

Digitalisert overvåking av vannkvalitet i distribusjonsnett for drikkevann i Kristiansand

Forprosjekt



RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: www.niva.no

Tittel Digitalisert overvåking av vannkvalitet i distribusjonsnettet for drikkevann i Kristiansand - Forprosjekt	Løpenummer 7408-2019	Dato 08/08/2019
Forfatter(e) Stephen John Sayfritz	Fagområde Miljøteknologi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Agder	Sider 16

Oppdragsgiver(e) Kristiansand Kommune og RFFAgder	Oppdragsreferanse Terje Lilletvedt
Oppdragsgivers utgivelse:	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 190082

<p>Sammendrag</p> <p>Målet med forprosjektet har vært å vurdere muligheten for-, og verdien av-, digitalisert overvåking av vannkvalitet i distribusjonsnettet for drikkevann i Kristiansand kommune, for å sikre effektiv og trygg leveranse at denne kommunale tjenesten. Sensorsystemer ble utplassert på tre punkt i drikkevannsnettet på Flekkerøya i Kristiansand. Forprosjektet viser at temperatur, ledningsevne og turbiditet er et godt utgangspunkt for overvåking, men at også flere parametere bør testes. Dette kan inkludere pH, fluorescens og/eller UV. I tillegg til kjemisk/fysikalsk overvåking bør videoovervåking av vannstrømmen gjennom målesystemet vurderes. Dette sammen med bildegjenkjenningsteknologi som kan gi informasjon om forandring i systemet (f.eks. bobler som kan påvirke målingene) eller gi informasjon om partikkeltransport.</p>

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Digitalisert overvåking Sensorbasert Drikkevann 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> Digital monitoring Sensor based Drinking water
---	---

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Stephen John Sayfritz
Prosjektleder

Øyvind Kaste
Faglig kvalitetssikrer

Marianne Olsen
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7143-0
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

© Norsk institutt for vannforskning. Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

Digitalisert overvåking av vannkvalitet i distribusjonsnettet for drikkevann i Kristiansand

Forprosjekt

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon.....	4
2	Metode	4
3	Resultater	6
3.1	Temperaturmåling	6
3.2	Ledningsevne	7
3.3	Turbiditet	7
4	Konklusjon	9
5	Referanser.....	10
6	Vedlegg A.....	11

Sammen drag

Kristiansand kommune leverer via både et eget og et interkommunalt selskap drikkevann til innbyggere i Kristiansand. Dette omfatter produksjon og leveranse av totalt 13 millioner kubikk vann til 25.000 husstander per år. Kommunen bruker ca. 70 millioner kroner årlig på drikkevannsforsyning. I dag renses overflatevann ved vannrenseanleggene før vannet pumpes i rør til flere høydebasseng (HB) i kommunen. Leveranse av den kommunale drikkevannstjenesten reguleres av drikkevannsforskriften (www.lovdata.no). For å få bedre forståelse for variasjon i vannkvalitet og for å raskt kunne iverksette tiltak for å opprettholde kvaliteten, kreves det hyppig prøvetaking (helst flere ganger i timen). Kostnadmessig er en oppskalering av dagens rutiner med stikkprøver ukentlig eller månedlig verken praktisk gjennomførbart eller økonomisk bærekraftig. I dette forprosjektet ville vi derfor vurdere muligheten for-, og verdien av-, en sensorbasert digitalisert overvåking av vannkvalitet (Sayfritz, 2018).

Innholdet i prosjektet har vært å overvåke vannkvalitet med sensorer på tre punkter i et utvalgt pilotområde på Flekkeøya i Kristiansand. Tre parametere (temperatur, ledningsevne og turbiditet) ble målt kontinuerlig på hvert punkt. Turbiditet vurderes som en proxy-parameter for andre sentrale overvåkingsparametere som med dagens teknologi ikke lar seg overvåke med enkel sensorteknologi, eksempelvis bakteriell forurensning som følge av forurensning/inntrenging av kloakk/jord som gjerne skjer i episoder med lavt vanntrykk.

Forprosjektet viste at temperatur, ledningsevne og turbiditet er et godt utgangspunkt for overvåking, men at også flere parametere som pH, fluorescens og/eller UV bør testes. I tillegg til kjemisk/fysisk overvåking bør videoovervåking av vannstrømmen gjennom målesystemet vurderes. Dette sammen med bildegjenkjenningsteknologi som kan gi informasjon om forandring i systemet (f.eks. bobler som kan påvirke målingene) eller gi informasjon om partikkeltransport.

1 Introduksjon

Kristiansand kommune leverer via både et eget og et interkommunalt selskap drikkevann til innbyggere i Kristiansand. Dette omfatter produksjon og leveranse av totalt 13 millioner kubikk vann til 25.000 husstander per år. Kommunen bruker ca. 70 millioner kroner årlig på drikkevannsforsyning. I dag renses overflatevann ved vannrenseanleggene før vannet pumpes i rør til flere høydebasseng (HB) i kommunen. Høydebassengene opprettholder vanntrykk og fungerer som lokalt vannlager. Pumperate og nivå i HB-ene overvåkes digitalt. For å oppnå stabil og effektiv leveranse av trygt drikkevann i fremtiden, har kommunen behov for å øke sin kunnskap om i) variasjoner i vannkvaliteten over kortere tidsintervaller (hyppigere målinger) ii) effekten av kortvarige episoder med lavt trykk i drikkevannsnettet på vannkvalitet lokalt (vanntrygghet) iii) metoder for å raskt identifisere lekkasjer i ledningsnettet (verditap og fare for forurensning).

Leveranse av den kommunale drikkevannstjenesten reguleres av drikkevannsforskriften (www.lovdatabank.no). Kommunen er pålagt å kontrollere vannkvalitet ved å analysere for bakterier ukentlig i form av én stikkprøve (0,5 liter), og for fysisk-kjemiske parametere månedlig. Dette gjøres av fagpersoner som kjører rundt til 24 prøvetakingspunkt i kommunen på faste dager. Analysesvarene er tilgjengelige tidligst etter 8 timer og opp til én uke etter prøvetaking, avhengig av parameteren. Denne tradisjonelle målestrategien (stikkprøver) gir veldig gode analysedata for vannkvalitet i et svært begrenset tidsrom (et øyeblikksbilde/noen sekunder), men gir lite informasjon om variasjoner i vannkvalitet og gir heller ingen mulighet for direkte respons siden analysesvarene ikke er umiddelbart tilgjengelige. For å få bedre forståelse av variasjon i vannkvalitet og for å raskt kunne iverksette tiltak for å opprettholde kvaliteten, kreves det hyppigere prøvetaking (helst flere ganger i timen). Kostnadmessig er en oppskalering av dagens rutiner med stikkprøver ukentlig/månedlig verken praktisk gjennomførbart eller økonomisk bærekraftig.

