

# AVKLARENDE ARKEOLOGISK UNDERSØKELSE, ANALYSE AV BEVARINGSFORHOLD OG – TILSTAND, OG ETABLERING AV ET 5-ÅRIG MILJØOVERVÅKINGSPROGRAM

TA 2019/13 Erling Skakkes gate 3-5, Trondheim, Trøndelag

Chris McLees (NIKU), Anna Petersén (NIKU), Josef Dilling (COWI AS),  
Mike Voellmecke (Cautus Geo AS)







Tittel Avklarende arkeologisk undersøkelse, analyse av bevaringsforhold og – tilstand, og etablering av et 5-årig miljøovervåkingsprogram TA 2019/13 Erling Skakkes gate 3-5, Trondheim, Trøndelag	Rapporttype/nummer NIKU Rapport 98	Publiseringsdato 12.11.2019
	Prosjektnummer 1021403	Sider 52
	Avdeling Arkeologi	Tilgjengelighet Åpen
Forfatter(e) Chris McLees (NIKU), Anna Petersén (NIKU), Josef Dilling (COWI AS), Mike Voellmecke (Cautus Geo AS)	ISSN 1503-4895 ISBN 978-82-8101-243-1	Periode gjennomført Juni 2019
	Forsidebilde Installering av måleutstyr miljøprofil 2. Da62837_051. C. McLees	

Prosjektleder Chris McLees
Prosjektmedarbeider(e) Julian Cadamarteri, Vibeke Vandrup Martens, Anna Petersén, Silje Sandø Rullestad
Kvalitetssikrer Vibeke Vandrup Martens

Finansiert av Thomas Angells Stiftelse
---

<p><b>Sammendrag</b></p> <p>Tomten Erling Skakkes gate 3-5 skal reguleres for utbygging. Riksantikvaren manglet imidlertid kunnskap om kulturlagenes bevaringsforhold og -tilstand til å kunne vurdere om de vil tåle å bli bygget på. Riksantikvaren ønsket dermed at kulturlagenes bevaringsforhold og -tilstand skulle analyseres gjennom en avklarende arkeologisk/geokjemisk undersøkelse. Utstyr for langvarig (5 år) overvåking skulle installeres i tillegg. Installering av utstyr og tilstandsvurdering av kulturlag i felt fant sted i juni 2019. Det ble gravd tre hull (sjakt 1, 2 og 3) på tiltaksområdet. Kun sjakt 2 og 3 var lokalisert i tilknytning til eldre kjellere der det var mulig å blottlegge egnete vertikale jordprofiler med stratifiserte kulturlag. Profilene - miljøprofil 2 og miljøprofil 3 - ble dokumentert arkeologisk og kulturlagene ble tilstandsvurdert. Jordprøver til geokjemisk analyse og radiologisk datering ble tatt fra utvalgte kulturlag. Deretter ble måleutstyr installert i tilknytning til de to profilene. Rapporten redegjør for dette arbeidet samt resultater av analyser av jordkjemiske prøver tatt fra utvalgte kulturlag i miljøprofilene. Det ble i tillegg gjennomført en bevaringsanalyse. Rapporten avsluttes med NIKUs vurderinger av kulturlagenes tilstand og forhold for bevaring med grunnlag i tilstands- og bevaringsanalysene.</p>
--

<p><b>Abstract</b></p> <p>Erling Skakkes gate 3-5 is to be regulated for development. However, the Directorate of Cultural Heritage lacked sufficient knowledge of the site state of preservation and preservation conditions of the archaeological deposits to assess whether they will endure being built upon. Consequently, the Directorate wanted the site state of preservation and preservation conditions of the archaeological deposits to be analysed through a clarifying archaeological/geochemical examination. Equipment for prolonged (5 years') monitoring should be installed as well. Installation of equipment and assessment of archaeological deposits on the site took place in June 2019. Three holes were dug (holes 1, 2 and 3) on the area. Only holes 2 and 3 were located in conjunction with backfilled cellars where it was possible to reveal vertical sections through stratified archaeological deposits. The standing sections - "miljøprofil 2" and "miljøprofil 3" - were documented archaeologically and the condition of their content of archaeological deposits assessed. Soil samples for geochemical analysis and radiological dating were taken from selected deposits. Monitoring equipment was then installed in conjunction with the two sections. The report provides an account of this work as well as results of the analyses of soil-chemical samples taken from selected archaeological deposits in the standing sections. An analysis of site state of preservation conditions was also conducted, and the report concludes with NIKUs assessment of the state of preservation of the archaeological deposits and the conditions for future preservation on the basis of the analyses.</p>
---

<p><b>Emneord</b></p> <p>Trondheim, miljøovervåking, arkeologi, kulturlag, bevaringsforhold, geokjemi, miljøprofil</p>
<p><b>Keywords</b></p> <p>Trondheim, environmental monitoring, archaeology, occupation deposits, preservation conditions, geochemistry, environmental monitoring section</p>

Avdelingsleder  
Lise Marie Bye Johansen

## Forord

NIKU – Norsk institutt for kulturminneforskning – er et tverrvitenskapelig forskningsinstitutt med faglig ansvar for arkeologisk undersøkelse og miljøovervåking av Norges middelalderbyer, kirker, klostre og borganlegg. NIKU arbeider langsiktig innenfor feltet miljøovervåking og fungerer som en av kulturminneforvaltningens faglige rådgivere for bevaring av kulturlag i umettet og mettet sone. Målet med miljøovervåking (MOV) av kulturminner er å skaffe et godt kunnskapsgrunnlag for tiltak og politiske beslutninger, og å sikre befolkningen rett til informasjon om kulturminnenes tilstand i tråd med nasjonale mål. Miljøovervåking skal også gi myndighetene kompetanse til å sette i gang tiltak for å vedlikeholde eller forebygge forringelse av viktig kulturminneverdier og evaluere virkningen av slike tiltak.

Miljøovervåking:

- gir kunnskap og oversikt over miljøtilstanden
- skaffer faktagrunnlag for bærekraftig politikkutforming, forvaltning og næringsutvikling, og bidrar til bevissthet om miljøet
- gir datagrunnlag for miljøforskning og mulighet for å oppdage og forebygge miljøproblemer
- er nødvendig for å kunne utvikle, evaluere og følge opp mål, tiltak og virkemidler i miljøvernpolitikken

Miljøovervåking av middelalderske kulturlag i Norge har i all hovedsak vært gjennomført som en del av vilkårene knyttet til vedtak i forvaltningssaker. De har dermed hatt som mål å påvise eventuelle endringer i bevaringstilstand og -forhold som en følge av konkrete tiltak og måling har vært gjort innenfor relativt korte tidsspenn, som regel i fra ett til fem år. Forvaltningens behov for oversikt over – og kontroll med – kulturlagenes tilstand strekker seg utover det.

Forsvarlig forvaltning av automatisk fredete kulturlag i våre 8 middelalderbyer (Bergen, Hamar, Oslo, Sarpsborg, Skien, Stavanger, Trondheim og Tønsberg) krever inngående kunnskap om kulturlagenes bevaringsforhold og bevaringstilstand. Slik kunnskap kan innhentes gjennom et langvarig miljøovervåkingsprogram. Lange tidsserier med målinger og en jevn tilførsel av opplysninger, vil sikre forvaltningen oppdatert og tilfredsstillende kunnskap om bevaringsforhold og bevaringstilstand for de middelalderske kulturlagene i våre byer og dermed gi oss de beste forutsetninger for å drive en kunnskapsbasert forvaltning.

Målet for en kunnskapsbasert forvaltning av kulturlagene i middelalderbyene er å legge til rette for livskraftige bysentra, samtidig som ikke-fornybare kulturminneverdier kan tas vare på i et langtidsperspektiv.

Klimaet vårt er i endring. De økte nedbørsmengdene, eller endrede nedbørsmønstre, gir utfordringer for overvannshåndtering, særlig i tettbygde strøk og byer. Tilførsel av vann til kulturlagene vil i mange tilfeller i utgangspunktet være positivt, men økte nedbørsmengder kan også være en trussel mot kulturlagene dersom infiltreringsanlegg for håndteringen av overvannet ikke fungerer eller om for eksempel overflateforurensning fører til uønskede kjemiske endringer i kulturlagene.

Miljøovervåking er også på dette feltet et viktig tiltak, slik at vi ved varsling om endrede forhold som følge av nedbør /økte vannmengder, som vurderes som negative for kulturlagene, kan iverksette nødvendige avbøtende tiltak.



## Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	7
1.1	Administrativ og faglig bakgrunn .....	7
1.2	Arkeologisk feltarbeid, installering av teknisk utstyr og geokjemiske analyser: ansvarsfordeling, metoder og gjennomføring .....	8
1.3	Rapportens innhold og struktur .....	10
2	Miljøprofilene: Arkeologisk-stratigrafisk beskrivelse .....	10
2.1	Sjakt 1 (ingen miljøprofil) .....	10
2.2	Sjakt 2/miljøprofil 2 .....	11
2.3	Sjakt 3/miljøprofil 3 .....	18
2.3.1	Stratigrafisk beskrivelse og tolkning.....	20
3	Arkeologisk tilstandsvurdering av miljøprofil 2 og miljøprofil 3 .....	24
3.1	Tilstandsvurdering miljøprofil 2 .....	24
3.2	Tilstandsvurdering miljøprofil 3 .....	26
4	Dateringer og funn .....	28
4.1	Prøver og gjenstander .....	28
4.2	Miljøprofilene: Datering .....	28
5	Teknisk installasjonsbeskrivelse (Cautus Geo AS) .....	28
5.1	Bakgrunn .....	28
5.1.1	Analyseparametere kulturlag .....	29
5.2	Beskrivelse bevaringsforhold .....	29
5.3	Utstyr og sensorer .....	32
5.4	Plassering.....	33
5.5	Feltarbeid 19 - 21 juni 2019.....	35
5.5.1	Montering av kummer.....	35
5.5.2	Plassering av sensorer .....	35
5.5.3	Montering av måleskapene og oppkobling av sensorer .....	36
5.5.4	Tildekking av miljøprofiler .....	38
5.5.5	Feltlogg .....	39
5.6	Feilsøking 13.08.19 .....	39
6	Geokjemiske analyseresultater (COWI) .....	40
6.1	Beskrivelse av prøvene fra kulturlagene .....	40
6.2	Analyseresultater jordprøver .....	40
6.3	Vurdering av resultatene.....	41
6.3.1	Miljøprofil 2 .....	41
6.3.2	Miljøprofil 3 .....	41
7	Bevaringsvurdering (COWI) .....	42
7.1	Miljøprofil 2 .....	42
7.2	Miljøprofil 3 .....	43
8	Vurdering av forhold for kulturlagenes tilstand og bevaring (NIKU) .....	43
8.1.1	Vurdering av bevaringsforhold .....	43
8.1.2	Vurdering av arkeologisk tilstand .....	43
9	Konklusjoner.....	44
10	Referanser .....	44
11	Dokumentasjon (NIKU).....	44
12	Vedlegg.....	45
12.1	Vedlegg 1: Innledende sensordata .....	45
12.2	Vedlegg 2: Fotoliste .....	51

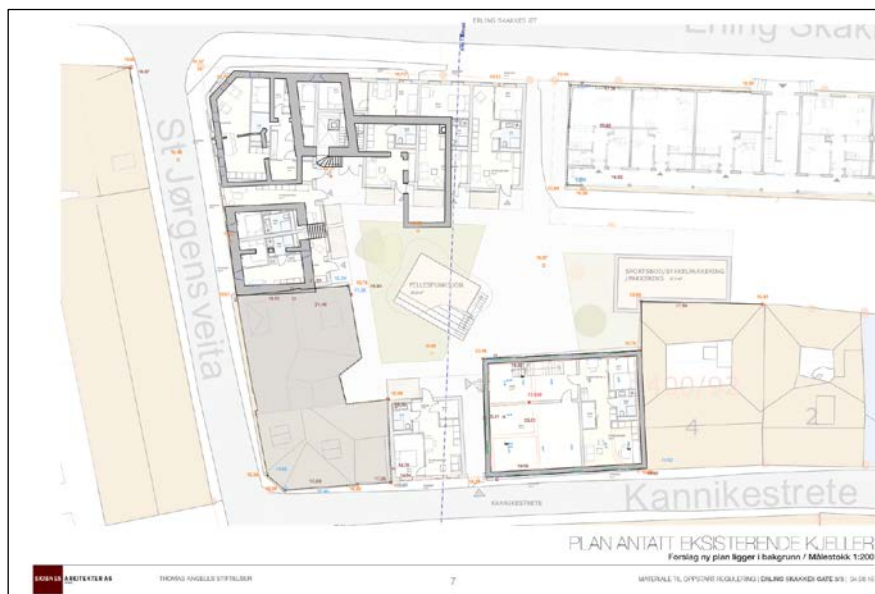


# 1 Innledning

## 1.1 Administrativ og faglig bakgrunn

Tomten Erling Skakkes gate 3-5 skal reguleres for utbygging (fig. 1.1). Tomten ligger innenfor det automatisk fredede kulturminnet Middelalderbyen Trondheim (Askeladden id. 90288), og i et område der det tidligere er påvist og utgravd stratifiserte vernede kulturlag fra yngre jernalder og middelalder. Det henvises til NIKUs prosjektbeskrivelse kapittel 3 for en gjennomgang av tidligere arkeologiske registreringer i nærheten av tiltaket.

I reguleringsplanen har tiltakshaveren, Thomas Angells Stiftelser, foreslått etablering av ny bebyggelse langs Erling Skakkes gate, St. Jørgensveita og ut mot Kannikestrete. Nybygg skal i stor grad etableres der eldre bebyggelse har stått.



**Fig. 1.1 Plan som viser den planlagte utbygging på tomten Erling Skakkes gate 3-5 (lyse streker) i forhold til eldre kjellere (mørke streker). Tegning: Skibnes Arkitekter AS**

Riksantikvaren har vært i dialog med tiltakshaveren om mulighetene til å bygge på pelefundamenter. Riksantikvaren mangler imidlertid kunnskap om kulturlagenes bevaringsforhold og -tilstand til å kunne vurdere om de vil tåle å bli bygget på. Riksantikvaren ønsket dermed at kulturlagenes bevaringsforhold og -tilstand skulle analyseres gjennom en avklarende arkeologisk/geokjemisk undersøkelse. I tillegg har Riksantikvaren i samråd med tiltakshaver bestemt at et miljøovervåkingsprosjekt etableres før reguleringsplanen vedtas og Riksantikvaren har tatt endelig stilling til dispensasjonsspørsmålet, og at miljøovervåkingsutstyr (MOV-utstyr) installeres i forbindelse med den ovenfor nevnte avklarende undersøkelse. Avhengig av Riksantikvarens endelige stilling til dispensasjonsspørsmålet, skal MOV på denne lokaliteten enten gå inn som en del av de tiltaksfinansierte undersøkelsene tilknyttet utbyggingen eller som en del av Riksantikvarens langsiktige MOV-program. Miljøovervåkingen skal gå over en periode på 5 år, og inkluderer årlige rapporter samt sluttrapportering fra NIKU og deres samarbeidspartnere med anbefaling om eventuell videre logging etter at 5 år har gått.

Riksantikvaren ønsket å etablere minst 1 og fortrinnsvis 2 målestasjoner på tiltaksområdet, avhengig av grunnforholdene. I brev av 27.08.2018 (RA ref. nr. 18/01557-7) ba Riksantikvaren NIKU vurdere hvilke muligheter som fantes for å gjennomføre en arkeologisk tilstandsvurdering på minst to steder på tomten, med uttak av prøver for geokjemisk analyse av bevaringsforhold samt etablering av et MOV-prosjekt med logging før, under og etter anleggsfasen. Kulturlagenes dybde, omfang og karakter skulle også belyses. Det henvises til NIKUs prosjektbeskrivelse kapittel 4 for en teknisk oversikt og problemstillinger tilknyttet MOV-prosjektet, samt en oversikt over NIKUs vurderinger og anbefalinger angående tiltakets gjennomføring i forkant av arbeidet (kapittel 5).

NIKU oversendte prosjektbeskrivelse og budsjett for tiltaket 08.10.2018 (NIKU prosjekt nr. 1021403). Ved brev av 15.10.2018 (RA ref. nr. 18/01557-9) informert Riksantikvaren tiltakshaveren om at NIKUs forslag til prosjektbeskrivelse og budsjett var godkjent og at kostnadene skulle belastes tiltakshaver.

## **1.2 Arkeologisk feltarbeid, installering av teknisk utstyr og geokjemiske analyser: ansvarsfordeling, metoder og gjennomføring**

