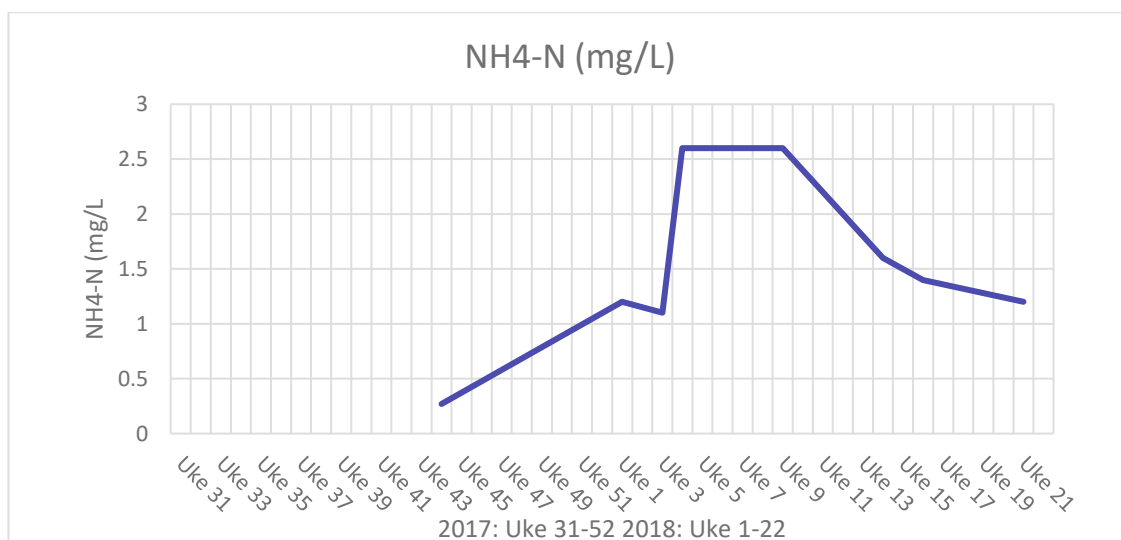
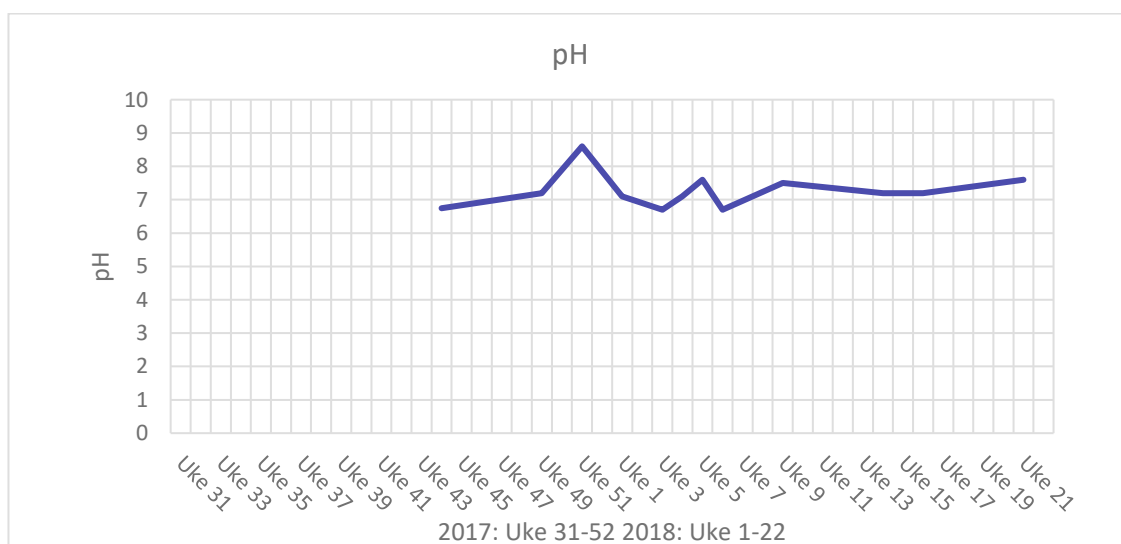
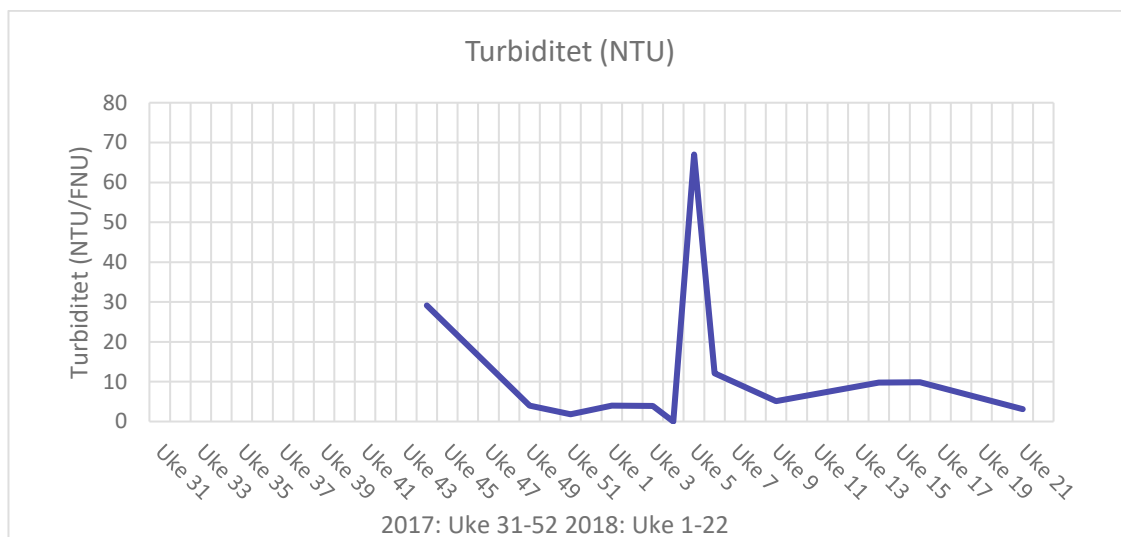
Ukeprøver ble tatt ved behov i perioder der det var økt belastning fra anleggsområdet