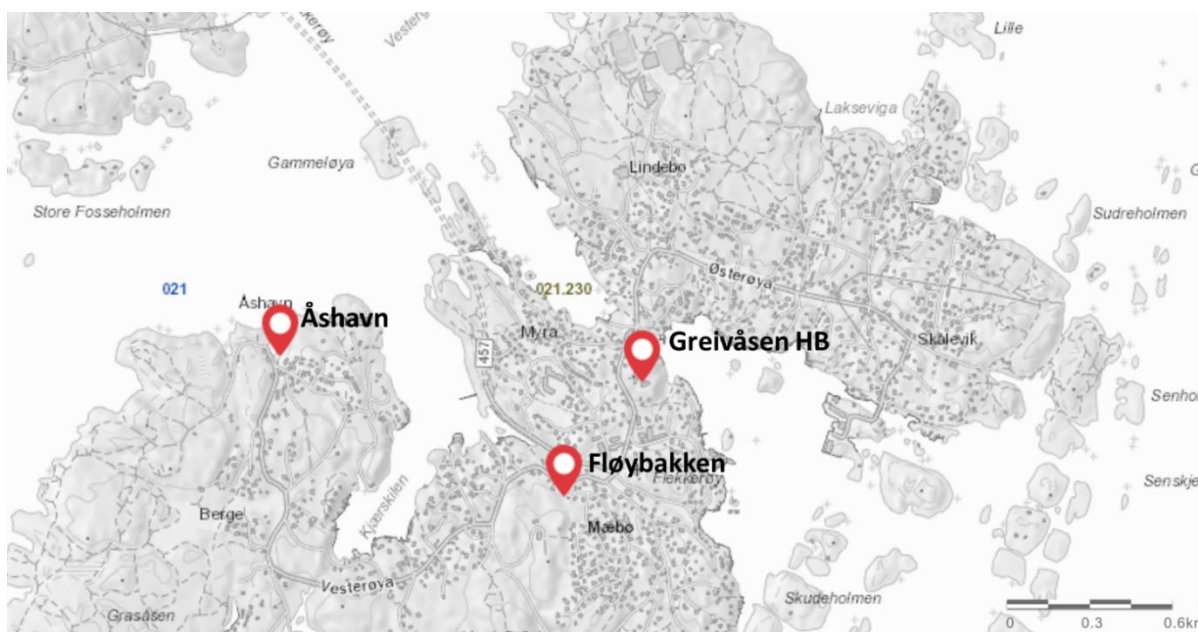
Målet med dette forprosjektet har derfor vært å vurdere muligheten for-, og verdien av-, digitalisert overvåking av vannkvalitet i distribusjonsnettet for drikkevann i Kristiansand kommune, for å sikre effektiv og trygg leveranse at denne kommunale tjenesten.

2 Metode

Innholdet i prosjektet har vært å overvåke vannkvalitet med sensorer på tre punkter i et utvalgt pilotområde på Flekkeøya i Kristiansand. Tre parametere (temperatur, ledningsevne og turbiditet) ble målet kontinuerlig på hvert punkt. Turbiditet vurderes som en proxy-parameter for andre sentrale overvåkingsparametere som med dagens teknologi ikke lar seg overvåke med enkel sensorteknologi, eksempelvis bakteriell forurensning som følge av forurensning/inntrenging av kloakk/jord som gjerne skjer i episoder med lavt vanntrykk. En proxy-parameter har et dokumentert, direkte forhold til den parameteren som vi ønsker å måle. Bruk av proxy-parametere for måling av miljøgifter er et nytt fagfelt i utvikling (Rügner et al. 2014, Schwientek et al. 2016, Nasrabadi et al. 2016), og med dette prosjektet vil vi gjøre en første evaluering av denne type tilnærming i overvåking av drikkevannskvalitet.

Basert på en befaring sammen med Kristiansand kommune på Flekkerøya ble følgende tre steder valgt (figur 1): Greivåsen Høydebasseng (HB) – Dette er hvor hovedvannledning fra fastlandet mottas på Flekkerøya. Sonden ble koblet til utløpssiden, dvs. drikkevann på vei ut til distribusjonsnettet. 2)

Fløybakken – en pumpestasjon som pumper drikkevann til Mæbø-området. 3) Åshavn – ligger i utkanten av distribusjonsnett på Flekkerøya.



Figur 1. Kart av Flekkerøya (kilde – www.nve.no) med prosjektets tre målepunkter.

Sensorsystemene ble kalibrert før tilkobling til distribusjonsnett. Figur 2 vises tilkobling på Greivåsen HB. Sensorsystemene ble plassert i en gjennomstrømnings-celle slik at ferskt drikkevann fra distribusjonsnett tas opp til systemet og måles kontinuerlig. Systemene ble utplassert 23. mai 2019 og har målt temperatur, ledningsevne og turbiditet hvert minutt.