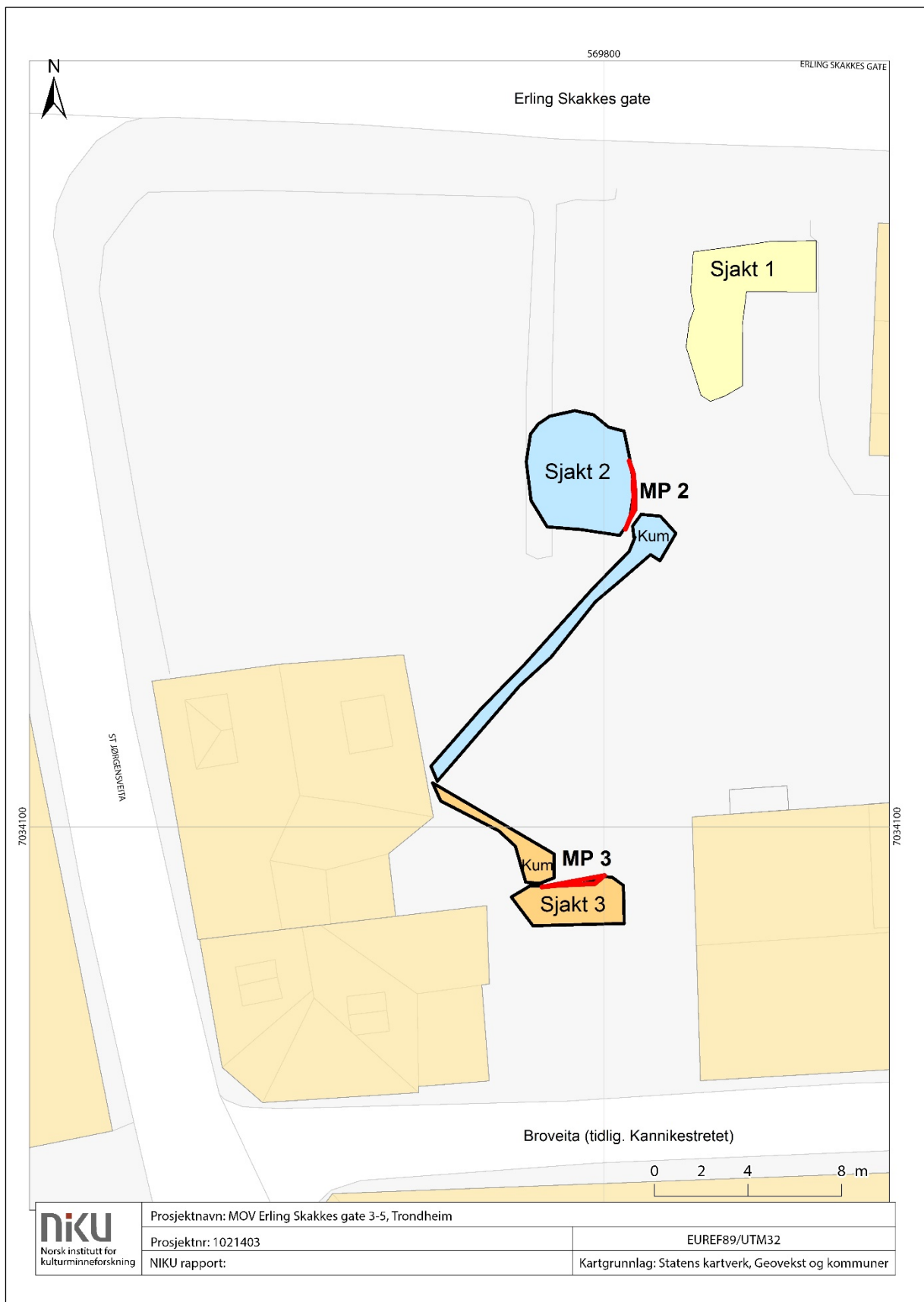
Feltarbeidet tilknyttet tiltaket ble gjennomført f.o.m. 11.06.2019. t.o.m. 24.06.2019. Arbeidet ble koordinert av NIKU ved prosjektleder Chris McLees. Julian Cadamarteri og Silje Rullestad fra NIKU bisto med håndgraving og innmålingsarbeid. Mike Voellmecke og Jørgen Engebretsen fra Cautus Geo AS gjennomførte installeringen av MOV-prosjektets måleutstyr etter at to egnete kulturlagsprofiler – heretter betegnet som «miljøprofiler» - ble klargjort. Vibeke Vandrup Martens fra NIKU gjennomførte den arkeologiske tilstandsanalysen med bistand fra McLees, og prøver tatt fra utvalgte kulturlag ble oversendt COWI AS for geokjemiske analyser i henhold til Norsk Standard NS 9451 (2009). Analysene ble gjennomført av Eurofins. Entreprenøren for feltarbeidet var B.N. Entreprenør AS.

NIKUs arbeid i felt begynte med maskingraving under overvåking av sjakter/hull som hadde som formål å påvise og avdekke stående jordprofiler med intakte vernede kulturlag som var egnet for tilstandsvurdering og installering av MOV-prosjektets måleutstyr. Det ble gravd to hull (**sjakt 1** og **sjakt 2**) på tomten til Erling Skakkes gate 3 vest for Erling Skakkes gate 1, og ett hull (**sjakt 3**) på den ubebygde tomta mellom St. Jørgensveita 3 og nåværende bygning på Erling Skakkes 3 (tidligere Kannikestrete 6) (fig. 1.2).

Kun sjakt 2 og 3 var lokalisert i tilknytning til eldre kjellere der det var mulig å grave seg gjennom moderne fyllmasser ned til den naturlige undergrunn og samtidig blottlegge egnete vertikale jordprofiler med stratifiserte kulturlag. Profilene – heretter betegnet henholdsvis som **miljøprofil 2** og **miljøprofil 3** - ble rensert fram og dokumentert arkeologisk, og en tilstandsvurdering ble gjennomført i tråd med Norsk Standard 9451:2009. Jordprøver til geokjemisk analyse og radiologisk datering ble tatt fra utvalgte kulturlag.

Deretter ble målesensorer og kummer for tilhørende koblingsbokser og redokksensorer installert av Cautus Geo AS i tilknytning til de to profilene. Kummene ble satt ned i grunne hull ved siden av profilene, og grunne grøfter ble gravd for trekking av kabler frem til to skap for dataloggere som ble montert på veggen til St. Jørgensveita 5. Deretter ble jordprofilene og sensorene forseglet med ikke-marinleire og hullene ble fylt igjen med oppgravd masser.

Digital innmåling i felt ble gjennomført ved bruk av en Altus APS-3 Cpos. Koordinatsystemet: Eurref 89/UTM32. Tiltaket har tilvekstnummer TA 2019/13.



**Fig. 1.2 Tiltakets beliggenhet og lokalisering av sjakt 1-3, kumhuller, grøfter og miljøprofiler (MP2 og MP3 markert med røde streker).**



### 1.3 Rapportens innhold og struktur

Rapporten redegjør for gravearbeid og tilstandsvurdering av kulturlag gjennomført av NIKU, installering av MOV-utstyr gjennomført av Cautus Geo AS, og analyser av jordkjemiske prøver utført av Eurofins AS og vurdering av kulturlagenes bevaringsforhold gjennomført av COWIs spesialister. Cautus/COWI utarbeidet en egen samlet rapport for installerings- og analysearbeid. Rapporten deres er innlemmet i denne rapportens hovedtekst.

**Kapittel 2** og **kapittel 3** presenterer resultatene av feltarbeidet som ble gjennomført av NIKU. De arkeologiske-stratigrafiske forholdene i de enkelte sjaktene presenteres først og etterfølges av den arkeologiske tilstandsvurderingen av kulturlagene som ble påvist i de enkelte miljøprofiler. **Kapittel 4** gir en oversikt over dateringsgrunnlaget. **Kapittel 5** presenterer den tekniske rapporten for installering av MOV-utstyret utført av Cautus Geo AS. **Kapittel 6** presenterer resultater av analyser av jordkjemiske prøver tatt fra utvalgte kulturlag i miljøprofilene utarbeidet av Eurofin AS, som også gjennomførte en bevaringsanalyse som redegjøres for i **kapittel 7**. NIKUs vurdering av forhold for kulturlagenes tilstand og bevaring redegjøres for i **kapittel 8** og NIKUs avsluttende vurderinger legges fram i **kapittel 9**.

## 2 Miljøprofilene: Arkeologisk-stratigrafisk beskrivelse

Det ble påvist intakte vernede kulturlag i samtlige av de tre sjaktene som ble utgravd. I sjakt 1 ble disse kun påvist i plan, mens tykke stående kulturlagsprofiler ble påvist i sjakt 2 og 3. De stratigrafiske forholdene som ble avdekket i sjaktene beskrives hver for seg herunder.

### 2.1 Sjakt 1 (ingen miljøprofil)

Sjakt 1 i nord ble gravd på et sted der det i utgangspunktet var usikkert om man skulle støte på en kjeller der man kunne grave seg ned gjennom fyllmasser og fram til en profil med intakte kulturlag som kunne egne seg som målestasjon (fig. 1.2). Da det viste seg at det ikke fantes kjeller her, ble sjakten fylt igjen etter dokumentasjon og uten tilstandsvurdering. Sjakten ble gravd som en sammenhengende L-formet grøft. Etter fjerning av moderne avrettingslag bestående hovedsakelig av grus og stein i en dybde på 0,40-0,50 m, ble det påvist intakte kulturlag i hele sjaktens utstrekning (fig. 2.1 og 2.2). I hele grøftens utstrekning ble det avdekket et mørkt grå, nesten svart, lett fuktig og fett silt-sand fylt med spredte stein, trekull, trefragmenter og enkelte gule og røde teglsteinfragmenter. Laget var nokså blandet og løst på overflaten, men ble mer konsolidert og med en feitere og glattere konsistens under fremrensing med krafse, blandet med synlige flekker og klumper blågrå leire. Laget luktet sterkt av sulfider. Lagets datering er usikker, men karakteren tyder på at den ligger ved overgangen middelalder/nyere tid. For ikke å forårsake unødvendig skade på intakte kulturlag ble det bestemt å avslutte gravearbeidet og fylle igjen med oppgravde masse. Det ble lagt ned fiberduk på toppen av kulturlagene.