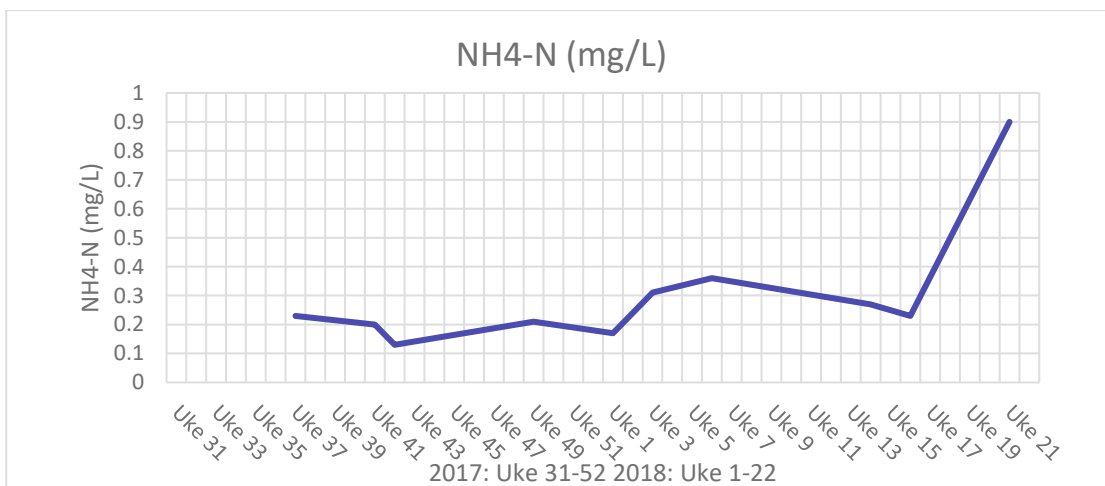
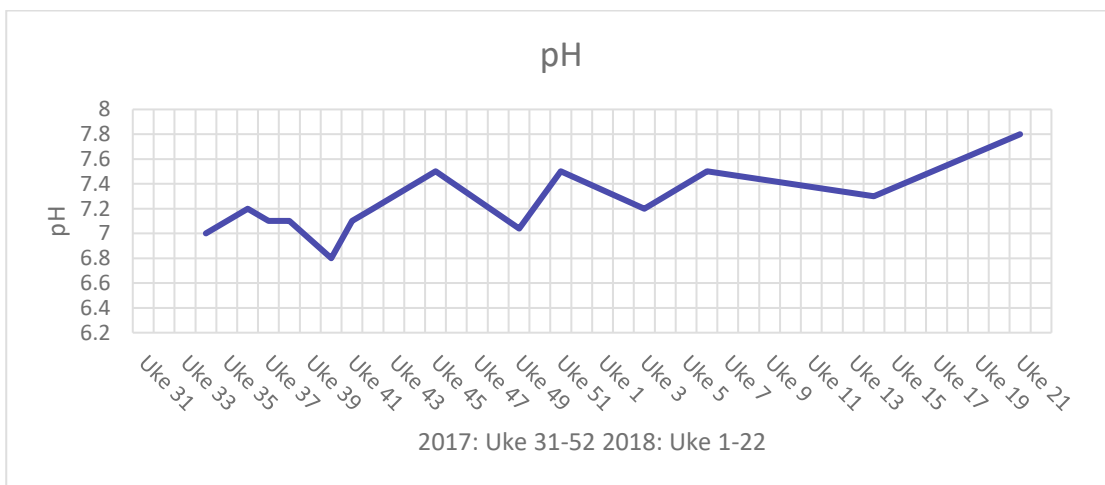
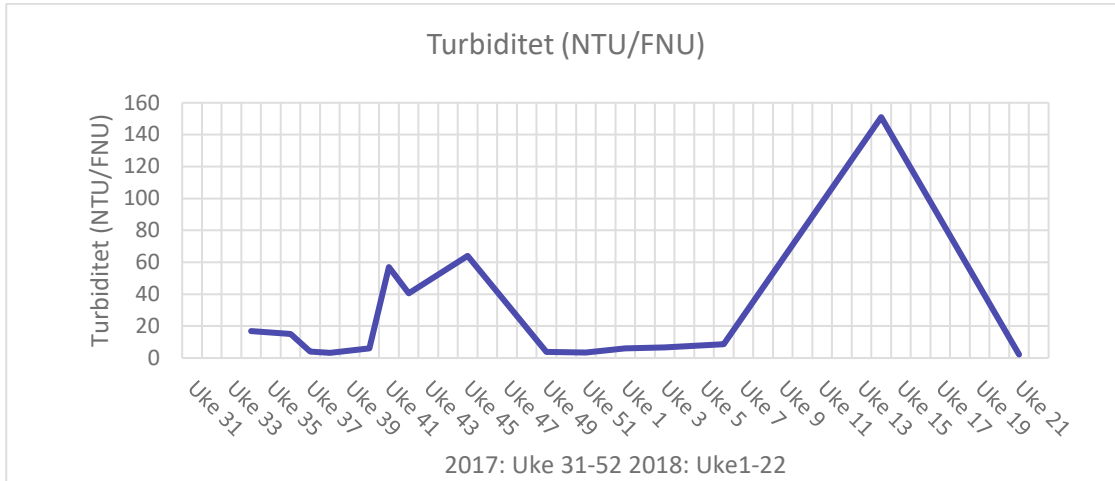
2017: Uke 31-52