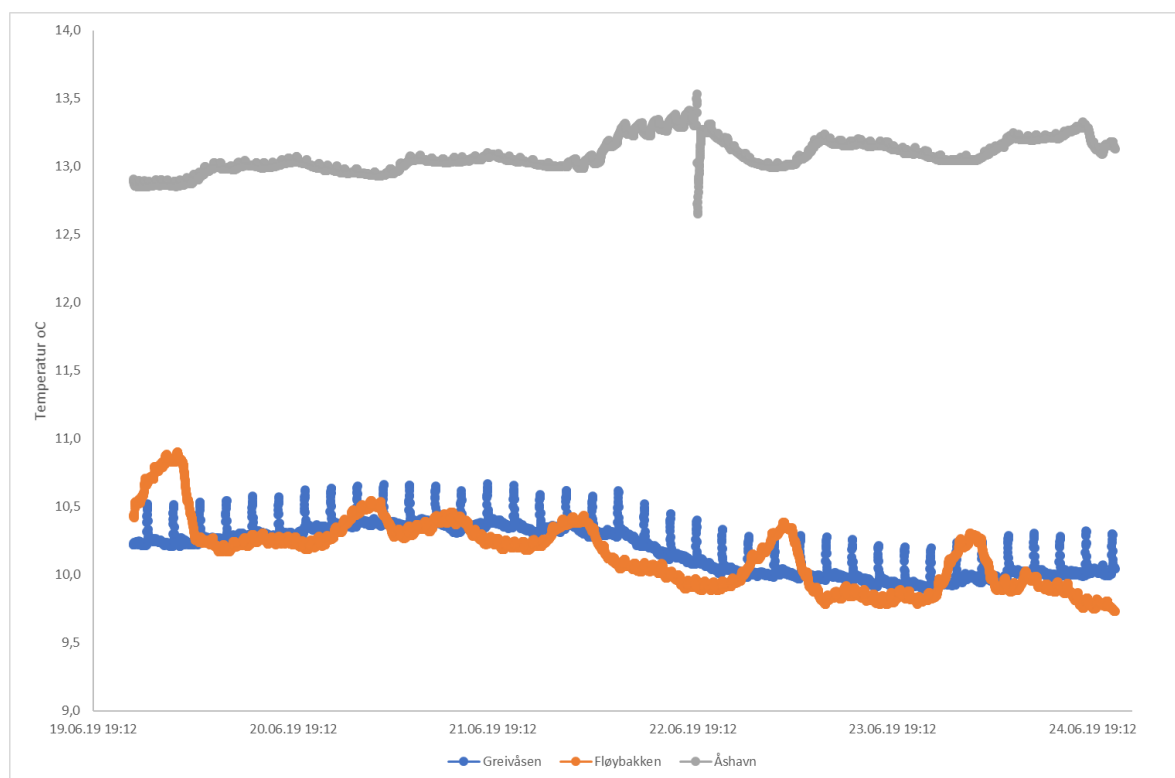
Figur 2. Tilkobling av sensorsystemet på Greivåsen HB.

3 Resultater

Måledata fra hver stasjon har blitt tilgjengeliggjort i .xls format og Vedlegg A viser data for hver parameter på hver stasjon. Gjennomstrømningshastighet på Fløybakken og spesielt Åshavn måtte økes på grunn av luftbobler i vannet.

3.1 Temperaturmåling

Temperatur er en robust og enkel måling. Figur 3 vises en sammenligning av temperatur målt på de tre stasjonene over en fire dagers periode som eksempel. På Greivåsen HB er det regelmessige «spikes»/topper, som burde sammenlignes med pumpe- og trykkdata fra stasjonen. Det er både kort avstand og relativt store vannmengder som blir transportert til Fløybakken, slik at det er liten temperaturforskjell mellom vannet målt Greivåsen og Fløybakken.

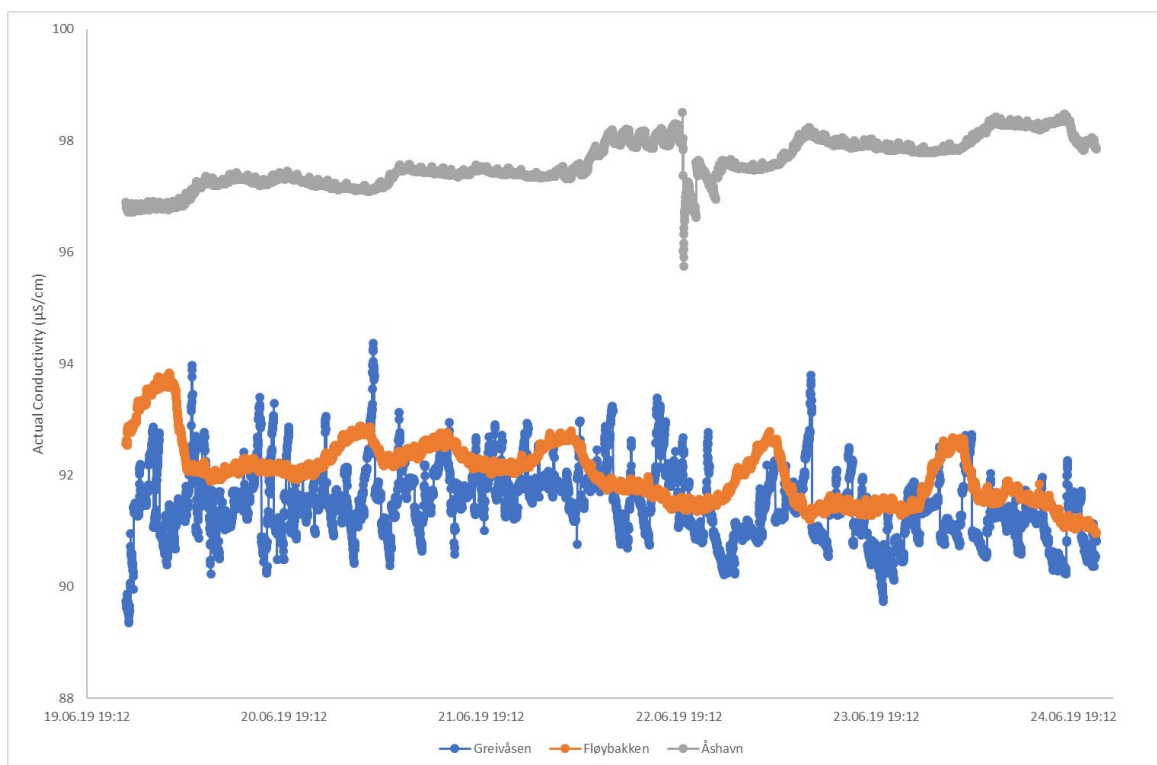


Figur 3. Sammenligning av temperatur målt på de tre stasjonene over en fire dagers periode

I Åshavn er temperaturen generelt høyere enn de to andre stasjonene med en episode kl 20 den 22. juni. Den generelt økte temperaturen skyldes oppvarming av vannet under transport i distribusjonsnett, dvs. at jorda rundt vannledningen er varmere enn vannet fra høydebassenget.