Fig. 2.1 Sjakt 1 ferdiggravd. Sett mot SØ. Da62837\_010



Fig. 2.2 Sjakt 1. Toppen av de avdekkete kulturlagene og stoppenivå for graving. Venstre: Øst-vest grøftearm sett mot Ø. H Da62837\_007. Høyre: Nord-sør grøftearm sett mot S. Da62837\_008

## 2.2 Sjakt 2/miljøprofil 2

Sjakt 2 ble gravd i forbindelse med en fra før av kjent kjeller som ligger i den sentrale delen av nåværende parkeringsplass (den østlige avlange kjelleren som vises på fig. 1.1). Hullet ble maskingravn i sørøstre hjørne av den gjenfylte kjelleren, og her ble det påvist en egnet vestvendt kulturlagsprofil - *miljøprofil 2* (fig. 2.3). Kjelleren var fylt igjen med rivingsavfall, hovedsakelig stein, mørtel og teglstein. En del av kjellerens intakte steinmur mot øst ble fjernet for å blottlegge en vertikal jordprofil som inneholdt bevarte stratifiserte kulturlag. Deler av kjellergulvet ble meislet vekk



inntil profilens bunn slik at toppen av den naturlige undergrunnen kunne påvises. Profilen var ca. 3m bred og ca. 2m høy. Topp overflate lå ved ca. 9,90 m.o.h. Profilen ble brukt til tilstandsvurdering, jordprøveuttak og etablering av én av målestasjonene.



**Fig. 2.3 Sjakt 2 og miljøprofil 2 under fremgraving. Sett mot ØNØ. Da62837\_013 og Da62837\_029**



**Fig. 2.4 Målesensorene på plass i miljøprofil 2. Sett mot Ø. Da62837\_053**

Kummen for koblingsboksen og redokksensoren ble satt ned i et mindre hull som ble gravd ved profilens søndre ende (fig. 2.5). Hullet målte 1,30 x 2,0 m i overflate og var 0,80m dypt. Hullet ble gravd gjennom et kulturlag som svarer til lag 1 i miljøprofilen (se under) og delvis ned i profilens lag 3. En grunn grøft (0,40 m bred x 0,30 m dyp) ble gravd for plastrøret som førte sensorkablene frem til



skapet for dataloggeren montert på veggen til St. Jørgensveita 5. Etter montering av sensorene ble profilen dekket med brun ikke-marin leire og kjelleren ble fylt igjen med oppgravde masser (fig. 2.6).



**Fig. 2.5 Venstre: Hullet for kum ved miljøprofil 2. Sett mot NNØ. Da62837\_045. Høyre: Kumhullet, kabelgrøften og loggerskapet. Sett mot VSV. Da62837\_046**



**Fig. 2.6 Forsegling av miljøprofil 2 med leire og igjenfylling av sjakt 2. Sett mot SØ. Da62837\_060 og Da62837\_062**

### 2.2.1 Stratigrafisk beskrivelse og tolkning



**Fig. 2.7 Miljøprofil 2: Ferdigrenset. Sett mot Ø. Da62837\_032**

Profilen (fig. 2.7) inneholdt en ca. 2,20 meter tykk stratifisert akkumulasjon av horisontalt liggende avsetninger og konstruksjonsrester samt enkelte nedgravninger. N.B. Figurene 2.8 og 2.9 og tabell 2.1 (se under) bør benyttes i sammenheng med følgende redegjørelse.

De øverste lagene (2-7) var forholdsvis tørre og minerogene i karakter, mens de nederste (12-19) hadde til gjengjeld et meget høyt organisk innhold og var forholdsvis fuktige. Den naturlige undergrunnen (21 og 22) besto av lett fuktig silt, muligens utvasket rasleire.

De øverste lagene hadde karakter av utfyllings- eller utjevningsslag, muligens i tilknytning bakgårder. Et mulig teglbelagt gulv/flate lå også her (4). Lagene hører trolig til aktivitet i både overgangen middelalder/nyere tid og nyere tid. De nederste avsetningene inneholdt i motsetning mye organisk material, bestående av avfall fra byggevirksomhet, husholdninger og dyrehold, samt et tykt lag med mose som kan ha blitt lagret her midlertidig. Disse ble akkumulert her i middelalderen.

Liggende imellom disse var lag som tydeligvis var påførte som underlag til minst én trebygning; disse besto av et leirelag (10) og et lag med klebersteinflis, avfall fra steinhuggervirksomhet (9). Begge



fungerte som isolering og fundamentering under et tregulv. Trekull-lag 8 som ligger på 9 utgjør sannsynligvis de fullstendig utbrente rester av bygningens tregulv og kollapseste vegger. Et tynnere trekull-lag (11) som ligger under leire 10 kan ha utgjort rester av et brennt gulv i en eldre, mindre bra fundamentert bygning på stedet. Bruk av leire og klebersteinflis i underlaget tyder klart på at bygningene kan dateres til middelalderen.

Disse bygningsrester ligger over en sekvens med tykke avsetninger som inneholdt en meget høy andel organisk material. Av disse hadde lag 12 det mest blandete innhold, inkludert matavfall (dyrebein, nøtter), skrotten til en død katt, kasserte gjenstander i lær og stein tilknyttet mennesker og husholdninger, samt byggeavfall (treflis/trefragmenter). Lag 14 besto derimot nesten utelukkende av mose. Dette kan enten ha blitt lagret her - forslagsvis til bruk som isolering i bygninger og/eller «dopapir» - eller mose som har blitt innsamlet og dumpet her etter bruk.

De øvrige lagene i profilens nedre del inneholdt varierende mengder organisk material som hadde karakter av dyremøkk. Noe kan imidlertid også være menneskeekskrement. Avsetningene ligger både horisontalt og som fyll i groper (19, 21) som kuttet gjennom den naturlige undergrunnen (20, 22). I ett tilfelle var fyllmassen (19) forseglet med et påført leirelag (16) for å dempe lukten fra møkket.

Den naturlige undergrunnen (20, 22) besto av fuktig lysgrå silt og lysbrun organisk(?) silt avsatt vekselvis i tynne avleiringer. Den lysgrå silten tolkes tentativt som utvasket silt fra den tykke leirrasmasse som er påvist andre steder lengre sør og vest for tomta, eller mulige avleiringer i daværende elvekant.

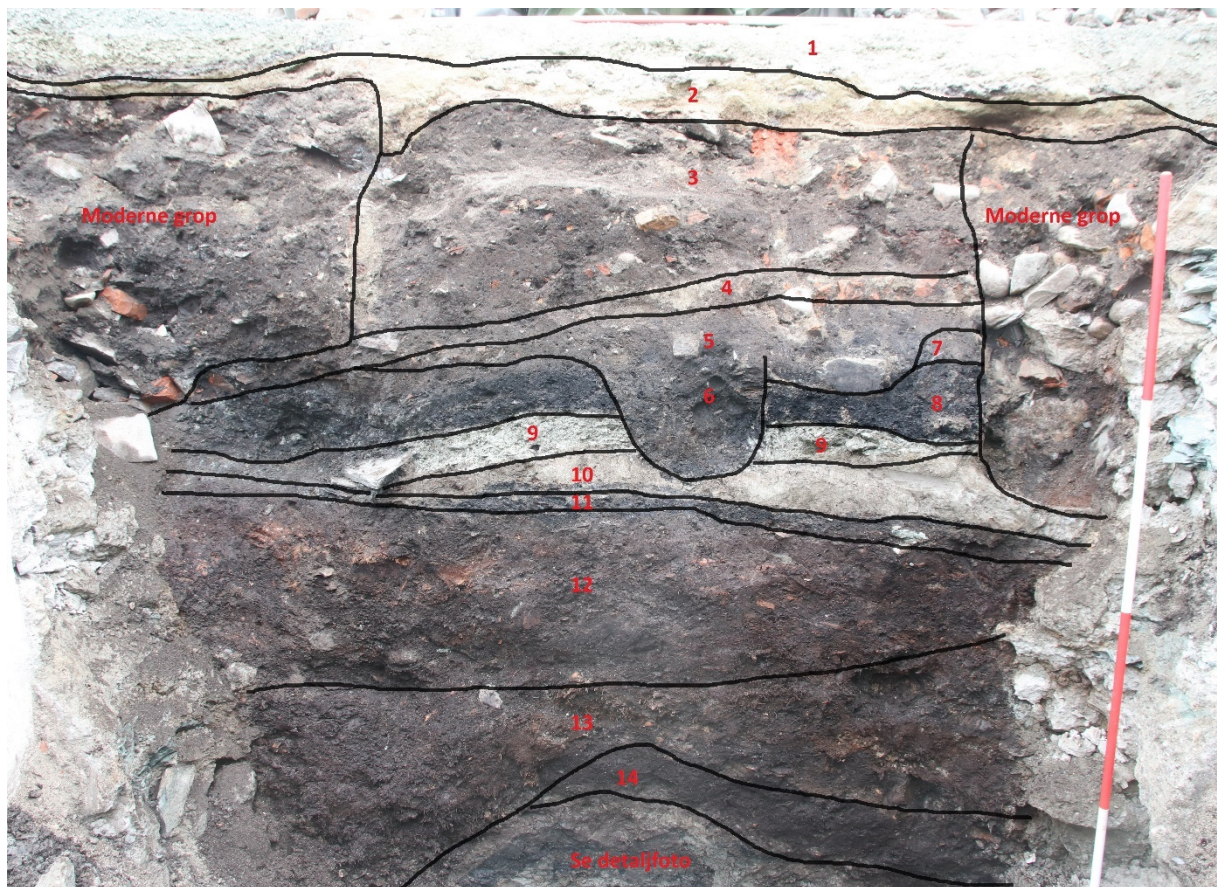


Fig. 2.8 Miljøprofil 2. Stratigrafi: Detalj øverste del. Sett mot Ø. Da62837\_033