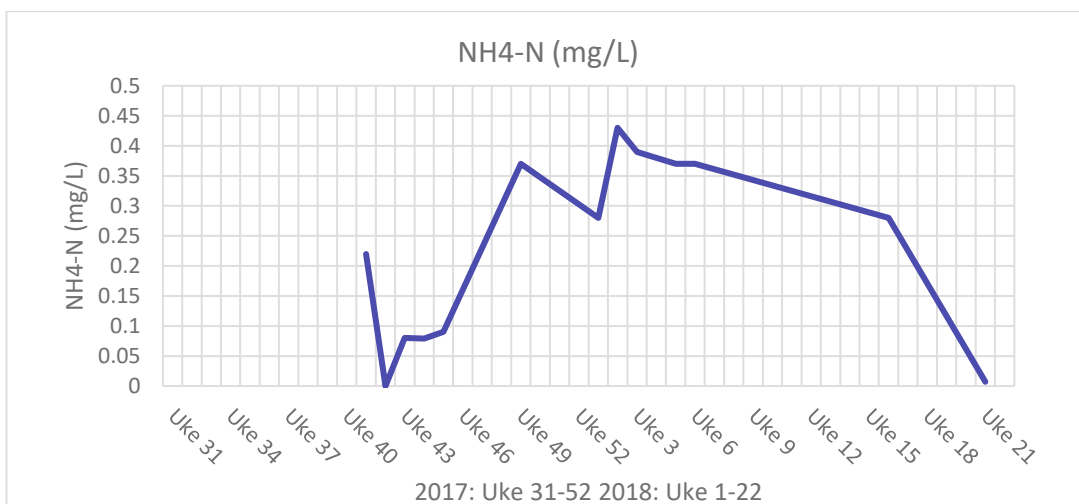
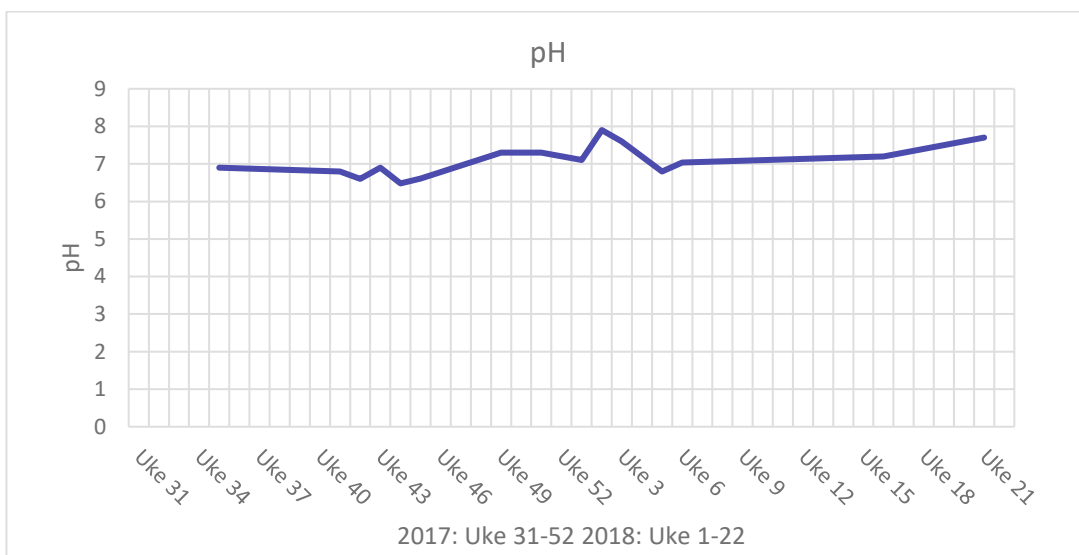
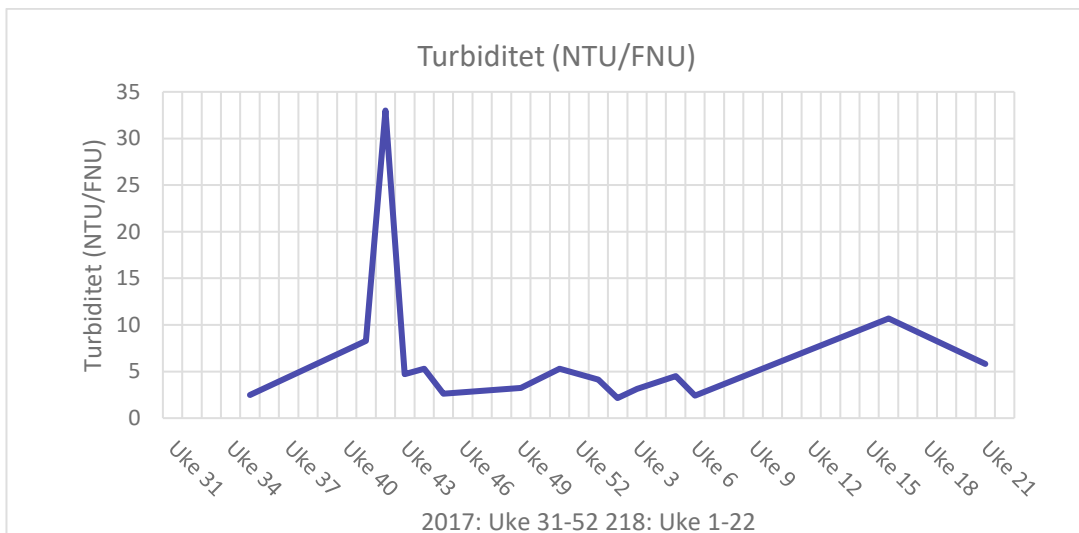
2018: Uke 1-22