3.2 Ledningsevne

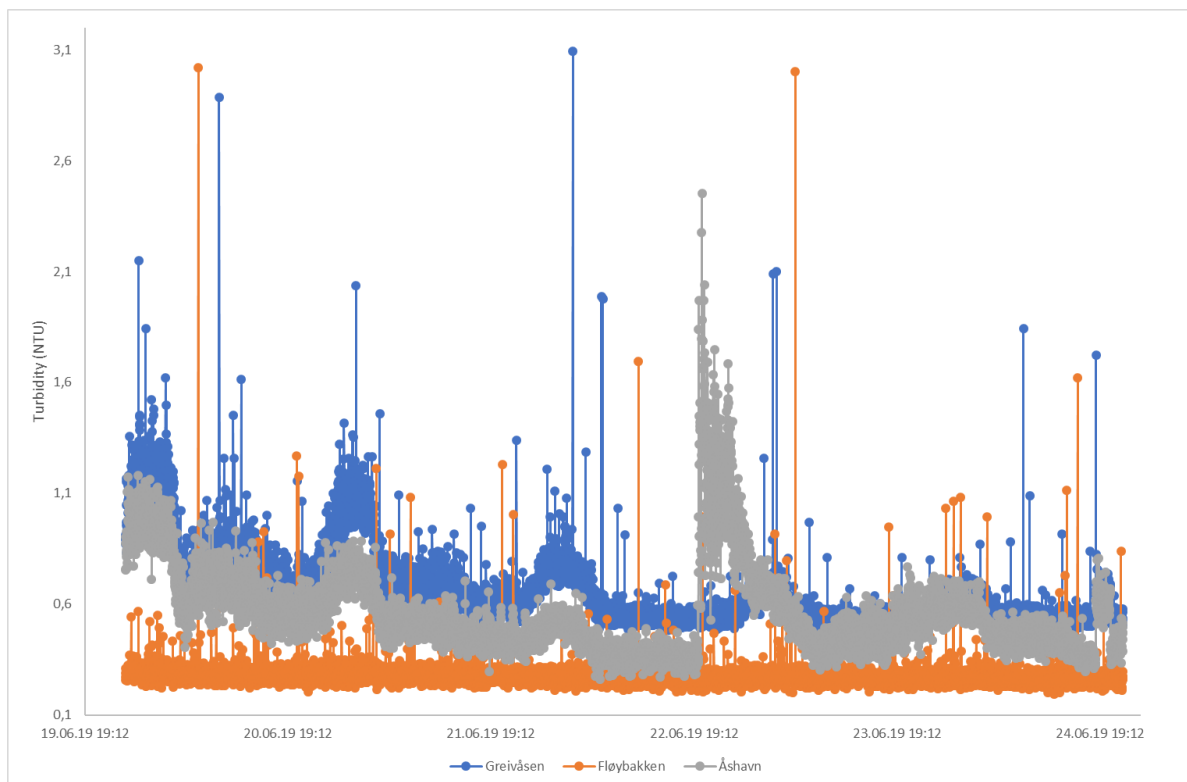
I Figur 4 vises en sammenligning av ledningsevne målt på de tre stasjonene over en fire dagers periode som eksempel. På Greivåsen HB er det mer variasjon enn på de andre stasjonene. Dette må sees i sammenheng variasjonen (toppene) som ble registrert i temperaturmålingene. På Fløybakken er det flere «topper» mens i Åshavn er en kort episode med lavere ledningsevne rundt kl 20 den 22. juni. Siden temperatur og ledningsevne henger sammen, kan dette være en konsekvens av den registrerte temperatur-nedgangen i det samme tidsrommet.



Figur 4. Sammenligning av ledningsevne målt på de tre stasjonene over en fire dagers periode

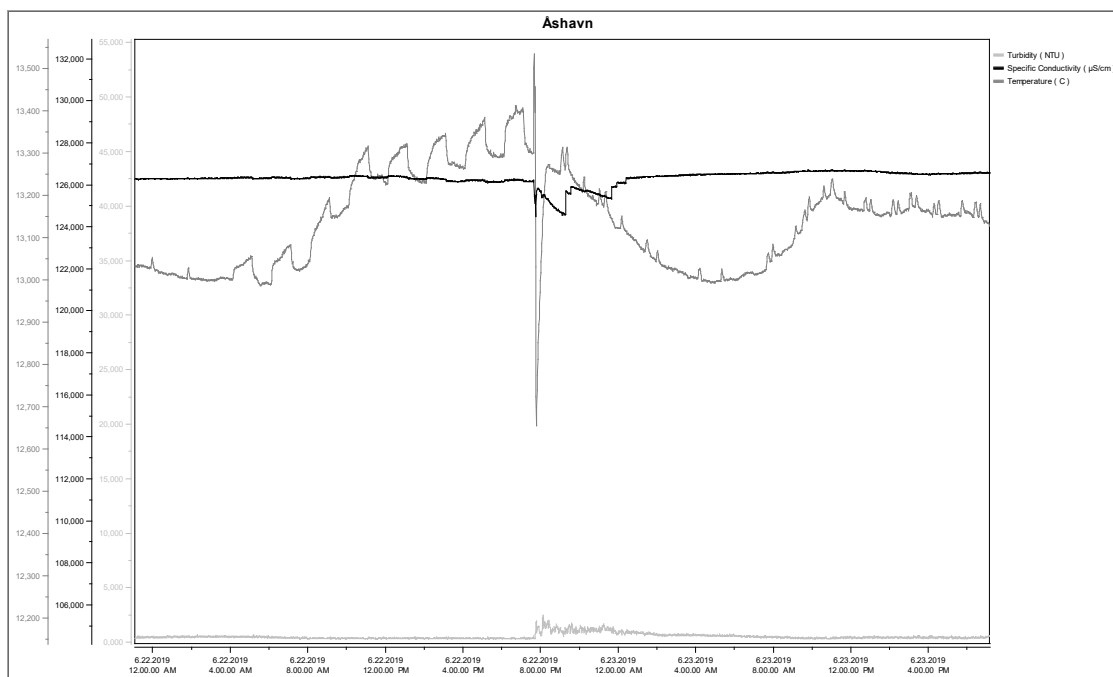
3.3 Turbiditet

Turbiditet er også en robust måling, men påvirkes av bobler siden den er en optisk måling. Figur 5 viser en sammenligning av turbiditet målt på de tre stasjonene over en fire dagers periode. Alle systemer var kalibrert hver for seg og mot hver andre, noe som forklarer de små forskjellene i «baseline» mellom stasjonene. Turbiditeten er generelt veldig lav og stabil, men noen enkeltstående toppe som avviker fra trendene skyldes sannsynligvis små luftbobler som påvirker målingene. Det blir derfor viktig å lage god databehandlingsystemer for å utelukke disse.



Figur 5. Sammenligning av turbiditet målt på de tre stasjonene over en fire dagers periode.

På Åshavn er det igjen et utslag på den 22. juni kl. 19. I figur 6 vises alle tre parametre målt på Åshavn i perioden rundt denne episoden.



Figur 6. Sodedata fra Åshavn i perioden 22.06 til 23.06 som viser alle loggeparametre.