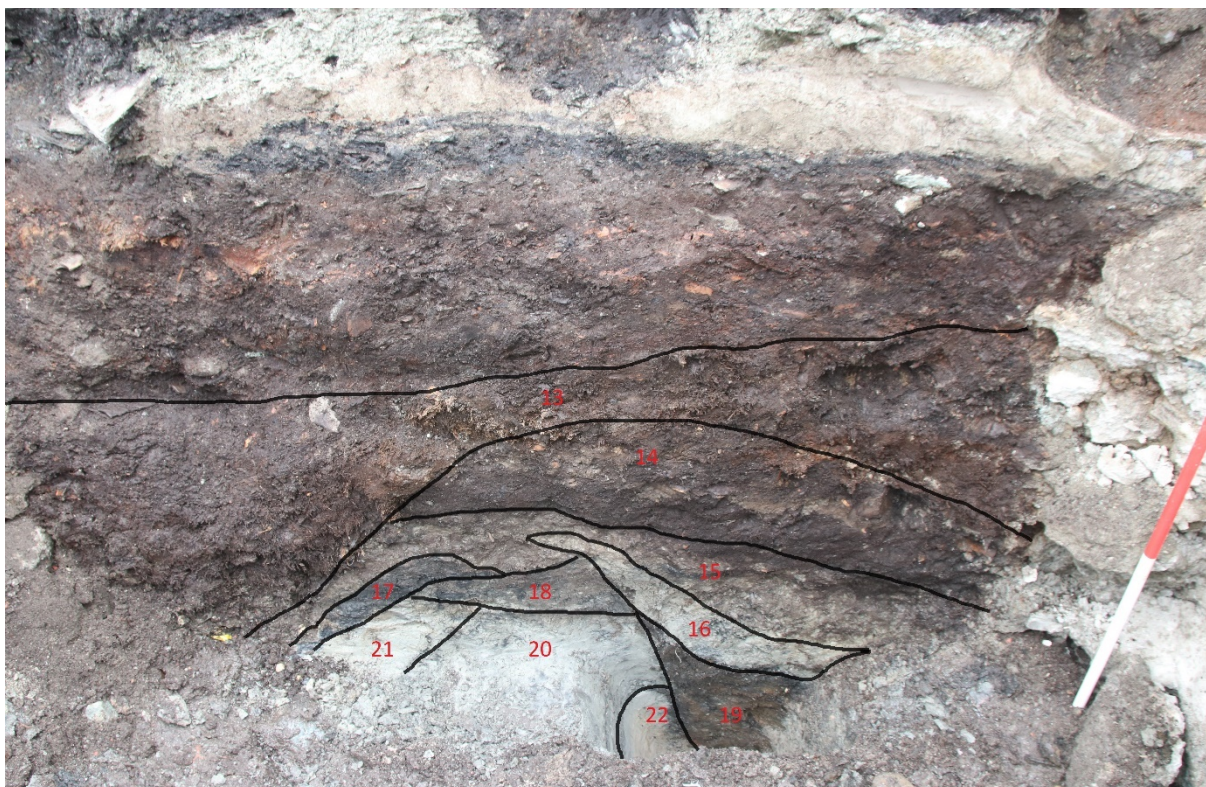


Fig. 2.9 Miljøprofil 2. Stratigrafi: Detalj nederste del. Sett mot Ø. Da62837\_034

Tabell 2.1 Miljøprofil 2: Lagbeskrivelser og tolkning

Lag	Beskrivelse	M.o.h.	Prøver/funn	Antatt datering	Tolkning
1	Grus/subbus			Moderne	Underlag for parkeringsplass
2	Lys brun smulede sand			Moderne	Underlag for parkeringsplass
3	Mørk brun minerogen grusblandet sand med mindre andel organisk innhold (bein, trefragmenter), røde og gule teglstensfragmenter, spredte mindre steiner, 50-70 cm tykk.	9.745	Jordkjemisk prøve. Siegburg keramikk - 1400-tallet.	Nyere tid	Oppfyllingslag?
4	Horisontalt liggende rekke av rød-oransje teglsteinsfragmenter i kompakt lysgrågrønn siltig leire blandet med brun silt-sand. Mindre organisk innhold. 7-8 cm tykk.			Nyere tid	Teglagt gulv/overflate?
5	Middels brun silt-sand, kompakt, lett fuktig. Enkelte spredte stein, grus (50%), organisk innhold (bein/trefragmenter (50%)). 5-10 cm tykk.			Overgang middelalder/nyere tid?	Bakgårdsavsetning?
6	Mindre grop med avrundet bunn fylt med blandet silt-sand/leire/råttent beinfragmenter/mindre stein fragmenter (kleberstein)			Overgang middelalder/nyere tid?	Ukjent
7	Kompakt mørkgrå silt-sand			Middelalder?	Ukjent

Lag	Beskrivelse	M.o.h.	Prøver/funn	Antatt datering	Tolkning
8	Svart, kompakt, lett fuktig lag bestående av 90% trekullfragmenter og støv, iblandet enkelte mindre klebersteinsfragmenter. 10-12 cm tykk.	9.535	Jordkjemisk prøve. C14-prøve	Middelalder	In situ brannlag. Brent tregulv osv. i bygning?
9	Lysgrått, løst konsolidert lag bestående av 90%+ klebersteinsfragmenter og støv. Inneholder både mindre fliser/fragmenter og støv, inkludert 3 større flate skiferliknende steinfragmenter. 4-12cm tykk.			Middelalder	Steinhuggeravfall: Påført underlag for (brent) gulv i bygning
10	Lys-middels brun leirblandet silt, fuktig og plastisk tekstur. Litt innhold av spredte treflisfragmenter, råttene dyrebein-fragmenter. 6-17 cm tykk.			Middelalder	Isoleringsunderlag for bygning
11	Lag bestående av 80% trekullfragmenter og enkelte stykker forbrente/forkullede treverk, horisontalt-liggende, enkelte kvister.		Østersjøkeramikk - AD 800-1150 C14-prøve	Middelalder (1100-tallet?)	In situ brannlag? Brent tregulv osv. i bygning?
12	Mørk-middels brun organisk lag, 50 -60 cm tykk. Lett fuktig, forholdsvis konsolidert. Inneholder blandet organisk materiale: Råttent treverk, treflis, kvister, nøtteskall, never, dyrebein, (inkl. katt med pels), lær (inkl. skosåle). I tillegg steinfragmenter, grus, bakstehellefragmenter.	9.052	Jordkjemisk prøve. Lærsko: såle/overdel høy reimsko? Bakstehelle. C14-prøve	Middelalder (1100-tallet?)	Avfallsakkumulering inkl. garveavfall?
13	Middels-mørk brunt lag bestående av 95% mose. Lett fuktig, konsolidert. Enkelte stykker treverk og dyrebein. 35-50 cm tykk.	8.675	Jordkjemisk prøve. C14-prøve	Middelalder	Moselager eller dumpet innsamlet mose?
14	Mørk brun kompakt lett fuktig organisk silt-sand. 90% organisk innhold: Møkk, treflis, strå, enkelte stykker treverk, enkelte trekullfragmenter. 2-20 cm tykk.	8.542		Middelalder	Avfallsakkumulering med dyremøkk
15	Mørk brun fuktig silt-sand blandet med klumper av grå leire.			Middelalder	Utjevningslag?
16	Linse med fuktig grå leire blandet med smålommer brun silt-sand.			Middelalder	Redeponert leire: Brukt til forsegling av grop?
17	Mørk brun over, svart under. Finkornet organisk silt-sand med litt fiskebein. Kompakt. Ekskrement/dyremøkk? 5-8cm tykk.			Middelalder	Avfallsakkumulering med dyremøkk/ekskrement? Toppfyll i grop?
18	Gråbrun leirblandete silt. Innhold av brun organisk material - ekskrement? Litt treflis, trekull. 25 cm tykk.	8.281	Jordkjemisk prøve. C14-prøve	Middelalder	Avfallsakkumulering med dyremøkk/ekskrement?
19	Lys brun fuktig/bløt organisk silt-sand. Sterkt sulfid lukt. 95 % ekskrement/dyremøkk? Meget fibre tekstur, med tydelig innhold	8.136	Jordkjemisk prøve. C14-prøve	Middelalder	Fyllmasse i grop: Avfallsakkumulering med dyremøkk/ekskrement



Lag	Beskrivelse	M.o.h.	Prøver/funn	Antatt datering	Tolkning
	av gress og strå. Raskt fargeskifte fra lys til mørk.				
20	Lys grå silt: Utvasket leire? 30 cm tykk.			Middelalder	Fyll i grop?
21	Lys grå silt: Utvasket leire? Enkelte organisk flekker. Minst 20 cm tykk.				Topp naturlig undergrunn?
22	Sekvens med tynne silt-leire avleiringer, både grå og brun.				Naturlig undergrunn

### 2.3 Sjakt 3/miljøprofil 3

Sjakt 3 lengst i sør ble maskingravd i tilknytning til en eldre kjeller på tomta til tidligere Kannikestrete 6, og her ble det påvist en sørvendt profil med intakte kulturlag - *miljøprofil 3* (fig. 1.2. og 2.10). Sjakten ble gravd ved nordre kanten av den gjenfylte kjelleren. En del av kjellerens tykke steinmur i nord ble fjernet, og en øst-vest liggende profil med bevarte kulturlag ble på denne måten påvist. Profilen var ca. 3m bred og ca. 2,5m høy. Topp av dagens overflate lå ved ca. 10,40 m.o.h. Profilen ble brukt til tilstandsvurdering, jordprøveuttak og etablering av den andre målestasjonen.