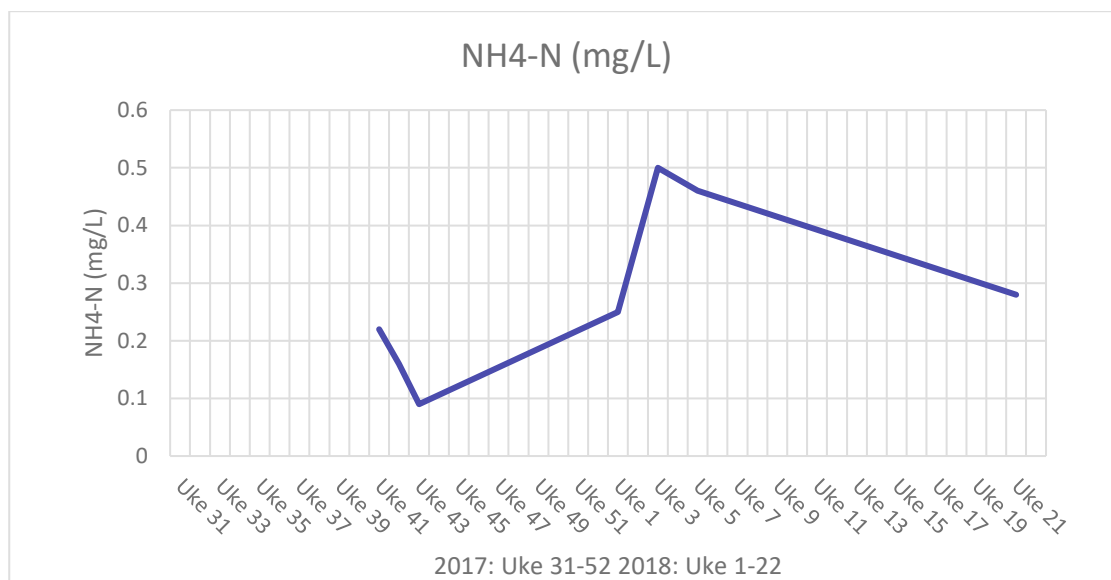
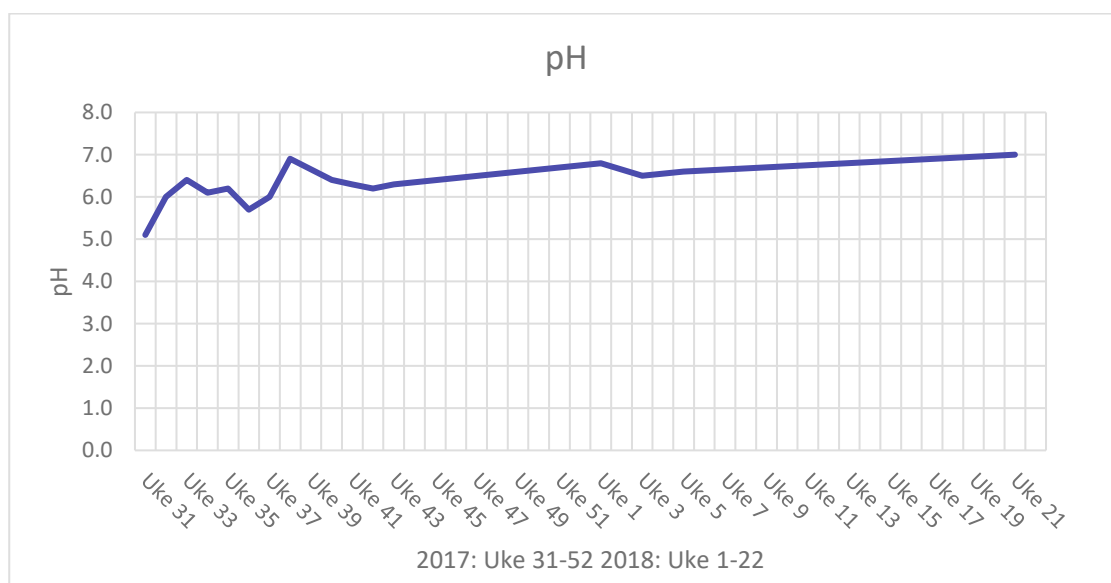
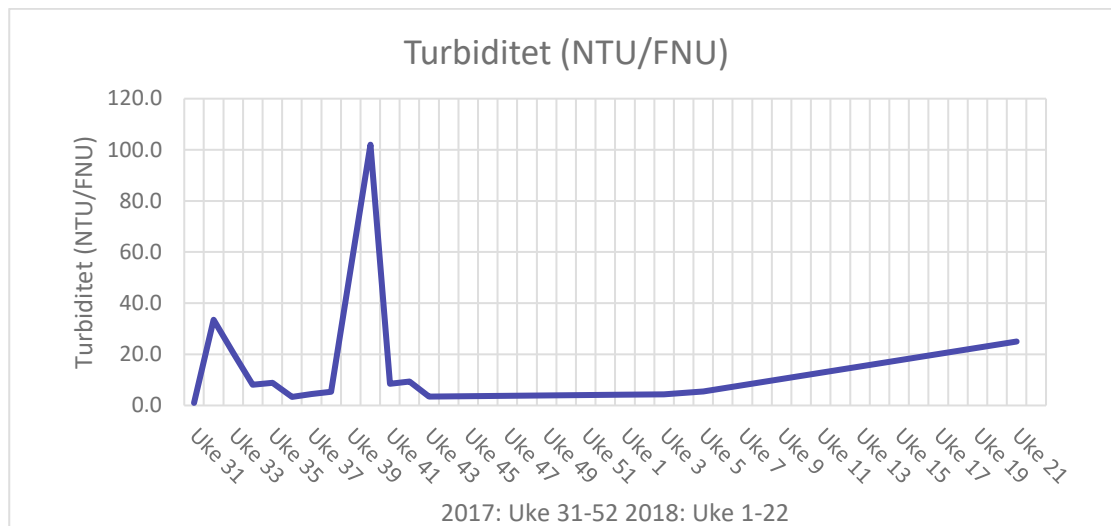
ÅBY2

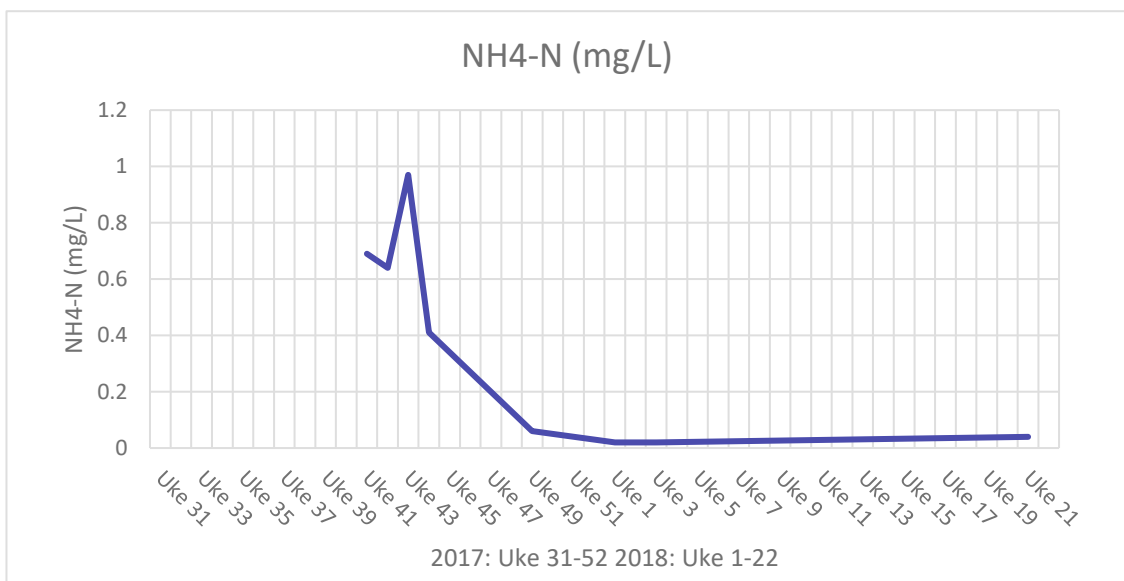
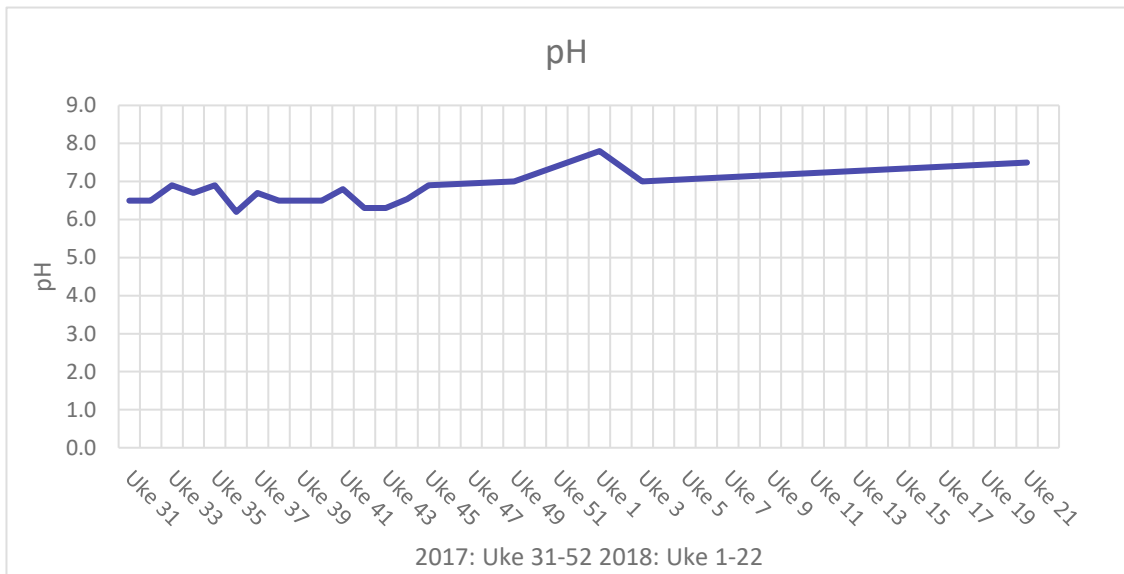
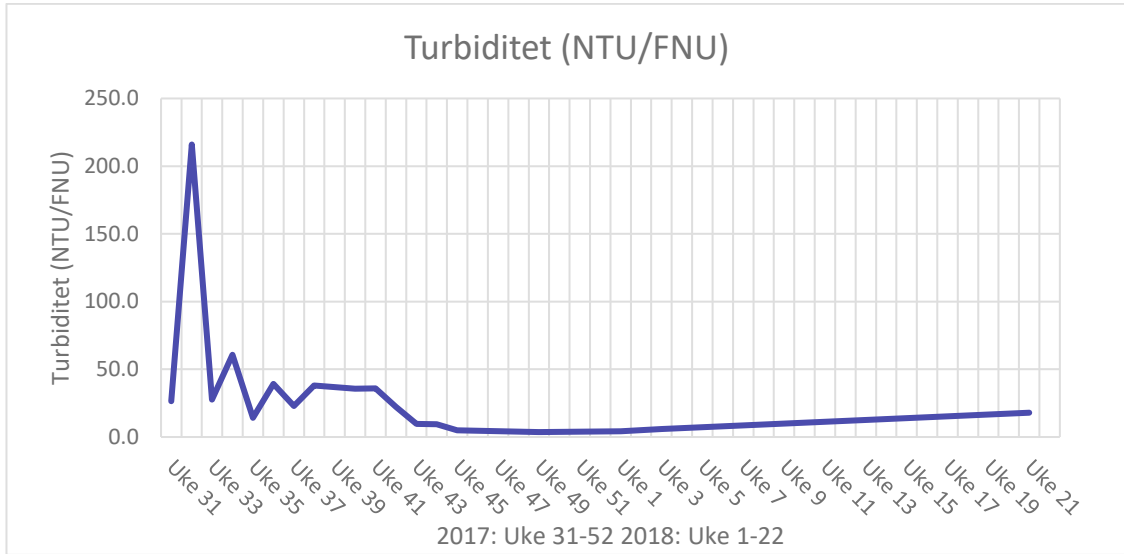