4 Konklusjon

Konklusjoner og anbefalinger for videre arbeid med digitalisert overvåking av vannkvalitet i distribusjonsnett for drikkevann:

- Temperatur, ledningsevne og turbiditet er et godt utgangspunkt for overvåking, men flere parametere som pH, fluorescens og/eller UV bør også testes.
- I tillegg til fysisk-kjemisk overvåking bør videoovervåking av vannstrømmen gjennom målesystemet vurderes. Dette sammen med bildegjenkjenningsteknologi som kan gi informasjon om forandring i systemet (f.eks. bobler som kan påvirke målingene) eller gi informasjon om partikkeltransport.
- Ut fra data målt i forprosjektet bør målinger foretas minst hvert minutt, hvis ikke oftere.
- Det bør etableres et databehandlingssystem som automatisk filtrerer bort feilaktige målinger, f.eks. høye turbiditets-verdier som skyldes luftbobler i målekammeret.
- Måledata bør sees i sammenheng med andre tilgjengelige data som for eksempel pumpe- og trykkdata, samt værmeldinger på nett.

5 Referanser

Drikkevannsforskriften - <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-12-22-1868>

S.J.Sayfritz, 2018, Sensorbasert overvåkning av nedbørstyrte utslipp til vann – fagrapport, Norsk Institutt for Vannforskning. ISBN 978-82-577-7021-1. No 7286 (19 sider).

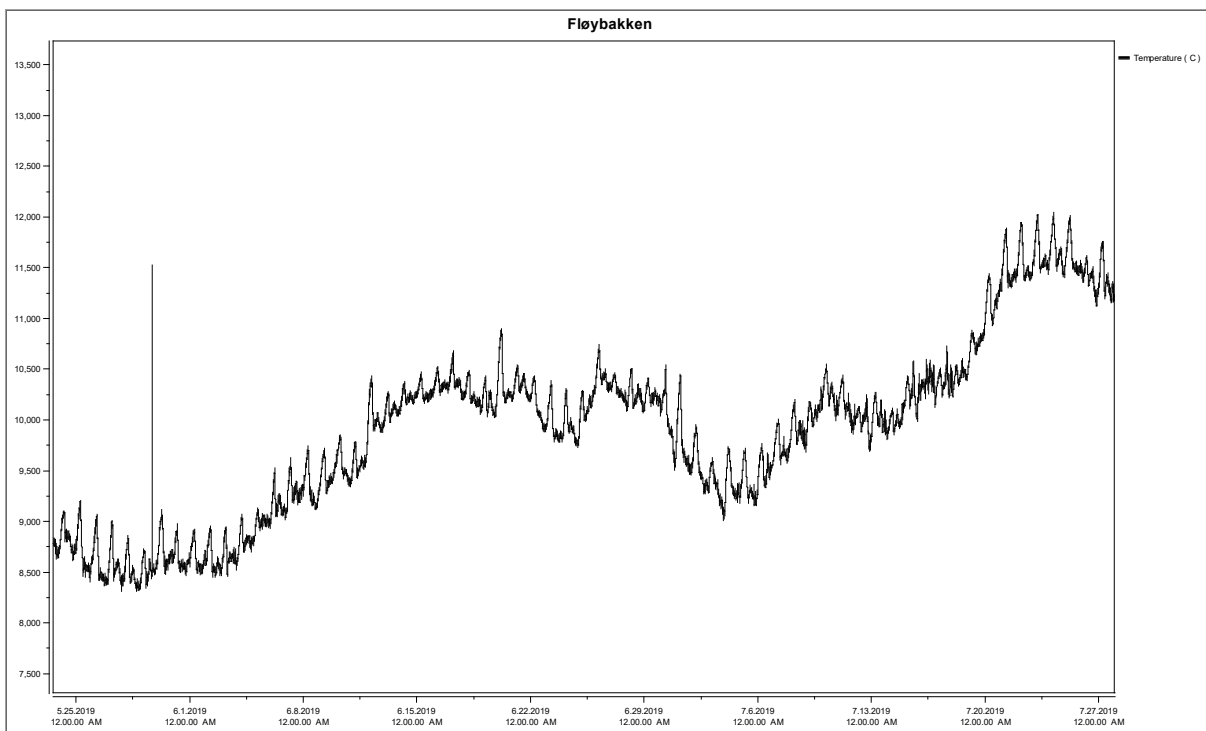
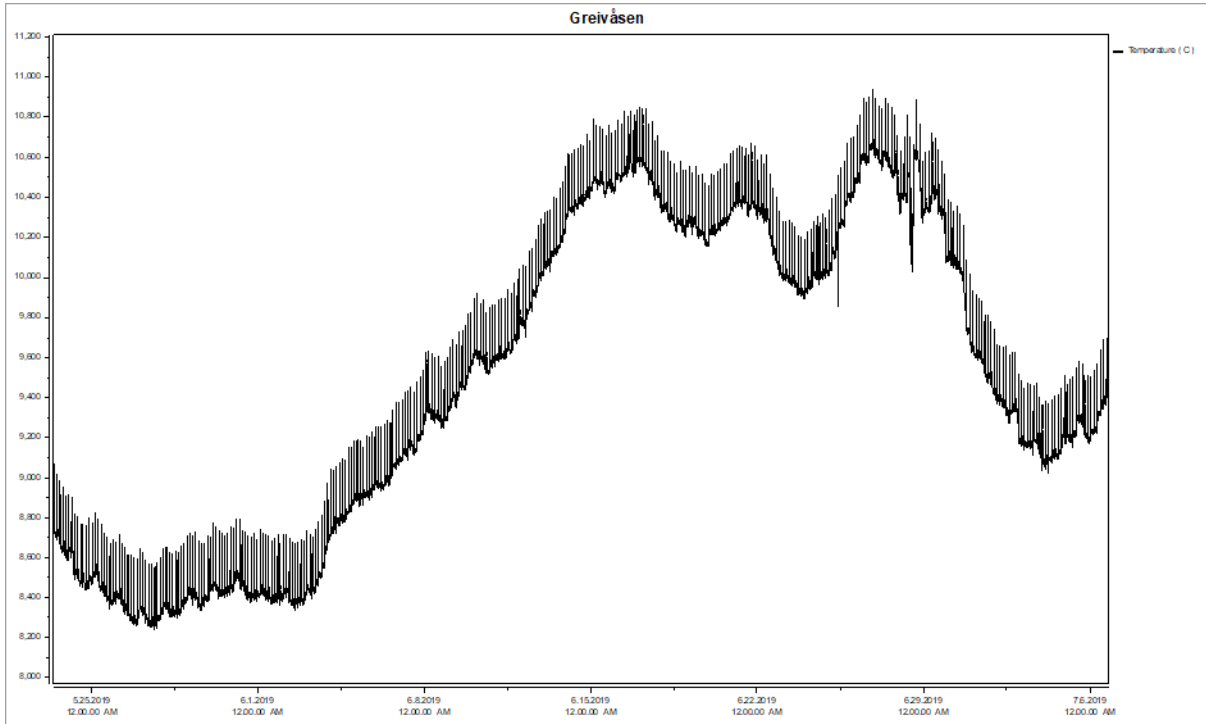
Hermann Rügner, Marc Schwientek, Marius Egner, Peter Grathwohl, 2014, Monitoring of event-based mobilization of hydrophobic pollutants in rivers: Calibration of turbidity as a proxy for particle facilitated transport in field and laboratory, Science of The Total Environment, Volume 490: 191-198.

