



COWI

CAUTUS

## MILJØOVERVÅKNING BRYGGEN I BERGEN

Statusrapport Bryggen MOV pr 31. mars 2021

Rory Dunlop (NIKU); Liv Bruås Henninge & Jostein Soldal (COWI); Håvard Hind & Lars Krangnes (Cautus Geo)







<b>Tittel</b> Miljøovervåking Bryggen i Bergen Statusrapport Bryggen MOV pr 31. mars 2021	<b>Rapporttype/nummer</b> NIKU Rapport 107	<b>Publiseringsdato</b> 27.03.2021
	<b>Prosjektnummer</b> 1021555	<b>Sider</b> 85
	<b>Avdeling</b> Arkeologi	<b>Tilgjengelighet</b> Åpen
<b>Forfatter(e)</b> Rory Dunlop (NIKU); Liv Bruås Henninge & Jostein Soldal (COWI); Håvard Hind & Lars Krangnes (Cautus Geo)	<b>ISSN 1503-4895</b> <b>ISBN 978-82-8101-252-3</b>	<b>Periode gjennomført</b> Oktober 2019-mars 2021
	<b>Forsidebilde</b> Bobler fra Bryggen. Foto: Jostein Soldal, COWI	

<b>Prosjektleder</b> A. Rory Dunlop, NIKU; Stein Broch Olsen, COWI; Lars Krangnes, Cautus Geo
<b>Prosjektmedarbeider(e)</b> Jostein Soldal, COWI, Håvard Hind, Cautus Geo
<b>Kvalitetssikrer</b> Vibeke Vandrup Martens (NIKU), Stein Broch Olsen (COWI)

<b>Finansiert av</b> KLD via Riksantikvaren
--

<b>Sammendrag</b> Dette er andre statusrapport fra miljøovervåkingsprosjektet for Bryggen (Bryggen MOV). Prosjektet startet høsten 2019 og har i første omgang bestått i å få oversikt over alle overvåkingspunkter, operative overvåkingssystemer og ikke minst I/T systemet (vanninfiltrasjon). Det har vært komplisert å skaffe full oversikt, da alt har ligget stille noen år, og det har vært mange aktører involvert tidligere. Nå samles alle data i Cautus Web databasen. Det har vist seg at eksisterende systemer var i enda verre stand enn fryktet, så mesteparten av arbeidet har gått med å få til fungerende systemer.
<b>Abstract</b> This is the second status report from the Bryggen environmental monitoring project (Bryggen MOV). The project started in the fall of 2019, and the initial work has consisted in getting an overview of all monitoring points, functioning monitoring systems and not least the water infiltration system. Getting a full overview has been complicated as the whole system has been neglected for some years and many different actors were involved. All data is now gathered in Cautus web. It turned out that the existing systems were in even worse state than expected, so most of the work has consisted in establishing functioning systems.

<b>Emneord</b> Miljøovervåking (MOV); Bryggen verdenskulturarv; Bergen, miljøbrønn
<b>Keywords</b> Environmental monitoring (MOV); Bryggen World Heritage Site; Bergen, monitoring wells

**Avdelingsleder**  
 Lise-Marie Bye Johansen, NIKU; Stein Broch Olsen, COWI

## Forord

Verdensarvstedet Bryggen i Bergen er et ikonisk kulturminne. De stående bygningene er fra tidlig 1700-tallet, men bymessig bosetning i området går tilbake nesten 1000 år i tid. UNESCO utnevnte Bryggen som verdensarvsted i 1979, og det er viktig å bemerke at denne avgjørelsen var ikke alene basert på verdien til de historiske bygningene, men også på verdien til de tykke kulturlagene som bygningene hviler på. Imidlertid er verdensarvstedet under stadig trussel, både over og under bakken.

Miljøovervåking utgjør en viktig del av grunnlaget for den best mulige skjøtselen av verdensarvstedet, som igjen er viktig i sammenheng med at Bryggen skal beholde sin status som verdensarvsted. Det er blitt utført miljøovervåkingsarbeid av ulike slag på Bryggen siden 2000. Tidligere målinger på bygningene på Bryggen viste at det var store setningsskader på bygningene, og setningshastigheten var så stor, at det var behov for å finne årsaken til dette. Riksantikvaren tok derfor i år 2000 initiativ til å gjøre undersøkelser av grunnvannssituasjonen, og det ble konstatert at grunnvannsnivået var alarmerende lavt. Det ble gjennomført undersøkelser som viste nedbryting av de organiske kulturlagene, som igjen medførte setninger på bygningene.

I 2011 bevilget Klima- og miljødepartementet NOK 45 mill. for å sette i gang tiltak for å heve grunnvannstanden, og redusere setningshastigheten. Riksantikvaren ga Statsbygg oppdraget om å gjennomføre nødvendige tiltak. Statsbyggs oppgave var å være operativ byggherre på vegne av Riksantikvaren, for å planlegge og gjennomføre tiltak for å begrense, og om mulig stoppe de ødeleggende setningene under bygningsmassen og nedbrytingen av kulturlagene under Bryggen.

Statsbygg har, på vegne av Riksantikvaren, gjennomført et grunnvannsprosjekt på Bryggen som nå er over i en driftsfase med overvåking og vedlikehold av anlegg. Grunnvannsnivået er hevet og setningshastigheten er redusert. Totalt er det installert 47 overvåkingsbrønner på Bryggen i en periode av 14 år for å dokumentere bevaringstilstand og -forhold og for å estimere nedbrytningshastighet på ulike områder på Bryggen. Skadebegrensningene har allerede hatt klare resultater i noen områder, men det vil ta flere år før det er mulig å dokumentere full effekt. Med et volum på 100 000 m<sup>3</sup> utgjør de arkeologiske kulturlagene på Bryggen et stort system og det tar lang tid før et slikt system blir stabilt når det gjelder jordfuktighet, grunnvannsnivå og grunnvannskjemi.

Som en del av Statsbyggs oppdrag ble det etablert et infiltrasjons-/transportsystem (heretter betegnet I/T-systemet) for overvann på Bryggen for å sikre tilstrekkelig høy grunnvannstand i kulturlagene. I/T-systemet består av rør og pumper som fordeler overvann og vann fra hotellets byggegrop i infiltrasjons- og transportrør. Vanntilførselen styres av flottører i utvalgte kummer m.m. Grunnvannstanden overvåkes av loggere i vertikale miljøbrønner og kummer. I tillegg består systemet av regnbed og gresskledd infiltrasjonsbassenger (såkalte «swales») i parken langs den bakre delen av Bryggen.

Det har dermed blitt gjort betydelige investeringer i infrastruktur på Bryggen, både under og over bakken. Riksantikvaren har derfor besluttet at overvåkingen med målinger og innhenting av data for å overvåke grunnvannsnivået og setningshastigheten skal videreføres, samt at det skal sørges for løpende drift og vedlikehold av I/T-systemet på Bryggen i Bergen.

Rapportene for grunnvannsprosjektet er samlet i boken «Monitoring, Mitigation, Management. The Groundwater Project – Safeguarding the World Heritage Site of Bryggen i Bergen» (eds.: Jens Rytter og Iver Schonhowd, 2015). I tillegg foreligger det en plan for forvaltning, drift og vedlikehold (heretter FDV-planen) utarbeidet av Multiconsult Norge AS på vegne av Riksantikvaren.

Denne statusrapporten er del av det langsiktige miljøovervåkingsprosjektet «*Overvåking av kulturlag og setningsutvikling og drift og vedlikehold av infiltrasjonsanlegg på Bryggen*» som ledes av NIKU på oppdrag fra Riksantikvaren. Det er Riksantikvaren som er prosjekteier for overvåkingen, og oppdragsgiver og eier av allerede installert og framtidig installert overvåkingsutstyr, I/T-systemet og data som blir innhentet gjennom logging og målinger. NIKU (Norsk institutt for kulturminneforskning) er et

tverrvitenskapelig forskningsinstitutt med faglig ansvar for arkeologisk undersøkelse og miljøovervåking av Norges middelalderbyer, kirker, klostre og borganlegg.

Oppdraget er å overvåke bevaringsforholdene for kulturlag gjennom fortløpende logging av utvalgte parametere, overvåke setningsutvikling på grunnen og på bygningene, samt forvalte, drifte og vedlikeholde I/T-systemet. Det skal leveres årlige rapporter til Riksantikvaren. Dersom det registreres større avvik fra normaltilstand ved de jevnlig loggingene, skal Riksantikvaren varsles, slik at det er mulig å foreta avbøtende tiltak for å stabilisere situasjonen.

Miljøovervåkingsarbeidet skal gjennomføres i tråd med Norsk Standard NS9451:2009, «*Kulturminner. Krav til miljøovervåking og -undersøkelse av kulturlag*».

Oppdraget består av følgende fire hovedområder:

- A. Måle grunnvannsnivå og bevaringsforhold i kulturlagene gjennom
  - arkeologiske analyser (bl.a. med manuelle vannprøver fra brønner), kvalitetskontroll av data og tolkning av bevaringstilstand
  - hydrologiske analyser og kvalitetskontroll og tolkning av grunnvannsnivåer
  - geokjemiske analyser og tolkning av bevaringsforhold, bl.a. på grunnlag av data hentet fra sensorer installert i prøvehullet bak Nordre Bredsgården
  - instrumentering av en rekke miljøbrønner samt behandling av måledata
- B. Måle setningsutvikling i grunnen og på bygningsmassen gjennom
  - regelmessig måling av faste punkter på bygninger og terreng, med behandling av setningsdata
  - geotekniske analyser og kvalitetskontroll
- C. Detektere endring i grunnvannsnivå og bevaringsforholdene for kulturlagene (og varsle endringer som overskrider definerte terskler), samt vurdere årsak til endringer og foreslå avbøtende tiltak i det aktuelle området.

Enda en deloppgave er forvaltning, drift og vedlikehold av de ulike delene av I/T-systemet som er etablert på Bryggen i forbindelse med grunnvannsprosjektet. Dette inkluderer operasjonalisering og drift av styringsrommet i Schøtstuene (jf. FDV-planen).

Som for alle andre prosjekter ble også dette merket av at verden i 2020 ble rammet av COVID-19 pandemien. Hovedsakelig lyktes man dog med å gjennomføre alle planlagte oppgaver.



## Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn .....	9
1.1	Rapportens struktur og innhold .....	9
1.2	Analyseparametere kulturlag .....	9
1.3	Beskrivelse av bevaringsforhold .....	10
2	Statusgjennomgang av prosjektet .....	13
2.1	Miljøbrønner og sensorer .....	13
2.1.1	Systemstatus og videre arbeid .....	14
2.2	Historiske data og Cautus web .....	19
2.2.1	Cautus Web: status og videre arbeid .....	21
2.3	I/T systemet .....	22
2.4	Setningsmålinger .....	23
2.5	Rørinspeksjon .....	26
2.6	Overvåkingsbrønnene .....	27
3	Resultater og vurderinger .....	28
3.1	Vannkjemiske analyser .....	28
3.2	Oppdaterte sensordata .....	30
3.2.1	MB5 .....	30
3.2.2	MB13 .....	32
3.2.3	Prøvehull bak Bredsgården .....	35
3.2.4	Værstasjonen på taket til Bryggens museum .....	37
3.3	Vurdering av overvåkingsdata .....	38
3.3.1	Setningsmålinger .....	38
3.3.2	Vannkjemi .....	38
4	Oppsummering og konklusjoner .....	38
5	Referanser .....	39
6	Vedlegg 1. Kart over samtlige brønner .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
	Vedlegg 2. Kart over samtlige brønner .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
	Vedlegg 3. Kart over instrumenterte brønner .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
	Vedlegg 4. Kart som viser status for de ulike brønnene .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
	Vedlegg 5. Kart med høydemodell og plassering av sensorer .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
	Vedlegg 6. Installasjonsrapport fra Cautus Geo .....	40

## Figurliste

Figur 1.	Oppsummering av redoksforhold for mikrobiologiske prosesser. ....	11
Figur 2.	Sammenligning av nedbørs- og trykkdata fra Florida værstasjon og værstasjon installert på taket til Bryggens Museum. ....	17
Figur 3.	Oppdatert bilde av datalogger for oksygen, temperatur og vanninnholdsmålinger i jordprofil. ....	18
Figur 4.	Vanninnholdssensoren på kote + 2,00 kan se ut til ha sluttet å fungere i starten av 2020. ....	19
Figur 5.	Oppdatert kart over status på driftssatte/operative og demobiliserte sensorer. ....	20
Figur 6:	Kart i Cautus Web per 15.03.2021. ....	21
Figur 7:	Måleserier i Cautus Web. ....	21
Figur 8.	I/T systemets styringsskap. ....	22
Figur 9.	Punktkart over målepunkt. ....	23
Figur 10.	Overlappende setningsmålinger for 2018 og 2020. ....	24
Figur 11.	Grafisk fremstilling av utviklingen fra 1999-2020. Enheten på Y-aksen er i m. Anko AS. ....	25
Figur 12.	Inspeksjon av I/T ledning. Venstre: Eksempel på lengdeforskyving i skøyt. Høyre: Eksempel på sand og grus i rør. Vitek AS. ....	26
Figur 13.	Inspeksjon av I/T ledning. Vitek AS. ....	26
Figur 14.	Oversiktsfigur over hvor det er tatt vannprøver i 2020. ....	28
Figur 15.	Skumming i MB2. Foto: Jostein Soldal. ....	30
Figur 16.	Sensordata fra MB5. ....	32

Figur 17. Sensordata fra MB13. .... 35  
Figur 18. Sensordata fra «prøvehull». .... 37  
Figur 19: Sensordata fra regnmåler på taket til Bryggens museum..... 37



## 1 Bakgrunn

Høsten 2019 fikk COWI og Cautus Geo AS i oppdrag av Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU) å gjennomføre «Miljøovervåkingsprosjekt: Overvåkning av kulturlag og setningsutvikling, og drift og vedlikehold av infiltrasjonsanlegg på Bryggen» (saksnummer 83/19/53/43/VVM, NIKU Prosjekt 1021555).

I 2000 ble det gjennomført undersøkelser som viste lav grunnvannstilstand ved Bryggen. Dette medførte blant annet økt oksygentilgang og nedbrytning av de organiske komponentene i kulturlagene. I 2011 ble det satt i gang et prosjekt for å heve grunnvannsstanden og tilrettelegge for økt beskyttelse av kulturlagene. Det ble etablert et I/T (Infiltrasjon og Transport) infiltrasjonsrørnettverk for å sørge for høyt nok og dermed beskyttende grunnvannsnivåer ved Bryggen (se kapittel av Hans de Beer, Floris Boogaard, Jann Atle Jensen & Henning Matthiesen i Rytter & Schonhowd (eds.) 2015, s.167-192).

Siden 2011 har det blitt etablert 47 overvåkingsbrønner over en 14 årsperiode. Effekten av prosjektet er at grunnvannsnivået har blitt hevet betydelig og at dette har også medvirket til en positiv reduksjon i setningsskadene i bygningene og i kulturlagene.

Prosjektet som var satt i gang har nå gått inn i en drift- og overvåkingsfase.

Arbeidet som skal gjennomføres omfatter oppfølging av miljøbrønnene – med muligens en reduksjon i antall brønner, i dialog med NIKU. I tillegg skal grunnvannsnivået og -kjemi i området og mulig setningsskader og bevegelse i grunn- og bygninger overvåkes.

Dette er en rapport som tar for seg foreløpig status i prosjektet og innspill til veien videre.

### 1.1 Rapportens struktur og innhold

Denne rapporten redegjør for utførte arkeologiske undersøkelser og tilstandsvurdering av kulturlag gjennomført av NIKU, installering av miljøsonder ved Cautus Geo AS, analyser av vannkjemiske prøver utført av Eurofins AS, og vurdering av kulturlagenes bevaringsforhold gjennomført av COWIs spesialister. I tillegg har Cautus levert grafer og overvåkingsdata tolket av COWI og Cautus fra overvåkingspunktene fra oppstart og frem til 1.03.2021.

I kapittel 2 gjennomgås statusen i prosjektet med hensyn til miljøbrønner og sensorer, IT-systemet (rensing av rør), samt undersøkelser av setninger. I kapittel 3 gjennomgås resultater av vannkjemiske analysedata og sensormålinger som er gjort online.

### 1.2 Analyseparametere kulturlag

Analyseparametere for miljøovervåking av kulturlag beskrives i NS9451:2009. Parametere er delt inn i grunnleggende parametere (S1) og miljøparametere (S2). Parametere i S1 og S2 beskrives i Tabell 1.

Tabell 1. Oversikt over analyseparametere i gruppene S1 og S2.

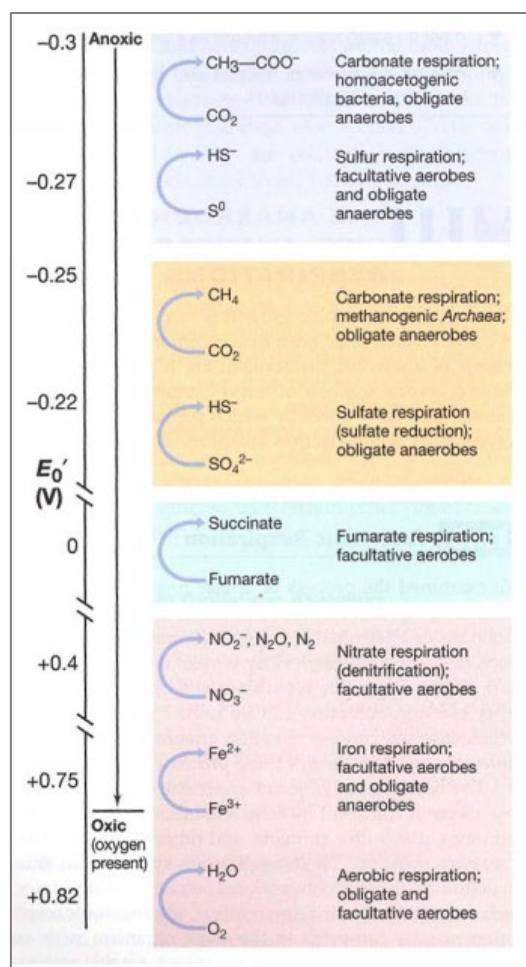
S1	S2
Tørrestoffinnhold	Matrikspotensiale (pF)
Glødetap	Porøsitet
pH	Sulfat
Ledningsevne / klorid	Sulfid
	Jern (II)
	Jern (III)
	Ammonium (ekstraherbart)
	Nitrat

Innsamlet data brukes til å vurdere bevaringsforhold vedrørende kulturlagene. Dette baseres hovedsakelig på inntrenging av oksygen som påvirker redoksforholdet i jorden (som % O<sub>2</sub> eller som redoks). I tillegg overvåkes / analyseres fuktighet og en del andre kjemiske parametere (pH og ledningsevne) for å se hvordan grunnvann kan påvirke kulturlagenes bevaringsforhold.

### 1.3 Beskrivelse av bevaringsforhold

Bevaringsforhold er beskrevet etter de nevnte to sett grunnleggende miljøparametere (S1 og S2, Norsk Standard 9451:2009). Gode bevaringsforhold for kulturlag karakteriseres av stabile kjemiske og fysiske forhold. Dette fører til at naturlige gradienter (f.eks. hydrauliske gradienter eller konsentrasjonsgradienter), som ofte holder naturlige kjemiske prosesser i gang, avtar. Dette medfører langsommere nedbrytning av kulturlag og mindre mikrobiell aktivitet.

I naturen foregår nedbrytning av organisk materiale og korrosjon av metaller parallelt med andre prosesser. Mikroorganismer får energi fra ulike reaksjoner (som beskrevet nedenfor). Avhengig av redoksforhold i jordtypen vil forskjellige typer mikrobielle reaksjoner dominere. Dette vises i Figur 1.