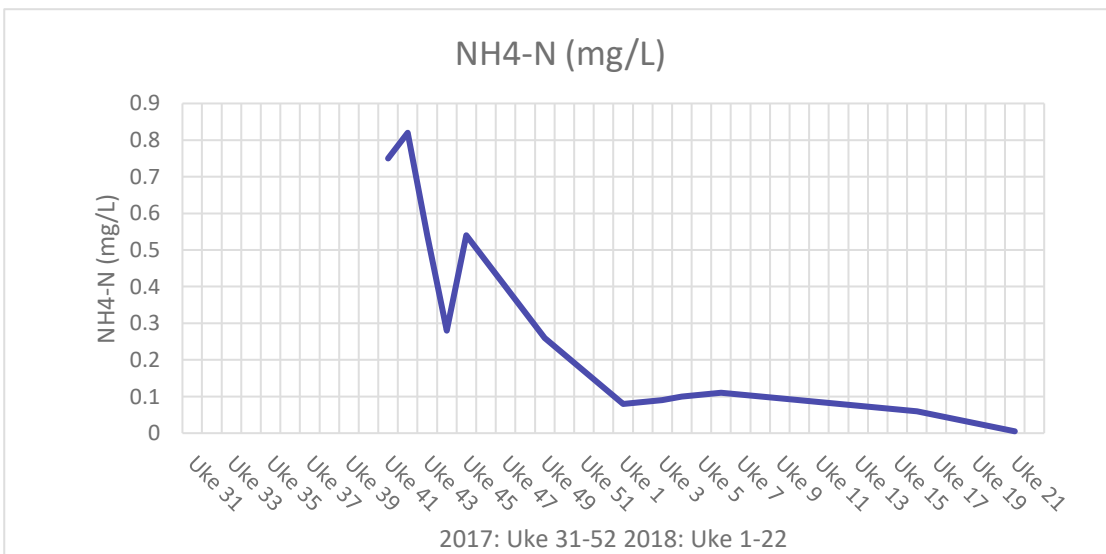
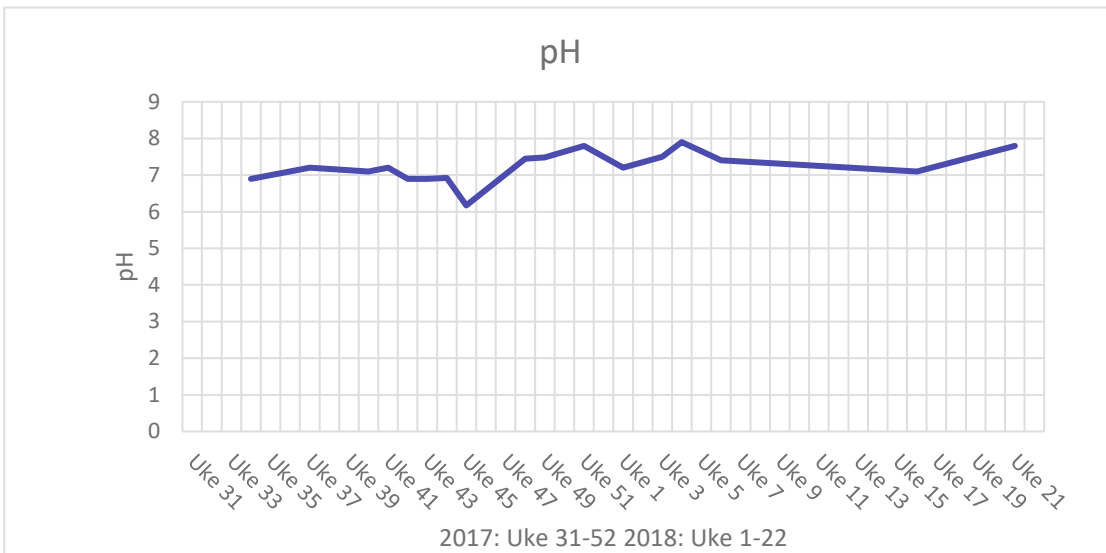
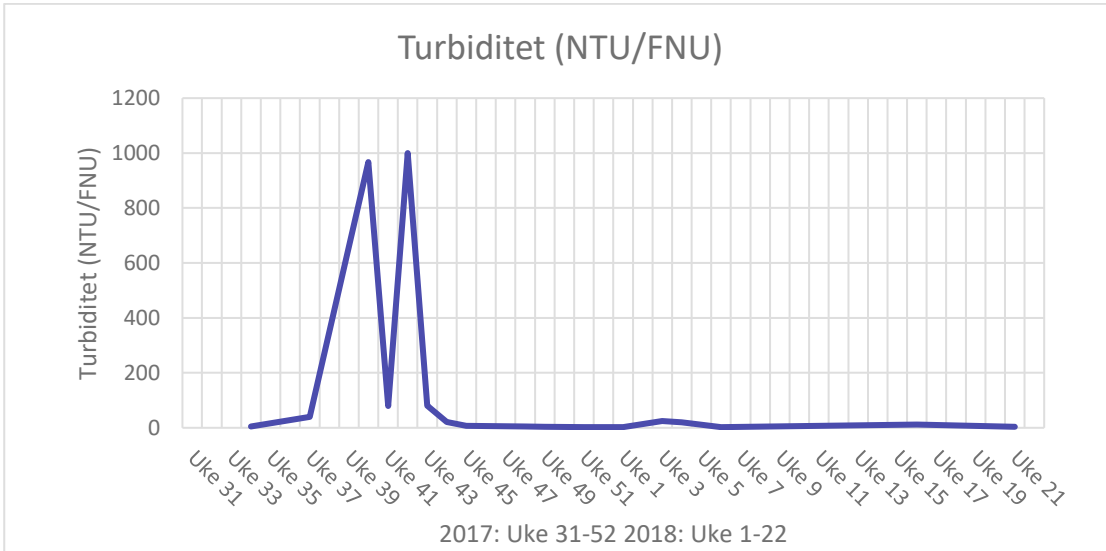