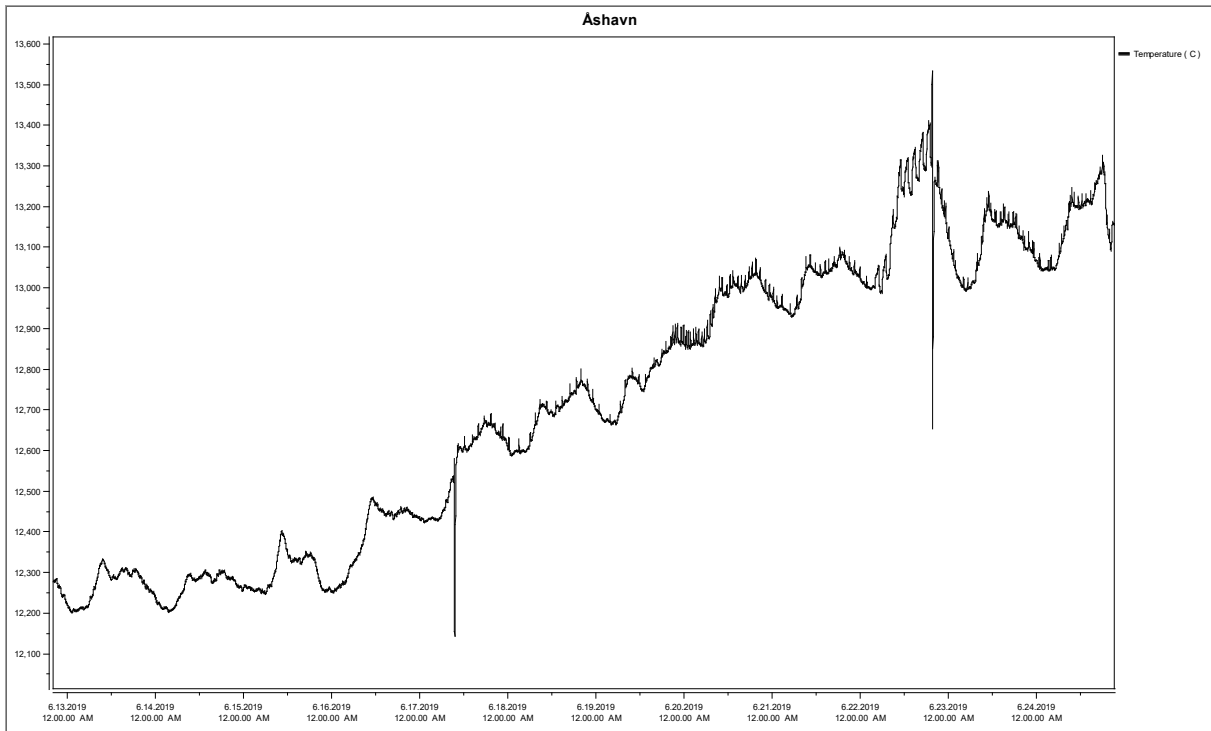
Marc Schwientek, Gaëlle Guillet, Hermann Rügner, Bertram Kuch, Peter Grathwohl, 2016, A high-precisionsampling scheme to assess persistence and transport characteristics of micropollutants in rivers, Science of The Total Environment, Volume 540: 444-454.

T. Nasrabadi, H. Ruegner, Z.Z. Sirdari, M. Schwientek, P. Grathwohl, 2016, Using total suspended solids (TSS) and turbidity as proxies for evaluation of metal transport in river water, Applied Geochemistry, Volume 68: 1-9.