**Figur 1. Oppsummering av redoksforhold for mikrobiologiske prosesser. Stabile negative redoksforhold (anaerobe forhold) gir de beste bevaringsforholdene for kulturlag (Madigan og Martinko, 2006).**

Selv om redoks i jordtypen kan indikere at jernreduksjon dominerer, vil også andre prosesser som f.eks. sulfatreduksjon og dannelse av metallsulfider forekomme. Ved lavere redoksforhold, vil karbonnedbrytning foregå langsommere. Så lenge det ikke er inntrenging av fritt oksygen, vil også korrosjon av metallgjenstander foregå langsommere.

En typisk teskje jord kan inneholde omkring  $10^9$  bakterietyper. Bakterietypene varierer voldsomt mellom hvor jorden kommer fra, dybden av prøven osv. Aktivitet, og kjemisk/fysisk fingeravtrykk av jordtypen vil bestemme hvilke typer bakterier som blir dominerende i jorden og dermed hvilke prosesser som dominerer. Noen bakterier kan redusere både nitrat og sulfat, og prosessen som dominerer bestemmes av hvor mye næringsstoff som er til stede (f.eks. sulfat / nitrat).

Grunnvannskilden og grunnvannskjemi er derfor meget viktig i påvirkning av prosessene som foregår i kulturlagene.

I naturen kan vi derfor observere at aerobe forhold der oksygen er til stede, går over til nitratreduserende forhold når alt oksygen er brukt opp dersom det er nitrat tilgjengelig. Deretter følger mangan-, jern- og sulfatreduserende forhold, før metanogene forhold – så lenge de nødvendige næringsstoffene er til stede.

Under metanogene forhold observeres langsom nedbrytning av organisk materiale, og mindre korrosjon av metallgjenstander. Korrosjon under slike forhold forårsakes av sulfid-dannelse og reduksjon av jern og mangan til de respektive metallsulfider.

Nedbrytning av organiske gjenstander blir lavere dersom redokspotensiale blir mer negativt. Hastigheten av den organiske nedbrytningen vil som oftest avta i rekkefølge nitrat-, mangan-, jern-, sulfatreduserende til metanogene forhold.

Oksidative og nitratreduserende forhold kan som regel karakteriseres som dårlige bevaringsforhold, mens sulfatreduserende og metanogene forhold kjennetegner bra til utmerket bevaringsforhold. Imidlertid må stedsspesifikke forhold tas i betraktning. Redoksforskjelligheter mellom de forskjellige mikrobielle prosesser vises i Figur 1 (Madigan og Martinko, 2006).

Tabell 2 viser en enkel oversikt over hvordan kulturlagene vurderes på bevaringsforhold. Dette er gjort som en vurdering av parametere beskrevet i NS 9451:2009. I flere tilfeller vil man få grenseoverganger. I det røde markerte området vises nivåer av målte kjemiske parametere for typisk oksiderende forhold, mens reduserende forhold er vist med grønt.

Redoksforskjelligheter i grunnen kan karakteriseres ved å måle redokssensitive komponenter i jord og porevann (oksygen, nitrat, ammonium, mangan (II), mangan (IV), jern (III), jern (II), sulfat, sulfid, metan). Høye oksygenkonsentrasjoner indikerer for eksempel at forholdene er oksidative og at mikroorganismene bruker oksygen til å bryte ned organisk materiale. Tabellen illustrerer også omtrentlige redoksverdier benyttet i overvåking av grunnvannet som beveger seg igjennom kulturlagene.

**Tabell 2. Relative konsentrasjoner av dominerende næringsstoffer i jordtypen under forskjellige redoksforskjelligheter og bevaringsforhold i kulturlag.**

Relativ konsentrasjon					Dominerende prosess	Redoks (mv)	Bevaringsforhold
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	S <sup>2-</sup>	Fe (II)	Fe (III)			
Lav	Lav	Lav	Lav	Høy	Oksiderende	200	Elendig
Høy	Lav	Lav	Lav	Høy	Nitratreduksjon / Oksiderende	100	Dårlig
Høy	Lav	Lav	Høy	Lav	Nitratreduksjon / Jernreduksjon	0	Middels
Lav	Lav	Lav	Høy	Lav	Jernreduksjon	-100	Middels
Høy	Høy	Høy	Middels	Lav	Nitratreduksjon / Sulfatreduksjon	-200	Bra
Lav	Høy	Høy	Middels	Lav	Sulfatreduksjon	-370	Bra
Lav	Høy	Høy	Høy	Lav	Sulfatreduksjon / Metanogenese	-400	Utmerket

Som en del av avslutningsprosessen for miljøprofiler dekkes det utgravde området med ikke-marin blåleire. Ved å begrense tilgang til næringsstoffer som kan være til stede i marin blåleire (sulfat, fosfat og bundet karbon), gjør denne prosessen kulturlagene tettere mot inntrengende oksygen. Samtidig reduseres muligheten for drenering av vann og utlekking av salter (f.eks. sulfat) som ville kunne øke nedbrytning av jernstrukturer ved økt dannelse av jernsulfid.

## 2 Statusgjennomgang av prosjektet

### 2.1 Miljøbrønner og sensorer

Alle de 19 dataloggerne og tilhørende sensorene plassert i miljøbrønnene, samt værstasjon er dokumentert i oppdatert utgave av installasjonsrapport. Alle har fått nye SIM kort og det er satt opp dataoverføring til Cautus Geos servere for samtlige dataloggere. Flere defekte loggere og sensorer har blitt byttet ut og det er gjort et større arbeid med å oppdatere kvaliteten på løsningen. Se tabell 3 for oversikt over aktive og avviklede målepunkt.

Sensorer og loggere som prosjektet har i dag bærer preg av at de har vært i bruk i flere år. Fram til nå er utbedringer gjort basert på tilgjengelig reserveutstyr. Det er per i dag begrenset utstyr ut over det som er i drift, og om dataloggere eller sensorer stopper, vil det kunne være behov for investering i nytt utstyr.

**Tabell 3. Oversikt over aktive og avviklede målepunkt. Alle ble etablert mid-2012. Vannstandsmålere som er i drift og beskrives som «OK» gir vannstand som stemmer overens med peilede verdier innenfor 0,2 mH<sub>2</sub>O. 0,2 mH<sub>2</sub>O er en tilfeldig valgt terskel, for å se mer detaljerte resultater fra peiletestene, se tabell 4 og 5.**

Navn på målepunkt	Type sensor	Driftsstatus
FJB1	Vannstandsmåler	Tilsynelatende avviklet 17.12.2015
FJB2	Vannstandsmåler	I drift, OK
FJB3	Vannstandsmåler	Tilsynelatende avviklet 17.12.2015
Inf.Bugarden	Vannstandsmåler	Tilsynelatende avviklet 04.08.2015
MB01	Vannstandsmåler	Tilsynelatende avviklet 07.02.2014
MB02	Vannstandsmåler	I drift, OK
MB05	Multiparametersonde	I drift, feil på flere dataserier siden november 2020
MB06	Vannstandsmåler	I drift, svak GSM forbindelse, data OK
MB07	Vannstandsmåler	I drift, OK
MB11	Vannstandsmåler	I drift, OK
MB13	Multiparametersonde	I drift, feil på flere dataserier siden november 2020, gir også feil vannstand.
MB14	Vannstandsmåler	I drift, OK
MB15	Vannstandsmåler	Tilsynelatende avviklet 17.12.2015
MB16	Vannstandsmåler	I drift, gir feil vannstand
MB17	Vannstandsmåler	I drift, tar kun ca. en vellykket måling i døgnet, data er OK
MB18	Vannstandsmåler	Tilsynelatende avviklet 17.12.2015
MB21	Vannstandsmåler	I drift, OK
MB22	Vannstandsmåler	I drift, OK
MB23	Vannstandsmåler	I drift, OK
MB26	Vannstandsmåler	Tilsynelatende avviklet 19.09.2014
MB28	Vannstandsmåler	Tilsynelatende avviklet 17.12.2015
MB29	Vannstandsmåler	Tilsynelatende avviklet 05.05.2015
MB31	Vannstandsmåler	Tilsynelatende avviklet 28.10.2015
MB32	Vannstandsmåler	I drift, OK
MB33	Vannstandsmåler	I drift, OK
MB35	Vannstandsmåler	I drift, tar kun ca. en vellykket måling i døgnet, data er OK

MB36	Vannstandsmåler	Tilsynelatende avvirket 17.12.2015
MB37	Vannstandsmåler	Tilsynelatende avvirket 27.01.2014
MB38	Vannstandsmåler	I drift, OK
MB39	Vannstandsmåler	Tilsynelatende avvirket 17.12.2015
MB40	Vannstandsmåler	I drift, OK
MB41	Vannstandsmåler	Tilsynelatende avvirket 17.12.2015
MB42	Vannstandsmåler	I drift, OK
Regn_Baro	Barometer og regnmåler	Midlertidig demobilisert i mars 2021
Sea	Vannstandsmåler	Tilsynelatende avvirket 06.09.2012
Swale	Vannstandsmåler	Tilsynelatende avvirket 28.12.2014
Vagen	Vannstandsmåler	Tilsynelatende avvirket 17.12.2015

### 2.1.1 Systemstatus og videre arbeid

#### Vannstandsmåling

Målepunktet MB35 – som lå under et anleggsgjerde i mars 2020 – ble satt i drift 11.08.2020. Dette var det eneste målepunktet som ikke ble dokumentert i mars 2020.

Dataloggeren i FJB2 responderte ikke mars 2020 og det var ikke mulig å etablere varig internettforbindelse med dataloggerne i MB5 og MB16. Disse tre dataloggerne ble byttet ut i september 2020, og punktene er nå operative. Det ble benyttet loggere fra Dipl. Ing. Houm fra demobiliserte målepunkt.

De overtatte OMC-040 dataloggerne var beheftet med en programvarefeil som fører til at forsendelsene kunne bli særdeles forsinket, opptil over en måned. Etter flere tester på verksted ble det oppdaget at en firmware-oppdatering og justering av en sentral sendeinnstilling løser problemet. Alle loggerne er nå oppdaterte og programvarefeil er fjernet fra systemet.

Tidligere førte forsinkelsene til at det tok lang tid å konstatere feil eller lav batterispenning på loggerne. Programvarefeil medførte også at loggeren gjør gjentatte forsøk på å sende data som kan ha påvirket batterilevetiden. Et antall loggere gikk dermed tom for batteri vinteren 2020-2021. Batteri (og fuktposer) ble byttet for samtlige loggere i februar 2021. Loggernes kapasitetsestimater og historiske data tyder på at loggerne som benyttes til vannstandsmålinger ikke skal trenge nye batterier på opptil flere år.

Kvaliteten på samtlige antenner er vurdert. Signalkvaliteten for datalogger i MB22 og MB17 var lav og dette viste seg å skyldes dårlig kvalitet på antennene, antageligvis som følge av korrosjon av antennefeste etter flere år montert utendørs. Antennene ble derfor byttet ut, og for å unngå videre oksidering ble antennefestene til samtlige dataloggere beskyttet med selvvulkaniserende teip i februar 2021.

Fire defekte sensorer ble skiftet ut september 2020, henholdsvis i brønn MB2, MB14, MB38 og MB42. Disse hadde omfattende, åpenbare feil med måledata som kunne påvises selv uten peiletest. Fire av de åtte (syv fungerende) sensorene mottatt fra Dipl. Ing. Houm ble benyttet. På forhånd ble kvaliteten testet på verksted og igjen verifisert etter installasjon. I februar 2021 ble ytterligere to sensorer, MB40 og MB23, byttet ut, henholdsvis på grunn av et brått oppstått avvik fra peilede verdier og mangel på noen avlesning i det hele tatt. For sistnevnte sjekkes det om feilen kan være lokalisert til connectorbrettet, ikke sensoren, og at sensoren dermed kan benyttes videre til å erstatte defekte målere.

I overkant av 20 peilinger er foretatt i etterkant av feltturene i mars 2020, dette med hensikt å verifisere kvaliteten på målingene; se tabell 4 og tabell 5 for resultatene.

**Tabell 4. Differanse i meter mellom peilet og målt vannstandsverdi for samtlige instrumenterte brønner på prosjektet. Farget etter størrelse på avviket (grønn: < 0,05 mH<sub>2</sub>O, gul: 0,05-0,10 mH<sub>2</sub>O, oransje: 0,10-0,15 mH<sub>2</sub>O, mørk oransje: 0,15-0,20, rød: > 0,20 mH<sub>2</sub>O).**

	3.-6. mars 2020	23.-25. mars 2020	11. august 2020	2.-3. september 2020	17. februar 2021
FJB2	-	-	0,15	-	-
MB2	-	9,57	-	0,03*	-
MB5	-	-	0,06	-	-
MB6	-	0,01	-	-	0,01
MB7	0,10	0,11	-	-	-
MB11	-	0,03	-	0,01	-
MB13	-	0,48	0,57	-	-
MB14	-	0,23	-	0,03*	-
MB16	-	-	0,15	-	-
MB17	0,02	0,04	0,01	-	-
MB21	-	0,02	-	0,02	-
MB22	-	0,01	-	0,09	-
MB23	-	0,09	-	0,06	0,05*
MB32	-	-	0,15	-	-
MB33	0,24	0,09	0,19	-	-
MB35	-	-	0,17	-	-
MB38	-	0,19	-	0,02*	-
MB40	-	0,03	-	0,31	0,04*
MB42	-	8,22	-	0,09*	-

\* Sensor byttet ut

**Tabell 5. Differanse mellom peilet og målt vannstand ved siste peiletst.**

	<b>Avvik ved siste peiletst (mH<sub>2</sub>O)</b>
FJB2	0,10 - 0,15
MB2	< 0,05
MB5	0,05 - 0,10
MB6	< 0,05
MB7	0,10 - 0,15
MB11	< 0,05
MB13	0,55-0,60
MB14	< 0,05
MB16	0,10 - 0,15
MB17	< 0,05
MB21	< 0,05
MB22	0,05 - 0,10
MB23	0,05 - 0,10
MB32	0,10-0,15
MB33	0,15 - 0,20
MB35	0,15 - 0,20
MB38	< 0,05
MB40	< 0,05
MB42	0,05 - 0,10

For MB13, en multiparametersonde, er avviket på 57 cmH<sub>2</sub>O, her bør det vurderes om sensor skal byttes ut. Mindre avvik kan skyldes drift i målingene hos gamle sensorer, men usikkerheter beheftet med metoden blir også gjeldende.

En viktig feilkilde er at sensor og kabel fortrenger en del vann. Peiling foregår gjerne med sensoren trukket delvis eller helt opp av brønnen. Sistnevnte løsning er helt nødvendig når signalkabelen er kveilet for å oppnå ønsket installasjonsdybde. En annen feilkilde er at målingene som brukes til sammenlikning gjennomføres hver hele time uavhengig av når peilingen ble gjennomført. Det er altså en differanse i tid mellom peilingen og målingen hvor grunnvannsnivået kan ha endret seg noen centimeter. En tredje feilkilde har med korrigeringen av atmosfære. Lufttrykket er marginalt lavere på taket til Bryggens museum hvor værstasjonen er installert, og det vil antageligvis korrigeres for noe mindre lufttrykk enn det som er gjeldende nede ved målerne.

Mindre avvik kan elimineres ved å justere sensordybden i Cautus Web slik at målt og peilet verdi sammenfaller. Sensordybden i Cautus Web er per i dag den faktiske lengden mellom brønntopp og trykkelement som målt i felt.

For MB17 og MB35 har det oppstått en feil som fører til at målinger foretas så sjeldent som en gang i døgnet. Det er ikke helt kjent hva årsaken til dette er, men vannstand når tidvis helt opptil bunnen av akkurat disse loggerne og det mistenkes at fuktskade på connectorbrettet kan være årsaken. Imidlertid ser de målingene som tas fornuftige ut.

MB16 har den siste måneden levert for høye målinger (vannivå over terrengnivå). Sensordybden ble verifisert i felt i februar 2021, så dette indikerer feil på måleren. Sensoren bør derfor byttes.



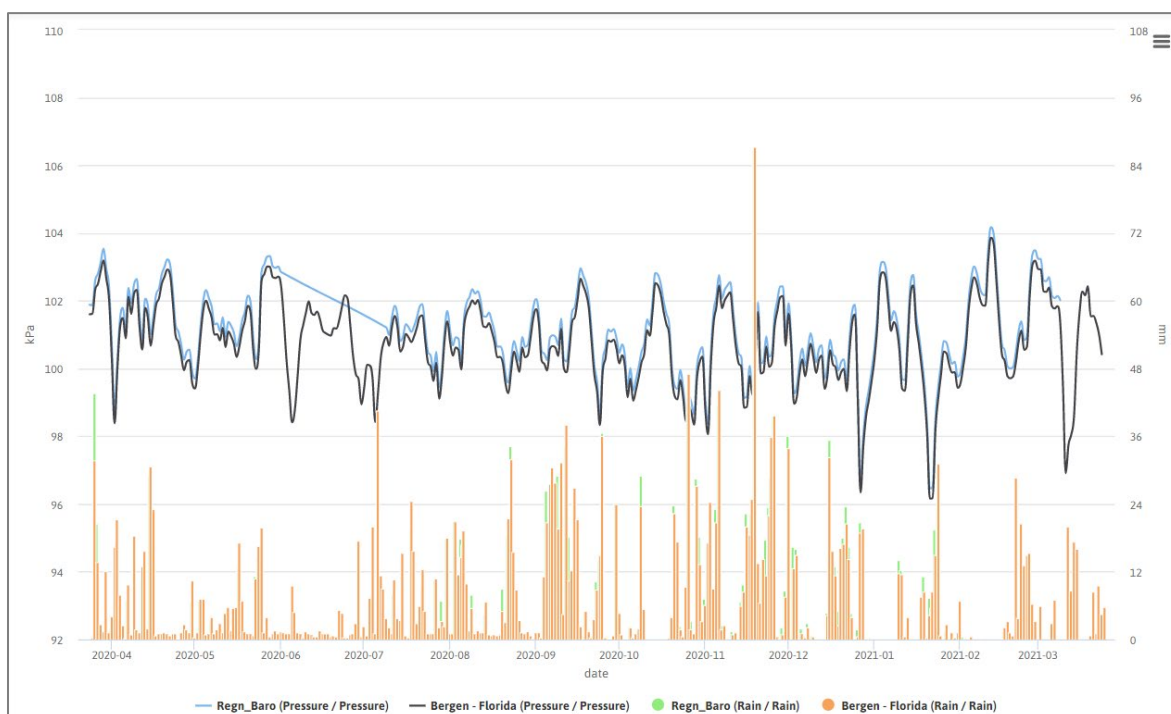
## Miljømålinger

Multiparametersondene er ikke kalibrert og kvaliteten på målingene er uvisst. MB13, i tillegg til å ikke være kalibrert, tar ikke oksygenmålinger og måler feil dybde. Det bør vurderes om disse skal kalibreres eller byttes ut.

Firmwareoppdateringen som fjernet feil med forsinkede dataoverføringer ser ut til å ha ført til perioder hvor plasseringen av parameterne i filene loggerne sender, omrokes på en inkonsekvent måte. Problemet, som kun gjelder multiparametersondene, vanskeliggjør import og gjør data siden 18.02.2021 vanskelig å tyde. For vannstandssensorene ble konsekvensene av ny firmware testet på verksted før oppdatering i felt, det samme var ikke mulig med multiparametersondene som Cautus Geo ikke har på lager. Det arbeides nå på å finne løsninger på dette.

## Trykk og nedbør

Trykksensoren og nedbørmåleren har blitt sjekket fysisk og opp mot referansedata fra Meteorologisk institutt sin stasjon på Florida fra det siste året. Dataseriene er i stor grad sammenfallende og kvaliteten på værstasjonen vurderes som tilstrekkelig.