Vedlegg 9: Data KLL-Q og vannprøver Høenstjenna

30.05.2017, 15.07.2017, 15.08.2017, 10.09.2017 og 07.10.2017

30.5.17	KLLQ					
Dyb	temp	pH	EC	O ₂	O ₂	NTU
m	°C		mS/cm	mg/L	%	
1,0	19,3	7,38	0,067	10,4	123	0,46
2,0	9,8	7,2	0,064	12,65	122,4	2,32
3,5	7,2	6,53	0,067	5,77	52,3	1,075
4,8	6,1	6,5	0,068	5,59	49,2	0,63
6,0	5,65	6,53	0,068	5,95	51,5	0,535
7,2	5,37	6,53	0,068	5,8	50,3	0,4
8,7	5,21	6,54	0,069	5,6	48,5	1,07
10,1	5,09	6,52	0,067	5,33	45,8	0,68
11,4	5,03	6,52	0,07	5,22	44,7	0,78
12,8	4,95	6,52	0,07	4,905	42,2	1,27
14,1	4,9	6,52	0,07	4,66	39	1,47
15,4	4,8	6,51	0,07	4,46	38	0,78
16,7	4,78	6,5	0,07	4,4	37,4	0,88
17,5	4,72	6,5	0,071	3,91	33,3	0,88
19,2	4,64	6,5	0,072	3,37	28,6	1,86
20,4	4,6	6,5	0,073	2,76	24,2	1,27
21,0	4,6	6,6	0,07	1,7	14,4	3,15
22,2	4,6	6,8	0,08	0,587	4,9	14,4
23,4	4,34	6,97	0,92	0,8	6,6	116
23,7	4,3	7,076	1,035	0,402	3,14	16,26

30.5.17 (ALS)

Dyp (m)	Fargetall	O ₂	TOT-N	TOT-P	Nitrat	Ammonium
	mg Pt/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	mg/L
1,0	60	10,2	820	14	0,37	0,038
3,5	63	8,2	900	23	0,33	0,053
11,0	48	5,3	760	14	0,34	0,07
14,0	46	7,9	720	11	0,37	0,073
24,0	140	0,2	16000	56	0,22	16

Dyp (m)	Magnesium	Kalsium	Natrium	Klorid	Sulfat	Mangan	Jern	Sink
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L
1,0	0,227	6,99	4,88	7	2	12,5	1,11	2,99
3,5	1,07	6,68	4,82	7	2	29,7	0,285	6,95
11,0	1,15	7,09	5,39	8	3	131	0,433	5,28
14,0	1,06	6,63	4,86	7	3	71,3	0,321	4,8
24,0	5,85	27,8	55,9	88	<0.5	6070	125	7,88

15.07.2017

15.7.17	KLLQ							
Dyb	temp	pH	NTU	EC	EC KLLQ	SAL	O ₂	O ₂
m	°C			mS/cm	mS/m	mg/L	mg/L	%
0,7	20,58	7,14	0,59	0,063	6,3	0,032	8,297	100,6
1,2	19,75	7,06	0,65	0,063	6,3	0,032	8,173	98,2
2,2	18,31	6,78	0,52	0,063	6,3	0,032	6,93	81,29
3,1	15,11	6,57	0,33	0,064	6,4	0,03	5,44	54,34
4,1	8,38	6,4		0,068	6,8	0,034	4,038	34,4
5,3	6,86	6,4		0,069	6,9	0,034	3,77	33,53
6,4		6,15	0,49	0,069	6,9	0,034	4,479	39,3
7,6	5,49	6,49		0,069	6,9	0,034	4,559	39,44
8,7	5,26	6,44	0,1	0,069	6,9	0,034	4,73	40,92
9,6	5,09	6,42		0,069	6,9	0,034	4,96	40,31
10,7	5,02	6,46	0,1	0,069	6,9	0,034	4,298	36,82
11,7	4,96	6,45	0,29	0,069	6,9	0,034	3,983	34,05
12,8	4,9	6,43		0,07	7	0,034	3,71	31,65
13,8	4,87	6,4		0,07	7	0,035	3,315	28,27
14,6	4,81	6,39	0,25	0,071	7,1	0,035	2,848	24,26
16,0	4,78	6,39	0,44	0,071	7,1	0,035	2,579	21,96
16,5	4,76	6,38	0,44	0,072	7,2	0,035	2,12	18,1
17,9	4,71	6,37	0,49	0,072	7,2	0,036	1,737	14,77
19,0	4,67	6,37	1,1	0,074	7,4	0,036	1,329	11,28
20,0	4,65	6,29	1,7	0,075	7,5	0,037	0,569	4,829
21,0	4,6	6,36	3,79	0,08	8	0,039	0,381	3,23
22,1	4,59	6,42	3,66	0,106	10,6	0,058	0,341	2,89
23,0	4,46	6,97	5,36	0,53	53	0,394	0,331	2,97
23,5	4,41	7,09		1	100	0,507	-	-