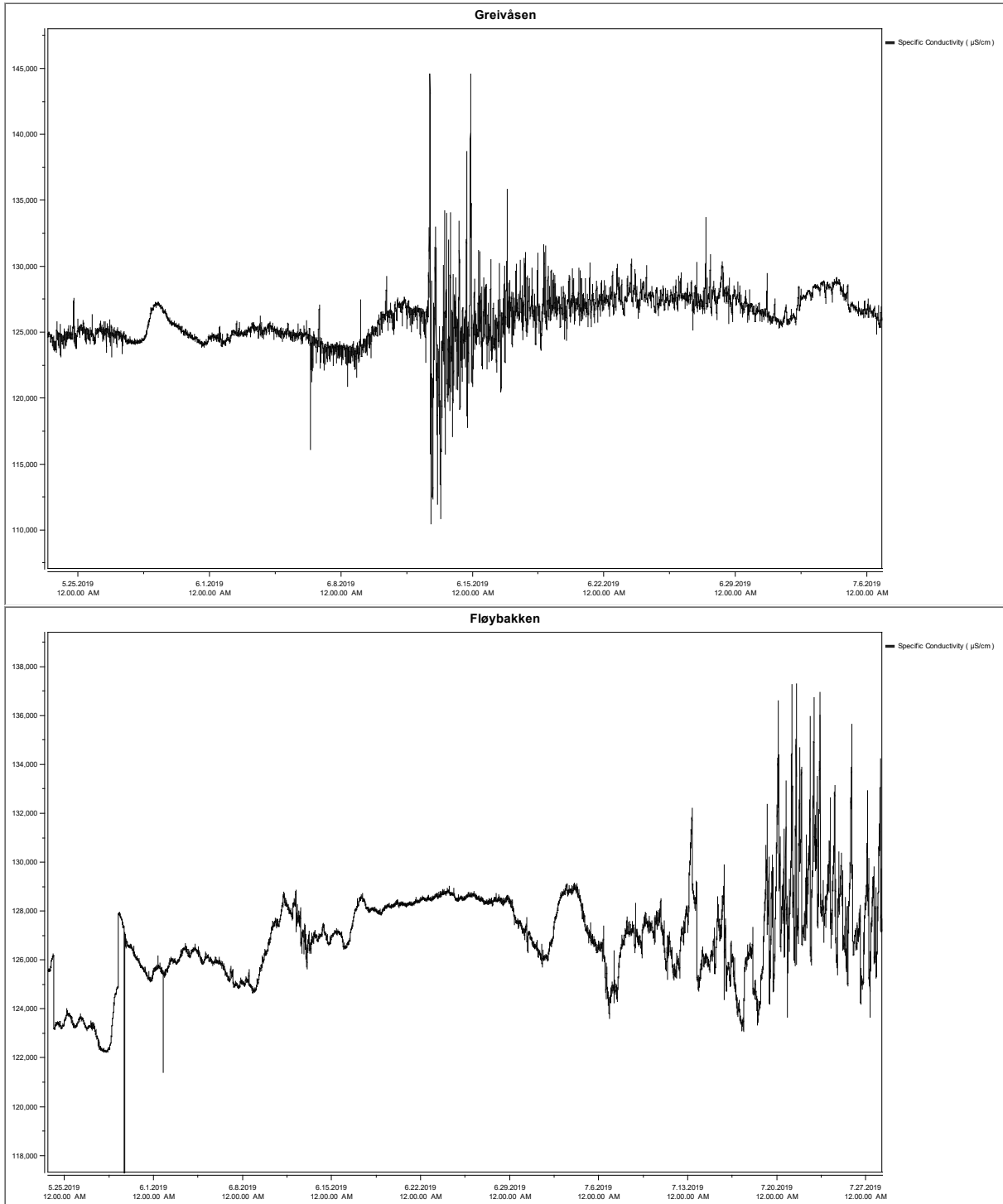
6 Vedlegg A

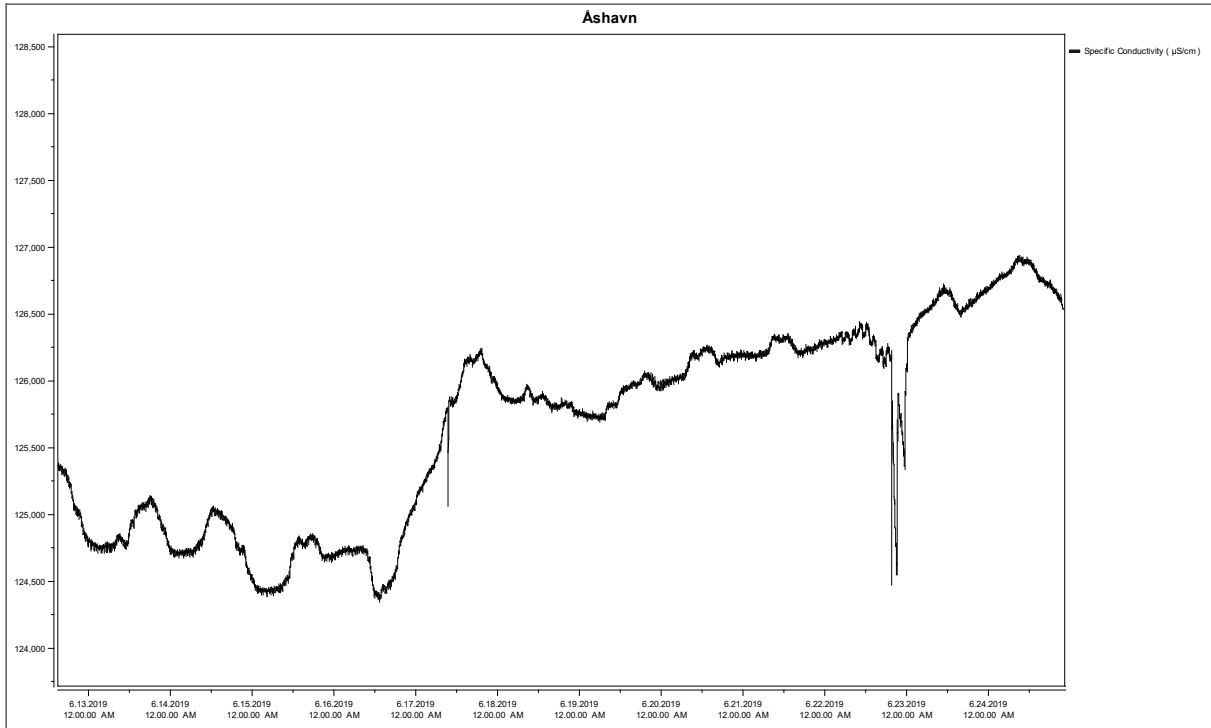
Temperaturmåling



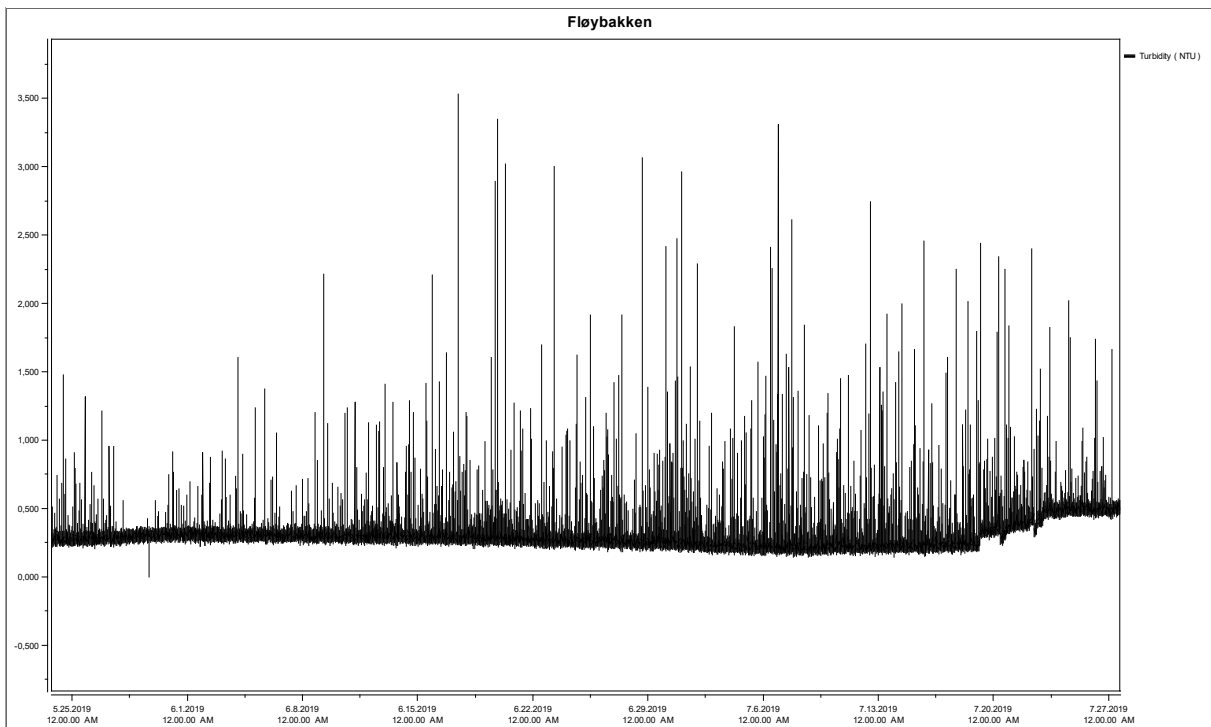