**Figur 2. Sammenligning av nedbørs- og trykkdata fra Florida værstasjon og værstasjon installert på taket til Bryggens Museum. Det er stort sett overlappende verdier.**

Værstasjonen ble demontert 12.03.2021 i forbindelse med byggearbeider. Trykkdata fra Florida værstasjon benyttes til korrigerende av vannstandsdata fram til værstasjonen reetableres, trolig i juni-juli 2021.

## Oksygen-, temperatur- og vanninnholdsmålinger

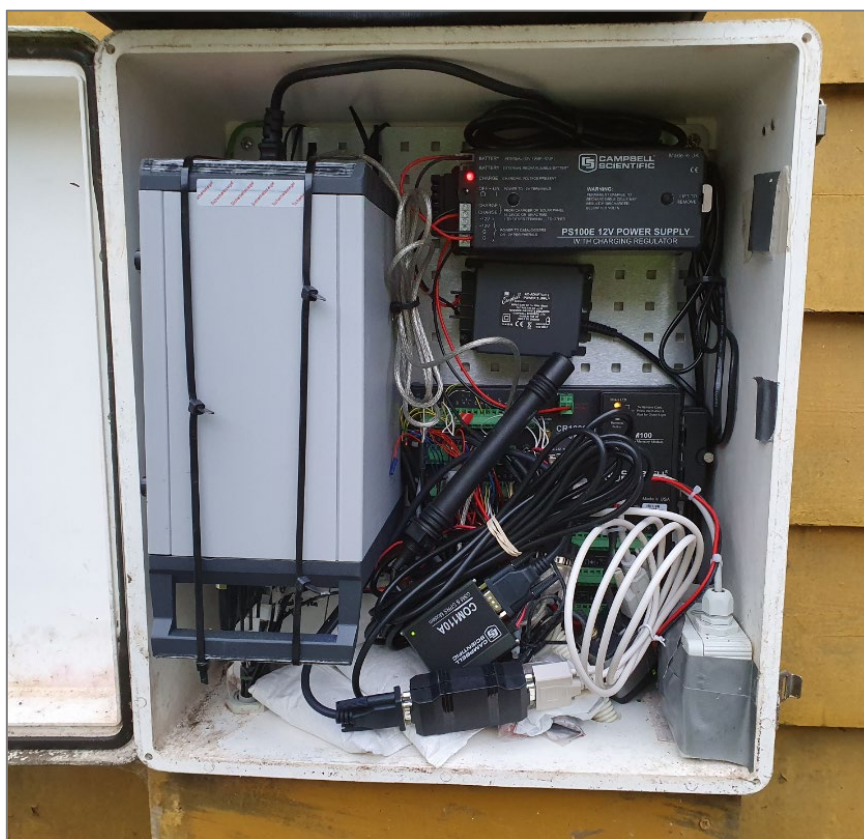
Data logget av Campbell-loggeren i prøvehullet bak Bugården er stort sett importert til Cautus Web. Data fra 2006-2016 var på forhånd satt sammen og presentert i Excel format av Henning Matthiesen ved Nationalmuseet i Danmark. Datafiler fra 2016-2020 ble mottatt av Rory Dunlop ved NIKU i form av zip filer. Disse ble pakket ut, konvertert til ASCII format, lappet sammen og importert.

Målingene er fra sensorer installert i et jordprofil nær loggeren. Datasettene består av måleserier for vanninnhold som går tilbake til 2006 og måleserier for oksygeninnhold og temperatur som går tilbake til 2010. Datasettene har oppløsning på en halv time.

For én sensor måtte data omregnes fra rådata (spenningssignal), da det tidligere er benyttet en annen kalibreringskurve enn den som er lagt inn i loggerprogrammet.

Det oppsto problemer med å konvertere de to filene som ble hentet ut i desember 2019. Problemet ble formidlet til Campbell Scientifics serviceavdeling for å finne ut hvorfor. De var av den oppfatning at filene var blitt korrumpert under avlesning og informerte at dette var et faremoment med sjeldne avlesninger av svært store datasett. Grunnen var at filene ble store og det blir relativt mer sannsynlig at små feil i koden kan gjøre filene uleselig. Data fra mai 2019 til desember 2019 er derfor per dags dato ikke importert.

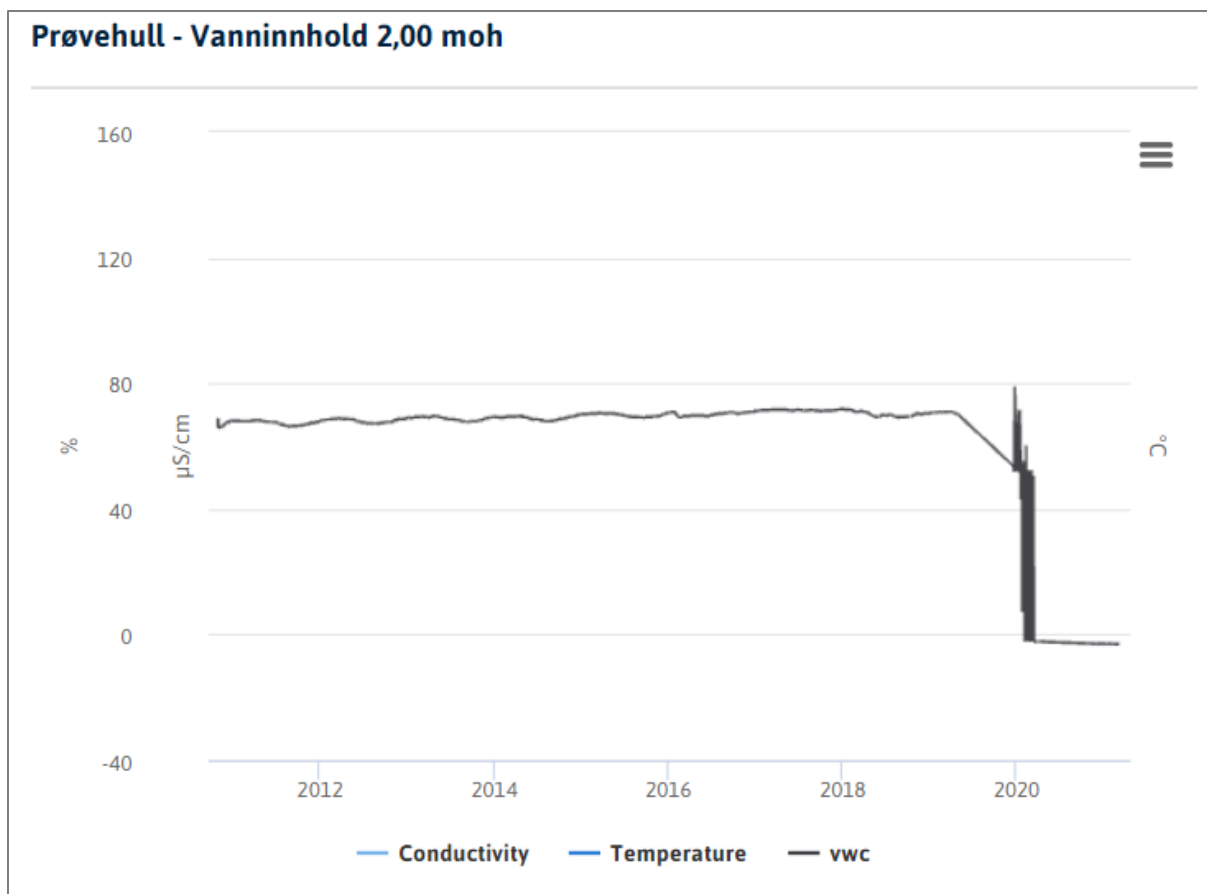
Under manuell avlesning 5.10.2020 var filene igjen uleselige og fargen på LED lysene indikerte feil på CFM modulen som skriver data til CF kortet og tillater manuell avlesning. Det ble derfor implementert fjernavlesning over modem 12.11.2020. Data sendes nå direkte til Cautus Geos servere og importeres til Cautus Web.



**Figur 3.** Oppdatert bilde av datalogger for oksygen, temperatur og vanninnholdsmålinger i jordprofil. Det er nå installert et COM110A GPRS modem med antenne slik at data sendes automatisk.

Det er ikke satt opp import for vanninnholdssensorene på kote +3,60, +3,31, +3,09 og +2,37 da disse er feilmeldt i Henning Matthiesen og Jørgen Hollesens rapport til Riksantikvaren av 2018 med navn «Preservation conditions and effects of mitigation in unsaturated urban deposits: Results from environmental monitoring at the rear of Nordre Bredsgården, Bergen, from October 2010 to December 2017».

Det kan også se ut som vanninnholdssensoren på kote +2,00 sluttet å fungere tidlig i 2020 da den begynte å vise negativ vanninnholdsprosent. I så fall gjenstår kun to fungerende vanninnholdssensorer på henholdsvis kote +2,77 og +3,92.



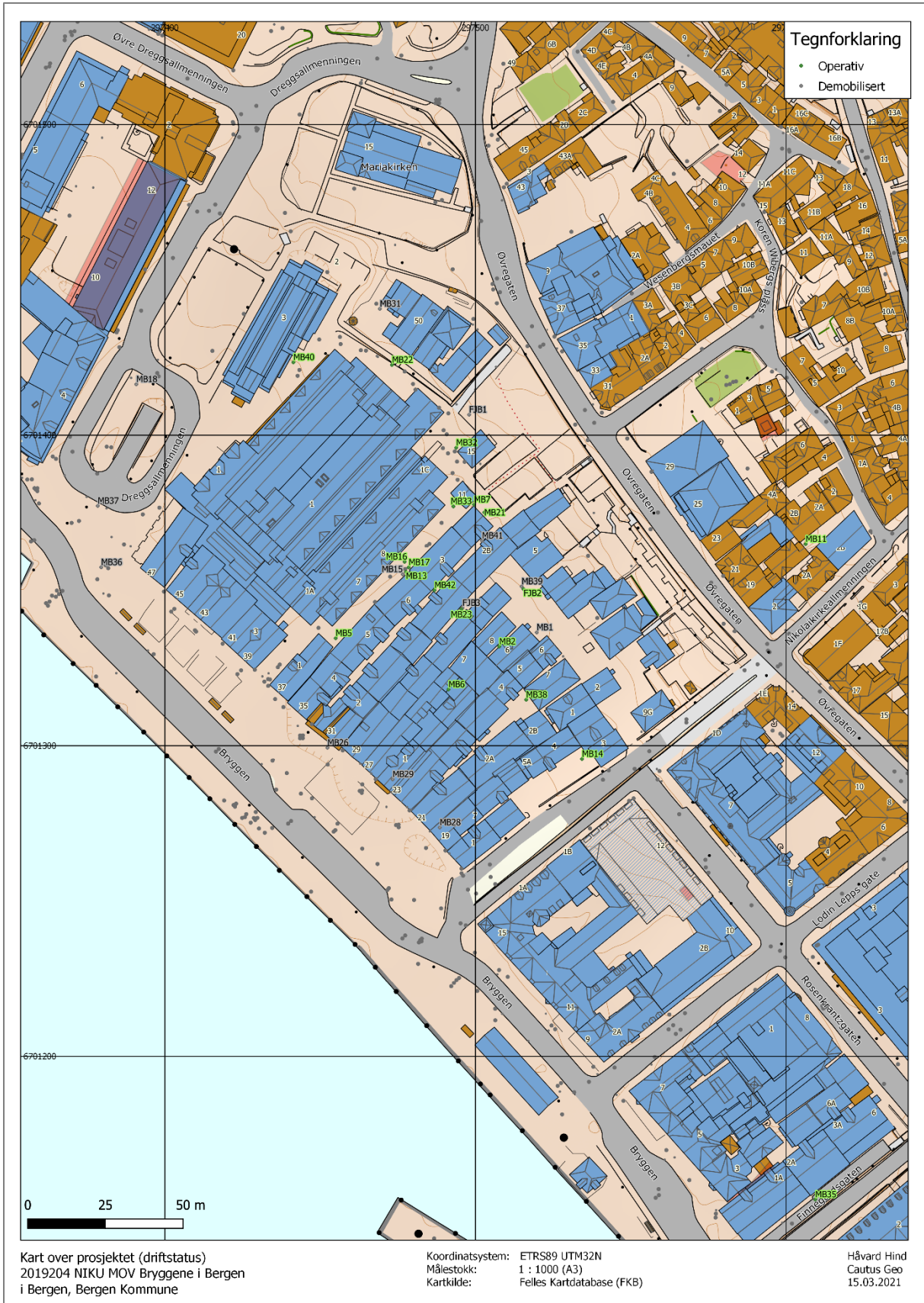
Figur 4. Vanninnholdssensoren på kote + 2,00 kan se ut til ha sluttet å fungere i starten av 2020.

## 2.2 Historiske data og Cautus web

Alle historiske data fra OMC-040 og OMC-045 dataloggerne er importert til Cautus Web og vannstandsdata er korrigert for atmosfære. Driftsatte sensorer har fått høydereferanse slik at vannnivå kan plottes relativt til topp av brønn og havnivå.

Data logget av Campbell-loggeren i Bugården er stort sett importert til Cautus Web med unntak av data i et par, antageligvis korrupte, datafiler, som beskrevet i forrige kapittel.

Spesielt framtrepende uteliggere har blitt fjernet fra standardvisning av plot. En uteligger, i faget statistikk, er en observasjon som avviker så mye fra andre observasjoner at det vekkes mistanke om at den skyldes en annen mekanisme ifølge en mye brukt definisjon av D.M. Hawkins (Hawkins, 1980). Altså refereres det her til svært avvikende, isolerte målinger som antas å ikke representere reelle grunnvannsendringer.



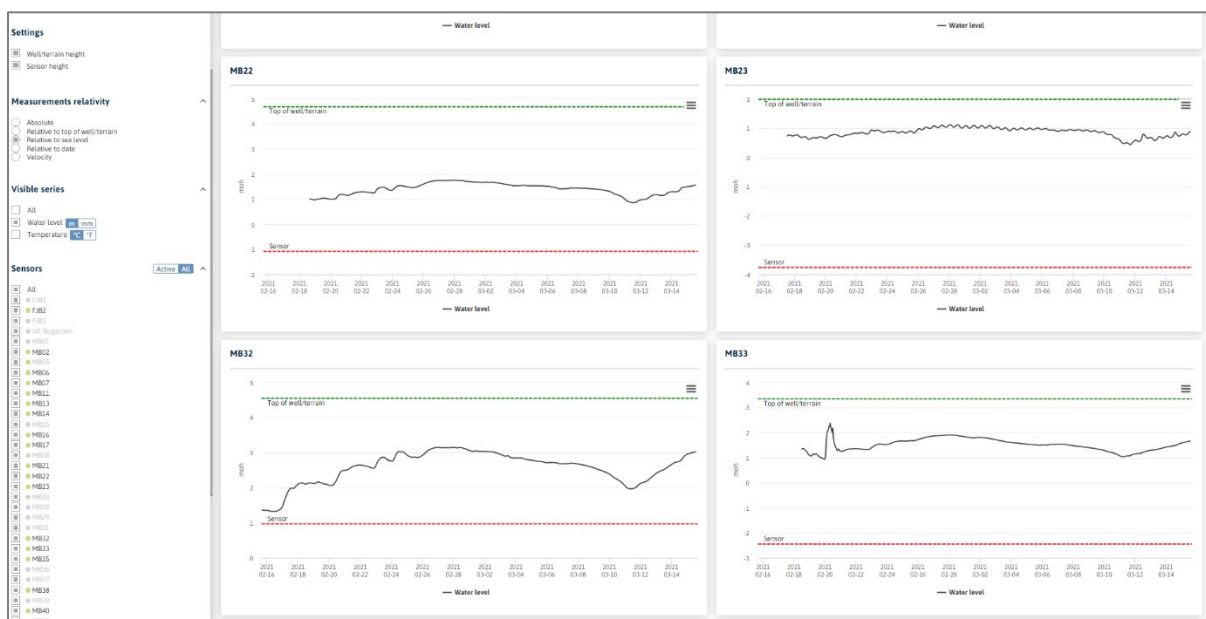
**Figur 5. Oppdatert kart over status på driftssatte/operative og demobiliserte sensorer. Grønne merker indikerer at det aktivt importeres data fra sensorerne.**

Figur 6 viser kartfunksjonen i Cautus Web med ortofoto som bakgrunnsbilde. De fleste målepunktene er synlige i kartet, men for enkelte er ikke plasseringen kjent: disse er Swale, inf. Bugården, Sea, Vågen og Flow. Disse er alle sannsynligvis avviklet per i dag. Grønne merker indikerer at det aktivt importeres data fra sensorene. Tre tekniske kartlag, «VA», «Avløp» og «Overvann» er også lagt inn.



Figur 6: Kart i Cautus Web per 15.03.2021.

Figur 7 viser et eksempel på vannstandsdata som nå importeres. Det er mulig å plote dataene relativt til topp av brønn og relativt til havnivå (kotehøyde, NN1954). Høyden på sensor og brønntopp (NN1954) kan også legges inn i plottene. Koordinater med vertikalt datum NN2000 foreligger ikke, derav bruken av det utdaterte datumet NN1954.



Figur 7: Måleserier i Cautus Web.

### 2.2.1 Cautus Web: status og videre arbeid

Det er per mars 2021 ikke planlagt videre arbeid med Webløsningen. Den ser ut til å fungere tilfredsstillende.

## 2.3 I/T systemet

Ved prosjektoppstart i 2020 ble det gjennomført en befaring av anlegget med Elicom som har satt opp systemet, der kom det frem at det ikke er operativt. Det ble innledet en dialog med Elicom om ferdigstilling av anlegget, men det viste seg å være en krevende prosess, ettersom deres avdeling i Bergen har blitt lagt ned. Den gamle Elicom avdelingen i Bergen har opprettet et nytt firma, Elicom Elektro AS, og i mars 2021 har vi fått et tilbud fra dem om ferdigstilling, oppfølging og vedlikehold av I/T anlegget. Vi mener dette er et dårlig og dyrt tilbud, og anbefaler i utgangspunktet ikke å gå for det.

Prosjektgruppen jobber med alternativ fremgangsmåte for å få anlegget i drift.