Fig. 2.10 Sjakt 3/miljøprofil 3: Oversikt. Sett mot NV og mot SØ. Da62837\_057 og Da62837\_020

Hullet for kummen for koblingsboksen og redokssensoren ble gravd ved profilens vestre ende (fig. 2.11 og 2.12). Det målte 1,40 m x 1,40 m i overflate x 0,80 m dybde. Det ble fjernet kulturlag her som svarer til lag 2 og toppen av 3 i miljøprofilen (se under). En smal og grunn grøft ble gravd for trekking



av kablene fra kummen til dataloggeren montert på veggen til St. Jørgensveita 5. Sensorene ble forseglet med ikke-marin leire og hullet ble fylt igjen med oppgravde masser (fig. 2.12).



**Fig. 2.11 Miljøprofil 3. Kummen og sensorene på plass. Sett mot NV. Da62837\_065**



**Fig. 2.12 Sjakt 3/miljøprofil 3. Hullet for kummen og forsegling av sensorene. Da62837\_048 og Da62837\_071**

Det viste seg i tillegg at den gamle gjenfylte kjelleren her inneholdt en forholdsvis moderne kraftig betongstøpt konstruksjon av ukjent karakter som strakk seg mot sør. Toppen av denne ble påvist frem til veikanten (fig. 2.13).





Fig. 2.13 Toppen av den støpte betongkonstruksjon i kjelleren sør for sjakt 3. Sett mot V. Da62837\_001

### 2.3.1 Stratigrafisk beskrivelse og tolkning



Fig. 2.14 Miljøprofil 3: Ferdigrenset. Sett mot N. Da62837\_037

Profilen (fig. 2.14) inneholdt en ca. 2 meter tykk sekvens med horisontale stratifiserte avsetninger. N.B. Figur 2.15 og tabell 2.2. bør benyttes i sammenheng med følgende redegjørelse.

De øverste lagene (2-3) var forholdsvis tykke og tørre minerogene avsetninger. Under disse lå en regelmessig sekvens med vekslende organiske og minerogene avsetninger (4-12). Disse tolkes som 4 - 5 suksessive overliggende tregulv og deres respektive underlag, de fleste hovedsakelig minerogene i karakter, blandet med diverse organiske og uorganiske komponenter. Med unntak av det øverste gulvet var samtlige gulv brent. De aller nederste avsetninger (13-14) hadde i motsetning et meget høyt organisk innhold og høy fuktighet. Den naturlige undergrunnen (15) besto av lett fuktig grålig silt, muligens utvasket rasleire med vekslende innhold av tynne brune siltige lamineringer.

Lagene (13-14) som ligger over undergrunnen var trolig én og samme avsetning; 14 var litt mørkere og lå i toppen av en nedgravning, muligens en grop. De utgjør en meget tykk og homogen avsetning, meget fuktig med et høyt silt og organisk innhold. Avsetningen minner veldig om en liknende avsetning som ble utgravd ca. 100 m i NV retning ved tomta Munkhaugveita 5-7 (TA 2017/12). Laget der ble analysert mikromorfologisk, og er tolket som en torv- eller myrliknende avsetning som vokst frem i et fuktig vann-nært miljø over lengre tid i jernalderen.

Over dette lå en sekvens med 4-5 gulvnivåer som tolkes som tregulv i suksessive bygninger som har avløst hverandre på stedet, trolig fra tidlig middelalder og fram til tidlig nytid. Den eldste bygningen representeres muligens av et tykt lag med et høyt innhold av trekull (12). Dette kan imidlertid også være forflyttede brannrester eller utkast fra ildsteder som ble deponert på stedet. Lag 11 derimot var et lag bestående av klebersteinsflis tydelig påført stedet. Dette er avfall fra steinhuggervirksomhet som bevisst ble hentet hit og lagt ned som et tørt og stabiliserende underlag for et tregulv (10). Dette er et kjent middelalderske fundamenteringsmåte. Bygningen som dette gulvet hørte til har tydeligvis brent. Oppå dette lå et nytt påført gulvunderlag (9) bestående av blandet destruksjonsavfall under et nytt brent tregulv (8). Sekvensen fortsatte med et nytt blandet påført underlag (7) og nytt brent tregulv (6). Gulvsekvensen avsluttet med enda en påført blandet avsetning som dannet et underlag (5) for et tregulv (4). Dette gulvet var imidlertid ikke blitt utsatt for brann. De øverste lagene (2-3) ble trolig påført stedet som utfyllingslag i nyere tid, muligens i forbindelse med oppbygging av gårdsplassen nord for bygningen med kjelleren?



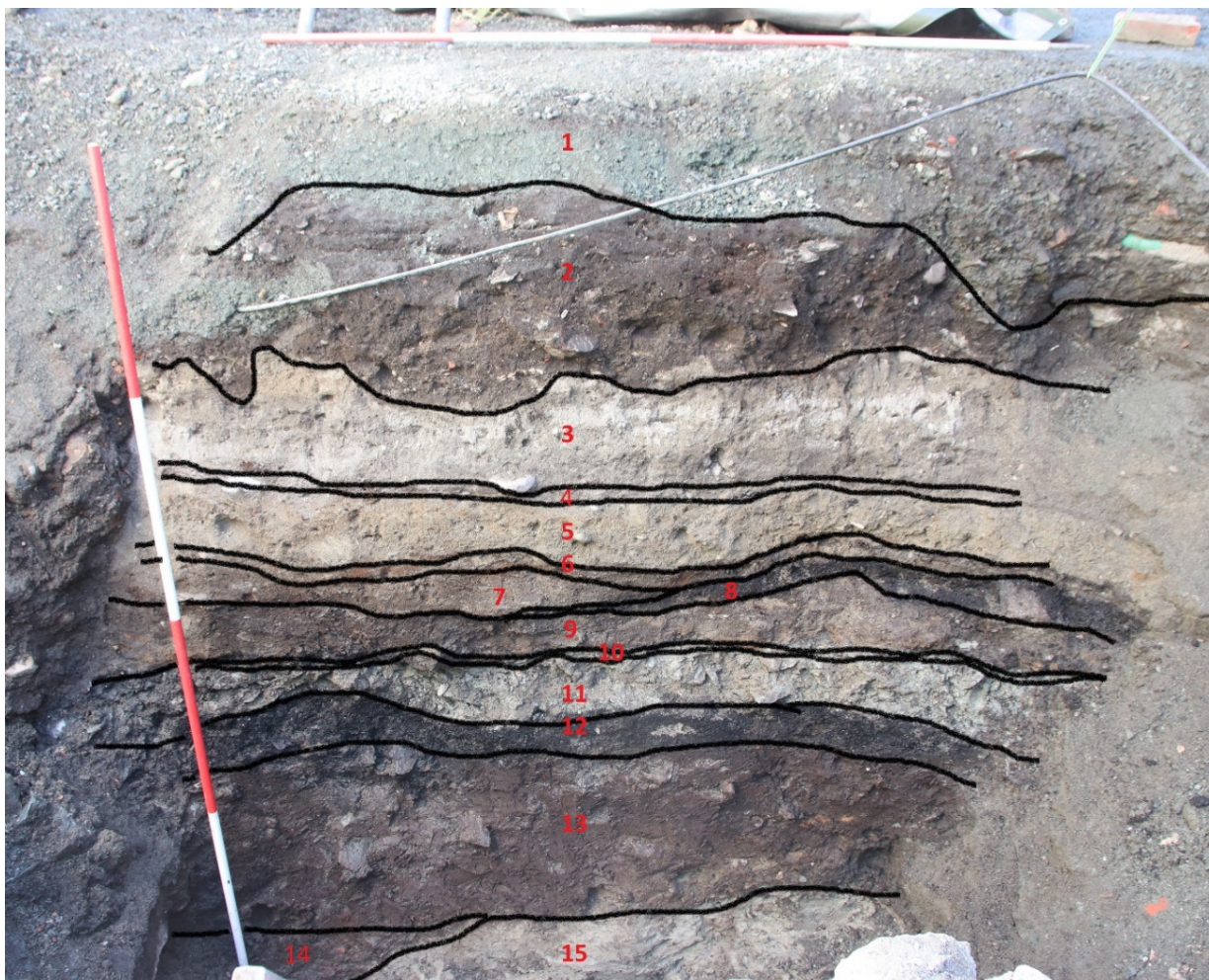


Fig. 2.15 Miljøprofil 3: Stratigrafi. Sett mot N. Da62837\_036

Tabell 2.2 Miljøprofil 3: Lagbeskrivelser og tolkning.