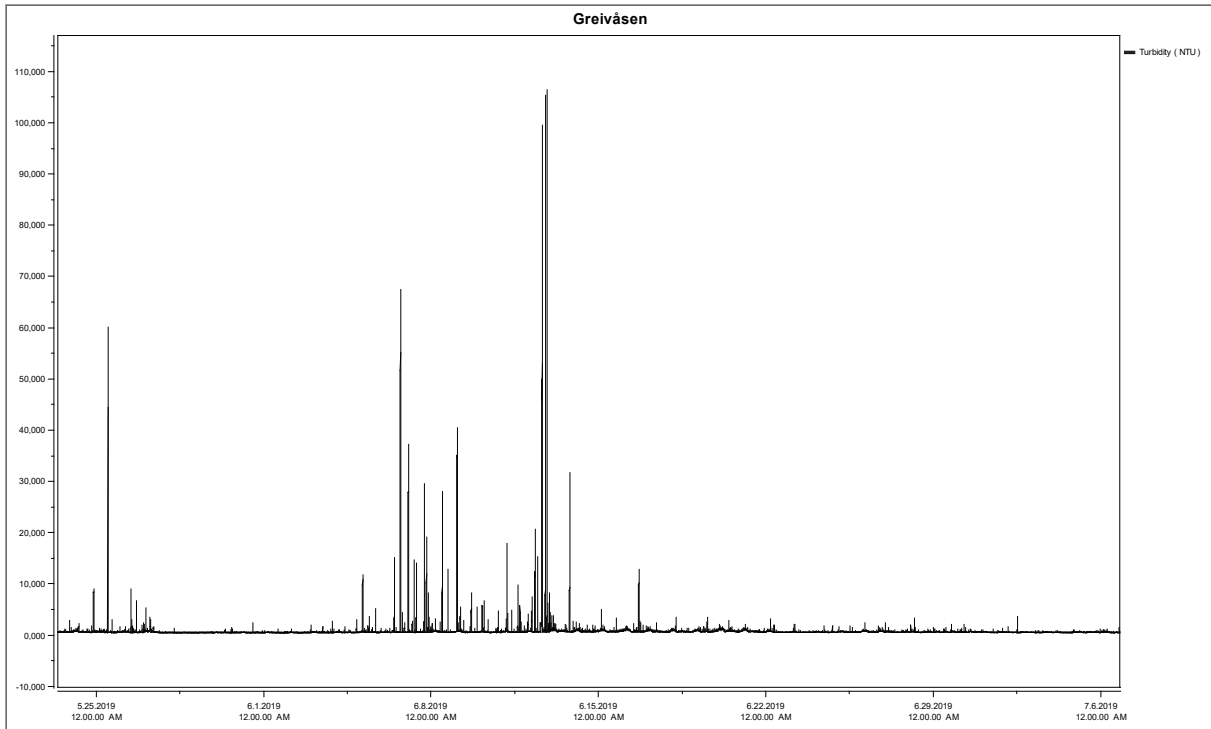


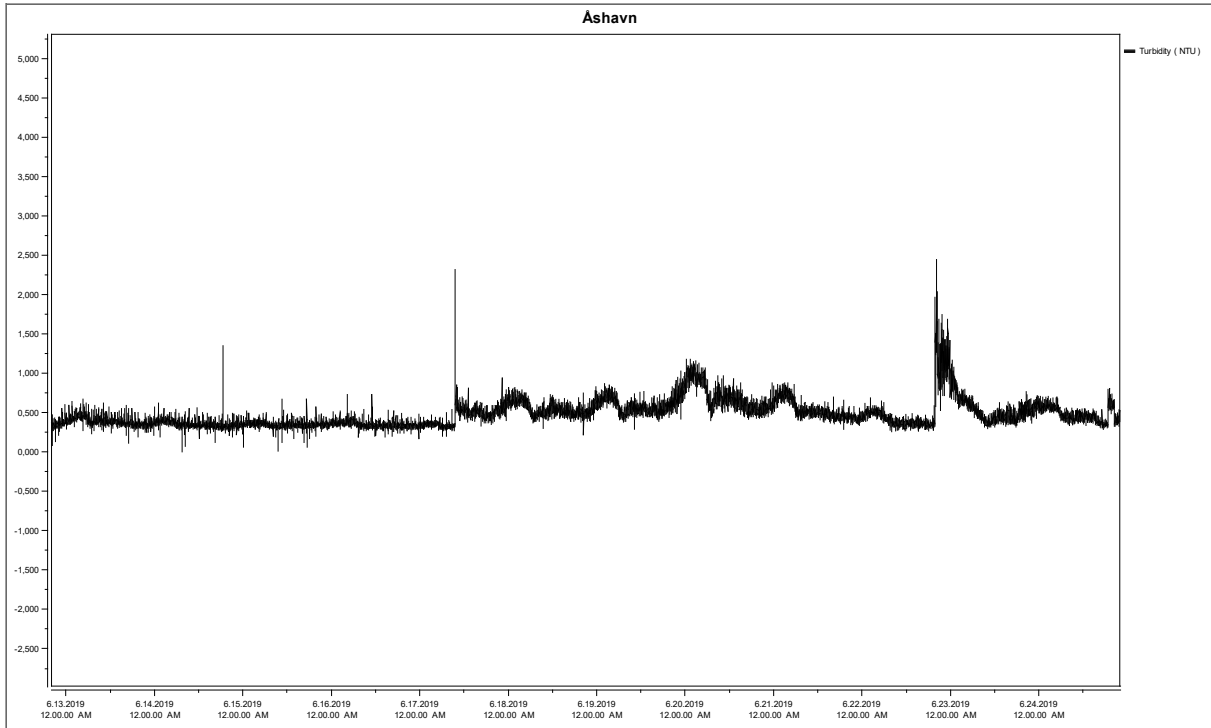
Ledningsevne





Turbiditet





NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no