### Beskrivelse og funksjon av I/T systemet

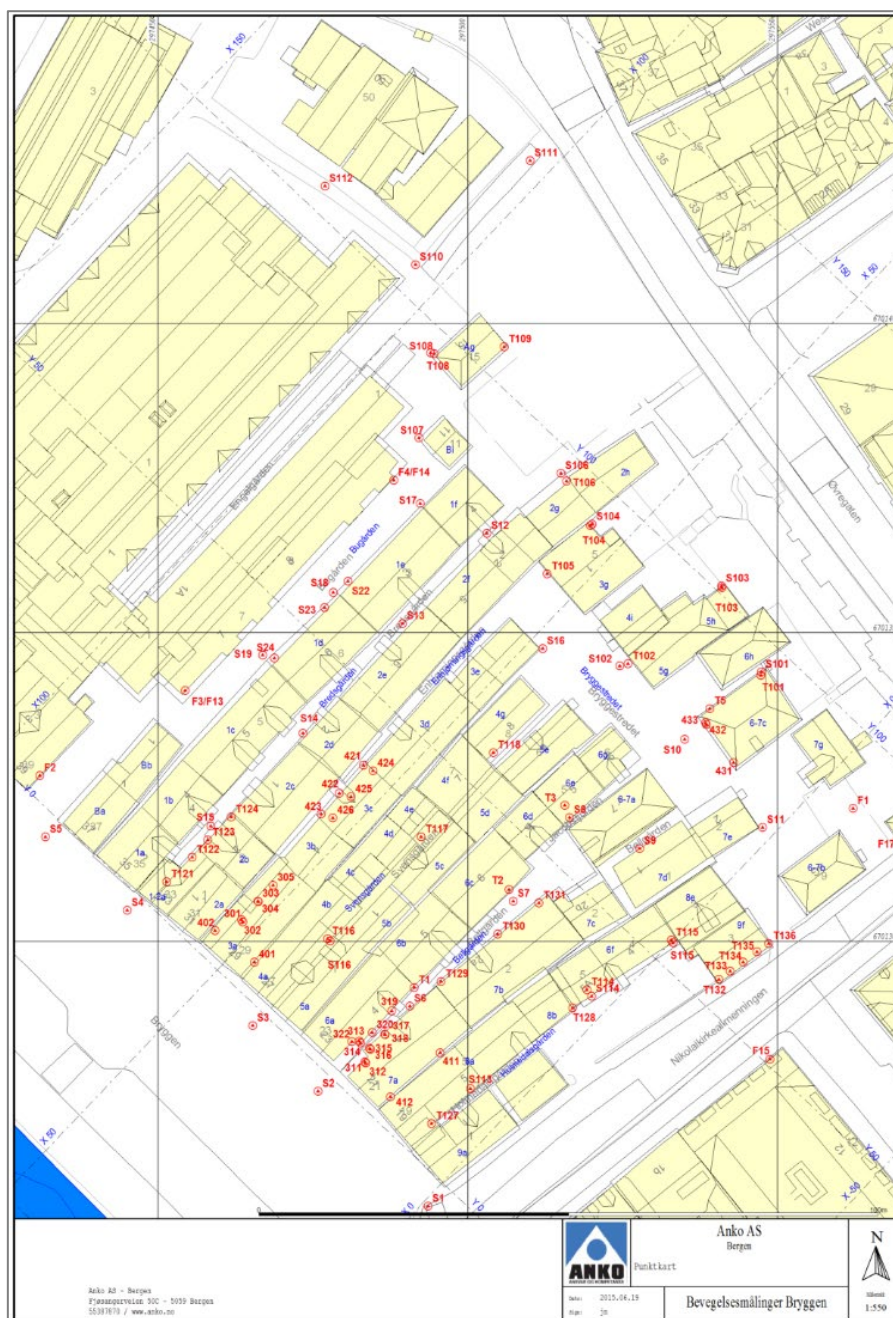
Infiltrasjons-/transportsystem (I/T) består av rør og pumper som fordeler overvann og vann fra hotellets byggegrop, tak og overflater i infiltrasjons- og transportrør. Vanntilførselen styres av flottører i utvalgte kummer m.m. Pumper er koplet opp til et styringskap (Figur 8), med en PLS (programmerbar logisk styring) som fungerer som styreenhet. En PLS er normalt «hjernen» i et anlegg der den tar imot inputdata og hvor den er programmert til å gjøre noe basert på inputdata. I dette tilfelle kan måledata være f.eks. vannstand på ulike steder, nedbør, temperatur osv. som sender målinger til PLS enheten. PLS'en er programmert til f.eks. å slå på strømmen til pumpa basert på at vannstanden er for høy eller lav. En normal PLS vil også kunne lese ut % av maksytelsen en pumpe er satt opp med. PLS er her satt opp til å sende ut informasjon om hva den gjør til Cautus Web database så alle data og status på de ulike komponentene blir synlige.



Figur 8. I/T systemets styringskap.

## 2.4 Setningsmålinger

Setningsnivellement i grunn og kontroll i fasader har vært utført siden november 1999, Anko AS har utført disse målingen siden 2006, Anko AS utførte også målingene i 2020. Det er brukt en Leica MS60 multistasjon til alle målinger og beregninger er utført i programvaren Gemini Oppmåling v5.3. Måling av fasadepunktene er utført i tidsrommet 28.04-08.07.2020. Setningsmålinger i grunn og på vegg ble foretatt den 14.10.2020. Det er gjort noen endringer i målepunkt: noen er utelatt grunnet dårlig grunnforhold; og noen punkter er reetablerte med nye verdier. En mer detaljert beskrivelse kan finnes i rapporten «Bryggen i Bergen: Overvåking av setninger i grunn og bevegelser i bygninger» utarbeidet av Anko AS.



Figur 9. Punkt kart over målepunkt.

Det ble ikke gjennomført målinger i 2019, men det er beregnet en årlig setningsendring basert på de målingene som overlapper fra 2018 og 2020. Det er totalt 98 målepunkt som overlapper. Den gjennomsnittlige endringen på alle punkt er -1,7 mm, se Tabell . De fleste målepunktene har sunket, men det er også noen punkt som har steget litt.

Tabell 5. Setningsendringer

Gjennomsnittlig endring (mm)	Punkt med størst endring (mm)	Punkt med størst økning (mm)	Antall målinger som overlapper i 2018 og 2020
-1,7	-7	+3,25	98

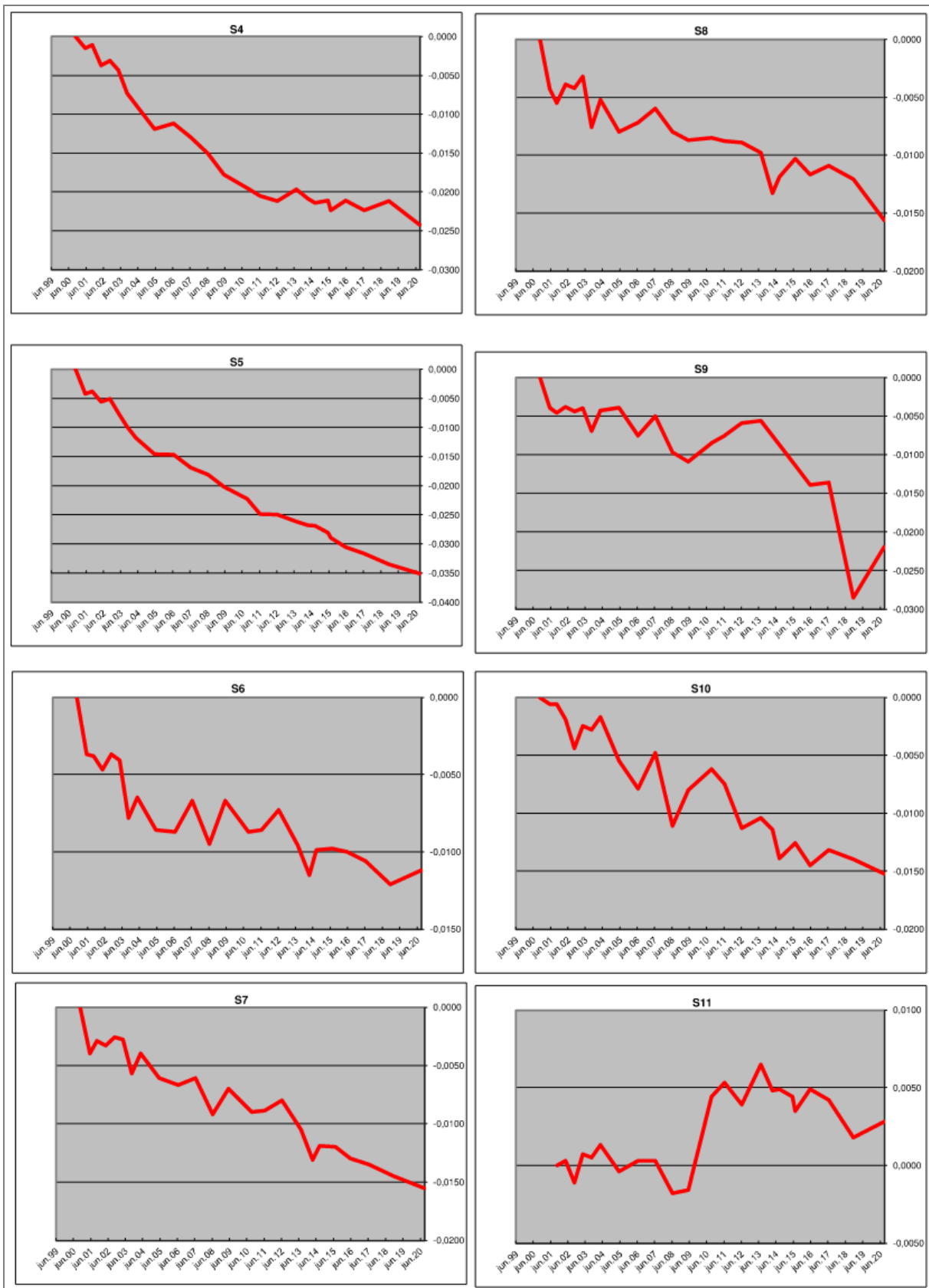


Figur 10. Overlappende setningsmålinger for 2018 og 2020.

De største endringene er på fasademålingene. De har en gjennomsnittlig endring på -1,9 mm, mens bolter i grunnen har en gjennomsnittlig endring på -0,86 mm, altså mindre enn målsetningen på 1mm/år. At endringene er større på fasadene kan skyldes at det naturlig er mer endringer i bygninger, f.eks. på grunn av nedbryting av tømmerstokker i fundamentene. Det er ikke observert noen trender i spesifikke bygninger, men det virker som om det er lokale variasjoner i et og samme bygg.

I rapporten til Anko AS er historiske måledata inkludert og grafisk presentert. Under er et utvalg av grafene vist fra bolter i grunnen (Figur 11). Generelt er det variasjoner i utviklingen, men den generelle trenden er at de går nedover, bortsett fra S11 som ansees som stabil. Y-aksen på figuren er angitt i meter og viser utviklingen på de utvalgte punktene i tidsrommet 2000-2020. Disse plottene viser lengre trender og en setning på ca. 10-35 mm i måleperioden på 20 år. Målinger fra siste periode viser den samme setningstrenden som tidligere år.





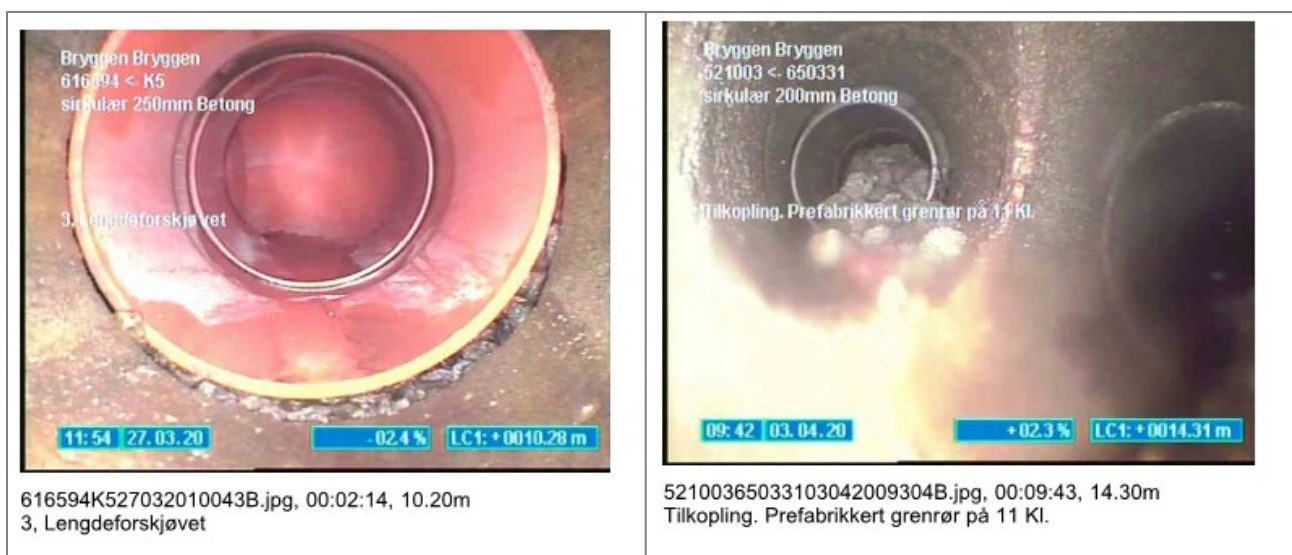
Figur 11. Grafisk fremstilling av utviklingen fra 1999-2020. Enheten på Y-aksen er i m. Anko AS.

## 2.5 Rørinspeksjon

Rørinspeksjon og spyling av rør ble utført av Vitek AS i 2020. Inspeksjonen ble da fulgt opp av COWI og NIKU.

Det ble inspisert taknedløp, spillvann, overvann og I/T ledninger i hovedsakelig plast og betong. Dette er noe mer enn det som står i FDV-planen, men det ble gjort for å få en helhetlig oversikt over situasjonen. Ca. 70 % av rørene er i plast og hadde hovedsakelig små avvik, som mindre lengde- og tverrforskyvninger i skøyter. I overvannsrør i betong var det også en del mindre avvik og tre plasser ble det observert rørkollaps. Betongrør antas å være gamle og det kan være at noen av de nye rørene i plast er lagt ned for å erstatte disse. Det hadde samlet seg mye sand og grus i rørene, som nå er spylt rene.

Generelt vedlikehold av anlegget er det Bergen kommune som har ansvar for og de følger dette opp videre.



Figur 12. Venstre: Eksempel på lengdeforskyving i skøyt. Høyre: Eksempel på sand og grus i rør. Vitek AS



Figur 13. Inspeksjon av I/T ledning. Vitek AS

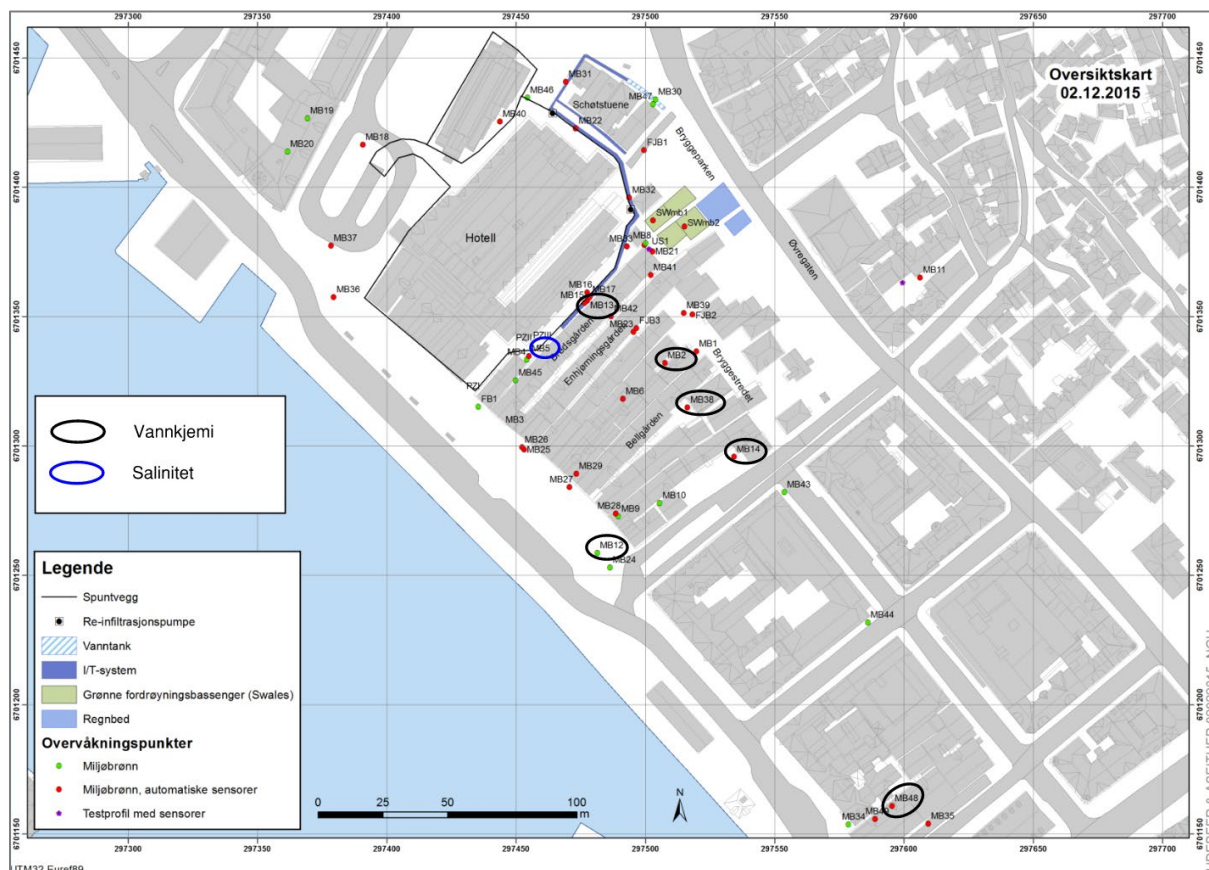
## **2.6 Overvåkingsbrønnene**

Med oversikt over hvilke brønner og instrumenter som er i operativ stand, er det løpende behov for å vurdere lagret data og data som blir lagret i tiden framover. I dialog med NIKU vil vi kontinuerlig vurdere om det er grunnlag for å videreføre logging i overvåkingsbrønnene i influensområdet til Bryggen (dvs. de fåtallige miljøbrønnene som er utenfor verdensarvstedet). Det samme gjelder også for øvrige brønner. Uansett om brønner blir driftet videre, vil vi sikre at alle historiske data blir kvalitetssikret og lagret for ettertiden.

### 3 Resultater og vurderinger

#### 3.1 Vannkjemiske analyser

Det ble tatt ut seks grunnvannsprøver som ble sendt til analyse. I konkurransegrunnlaget er det beskrevet hvilke brønner som skal analyseres, men grunnet at noen brønner var utilgjengelige ble det gjort noen endringer i valg av brønner i samarbeid med NIKU. Prøvetatte brønner er vist i Figur 14. En prøve ble sendt til analyse for salinitet, i de andre brønnene ble dette beregnet basert på kloridinnholdet. Analyseparametere ble valgt ut fra NS 9451:2009 kap. 8.2 – «Grunnvann og porevann». Vann analysert for metaller ble filtrert i felt.



Figur 14. Oversiktsfigur over hvor det er tatt vannprøver i 2020.

Det ble målt vanddybde, ledningsevne og temperatur i alle brønner ved prøvetaking (Tabell 5). Vannprøvene ble tatt med dykkerpumper fra Eijkelkamp, hver brønn ble tildelt en egen pumpe for å unngå krysskontaminering (<https://geonor.no/wp-content/uploads/2014/11/Groundwater-pumps.pdf>). Alle brønner ble pumpet tom minst en gang før prøvetaking. Tilsig av vann etter pumping var ganske varierende, noen brønner brukte lang tid på å fylles opp, mens andre brønner aldri ble tomme. Det var langsomt tilbakesig av vann i MB5, MB13, MB36, middels i MB14, MB12 og MB46, veldig raskt i MB2.

Tabell 6. Vanddyb, temperatur og ledningsevne målt i brønner. Noen brønner hadde en overgang i konduktivitet dypere i brønnen, denne er også lagt inn med ny verdi og dyp.

Brønn	Dyp til vann (m)	Temperatur (C°)	Konduktivitet (mS/m)	Konduktivitet overgang (µS/cm) (Dyp m)
MB5	1,2	12,4	80	108 (3,10m)

MB13	1,6	13,2	520	
MB2	1,3	11,4	197	800 (2m)
MB38	1	11,2	560	730 (4m)
MB14	1	11,3	550	
MB48	1,1	12,0	200*	
MB12	1	11,2	300*	

Pga. problemer ved laboratoriet, ble kun to av prøvene analysert mht. sulfid. Laboratoriet brukte en underleverandør i Tyskland for sulfid analyser og prøvene ble stående fast i tollen så lenge at det ikke lenger var mulig å bestemme sulfid innhold. Ingen av de to analyserte prøvene viste detekterbare nivåer av sulfid. Fem av prøvene hadde sulfat til stede som kan reduseres til sulfid under gitte betingelser. Dette gjelder også for de to prøvene der det ble analysert, men ikke funnet sulfid. Siden sulfid er en veldig flyktig gass, kan også noe av evt. tilstedeværende sulfid forsvinne i forbindelse med prøvetakingen når vannet pumpes opp. pH viser at alle prøvene ligger på den sure siden av nøytralt, dvs. i området 6,4-6,9. Siden vannet er svakt surt vil sulfid (hvis det er til stede) foreligge som løst gass og ikke bundet til partikler, f.eks. i form av FeS. Det er derfor stor risiko for tap ifm. prøvetaking av vann. Ved prøvetaking luktet det sterkt H<sub>2</sub>S, noe som underbygger antakelsen om at sulfid forsvant ifm. prøvetakingen.