Lag	Beskrivelse	M.o.h.	Prøver/funn	Antatt datering	Tolkning
1	Moderne singel			Moderne	Gårdsplass underlag
2	Middels gråbrun grov silt-sand blandet med grus, spredte småstein, enkelte større stein. Kompakt, tørr, 80-90% mineralogisk. Enkelte røde teglfragmenter, mørtel fragmenter.	9.830	Jordkjemisk prøve.	Nyere tid	Utfyllingslag?
3	Sandlag, 20-26cm tykk. Kompositt: minst 3 overliggende lag med sand/grus; de enkelte lagene har forskjellige sammensetninger grus/sand og kornstørrelser. Ren for andre komponenter.			Nyere tid?	Påført/redeponert strandsand? Underlag for gulv/gårdsplass?

Lag	Beskrivelse	M.o.h.	Prøver/funn	Antatt datering	Tolkning
4	Tynt brun organisk lag - trolig sammenhengende komprimerte treverk/planker? <1 cm tykk. Ligger på et tynt grått siltlag, 2-3cm tykk.			Middelalder / Nyere tid?	Tregulv i en bygning?
5	Mellom brungrå blandet lag bestående av finkornet silt-sand blandet med områder løsere grov grus og sand, gråbrun, samt mindre steiner inkluderte vannrullele kuppelstein.			Middelalder / Nyere tid?	Underlag for tregulv
6	Tynt dobbelt-lag: Øverst en tynn stripe (<1cm) mørk grå silt blandet med trekullfragmenter over et tynt (2-3 cm) lys oransje brun sand og gruslag, trolig brent in situ.			Middelalder	Brent tregulv i en bygning?
7	Mørk gråbrun grov siltblandet grus og sand, 4-10 cm tykk. Enkelte småstein.			Middelalder	Påført/redeponert strandsand? Underlag for tregulv?
8	Lag bestående av 95% + trekullfragmenter. Lett fuktig, smuldrende.		C14-prøve	Middelalder	Brent tregulv i en bygning?
9	Kompakt grå/gråbrun silt-sand blandet med litt spredt trekull. Enkelte klumper grå leire.	9.063	Jordkjemisk prøve.	Middelalder	Destruksjonslag/ utfyllingslag under tregulv?
10	Dobbelt-lag. Øverst: Oransje-brun, myk, glatt silt-sand, 2 cm tykt. Silt og leire blandet. Litt trekull. Nederst: Tynt trekull-lag, 1 cm tykt.			Middelalder	Brent tregulv i bygning og overliggende destruksjonslag.
11	Steinflislag. Lett konsolidert lag bestående hovedsakelig av mindre klebersteinfragmenter, angulære, i finkornete klebersteinsstøv.			Middelalder	Redeponert avfall fra steinhuggervirksomhet brukt som underlag for tregulv i bygning.
12	Trekull-lag/brannlag. 11cm tykt. 80-90% trekullfragmenter, løst konsolidert, smuldrende, blandet med enkelte hvite feite glatte klumper - aske? Spredte små angulære stein.		Bakstehelle	Middelalder	Utkast fra ildsteder eller in situ brannlag, mulig brent gulv i bygning?
13	Middels brungrå veldig mykt og bløt organisk(?) silt. 30-40 cm tykk homogen avsetning. Inneholder enkelte spredte småstein, bjørkeneverfragmenter, enkelte spredte dyrebein, trekull, treflis.	8.675	Jordkjemisk prøve. C14-prøve. Mikromorfolo giprøve.	Jernalder/ Middelalder	Avsetning dannet i fuktig område? Torv/myr/lavtliggende elvenære sump? Ligner veldig på lag funnet ved Munkhaugveita.
14	Som 13, men litt mørkere. Laget inneholdt spredte trefragmenter, inkludert en mulig planke, samt bjørkenever.	8.081	Jordkjemisk prøve. C14-prøve	Jernalder/ Middelalder	Samme som 13 som ligger i en nedsenkning/grop?

Lag	Beskrivelse	M.o.h.	Prøver/funn	Antatt datering	Tolkning
15	Lysere grå mykt og fuktig organisk silt. Laminert med horisontale lyse gråbrune striper (organisk material?).			Jernalder	Naturlig undergrunn

### 3 Arkeologisk tilstandsvurdering av miljøprofil 2 og miljøprofil 3

Den arkeologiske tilstandsvurderingen av kulturlagene i de to miljøprofilene ble gjennomført i henhold til Norsk Standard 9451:2009 av Vibeke V. Martens (NIKU). Tabellen under viser innhold, tolkning og bevaringstilstanden (SOPS) som ble tildelt de enkelte kulturlagene i miljøprofil 2.

#### 3.1 Tilstandsvurdering miljøprofil 2

Miljøprofil 2 viste kulturlag i ca. 2,20 meters dybde målt fra overflaten og ned til naturlig undergrunn. Naturlig undergrunn bestod av fuktig silt. Intakte kulturlag fra middelalder ble registrert fra og med kulturlag ca. 0,60 meter under dagens overflate (ca. 9,40 m.o.h). Kulturlagene under dagens overflate og ned til 0,60 m dybde antas å være fra moderne og nyere tid. Disse lag bestod av utfylling/utjevningssmasse og de var tørre og dominert av minerogent materiale. Fra ca. 0,70 meters dybde og ned til naturlig undergrunn var kulturlagene tett komprimert, fuktige og rike på organisk materiale. Lagsekvensen viste spor etter bosetning i form av både bygningslevninger, brann- og avfallslag. Det ble foretatt vurdering av kulturlagenes tilstand på samtlige lag i miljøprofil 2 (se tabell under). Kulturlagene i dybde fra ca. 1 m-1,50/ 8,67-8,13 m.o.h. (lag 13 - 19) har beste vurderte tilstand, alle fra «A4- god» til «A5- utmerket».

**Tabell 3.1. Miljøprofil 2: Tilstandsvurdering av kulturlagene**

Lag	Lagets innhold% Botanisk/zoologisk/mineralsk/gjenstander	Tolkning	Datering	M.o.h.	Jordkjemiske prøvenavn	Bevaring (SOPS <sup>1</sup> )
1	0/0/100/0 % -/-/sand/-	Utjevning	Moderne			A0
2	0/0/100/0 % -/-/sand/-	Utjevning	Moderne			A0
3	37/2/60/1 % Humus, treffis/dyrebein/sand, silt/tegl, keramikk (Siegburg), kleber	Utjevning	Nyere tid?	9.745	Prøve 2-3	A2
4	30/1/39/30 % Humus/dyrebein/sand, silt, leire/tegl	Bosetning, bygging, teglstensgulv	Middelalder/ Nyere tid?			A2

<sup>1</sup> SOPS state of preservation scale NS9451:2009



Lag	Lagets innhold% Botanisk/zoologisk/mineralsk/gjenstander	Tolkning	Datering	M.o.h.	Jordkjemiske prøvenavn	Bevaring (SOPS <sup>1</sup> )
5	50/0/50/0 % Humus/-/sand, leire, silt, grus, stein/-	Utjevning	Middelalder/ Nyere tid?			A3
6	60/1/39/0 % Humus, treflis/dyrebein/silt, stein, sand og grus/-	Bosetning. Fyll i nedgravning, blandet fra alle lag som kuttet	Middelalder/ Nyere tid?			A2
7	Sand	?	Middelalder/ Nyere tid?			A2
8	85/0/15/0 % Trekull, humus/-/sand, silt/-	Bosetning. Trekull-lag	Middelalder	9.535	Prøve 2-8	A3
9	0/0/100/0 % -/-/kleber/-	Bygning; klebersteinlag fra stenhugger, isolering under gulv	Middelalder			A4
10	5/5/90/0 % Treflis/dyrebein/silt, sand/-	Bygning; Isolering under gulv	Middelalder			A1
11	85/0/10/5 % Trekull, brent tre, treflis, kvist/-/sand, silt, keramikk (Østersjø)	Ødeleggelse; trekull-lag	Middelalder			A4
12	59/5/34/1 % Humus, treverk, never, treflis, bark/dyrebein, hår, pels (katteskinn og skjelett)/sand, grus, silt, stein/lær (sko), stein (bakstehelle)	Bosetning; garveri?	Middelalder	9.052	Prøve 2-12	A3
13	88/2/10/0 % Mose, humus, treflis, kvist/dyrebein, fuglebein/sand, silt/-	Bosetning	Middelalder	8.675	Prøve 2-13	A4
14	80/1/19/0 % Humus, møkk, treflis, trekull, gress/skjell (marin)/sand, silt, grus/-	Bosetning	Middelalder	8.542	Prøve 2-14	A4
15	30/0/70/0 % Humus, møkk/-/leire, sand, silt, grus/-	Utjevning	Middelalder			A2
16	5/0/95/0 % Torv/-/leire, sand, silt/-	Utjevning	Middelalder			A1
17	89/1/10/0 % Humus, møkk, gress, kvist/fuglebein/leire, silt, sand/-	Bosetning; avfallsdeponering	Middelalder			A4
18	80/0/20/0 % Humus, treflis, trekull/-/silt, leire, sand, stein/-	Bosetning	Middelalder	8.281	Prøve 2-18	A4