Analysert ved USN - Bø

15.7.17	pH	Alkalitet	EC LAB	Fargetall	NTU	TOT-N	Ammonium	Nitrat	TOT-P
Dyp (m)		mmol/L	mS/m	mg Pt/L	Lab	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
1,0	7,5		6,17	77,2519	0,6	1095,45	202,43	316,867	12,5
5,0	6,47			63,8492	0,59	1149,03	178,195	353,948	10,4
10,0	6,52		6,67	54,4651	0,43	1109,53	82,155	371,242	12,3
15,0	6,49		6,78	55,8021	0,84	1014,26	69,456	398,182	11,5
20,0	6,38	0,34972	7,21	72,2299	1,82	931,1	86,266	443,562	29,7
23,3	6,46		3,88	1006,43	20,4	6230,2	9484,831	77,591	63,2

15.7.17	Magnesium	Kalsium	Natrium	Kalium	Klorid	Sulfat	Mangan	Jern	Sink
Dyp (m)	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
1,0	1,174	6,762	4,127	1,072	4,764	3,591	3,08	200,4	
5,0	1,216	7,166	4,455	1,067	6,171	3,600	4	87,55	
10,0	1,223	7,210	4,549	1,079	6,379	3,556	4	44,95	
15,0	1,237	7,223	4,649	1,11	6,584	3,532	68,4	120,8	4,1
20,0	1,276	7,401	4,872	1,104	6,933	3,468	459,2	464,3	4,9
23,3	4,128	19,23	29,344	3,735	51,849	1,096	5813	220500	4,1

15.08.2017

KLL-Q

Dyb	temp	pH	NTU	SAL	O ₂	O ₂	EC
m	°C	felt		mg/L	mg/L	%	mS/m
0,9	18,6	6,7	2,7	0,03	8,9	104,5	6
2,1	18,0	6,7	0,8	0,03	7,5	86,1	7
3,2	15,4	6,7	1,0	0,03	5,6	53,7	7
4,2	10,9	6,7	1,2	0,03	3,2	31,2	7
5,3	9,1	6,8	0,6	0,03	2,8	25,3	7
6,3	7,2	6,8	0,6	0,03	3,0	27,2	7
7,2	5,8	6,8	0,2	0,03	3,5	36,7	7
8,3	5,4	6,8	0,4	0,03	3,8	32,9	7
9,4	5,2	6,8	0,2	0,03	3,8	32,3	7
10,6	5,1	6,8	0,9	0,03	3,5	30,2	7
11,4	5,0	6,8	0,5	0,03	3,3	28,6	7
12,4	4,9	6,8	0,2	0,03	3,2	27,7	7
13,3	4,9	6,8	0,9	0,04	2,9	25,1	7
14,5	4,8	6,8	0,7	0,04	2,5	21,1	7
15,8	4,8	6,8	0,7	0,04	1,9	15,8	7
16,8	4,8	6,8	1,2	0,04	1,6	12,9	7
17,0	4,8	6,8	1,0	0,04	1,2	10,2	7
18,2	4,7	6,8	1,0	0,04	0,6	4,9	7
19,2	4,7	6,8	1,8	0,04	0,6	4,3	7
20,2	4,7	6,8	2,2	0,04	0,4	3,2	8
21,3	4,6	6,8	4,0	0,04	0,3	2,9	8
22,3	4,6	6,8	3,0	0,07	0,3	2,8	15
23,4	4,5	6,8	6,4	0,45	0,3	2,8	82

Analysert ved USN-Bø

15.8.17	pH	Alkalitet	Fargetall	O ₂	O ₂	O ₂	NTU	TOT-N	Nitrat	Ammonium
Dyp (m)	lab	mmol/L	mg Pt/L	mL/L	mg/L	%	Lab	µg/L	µg/L	µg/L
1,0	7,4	0,332	26,08	8,66	12,39	128,3	0,92	1095	451	72,936
5,0	6,4	0,332	65,34	2,67	3,82	33,3	1,21	1149	523	n.a.
10,0	6,4	0,320	55,23	3,85	5,50	43,0	0,73	1110	415	n.a.
15,0	6,3	0,327	52,47	2,22	3,18	24,5	1,12	1014	410	113,978
20,0	6,3	0,359	55,59	0,28	0,41	3,1	2,27	939	403	276,265
24,0	6,7	5,529	4542,58				37,21	6230	99	13137,4

15.8.17	TOT-P	Natrium	Kalium	Magnesium	Kalsium	Klorid	Sulfat	Mangan	Jern	Sink
Dyp (m)	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
1,0	21,5	4,174	1,093	1,206	6,800	4,812	3,823	27,74	285,2	
5,0	12,3	4,578	0,871	1,198	6,988	6,011	3,598	23,62	191,2	2,9
10,0	11,4	4,583	1,041	1,213	7,029	6,292	3,402	2,27	211,7	3,7
15,0	14,8	4,622	1,086	1,232	7,132	6,608	3,513	86,62	292,3	3,28
20,0	16,8	6,721	1,216	1,331	6,660	8,526	3,669	438,1	331,6	3,46
24,0	75,7	37,470	4,605	5,127	21,349	69,808	0,602	6562	61690	3,247

10.09.2017

KLL-Q

Dyb	temperatur	pH	EC	EC	SAL	O ₂	O ₂	NTU
m	°C	felt	mS/cm	mS/m		mg/L	%	
0,5	14,63	6,76	0,064	6,4	0,032	7,75	85,74	1,96
1,5	14,04	6,64	0,064	6,4	0,033	6,67	72,63	3,32
2,5		6,56	0,064	6,4	0,032	6,046	63,5	6,4
3,6	12,71	6,43	0,065	6,5	0,033	3,801	47,75	7,96
4,6	11,67	6,39	0,065	6,5	0,033	2,753	22,77	9,3
5,6	7,08	6,26	0,069	6,9	0,034	2,659	24,32	2,98
6,9	5,03	6,4	0,069	6,9	0,034	3,25	28,4	1,89
7,7	5,31	6,4	0,069	6,9	0,034	3,17	27,76	2,42
8,7	5,18	6,49	0,069	6,9	0,034	3,045	26,24	1,5
9,8	5,09	6,39	0,069	6,9	0,034	2,785	23,93	0,81
10,8	4,97	6,39	0,07	7	0,034	2,59	22,21	5,36
11,8	4,94	6,38	0,07	7	0,035	2,12	18,11	1,6
12,9	4,92	6,36	0,07	7	0,035	1,835	15,6	1,76
13,8	4,86	6,38	0,071	7,1	0,035	1,37	11,75	1,3
14,9	4,84	6,36	0,071	7,1	0,035	1,039	8,81	2,12
15,9	4,81	6,39	0,072	7,2	0,036	0,75	6,51	2,3
17,0	4,78	6,4	0,073	7,3	0,036	0,415	3,53	1,32
18,1	4,75	6,39	0,074	7,4	0,036	0,329	2,79	6,27
19,4	4,7	6,43	0,075	7,5	0,037	0,327	2,78	2,4
20,7	4,68	6,5	0,075	7,5	0,037	0,329	2,79	3,75
21,6	4,64	6,85	0,075	7,5	0,037	0,33	2,86	10,25
22,8	4,59	7,12	0,147	147	0,073	0,93	2,89	6,67
24,0	4,5	7,09	0,97	97	0,485	0,343	2,9	13,83