MB2 og MB12 inneholdt nitrat, henholdsvis 17 og 5,6 µg/l NO<sub>3</sub>-N. De øvrige prøvene inneholdt ikke nitrat. Tilstedeværelse av nitrat vil kunne virke negativt inn på bevaringsforholdene. Prøvene inneholder også 5,5-74 mg/l med ammonium (NH<sub>4</sub>-N) noe som tyder på at det har foregått en nitrogenreaksjon.

Prøvene ble også filtrert og analysert for utvalgte metaller, bl.a. jern. Alle prøvene inneholdt litt løst jern, i området 11-89 µg/l.

**Tabell 7. Resultater fra vannkjemiske analyser fra miljøbrønnene på Bergen Brygge. Prøvene ble tatt 22.-29.10.2020.**

Parameter	MB13	MB2	MB38	MB14	MB12	MB48	MB5	Enhet
pH	6,5	6,5	6,4	6,5	6,6	6,9		
Konduktivitet	186	237	160	109	355	101		mS/m
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	<5	17,0	<5	<5	5,6	<5		µg/l
Magnesium (Mg), filtrert	22	27	19	17	57	5,3		mg/l
Jern (Fe), filtrert	66	75	57	34	89	11		µg/l
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	2,67	<0,1	1,58	0,4	4,8	9,99		mg/l
Klorid (Cl)	180	420	250	100	540	160		mg/l
Ortofosfat-P	12000	17000	14000	4400	1100	1900		µg/l
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	31000	25000	17000	14000	74000	5500		µg/l
Kalium (K), filtrert	26	27	20	11	42	9,9		mg/l
Mangan (Mn), filtrert	140	250	250	210	200	230		µg/l
Natrium (Na), filtrert	230	380	240	82	400	130		mg/l
Kalsium (Ca), filtrert	120	110	81	130	280	85		mg/l
Sulfid*					<0,04	<0,04		
Salinitet					2,0		0,0	PSU
Salinitet**	0,3	0,8	0,5	0,2		0,3		ppt

\*Noen sulfidprøver ble ikke analysert pga. problemer med underleverandør for laboratoriet, der prøvene ble stående fast i tollen så lenge at det ikke lenger var mulig å bestemme sulfid innhold

\*\*Beregnet basert på klorid

I MB2 var det sterk lukt og det kom skum opp av brønnen ved pumping av vann. Det ble pumpet ut ca. 100 L vann ut av brønnen, men vannstanden gikk aldri lavere enn 2-3 meter under overflaten. «Skumsøylen» var 2-3 meter høy.

I ettertid var COWI og NIKU ute med en metan-måler for å undersøke brønnen. Ved å holde måleren ned mot miljøbrønnen uten å pumpe vann var det lave utslag på 3-5 ppm metan. Når pumping av vann ble startet varierte målingene fra c. 0-70 ppm og det var to større «pulser» med måling på 260 og 450 ppm metan. Det var mye mindre skumming/bobling i brønnen denne gangen ved gassmålingen enn første gangen det ble observert.

Hva som er årsaken til denne gassdannelsen er fortsatt litt usikker, men det kan være reduktive forhold og dermed anaerob nedbryting av organisk materialet. Og grunnen til at det blir observert i denne brønnen og ikke i andre kan henge sammen med lokale variasjoner i grunnforhold og kanskje høy gjennomstrømmingen av vann – at da gassen blir tilført brønnen fra et større område pga. høy tilførsel av vann.

På dette tidspunktet vurderer vi at situasjonen er stabil, men ved prøvetaking neste år kan kanskje flere brønner i nærheten undersøkes for samme fenomen.



Figur 15. Skumming i MB2. Foto: Jostein Soldal.

## 3.2 Oppdaterte sensordata

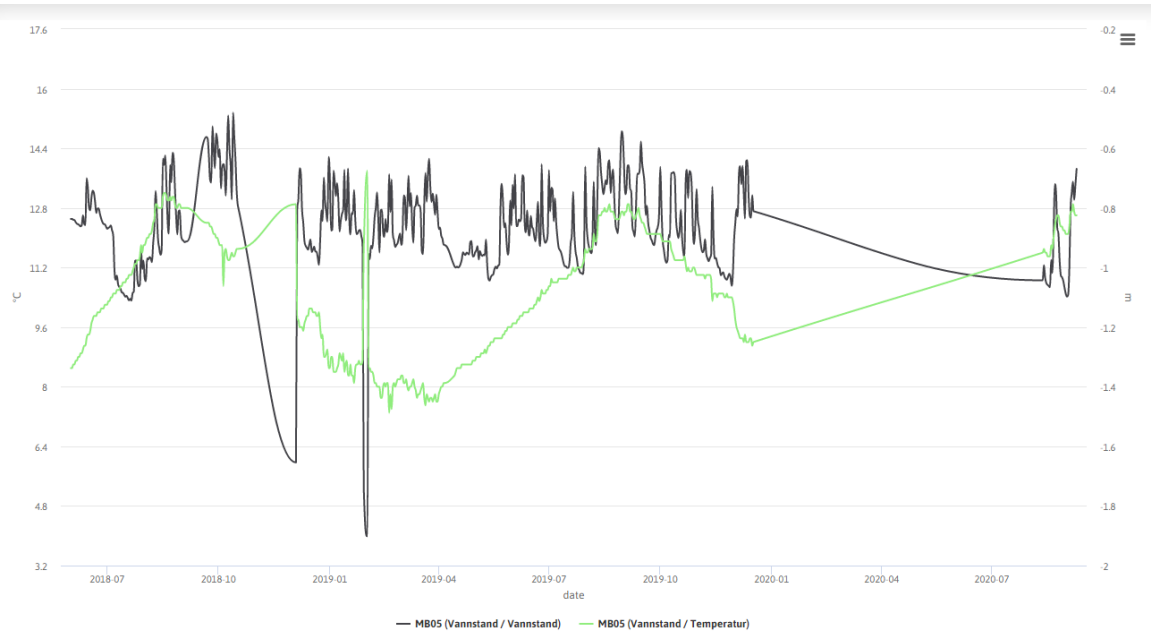
Sensordata det siste året er av varierende kvalitet, se forklaring i kapittel 2.1.

### 3.2.1 MB5

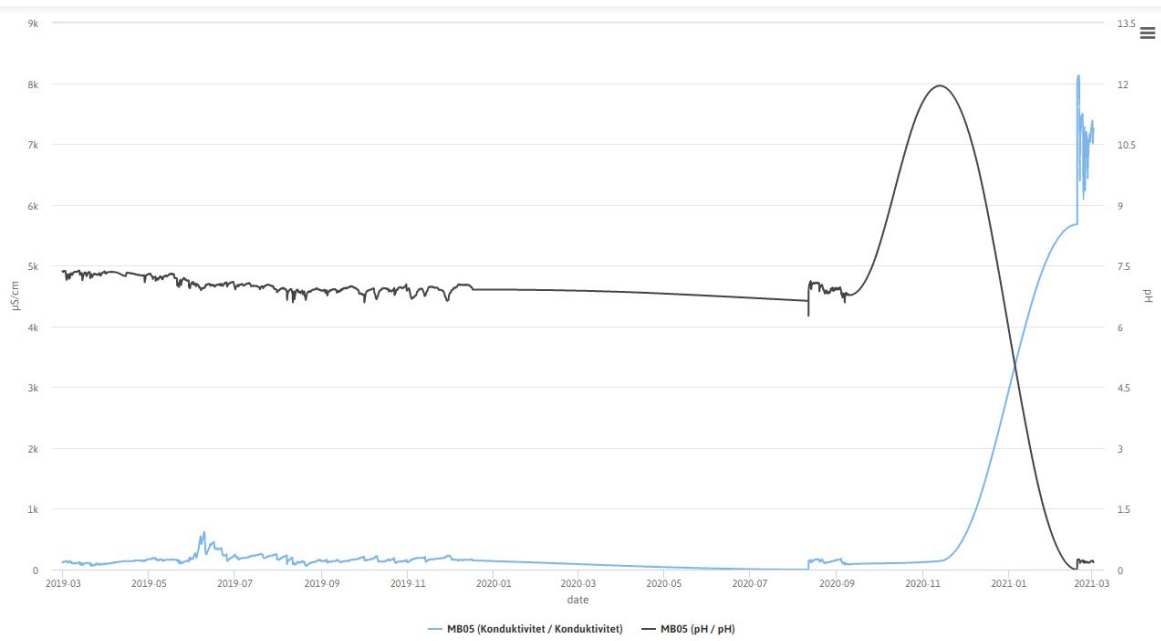
Figur 16 viser sensordata for miljøbrønn MB5 fra 28.02.2019 t.o.m. 01.03.2021. I november 2020 oppstod et problem med dataforsendelsene fra miljøsondene, og nyere data må derfor anses som upålitelige, se kapittel 2.1. Resultatene viser at vannstanden har holdt seg i området 0,5-1,1 m med noen korte perioder ned til 1,6-1,9 m dyp. Disse skyldes trolig instrumentelle faktorer. Temperaturen følger årstidene og varierer mellom 13°C om sommer og 7°C om vinter.

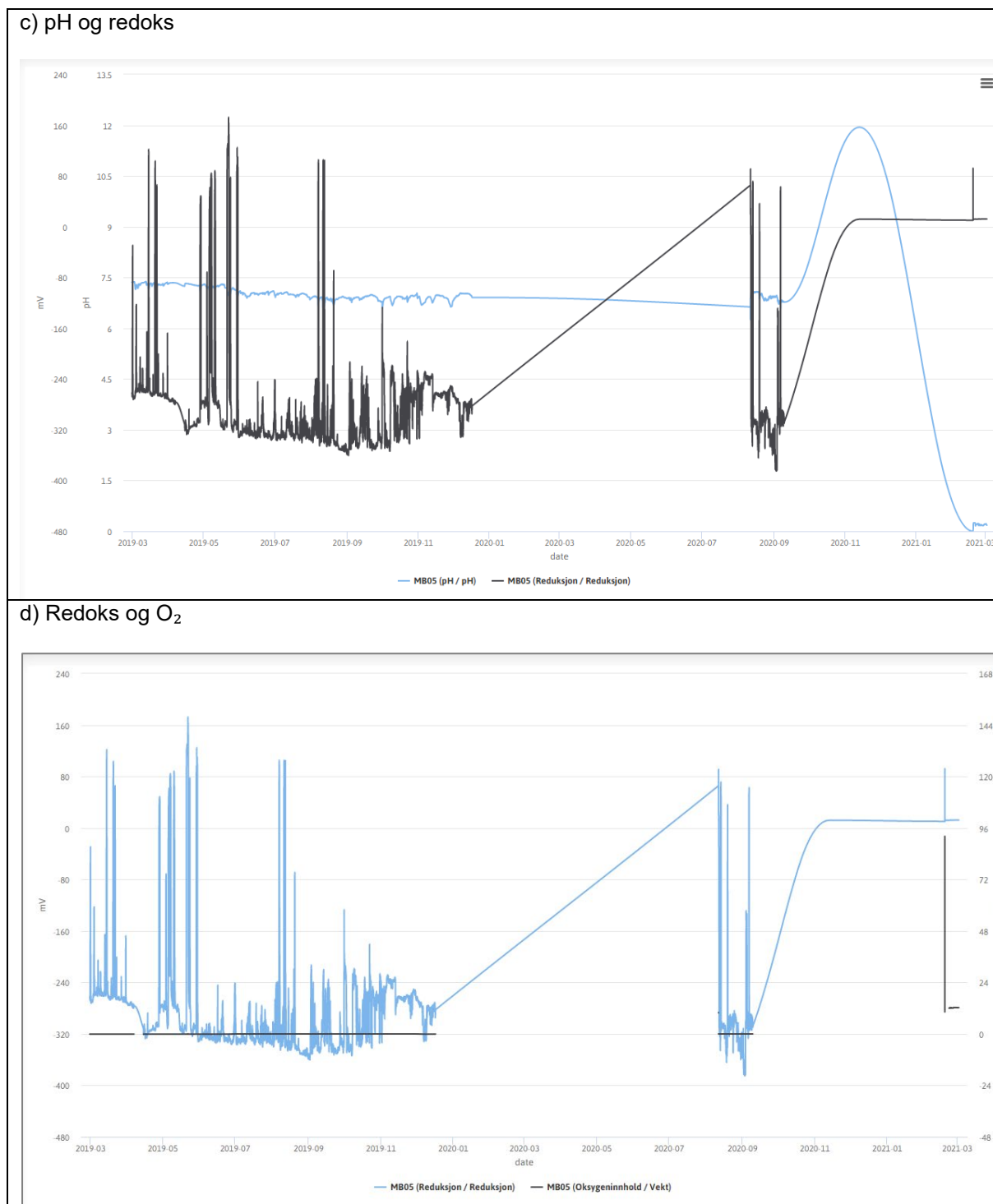
pH sensoren holdt seg jevnt rundt pH 7 fram til høsten 2020. I samme periode lå ledningsevnen på mellom 0 og 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Sensoren viste reduktive forhold på rundt -320 mV fram til oktober-november 2020 noe som er positivt mht. bevaringsforhold.

a) Temperatur og vannstand



b) Ledningsevne og pH





Figur 16. Sensordata fra MB5.

### 3.2.2 MB13

Figur 17 viser sensordata for miljøbrønn MB13 fra 28.02.2019 t.o.m. 01.03.2021. Som for MB5 har også MB13 hatt en relativ stor endring av forholdene som inntraff i oktober-november 2020. I november 2020 oppstod et problem med dataforsendelsene fra miljøsondene, og nyere data må derfor anses som upålitelige, se kapittel 2.1.

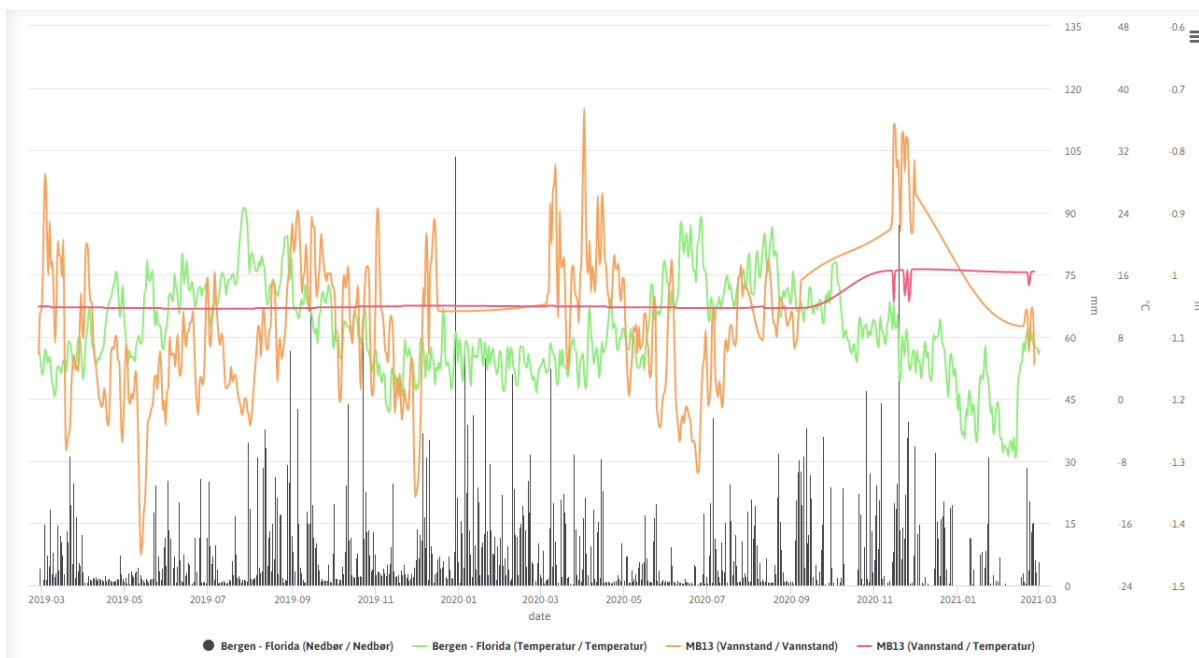
Vannstanden har variert mellom 0,8 m og 1,3 m dyp, og har stort sett fulgt årstidene. Målingene av ledningsevne og pH var veldig ustabile i begynnelsen av 2021 og anses som ikke pålitelige (pH nivå



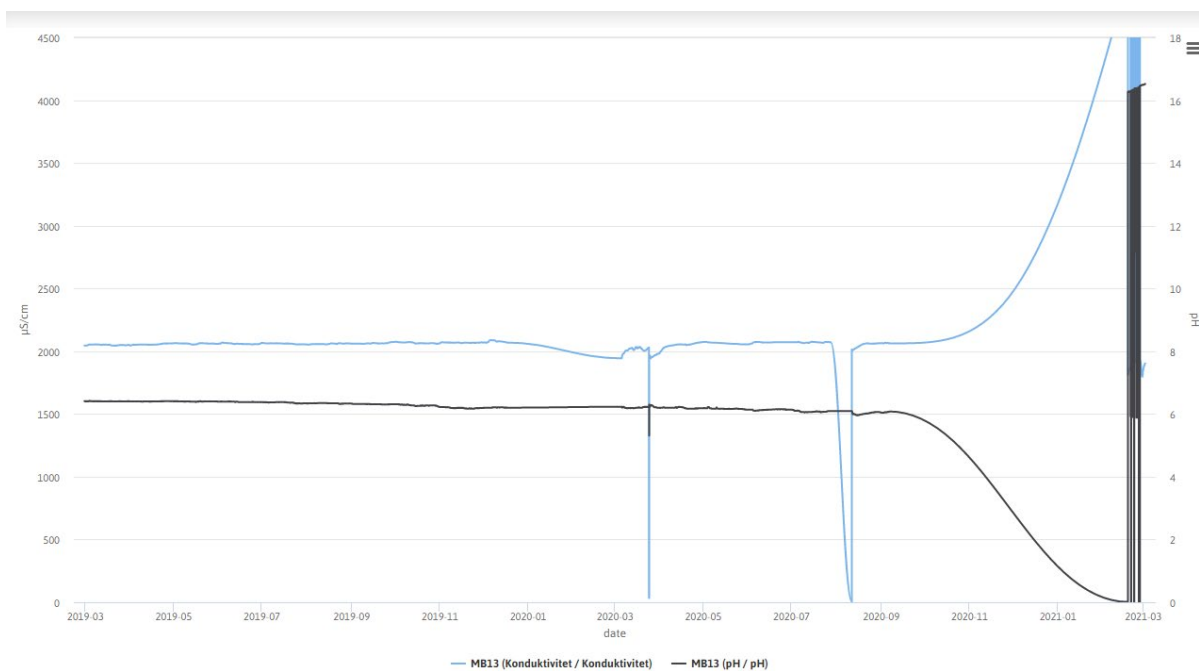
fra -350 til 16). Det samme gjelder ledningsevnesensoren som varierer fra 1900  $\mu\text{S}/\text{cm}$  til 16 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Til sammenligning ligger sjøvann på ca 50 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Redoks-sensoren viser tilsvarende ustabilitet, der redoks-nivået varierer mellom -350 mV til 16 mV. Oksygensensoren viste verdier rundt 0 mg/l frem til høsten 2020, men etter at den ble satt i gang på nytt i februar 2021 har sensoren vist upålitelige målinger, dvs. negative konsentrasjoner.

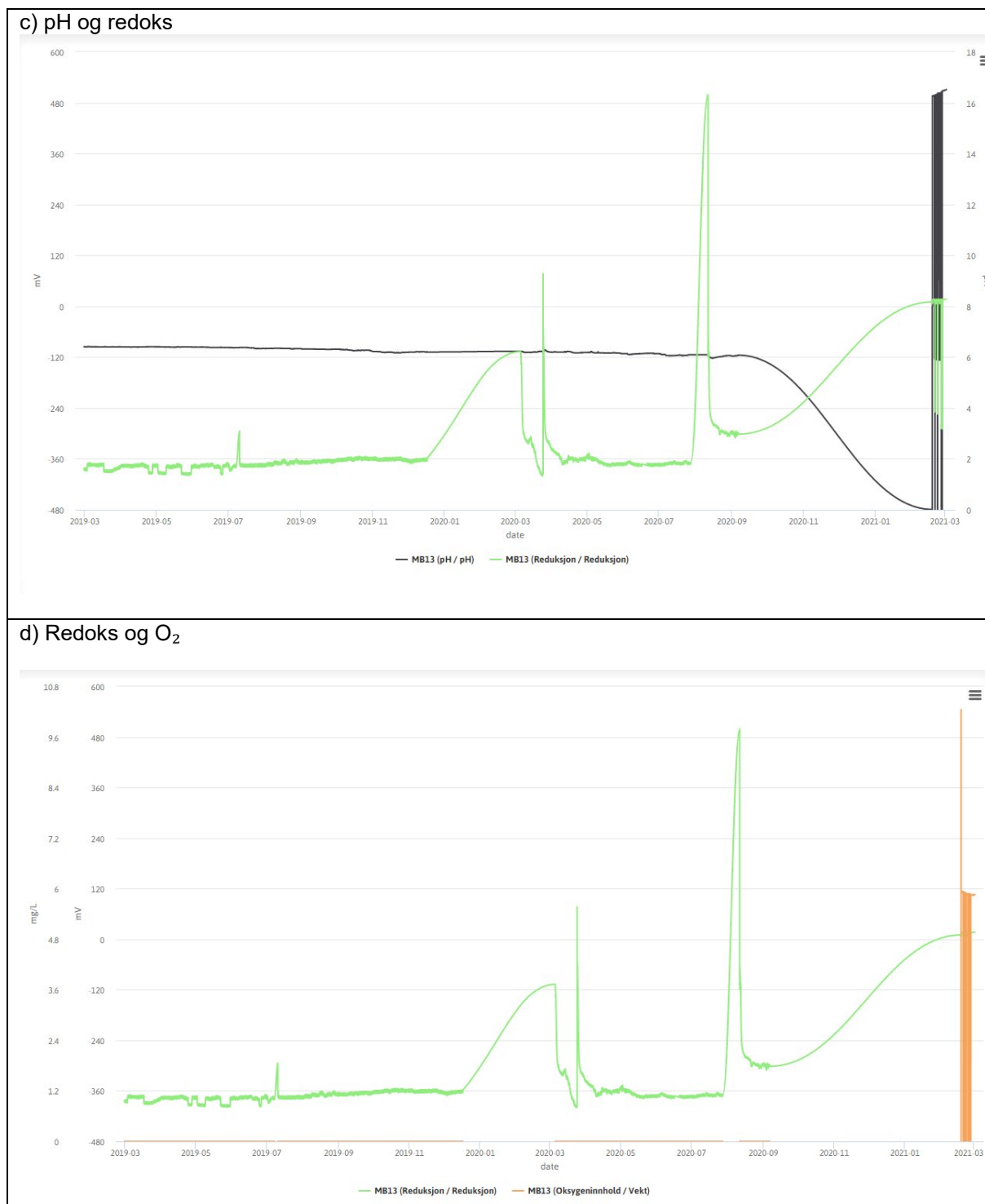
Det er vanskelig å si noe om bevaringsforholdene da det tilsynelatende er flere sensorer som viser ustabile og upålitelige målinger. Ved kun å se på situasjonen fram til november 2020, følger vannstand og temperatur de offisielle målingene av temperatur og nedbør. Ledningsevne og pH har også holdt seg stabilt, men noen få unntak for ledningsevne som trolig skyldes instrumentelle forhold. Redoks-sensoren vier også stabile reductive forhold, ca -350 mV, fram til november med unntak av en periode tidlig på året i 2020. Oksygensensoren viste verdier rundt 0 mg/l frem til høsten 2020. Det kan derfor konkluderes med at bevaringsforholdene var stabile frem til høsten 2020.

a) Temperatur, nedbør og vannstand



b) Ledningsevne og pH





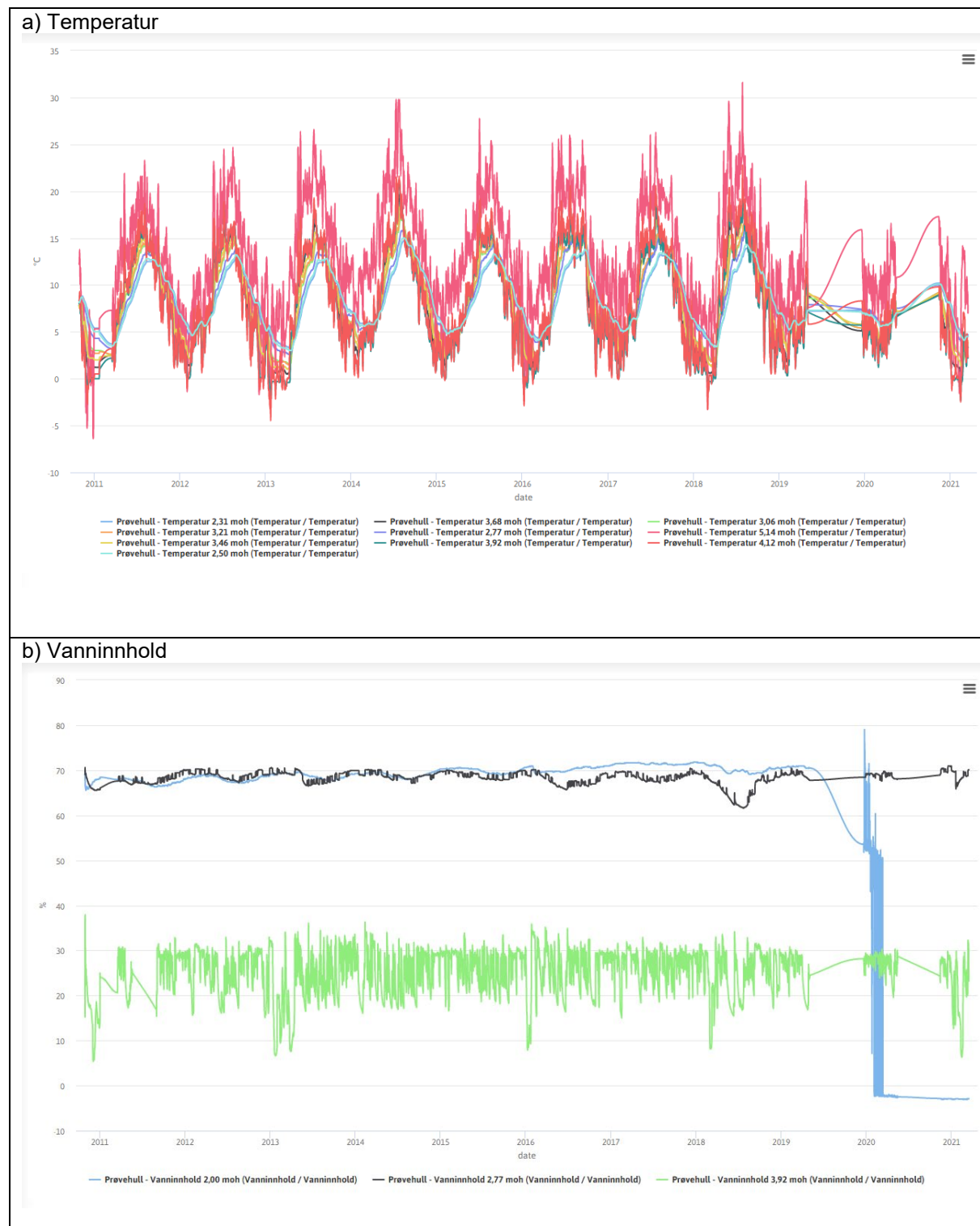
Figur 17. Sensordata fra MB13.

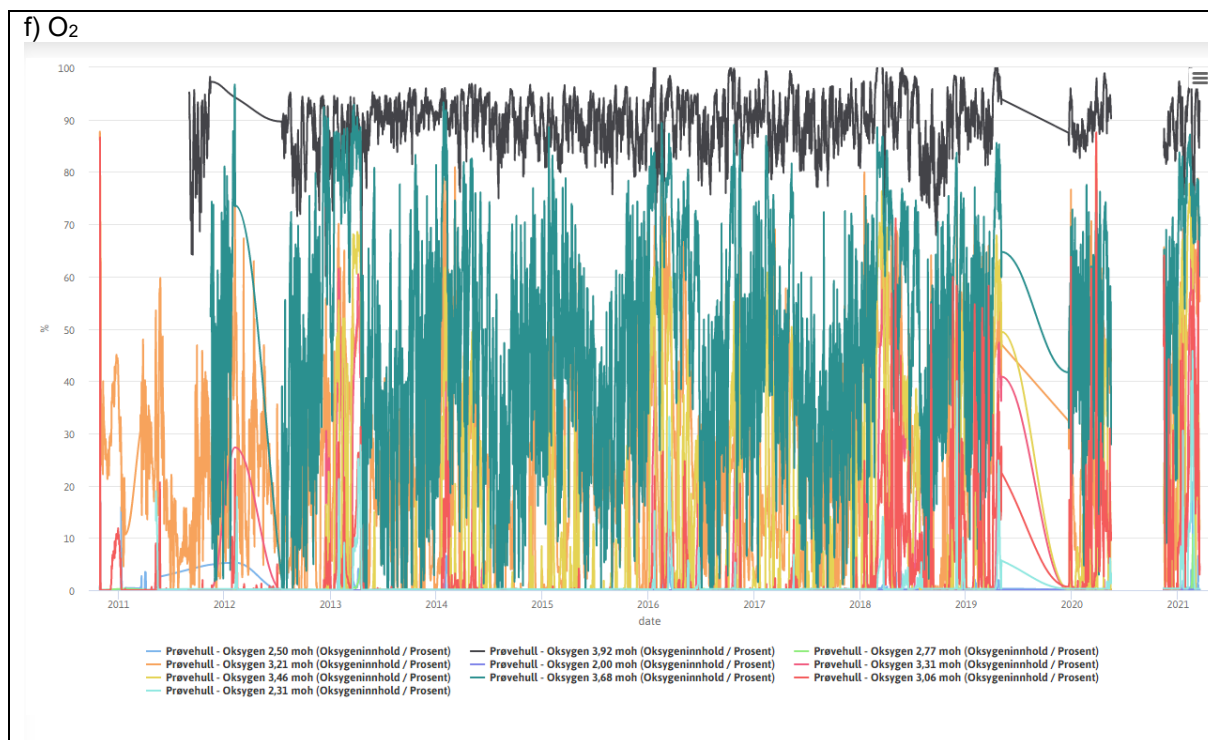
### 3.2.3 Prøvehull bak Bredsgården

Figur 18 viser sensordata for miljøprofil «Prøvehull» fra oppstart i 2011 og frem til 01.03.2021.

Temperaturen følger årstidsvariasjonene og vanninnholdet ligger på 20-30% ved 3,92 moh. Dypere ned ligger vanninnholdet på 65-70%, men i 2020 skjedde det noe med sensoren som er på 2,0 moh som gjør at det ikke lenger registreres om det er vann i dette punktet. Dette kan være pga. defekt sensor, se kapittel 2.1. Grunnvannstand i nærliggende MB21 og MB7 er lavere enn 2MOH mesteparten av året.

Oksygenivået ser ut til å variere med årstidene, og jo høyere opp i lagene sensoren befinner seg, jo høyere er oksygeninnholdet. Sensoren som befinner seg 3,92 moh viser 80-100% O<sub>2</sub>, mens sensoren på 2,0 moh viser ca 0,12%, noe som er gunstig for bevaringsforholdene. Det ser ut som om det kan være en positiv effekt av grunnvannshevingen.



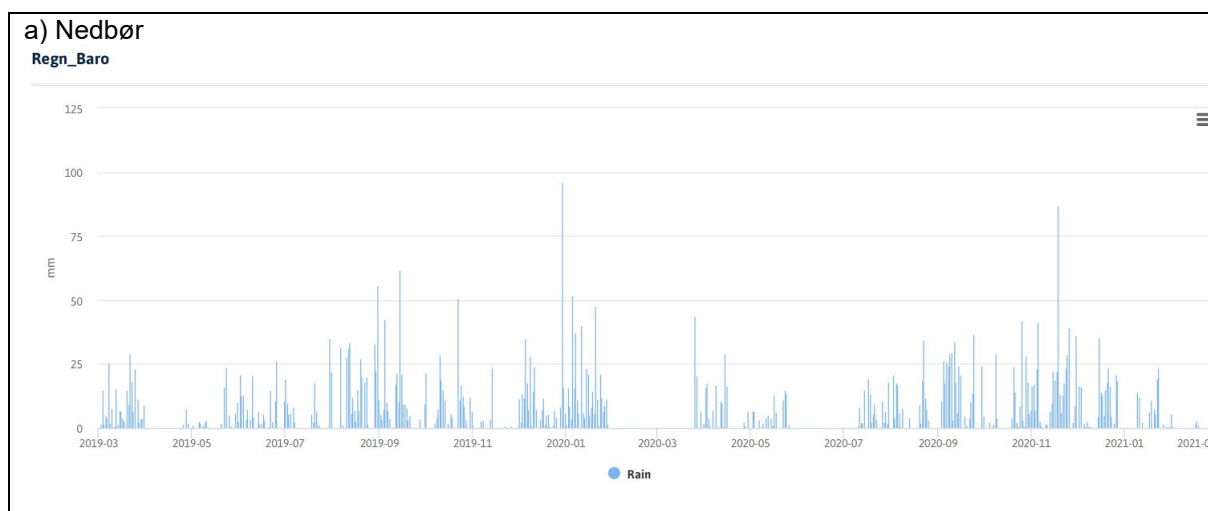


Figur 18. Sensordata fra «prøvehull».

Årsvariasjonene observert her er til dels dramatiske, mens vanninnhold er stabilt. Vi vet at det også tidligere er observert store variasjoner på denne lokalitet. Det er usikkert hva som driver disse endringene, kan både ha sammenheng med varierende oksygeninnhold sommer/vinter og mulig vannstandsending. Dette punkt vil bli overvåket nærmere i det kommende året, så man kan vurdere om det bør settes inn avbøtende tiltak.

### 3.2.4 Værstasjonen på taket til Bryggens museum

Figur 19 viser sensordata for regnmåleren på taket til Bryggens museum fra 28.02.2019 t.o.m. 01.03.2021. Den var ikke i drift i periodene 29.01 – 24.03.2020 og 01.06 – 09.07.2020.



Figur 19: Sensordata fra regnmåler på taket til Bryggens museum

### 3.3 Vurdering av overvåkingsdata

#### 3.3.1 Setningsmålinger

Oppsummert kan det virke som setningsutviklingen på terrenget er tilsvarende det som en har målt tidligere, og fra 2018-2020 er setningshastighetene på terrenget i gjennomsnitt under 1 mm i året. På fasadepunkt er den generelle innsynkingen noe større med et gjennomsnitt på 1,9 mm. Men på både terrenget og på fasaden er det punkt som både stiger og synker mer enn 1 mm i året, så det er noen lokale variasjoner. I det kommende året vil det bli utført korrelasjon av vannstand i nærliggende brønner ved de punkter der det observeres størst økning i setningsmålingene som et ledd i å finne forklaring på disse variasjoner.

#### 3.3.2 Vannkjemi

pH i grunnvannet er på den sure siden av nøytralt, i området 6,4-6,9. Det ble påvist noe nitrat og ammonium i brønn MB2 og MB12, som tyder på at det har foregått en nitrogenreduksjon, noe som vil kunne virke negativt på bevaringsforholdene. MB2 hadde en veldig høy vanngjennomstrømming og luktet sterkt H<sub>2</sub>S, som kan bety at den brønnen har en stor dreneringsradius og blir påvirket av et stort område. MB12 ligger nærmest Vågen og blir nok mer påvirket av tidevannet og saltvannet enn de øvrige brønnene. Vi vurderer at det er middels bevaringsforhold i MB2 og MB12, mens det er en gode forhold i øvrige brønner. Vi anbefaler at alle parameter analyseres et år til for å få et bedre vurderings- og sammenligningsgrunnlag.

## 4 Oppsummering og konklusjoner

I 2020 ble det noen av de defekte sensorene i miljøbrønnene byttet ut (se kapittel 3), og det ble tatt ut manuelle vannprøver fra brønnene som ble sendt til analyse. Det er gått relativt kort tid siden oppgradering av sensorene, og for flere sensorer er det per mars 2021 ganske ustabile resultater. Resultatene kan tyde på stor vanngjennomstrømming i området, men siden det luktet sterkt av sulfid under prøvetakingen i flere brønner, kan det tyde på at det tross dette er reduserende og stabile forhold i grunnen. Også dette vil bli overvåket nærmere i det kommende året

Historiske setningsdata viser at det har vært en stabil setningstrend fra år 2000. Målingene fra 2020 viser den samme setningstrenden som tidligere år. Terrenget har en gjennomsnittlig setningshastighet på under 1 mm i året og har oppnådd ønsket mål. Målepunkt på bygninger har en gjennomsnittlig setningshastighet på -1,9 mm og er noe høyere enn ønsket. Men setningsendringer i bygninger kan skyldes andre faktorer, som f.eks. nedbrytning av tømmerstokker i fundamenter. Så vi vurderer at setningshastigheten på Bryggen i Bergen er på et stabilt og tilfredsstillende nivå. Setningen på bygningene er høyere enn ønskelig, men historisk avtagende. Ulike steder på samme bygg har ulike setningshastigheter, dette tyder på at det er bygningskroppen og ikke setninger i grunnen som er dominerende prosess. På sikt kan det være aktuelt gjøre en detaljert kartlegging for å finne en årsak og tiltak mot dette, og i første omgang vil grunnvannstand i brønner nærmest de største økninger i setning bli overvåket som et mulig forklaringsledd..

Det er ikke behov for akutte avbøtende tiltak. Det synes å være gode bevaringsforhold, stabilt grunnvannsnivå og over de siste årene jevn setningshastighet på terrenget. Det er historisk varierte nivåer på innsamlet data, og man bør følge nøyer med på variasjoner i grunnvannstand. Det er behov for vedlikehold og oppdatering av sensorer for å fortsatt kunne overvåke situasjonen fremover. Terrenget og grunnvannsnivået forekommer stabilt, men det vurderes som svært vesentlig at I/T systemet ferdigstilles og bevares i tilfredsstillende stand for å kunne regulere grunnvannsnivået ved behov.

## 5 Referanser

Hawkins, D. 1980. **Identification of outliers**. Springer Netherlands, Tyskland. 188s.

Hind, H. & L. Krangnes (Cautus Geo), J. Soldal (COWI), V. V. Martens (NIKU) 2020. Miljøovervåkning Bryggen i Bergen. Statusrapport Bryggen MOV pr 31 mars 2020. **NIKU rapport** 100. 69s.

Madigan, M. T. & Martinko J. M. Brock. (2006). **Biology of Microorganisms**. 11. Ed. Pearson Prentice Hall, USA.

Matthiesen, H. & Hollesen, J. 2018. Preservation conditions and effects of mitigation in unsaturated urban deposits: Results from environmental monitoring at the rear of Nordre Bredsgården, Bergen, from October 2010 to December 2017. **Rapport Nationalmuseet DK**.