Analysert ved USN-Bø

10.9.17	Fargetall	pH	Alkalitet	O ₂	O ₂	O ₂	NTU	TOT-N	Nitrat	Ammonium
Dyp (m)	mg Pt/L	lab	mmol/L	mL/L	mg/L	%	Lab	µg/L	µg/L	µg/L
1,0	88,5	6,9	0,567	8,18	11,70	112,5	2,1	1448	617	n.a.
5,0	96,6	6,5	0,291	5,79	8,28	76,1	5,7	3013	693	67,0
10,0	76,0	6,4	0,319	3,37	4,82	37,9	1,5	1109	408	73,6
15,0	59,4	6,3	0,331	1,59	2,27	17,7	1,6	909	424	82,3
20,0	55,6	6,3	0,376	0,39	0,56	4,4	2,9	3536	374	n.a.
23,0	80,5	6,5	0,637				6,8	130	353	93,7
24,5	3247,6	6,9	6,297	err31			12,3	1068	101	397,7

10.9.17	TOT-P	Natrium	Kalium	Magnesium	Kalsium	Klorid	Sulfat	Mangan	Jern	Sink
Dyp (m)	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
1,0	18,7	4,30	0,96	1,23	6,96	4,62	3,89	14,54	296	2,9
5,0	26,9	4,14	1,17	1,20	6,80	4,55	3,84	31,92	276	4,9
10,0	11,1	4,57	1,08	1,23	7,24	6,45	3,54	3,09	269	3,9
15,0	15,7	4,68	1,08	1,24	7,24	6,63	3,47	110,8	405	4,1
20,0	29,2	49,61	1,73	1,14	6,19	7,04	3,13	491,6	361	4,5
23,0	38,3	9,37	1,40	1,54	7,02	11,48	3,51	2273	1300	5,7
24,5	73,3	39,77	4,76	5,41	21,85	74,65	0,60	6839	55760	6,1

07.10.2017

KLL-Q

Dyb	Temp.	pH	EC	SAL	O ₂	O ₂	NTU
m	°C	felt	mS/cm		mg/L	%	
0,17	11,4	6,6	0,067	0,034	7,663	76,31	2,31
1,39	11,08	6,6	0,067	0,034	7,611	75,79	2,42
2,4	11,05	6,67	0,067	0,034	7,559	75,18	1,86
3,35	10,9	6,61	0,067	0,033	7,279	72,23	2,31
4,34	10,84	6,54	0,068	0,034	6,56	65,07	2,97
5,4	8,47	6,38	0,072	0,035	2,312	25,81	7,11
6,36	7,32	6,38	0,069	0,034	2,479	22,6	6,5
7,27	6,07	6,37	0,07	0,034	2,81	25,06	7,09
8,34	5,98	6,39	0,069	0,034	2,05	24,99	3,32
9,34	5,64	6,37	0,07	0,034	2,565	22,35	1,78
10,34	5,54	6,36	0,07	0,034	2,356	20,47	2,78
11,42	5,38	6,35	0,07	0,035	1,843	15,96	1,29
12,29	5,34	6,37	0,071	0,035	1,483	12,82	1,89
13,33	5,31	6,34	0,072	0,035	1,13	9,77	1,63
14,33	5,28	6,37	0,072	0,035	0,758	6,54	1,5
15,3	5,27	6,36	0,072	0,036	0,546	4,7	1,86
16,32	5,25	6,39	0,073	0,036	0,405	3,69	2,16
17,32	5,23	6,39	0,073	0,036	0,331	2,85	1,82
18,32	5,23	6,34	0,074	0,036	0,323	2,79	2,22
19,33	5,22	6,45	0,074	0,037	0,322	2,78	2,94
20,31	5,16	6,45	0,077	0,037	0,325	2,8	3,2
21,33	5,14	6,88	0,097	0,048	0,327	2,8	4,15
22,38	5,07	6,9	0,182	0,086	0,33	2,8	3,5

Analysert ved USN – Bø

7.10.17	pH	Alkalitet	EC	Fargetall	O ₂	O ₂	O ₂	NTU	TOT-N	Natrium	Ammonium
Dyp (m)	lab	mmol/L	mS/m	mg Pt/L	mL/L	mg/L	%	Lab	µg/L	mg/L	µg/L
1,0	6,7	0,330	6,7	102,6	5,93	8,48	75,2	2,4	1591	4,55	n.a.
5,0	6,8	0,307	6,6	96,6	5,45	7,80	69,1	2,7	1392	4,42	n.a.
10,0	6,8	0,326	6,9	62,9	1,80	2,58	20,4	3,9	999	4,49	59
15,0	6,3	0,343	7,0	60,8	0,88	1,26	9,9	2,2	1050	4,68	143
20,0	6,4	0,378	7,3	64,3	0,12	0,17	1,3	3,5	1016	5,00	76
23,0	6,6	0,839	12,0	109,0				9,8	547	8,96	2162
23,7	6,7	2,880	38,0	640,8				8,8	5068	21,04	7083

7.10.17	TOT-P	Kalium	Magnesium	Kalsium	Klorid	Nitrat	Sulfat	Mangan	Jern	Sink
Dyp (m)	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
1,0	28,2	1,04	1,27	7,25	5,32	713,92	4,20	17,3	327	4,9
5,0	21,9	1,02	1,24	6,96	5,16	663,43	3,97	23,6	340	5,39
10,0	20	1,04	1,21	7,15	6,31	401,26	3,57	3,27	286	6,52
15,0	19,5	1,14	1,25	7,37	6,64	383,37	3,43	135	395	3,447
20,0	30,6	1,25	1,26	7,44	6,82	340,49	3,32	452,8	514	4,01
23,0	45,4	1,66	1,67	8,96	12,22	67,45	2,16	3111	2600	4,8
23,7	47,7	2,75	3,19	15,90	36,30	63,76	1,03	4107	17770	9,8