**NS 9451:2009**. Krav til miljøovervåking og -undersøkelse av kulturlag. Norsk Standard.

Rytter, J. & Schonhowd, I. (eds.). (2015). **Monitoring, Mitigation, Management. The Groundwater Project – Safeguarding the World Heritage Site of Bryggen i Bergen**. Riksantikvaren. Oslo.

## **6 Vedlegg 1. Oppdatert installasjonsrapport fra Cautus Geo**





Norsk institutt for kulturminneforskning er et uavhengig forsknings- og kompetansemiljø med kunnskap om norske og internasjonale kulturminner.

Instituttet driver forskning og oppdragsvirksomhet for offentlig forvaltning og private aktører på felter som by- og landskapsplanlegging, arkeologi, konservering og bygningsvern.

Våre ansatte er konservatorer, arkeologer, arkitekter, ingeniører, geografer, etnologer, samfunnsvitere, kunsthistorikere, forskere og rådgivere med spesiell kompetanse på kulturarv og kulturminner.

[www.niku.no](http://www.niku.no)

## NIKU Rapport 107

**NIKU hovedkontor**  
Storgata 2  
Postboks 736, Sentrum  
0105 OSLO  
Telefon: 23 35 50 00

**NIKU Tønsberg**  
Farmannsveien 30  
3111 TØNSBERG  
Telefon: 23 35 50 00

**NIKU Bergen**  
Dreggsallmenningen 3  
Postboks 4112, Sandviken  
5835 BERGEN  
Telefon: 23 35 50 00

**NIKU Trondheim**  
Kjøpmannsgata 1b  
7013 TRONDHEIM  
Telefon: 23 35 50 00

**NIKU Tromsø**  
Framsenteret  
Hjalmar Johansens gt. 14  
9296 TROMSØ  
Telefon: 77 75 04 00

2020

# Installasjonsrapport dataloggere Prosjekt Bryggen i Bergen- v02



Håvard Hind

Cautus Geo AS

08.09.2020

## Innhold

Innledning .....	2
Installasjon .....	2
Datahåndtering .....	3
Dataloggere.....	3
FJB2 .....	4
MB2 .....	6
MB5 .....	8
MB6 .....	10
MB7 .....	12
MB11 .....	14
MB13 .....	16
MB14 .....	18
MB16 .....	20
MB17 .....	22
MB21 .....	24
MB22 .....	26
MB23 .....	27
MB32 .....	28
MB33 .....	30
MB35 .....	31
MB38 .....	33
MB40 .....	35
MB42 .....	37
Barometer og regnmåler.....	39

## Innledning

Cautus Geo har tatt over driften av et antall eksisterende dataloggere og sensorer som har overvåket grunnvann og miljø ved og rundt verdensarvstedet Bryggen i Bergen. Overvåkningsløsningen var tidligere driftet av Dipl. Ing. Houm. Cautus Geo har omkonfigurert tidligere dataloggere på prosjektet slik at data sendes til egen server og har byttet ut de eksisterende SIM kortene med nye kort eid av Cautus Geo.

Dataloggerne er av typen OMC-040 og OMC-045. Sensorene er av typen PT12 (vannstandssensorer), YSI 600XL (multiparametersonder, disse måler oppløst oksygen, pH, redokspotensial, konduktivitet, dybde og temperatur), PT12BV (barometer) og OMC-212 (regnmåler). Alt av geografisk data stammer fra tilsendt miljøbrønnoversikt. For en av miljøbrønnene, MB16, er koordinaten åpenbart feil, og grunnrissverdiene er her utledet grafisk fra tilsendt kart (HDBEER og ASETIHER 02022015, NGU). Operative sensorer ble funnet ved å sjekke hvilke historiske datasett som går tilbake til 2016 eller senere. Et estimat på installasjonsdato er utledet fra datomerking på de eldste historiske dataene fra aktuell datalogger.

En første installasjonsrapport ble gitt ut 29.03.2020 i etterkant av de første to rundene med feltarbeid. Denne nye rapporten inkluderer beskrivelsen av punkt MB35 som da var utilgjengelig, detaljer om de 4 målerne og 3 dataloggerne som har blitt byttet ut og oppgir resultat fra flere brønnpeilinger. Sensordybde for MB16 og MB22 er korrigert. En peilet dybde for MB32 feilmeldes.

## Installasjon

Under installasjon ble blant annet SIM kort byttet, og FTP, APN og NTP innstillinger endret. I tillegg ble sensordybde målt relativt til rørtopp slik at sensorkote og deretter grunnvannskote kan beregnes. Lengdene måles relativt til rørtopp da tilsendte høydeverdier viser til «topp rør». Avstand til grunnvann ble målt med et dipmeter slik at dette kan benyttes til å kvalitetssikre vannstandsmålingene. Batteri ble byttet ved behov for dette. Skruer, fuktposer og teip ble også byttet ved behov.

Installasjon, oppgradering og kontroll ble hovedsakelig gjennomført i to omganger.

5. og 6. mars av Håvard Hind og Lars Krangnes

23-26. mars av Håvard Hind og Gaute Haugen Sandnes

Ved andre runde ble de brønnene som ble oppgradert 5. og 6. mars kontrollmålt for å få en enkel og tidlig indikasjon på kvaliteten på målingene.

11. august 2020 ble MB35 driftsatt og defekte dataloggere installert ved punkt FJB2, MB05 og MB16 ble byttet ut. I tillegg ble grunnvannstand i et antall brønner peilet. Batteri og fuktposer ble byttet for enkelte loggere.

2. og 3. september 2020 ble defekte sensorer ved punkt MB02, MB14, MB38 og MB42 byttet ut. Et antall brønner ble kontrollert ved peiling.


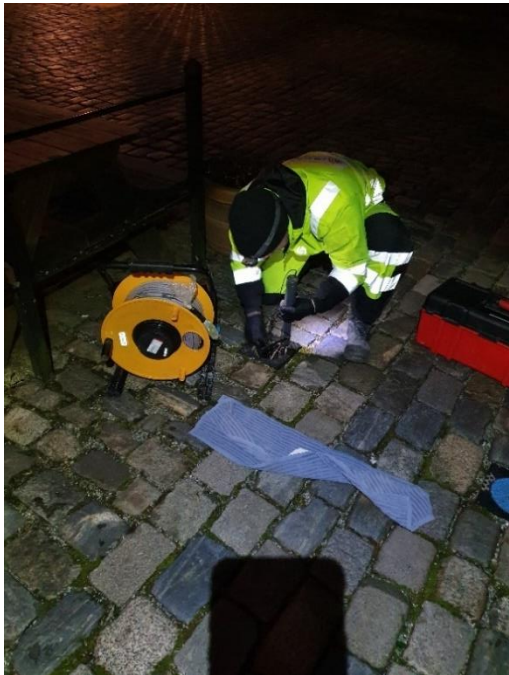
## Datahåndtering

For de oppdaterte sensorene blir data lagt i en database for visning i Cautus Web. Informasjon om dette er gitt i statusrapport. Vannstandsmålingene korrigeres for atmosfære ved å benytte data fra barometer installert på taket til Bryggens museum.

## Dataloggere

På de etterfølgende sidene følger rapport som beskriver utstyret montert i de ulike brønnene, samt barometer og regnmåler.

## FJB2

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701350,470		
Øst	297515,470		
Høyde	2,89		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4272605		
Logger IP	100.68.233.79		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12		
Serienummer	21216004		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	5,80 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	0,01 m		
Sensordybde (h1+h2-3cm)	5,78 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	-2,89 m		
Dato for oppkobling	11.08.2020		
Navn i Cautus Web	FJB2		
<p>Kommentarer</p> <p>Grunnvannstand ble peilet i 20 tiden 23.03.2020 til 2,90 meter under topp foringsrør.</p> <p>Grunnvannstand ble peilet i 16 tiden 11.08.2020 til 1,97 meter under topp foringsrør.</p> <p>FJB2 er en fjellbrønn.</p> <p>Det var ikke mulig å få kontakt med eksisterende logger og denne ble derfor byttet ut 11.08.2020.</p>			

## Installasjonsrapport Bryggen i Bergen



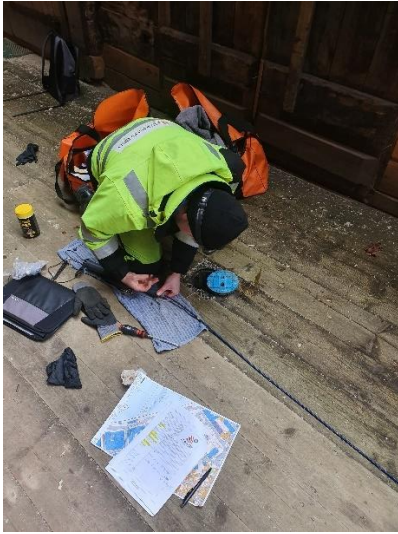
Opprinnelig datalogger ble tilsynelatende idriftsatt oktober 2013.

Det var et hull i brønnlokket og som en midlertidig løsning ble dette teipet over.






## MB2

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701331,949		
Øst	297507,650		
Høyde	2,180		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4743696		
Logger IP	100.68.232.144		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12		
Serienummer	21224000		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	5,96 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	0,13 m		
Sensordybde (h1+h2-3cm)	6,06 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	-3,88 m		
Dato for oppkobling	24.03.2020		
Navn i Cautus Web	MB2		
<p>Kommentarer</p> <p>Grunnvannstand ble peilet i 11 tiden 24.03.2020 til 0,82 meter under topp miljørør.</p> <p>Grunnvannstand ble peilet 03.09.2020, rundt 13:00, til 0,72 meter under topp miljørør.</p> <p>Det ble oppdaget feil ved dataene som tilsynelatende hadde oppstått rundt 12 februar 2019. Sensoren ble derfor byttet ut 03.09.2020.</p>			

## Installasjonsrapport Bryggen i Bergen

<p>Kabelen på den nye sensoren er 5 cm lengere, det er kompensert for denne differansen i Cautus Web.</p> <p>Dataloggeren ble tilsynelatende idriftsatt mars 2014.</p>	
--	--

## MB5

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701334,650		
Øst	297455,000		
Høyde	1,670		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4747060		
Logger IP	100.68.233.78		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	YSI 600XL		
Serienummer	Ikke lesbar		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	3,12 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	0 m		
Sensordybde (h1+h2-43 cm)	2,69 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	-1,02		
Dato for oppkobling	05.03.2020		
Navn i Cautus Web	MB5		



## Installasjonsrapport Bryggen i Bergen

### Kommentarer:

Grunnvannstand ble peilet i 16 tiden 24.03.2020 til 1,23 meter under topp miljøørør.

Grunnvannstand ble peilet i 18 tiden 11.08.2020 til 1,10 meter under topp miljøørør.

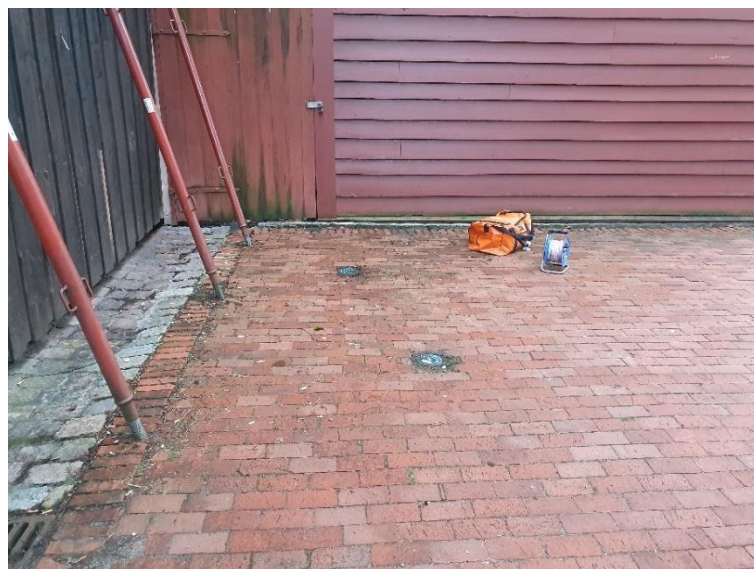
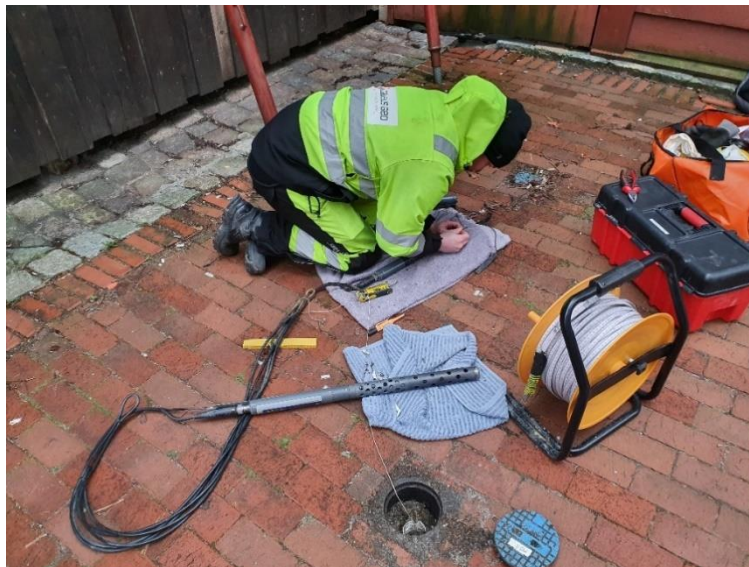
Brønnen er instrumentert med en multiparametersonde. Det var noe vond lukt av kabel og sensor.

Dataloggeren ble sjekket 05.03.2020 og igjen 24.03.2020.



Begge gangene nyttes det ikke å etablere varig internettforbindelse. Dataloggeren ble derfor byttet 11.08.2020.

Sondens kjemisensorer må kalibreres. Det foreligger ingen informasjon om tidligere kalibreringsrutiner.

Den opprinnelige dataloggeren ble tilsynelatende idriftsatt november 2018.



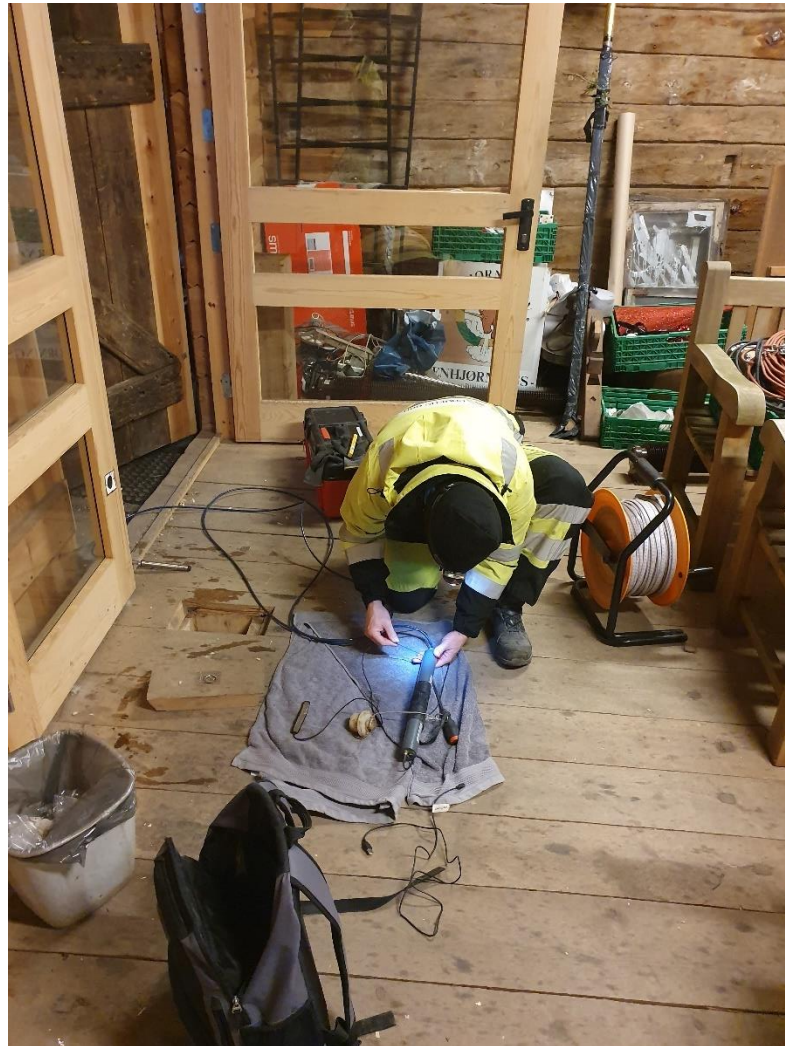
## MB6

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701318,150		
Øst	297491,299		
Høyde	1,620		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4746755		
Logger IP	100.68.233.53		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12		
Serienummer	21216007		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	5,83 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	Ikke relevant		
Sensordybde	5,14 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	-3,52 m		
Dato for oppkobling	24.03.2020		
Navn i Cautus Web	MB6		
<p>Kommentarer</p> <p>Grunnvannstand ble peilet i 10 tiden 24.03.2020 til 0,46 meter under topp miljøørør.</p> <p>Dataloggeren ligger løst på bakken under en falldør inne i et bygg som til vanlig er låst. Utenfor er et byggeplassområde som også normalt er avstengt bak en port.</p> <p>GSM dekningen var ganske dårlig men data kan sendes.</p>			





Installasjonsrapport Bryggen i Bergen

Dataloggeren ble  
tilsynelatende idriftsatt  
mars 2014.

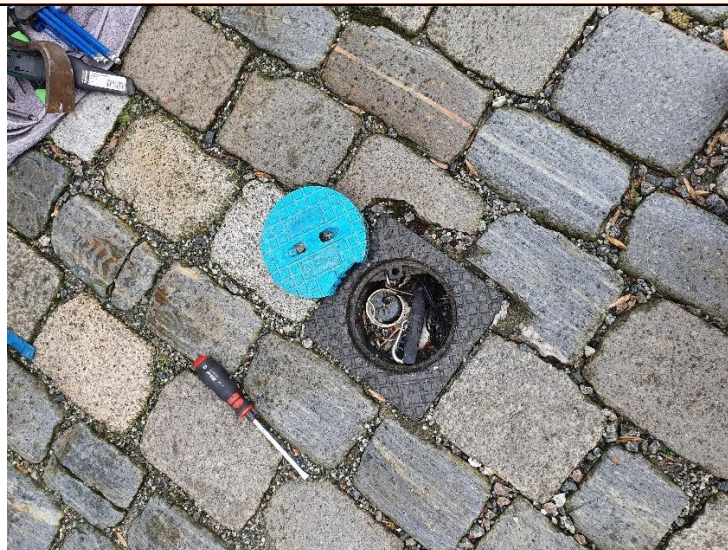


## MB7

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701377,650		
Øst	297499,550		
Høyde	4,210		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4746722		
Logger IP	100.68.233.4		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12		
Serienummer	21216000		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	4,45 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	0,11 m		
Sensordybde (h1+h2-3cm)	4,53 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	-0,32 m		
Dato for oppkobling	05.03.2020		
Navn i Cautus Web	MB7		
<p>Kommentarer:</p> <p>Grunnvannstand ble peilet i 12 tiden 05.03.2020 til 2,50 meter under miljøørørtopp.</p> <p>Grunnvannstand ble peilet i 17 tiden 24.03.2020 til 2,50 meter under miljøørørtopp.</p> <p>Brønnen MB7 er foran på bildet, bak er MB8 som inneholdt en koblingsboks som ikke gjenkjentes.</p> <p>Dataloggeren ble tilsynelatende idriftsatt februar 2014.</p>			




Installasjonsrapport Bryggen i Bergen







## MB11

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701364,950		
Øst	297606,297		
Høyde	16,932		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4286983		
Logger IP	100.68.232.140		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12		
Serienummer	21216028		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	5,88 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	0,18 m		
Sensordybde (h1+h2-3cm)	6,03 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	10,90 m		
Dato for oppkobling	23.03.2020		
Navn i Cautus Web	MB11		
<p>Kommentarer</p> <p>Grunnvannstand ble peilet i 18 tiden 23.03.2020 til 4,89 meter under miljøørørtopp.</p> <p>Grunnvannstand ble peilet 02.09.2020 rundt 20:10 til 4,97 meter under miljøørørtopp.</p> <p>Skruer ved toppen av loggeren var dekt av selvulkaniserende teip, muligens på grunn av en liten sprekk i lokket. Teipen ble erstattet etter omkonfigurering.</p>			

## Installasjonsrapport Bryggen i Bergen

Dataloggeren ble tilsynelatende idriftsatt oktober 2013.	
--	--

### MB13

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701356,030		
Øst	297477,580		
Høyde	2,109		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4747209		
Logger IP	100.68.233.51		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	YSI 600XL		
Serienummer	18C102428		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	7,40 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	0,18 m		
Sensordybde (h1+h2-43 cm)	7,15 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	-5,041		
Dato for oppkobling	05.03.2020		
Navn i Cautus Web	MB13		
<p>Kommentarer:</p> <p>Grunnvannstand ble peilet i 13 tiden 24.03.2020 til 1,47 meter under miljørørtopp.</p> <p>Grunnvannstand ble peilet i 15 tiden 11.08.2020 til 1,64 meter under miljørørtopp.</p> <p>Miljøbrønnen er instrumentert med en multiparametersonde. En skrue var skrudd rund og dataloggeren kunne ikke enkelt åpnes, derfor ble SIM kortet først byttet 24.03.2020.</p>			

## Installasjonsrapport Bryggen i Bergen

Sondens kjemisorer må kalibreres. Det foreligger ingen informasjon om tidligere kalibreringsrutiner.

Det ser ikke ut til å ha kommet inn oksygendata siden juli 2014.

Dataloggeren ble tilsynelatende idriftsatt januar 2014.

## MB14

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701295,750		
Øst	297534,297		
Høyde	2,284		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4746756		
Logger IP	100.68.232.197		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12		
Serienummer	21216016		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	5,80 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	0,03 m		
Sensordybde (h1+h2-3cm)	5,80 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	-3,516 m		
Dato for oppkobling	05.03.2020		
Navn i Cautus Web	MB14		
<p>Kommentarer:</p> <p>Grunnvannsstand ble peilet til 0,65 m under miljørørtopp i 9 tiden 05.03.2020</p> <p>Grunnvannsstand ble peilet til 0,69 m under miljørørtopp i 18 tiden 24.03.2020</p> <p>Grunnvannsstand ble peilet til 0,58 m under miljørørtopp rundt 13:20 03.09.2020</p> <p>Noe er i veien med gjengene der en fester en av skruene som holder lokket på plass. Det er</p>			

## Installasjonsrapport Bryggen i Bergen

brukt selvvulkaniserende teip for å tette hullet.

Strømconnector var skadet og ble strammet opp med strips. Før dette var dataloggeren noe «kilen» og falt ut og inn under kontakt.

Sensoren ble byttet 02.09.2020 da den forrige viste konstant stigende, etter hvert urealistiske målinger (beregnet grunnvannsnivå var flere titalls cm over terreng).

Dataloggeren ble tilsynelatende idriftsatt desember 2013.



## MB16

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701359,261		
Øst	297477,157		
Høyde	2,080		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4746842		
Logger IP	100.68.233.76		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12		
Serienummer	21216021		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	5,96 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	0,08 m (over rørtopp)		
Sensordybde (h1+h2-3cm)	5,85 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	-3,77 m		
Dato for oppkobling	05.03.2020		
Navn i Cautus Web	MB16		
Kommentarer:	<p>Grunnvannsstand ble peilet til 1,42 m under miljørørtopp i 14 tiden 24.03.2020</p> <p>Grunnvannsstand ble peilet til 1,41 m under miljørørtopp i 16 tiden 11.08.2020</p> <p>Grunnrisset er feil på oversendt koordinat. Denne grunnrisskoordinaten er utledet fra et tilsendt kart som er blitt georeferert</p>		
			

## Installasjonsrapport Bryggen i Bergen

(HDBEER og ASETIHER  
02022015, NGU).

Dataloggeren var ikke i stand til å etablere varig internettforbindelse på tross av bra signalstyrke og signalkvalitet. Den ble derfor byttet 11.08.2020.

Den opprinnelige dataloggeren ble tilsynelatende idriftsatt desember 2013.





**MB17**

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701357,450		
Øst	297478,496		
Høyde	2,130		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4746805		
Logger IP	100.68.232.181		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12		
Serienummer	21331031		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	5,80 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	0,33 m		
Sensordybde (h1+h2-3cm)	6,10 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	-3,97 m		
Dato for oppkobling	05.03.2020		
Navn i Cautus Web	MB17		
Kommentarer: Grunnvannsstand ble peilet til 1,43 m under miljøørørtopp i 14 tiden 05.03.2020.  Grunnvannsstand ble peilet til 1,40 m under miljøørørtopp i 13 tiden 24.03.2020.  Grunnvannsstand ble peilet til 1,45 m under miljøørørtopp i 16 tiden 11.08.2020.  Batteriet var dødt og ble byttet. Lokket går ikke helt igjen da miljøørøret bygger opp en del.			





## Installasjonsrapport Bryggen i Bergen

En ukjent innretning fulgte med da sensoren ble tatt opp. Se nederste bilde.

Dataloggeren ble tilsynelatende idriftsatt februar 2016.





## MB21

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701375,150		
Øst	297502,850		
Høyde	4,098		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4747007		
Logger IP	100.68.233.2		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12		
Serienummer	21216025		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	2,93 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	0,11 m		
Sensordybde (h1+h2-3cm)	3,01 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	1,09 m		
Dato for oppkobling	06.03.2020		
Navn i Cautus Web	MB21		
Kommentarer:			
Grunnvannsstand ble peilet til 2,16 m under miljørørtopp i 19 tiden 24.03.2020.			
Grunnvannsstand ble peilet til 2,69 m under miljørørtopp 02.09.2020 rundt 19:40			
En ukjent kabel går gjennom røret.			
På bildet kan en også se campbellskapet fra Nationalmuseet i København.			




## Installasjonsrapport Bryggen i Bergen

Dataloggeren ble tilsynelatende idriftsatt mars 2014.	
---	--




## MB22

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701422,650		
Øst	297473,095		
Høyde	4,673		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4747942		
Logger IP	100.68.232.196		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12		
Serienummer	21216023		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	5,88 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	0,09 m (over miljørørtopp)		
Sensordybde (h1+h2-3cm)	5,76 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	-1,087 m		
Dato for oppkobling	06.03.2020		
Navn i Cautus Web	MB22		
Kommentarer:	<p>Grunnvannsstand ble peilet til 3,25 m under miljørørtopp i 20 tiden 24.03.2020.</p> <p>Grunnvannsstand ble peilet til 3,54 m under miljørørtopp i 20 tiden 02.09.2020.</p> <p>Dataloggeren ble tilsynelatende idriftsatt januar 2014.</p> <p>Antennen ble byttet 14.08.2020 på grunn av dårlig signalstyrke.</p>		
			

**MB23**

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701344,000		
Øst	297495,450		
Høyde	1,979		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4747044		
Logger IP	100.68.232.137		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12		
Serienummer	21331029		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	5,76 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	0,14 m		
Sensordybde (h1+h2-3cm)	5,87 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	-3,89 m		
Dato for oppkobling	24.03.2020		
Navn i Cautus Web	MB23		
Kommentarer Grunnvannsstand ble peilet til 1,17 m under miljørørtopp i 9 tiden 24.03.2020.  Grunnvannsstand ble peilet til 1,26 m under miljørørtopp 02.09.2020 rundt 19:20.  Brønnen ligger under en løs treplanke og er delvis begravd av løsmasser.  Dataloggeren ble tilsynelatende idriftsatt desember 2013			

## MB32



Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701395,983		
Øst	297493,798		
Høyde	4,54		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4743500		
Logger IP	100.68.232.195		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12		
Serienummer	21216020		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	3,60 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	0 m		
Sensordybde (h1+h2-3cm)	3,57 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	0,97 m		
Dato for oppkobling	06.03.2020		
Navn i Cautus Web	MB32		
<p>Kommentarer:</p> <p>Grunnvannsstand ble peilet til 1,05 m under miljørørtopp i 16 tiden 24.03.2020. Denne peilingen antas å være feil i lys av senere peilinger som indikerte betydelig grunnere grunnvann og at ingen historiske måledata viser så høyt grunnvannsnivå.</p> <p>Grunnvannsstand ble peilet til 2,10 m under miljørørtopp i 16 tiden 11.08.2020.</p> <p>En umbraco skrue var skrudd rundt, SIM kortet ble</p>			

Installasjonsrapport Bryggen i Bergen



<p>derfor først byttet 24.03.2020.</p> <p>Kabelen er svært skitten.</p> <p>Dataloggeren ble tilsynelatende idriftsatt mars 2014.</p>	
--	--



### MB33

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701377,098		
Øst	297492,885		
Høyde	3,33		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4303697		
Logger IP	100.68.232.149		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12		
Serienummer	21216019		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	5,80 m		
Loggertopp – brønn topp (h2)	0 m		
Sensordybde (h1+h2-3cm)	5,77 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	-2,44		
Dato for oppkobling	05.03.2020		
Navn i Cautus Web	MB33		
Kommentarer:	<p>Grunnvannstand ble peilet til 1,68 m under miljøørørtopp i 12 tiden 05.03.2020.</p> <p>Grunnvannsstand ble peilet til 1,69 cm under miljøørørtopp i 20 tiden 24.03.2020.</p> <p>Grunnvannsstand ble peilet til 1,81 cm under miljøørørtopp i 16 tiden 11.08.2020.</p> <p>Datalogger tilsynelatende idriftsatt september 2013.</p>		
			

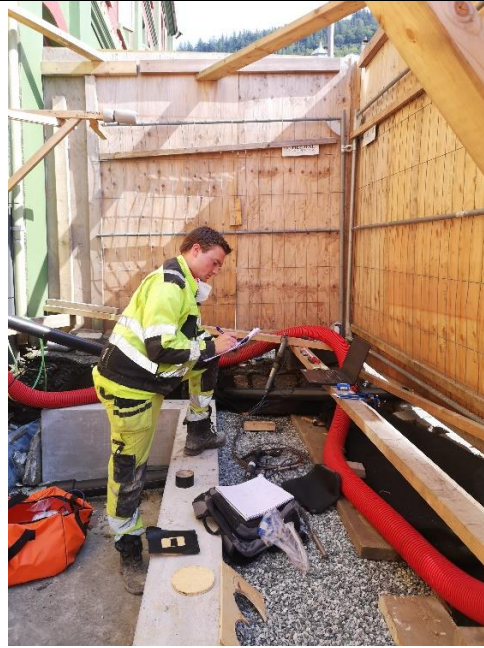
## MB35

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701153,900		
Øst	297609,400		
Høyde	1,93		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4743520		
Logger IP	100.68.233.77		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12		
Serienummer	21216003		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	2,38 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	0,07 m		
Sensordybde (h1+h2-3cm)	2,42 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	-0,49 m		
Dato for oppkobling	11.08.2020		
Navn i Cautus Web	MB35		
<p>Kommentarer</p> <p>Grunnvannsstand ble peilet til 1,14 m under miljørørtopp i 12 tiden 11.08.2020.</p> <p>Målepunktet var i mars utilgjengelig da det var reist et anleggsgjerde over det.</p> <p>Datalogger ble undersøkt 11.08.2020 etter å ha blitt sluppet inn på anlegget av entreprenør. Det var først ikke mulig å få kontakt med dataloggeren. Etter å ha byttet batteri var tilkoblingen fortsatt svært ustabil. Det manglet to</p>			





## Installasjonsrapport Bryggen i Bergen

skruer og det var tegn til fukt i bunnen av loggeren som kan forklare problemet. Datalogger ble derfor byttet ut. Lokk var ødelagt og en midlertidig løsning i tre ble konstruert.

Dataloggeren ble tilsynelatende idriftsatt mai 2015.



## MB38

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701314,830		
Øst	297516,330		
Høyde	2,26		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4311806		
Logger IP	100.68.233.52		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12		
Serienummer	21216006		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	5,78 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	0,12 m		
Sensordybde (h1+h2-3cm)	5,87 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	-3,61 m		
Dato for oppkobling	23.03.2020		
Navn i Cautus Web	MB38		
<p>Kommentarer</p> <p>Grunnvannsstand ble peilet til 0,80 m under miljøørørtopp i 20 tiden 23.03.2020.</p> <p>Grunnvannsstand ble peilet til 0,63 m under miljøørørtopp 03.09.2020 rundt 13:40.</p> <p>Miljøbrønnen ligger under en løs planke.</p> <p>Problemer med data oppsto i mars og sensoren ble derfor byttet ut 02.09.2020.</p>	 		
			

## Installasjonsrapport Bryggen i Bergen

<p>Dataloggeren ble tilsynelatende idriftsatt oktober 2013.</p>	
---	--


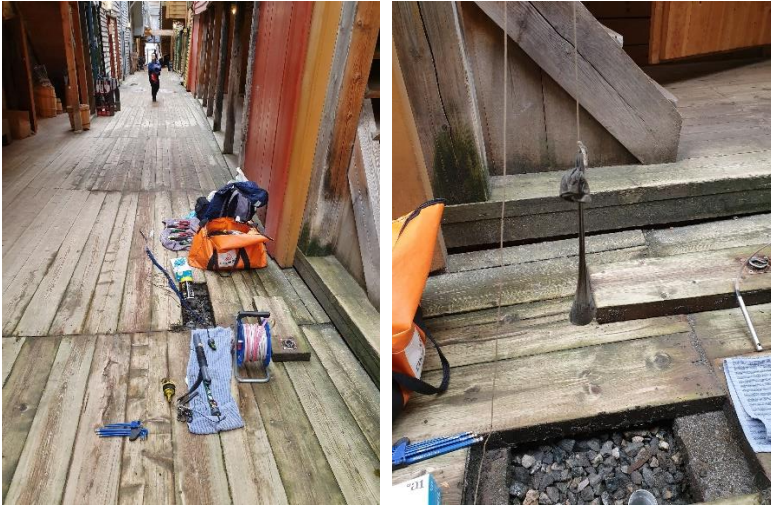
## MB40

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701423,490		
Øst	297441,370		
Høyde	3,87		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4311801		
Logger IP	100.68.232.13		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12		
Serienummer	21216010		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	4,52 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	0,44 m		
Sensordybde (h1+h2-3cm)	4,93 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	-1,06 m		
Dato for oppkobling	23.03.2020		
Navn i Cautus Web	MB40		
Kommentarer	<p>Grunnvannsstand ble peilet til 3,17 m under miljørørtopp i 19 tiden 23.03.2020.</p> <p>Grunnvannsstand ble peilet til 3,30 m under miljørørtopp 02.09.2020 rundt 20:00.</p> <p>Noe som så ut som mugg ble observert på antennekabelen. Dette kan indikere fuktdannelse og fuktposes ble derfor byttet ut.</p>		
	 		

## Installasjonsrapport Bryggen i Bergen

<p>En rund umbraco skrue ble byttet ut samt eksisterende selvvulkaniserende teip.</p> <p>Batteriet ble byttet da det gamle var ødelagt (loddningen til battericellen var løs). Fra historiske data er det synlig at batteriet ble byttet 18. september 2019, men sluttet å sende data ca. en uke senere. I denne perioden ble det heller ikke logget trykkdata.</p> <p>Dataloggeren ble tilsynelatende idriftsatt september 2013.</p>	
---	--

## MB42




Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	6701350,100		
Øst	297486,800		
Høyde	2,03		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-040		
Logger serienummer	4747039		
Logger IP	100.68.232.26		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12		
Serienummer	21216008		
Sensorspiss – loggertopp (h1)	2,29 m		
Loggertopp – rørtopp (h2)	0,24 m		
Sensordybde (h1+h2-3cm)	2,50 m		
Sensorkote (Høyde-sensordybde)	-0,47 m		
Dato for oppkobling	06.03.2020		
Navn i Cautus Web	MB42		
<p>Kommentarer:</p> <p>Grunnvannsstand ble peilet til 1,02 m under miljørørtopp i 14 tiden 24.03.2020.</p> <p>Grunnvannsstand ble peilet til 1,03 m under miljørørtopp rundt 13:50 03.09.2020.</p> <p>Dataloggeren ligger under en løs planke. Et håndtak gjør at denne lett kan tas opp.</p> <p>I bunnen er det festet en sekk som trolig skal fungere som lodd.</p>			



## Installasjonsrapport Bryggen i Bergen

Dataloggeren ble tilsynelatende idriftsatt mars 2014.	
---	--

## Barometer og regnmåler

Referansepunkt			
Koordinatsystem	Euref89 UTM32 NN1954		
Nord	Ikke målt		
Øst	Ikke målt		
Høyde	Ikke målt		
Estimert nøyaktighet	Ikke beregnet		
Loggertype	OMC-045		
Logger serienummer	045300446		
Logger IP	100.68.232.102		
Helning	Ikke målt		
Retning	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°	
Sensor type	PT12BV Barometer	OMC-212 Regnmåler	
Serienummer	Ukjent	21200576	
Sensorspiss – loggertopp (h1)	Ikke relevant	Ikke relevant	
Loggertopp – brønntopp (h2)	Ikke relevant	Ikke relevant	
Sensordybde (h1+h2- 3cm)	Ikke relevant	Ikke relevant	
Sensorkote (Høyde- sensordybde)	Ikke relevant	Ikke relevant	
Dato for oppkobling	05.03.2020	05.03.2020	
Navn i Cautus Web	Barometer	Regnmåler	
Kommentarer:	 		
<p>Regnmåleren er installert på taket av Bryggens Museum. Barometer er installert i maskinrom, direkte under.</p> <p>Det er usikkert hvor god ventilasjonen er her, men det er tilsynelatende bra overlapp mellom trykkdata fra Florida værstasjon og dette barometeret.</p>			

## Installasjonsrapport Bryggen i Bergen

Regnmåler ble testet 25.03.2020. Det ble konstatert god føring gjennom filtret og tilsynelatende velsmurt mekanisme i tippbøttens aksel. Dataloggeren registrerer tippebevegelser effektivt.

Dataloggeren ble tilsynelatende installert juli 2012.





Norsk institutt for kulturminneforskning er et uavhengig forsknings- og kompetansemiljø med kunnskap om norske og internasjonale kulturminner.

Instituttet driver forskning og oppdragsvirksomhet for offentlig forvaltning og private aktører på felter som by- og landskapsplanlegging, arkeologi, konservering og bygningsvern.

Våre ansatte er konservatorer, arkeologer, arkitekter, ingeniører, geografer, etnologer, samfunnsvitere, kunsthistorikere, forskere og rådgivere med spesiell kompetanse på kulturarv og kulturminner.

[www.niku.no](http://www.niku.no)

## NIKU Rapport 107

**NIKU hovedkontor**  
Storgata 2  
Postboks 736, Sentrum  
0105 OSLO  
Telefon: 23 35 50 00

**NIKU Tønsberg**  
Farmannsveien 30  
3111 TØNSBERG  
Telefon: 23 35 50 00

**NIKU Bergen**  
Dreggsallmenningen 3  
Postboks 4112, Sandviken  
5835 BERGEN  
Telefon: 23 35 50 00

**NIKU Trondheim**  
Kjøpmannsgata 1b  
7013 TRONDHEIM  
Telefon: 23 35 50 00

**NIKU Tromsø**  
Framsenteret  
Hjalmar Johansens gt. 14  
9296 TROMSØ  
Telefon: 77 75 04 00