Lag	Lagets innhold% Botanisk/zoologisk/mineralsk/gjenstander	Tolkning	Datering	M.o.h.	Jordkjemiske prøvenavn	Bevaring (SOPS <sup>1</sup> )
19	95/0/5/0 % Møkk, gress, korn humus/-/silt, sand/-	Bosetning, fyll i grop	Middelalder	8.136	Prøve 2-19	A5/B4 (bunn av grop)
20	5/0/95/0 % Torv/-/silt, leire, sand/-	Bosetning, fyll i grop	Middelalder			A2
21	1/0/99/0 % Humus/-/ silt, leire, sand/-	Naturlig	Jernalder?			A0
22	0/0/100/0 % -/-/silt, leire/-	Naturlig	Jernalder?			A0/B0

### 3.2 Tilstandsvurdering miljøprofil 3

Miljøprofil 3 viste kulturlag i ca. 2 meters dybde målt fra overflaten og ned til naturlig undergrunn. Naturlig undergrunn bestod av fuktig silt. Intakte kulturlag fra middelalder ble registrert fra og med kulturlag ca. 0,60 meter under dagens overflate (ca. 9,60 m.o.h.). Kulturlagene under dagens overflate og ned til 0,60 m dybde antas å være fra moderne og nyere tid. Disse lag bestod av utfylling/utjevningssmasse og de var tørre og dominert av minerogen materiale. Fra ca. 0,60 meters dybde og ned til toppen av lag 13 (1,30 meter dybde/ca. 8,70 m.o.h.) inneholdt kulturlagene en høyere prosentandel organisk materiale, men med et fortsatt merkbart minerogent innhold. Lagsekvensen her knyttes til en stabil og gjentagende bosetningssekvens bestående av rester etter flere overliggende tregulv, de fleste brent (lag 4-12). Lag 13 og 14 var derimot merkbart annerledes i innhold og karakter: Disse var nemlig tykke, fuktige, homogene siltlag med høyt organisk innhold, tolket som mulig torv/myravsetninger.

Det ble foretatt vurdering av kulturlagenes tilstand på samtlige lag i miljøprofil 3 (se tabell under). Ingen av kulturlagene i miljøprofil 3 fikk bedre vurdering på tilstand enn «A3- middels», og denne vurdering sattes kun for lag 8 og 13. Forøvrig ble tilstanden for kulturlag fra middelalder vurdert som «A1- elendig» til «A 2- dårlig».

**Tabell 3.2 Miljøprofil 3: Tilstandsvurdering av kulturlagene**

Lag	Lagets innhold% Botanisk/zoologisk/mineralsk/gjenstander	Tolkning	Datering	M.o.h.	Jordkjemiske prøvenavn	Bevaring (SOPS <sup>2</sup> )
1	0/0/100/0 % -/-/stabilgrus/-	Bygning, stabilisering	Moderne			A0
2	35/0/60/5 % Humus, treffis/-/sand, stein, grus/tegl	Bygning, stabilisering	Nyere tid	9.830		A2
3	1/0/99/0 %	Utjevning	Nyere tid			A1

<sup>2</sup> SOPS state of preservation scale NS9451:2009

Lag	Lagets innhold% Botanisk/zoologisk/mineralsk/gjenstander	Tolkning	Datering	M.o.h.	Jordkjemiske prøvenavn	Bevaring (SOPS <sup>2</sup> )
	Humus/-/sand, grus/-					
4	5/0/0/95 % Humus/-/tre (gulvplank)	Bosetning; tregulv	Middelalder/ Nyere tid			A1
5	0/0/100/0 % -/sand, grus, silt/-	Utjevning	Middelalder/ Nyere tid			A0
6	10/0/10/80 % Humus/-/sand/tre (gulvplank)	Bosetning; tregulv	Middelalder			A1
7	20/0/80/0 % Humus/-/sand, silt, leire, grus, stein/-	Utjevning	Middelalder			A1
8	80/0/20/0 % Humus/-/sand, silt/-	Bosetning	Middelalder			A3
9	50/0/49/1 % Humus/-/sand, silt, grus, stein/jern	Bosetning; utjevning	Middelalder	9.063	Prøve 3-9	A2
10	5/0/30/65 % Humus/-/sand (brent)/tre (gulvplank, brent)	Bosetning; brent tregulv	Middelalder			A2
11	5/0/95/0 % Humus/-/stein (kleber), sand	Bosetning; kleberflislag	Middelalder			A1
12	80/0/20/0 % Trekull, humus/-/sand, silt/-	Bosetning; brannlag	Middelalder			A2
13	70/1/27/2% Humus, never, treflis, møkk, trekull/dyrebein/silt, sand, stein/tegl (småfragment), stein (del av bryne)	Utjevning/Natur? Vannavsatt? Gytje?	Jernalder?	8,675	Prøve 3-13	A3
14	30/0/70/0 % Humus, treflis, trebiter/-/silt, sand, leire/-	Bosetning	Jernalder?	8.081	Prøve 3-14	A2
15	0/0/100/0 % -/silt, leire/-	Natur	Jernalder			A0

## 4 Dateringer og funn

### 4.1 Prøver og gjenstander

Det ble tatt ut prøver av organisk materiale til radiologisk datering fra et utvalg kulturlag i begge profiler (se tabell 2.1. og tabell 2.2. for oversikt). Resultatene av disse foreligger imidlertid ikke ved rapporteringstidspunktet.<sup>3</sup>

Det ble funnet kun få daterbare middelalderske gjenstander i tilknytning til enkelte lag i miljøprofil 2 i form av enkelte keramikkskår, en lærsko og bakstehellefragmenter (tabell 2.1). Det ble funnet kun ett daterbar gjenstander i tilknytning miljøprofil 3 (tabell 2.2).

Skoen ble funnet i lag 12 i miljøprofil 2, og besto av deler av sålen og overlær til en mulig høyreim lærsko eller støvel med asymmetriske såle og svak snabel. Dette dateres til 1200-1300-tallet.

Det ble funnet 3 skår Østersjøkeramikk i lag 11 i miljøprofil 2. Disse dateres vanligvis bredt til 800-1150, men i Trondheim dateres de hovedsakelig til 1100-1200-tallet (Ian Reed pers. med.). Et enkelt Siegburg keramikkskår lå i lag 3 i miljøprofil 2. Skåret dateres til 1400-tallet. Det kan imidlertid ikke utelukkes at skåret har blitt redeponert og ligger i en yngre kontekst.

Ellers fantes enkelte bakstehellefragmenter i lag 12 (MP 2) og lag 12 (MP 3), gjenstander som kun kan knyttes generelt til middelalderen.

### 4.2 Miljøprofilene: Datering

Tross mangelen på C14-resultater og et fåtall av daterbare gjenstander, kan man ut ifra lagenes fysiske sammensetninger og karakter foreslå brede dateringer for lagsekvensene i de enkelte profilene (tabeller 2.2 og 2.3).

I **miljøprofil 2** likner de øverste minerogene lagene på typiske oppfyllingslag fra nyere tid og overgang middelalder-nyere tid (2-8). Lagene 9 og 10 utgjør til sammen et tydelig eksempel på en form for middelaldersk bygningsfundamentering. De mer organiske lagene under dette (12-19) er typiske middelalderske avfallsavsetninger. Liknende lag ble utgravd og datert til middelalderen på nabotomten Erling Skakkes gate 1 i 1972 (E-felt TA 1972/2).

Når det gjelder **miljøprofil 3**, er det rimelig grunn til å tro at de fleste lagene tilknyttet det som tolkes som en sekvens med 4-5 overliggende gulvnivåer trolig er av middelaldersk datering (lag 4-12). Spesielt gulvnivået som består av et underlag med steinhuggeravfall utgjør en typisk middelaldersk fundamenteringsteknikk (som likner på tilfellet i miljøprofil 2). De tykkere blandete minerogene lagene som ligger over disse (2-3) er trolig av nyere tids dato. De nederste lagene (13-14) likner på torv-/myrliknende avsetninger. Tilsvarende avsetninger ble funnet på et nærliggende felt (TA 2017/12) og C14 datert til jernalder.

## 5 Teknisk installasjonsbeskrivelse (Cautus Geo AS)

### 5.1 Bakgrunn

COWI AS og Cautus Geo AS har fått oppdrag fra Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU) til å gjennomføre overvåking av kulturlag i de store middelalderbyene i Norge (Bergen, Trondheim og

<sup>3</sup> Dateringene arkiveres med feltdokumentasjonen når de foreligger

Tønsberg). Overvåkingen innebærer prøvetaking av jord og grunnvann fra miljøbrønner og miljøprofiler og tolkning av resultatene.

Denne rapporten presenterer installasjonsdata for teknisk overvåking av kulturlaget og analytiske resultater av prøver fra 2 miljøprofiler (miljøprofil 2 og miljøprofil 3) ved Erling Skakkes gate 3-5 i Trondheim.

Måleutstyret benyttet består av 2 måleskap med datalogger og modem satt opp for trådløs overføring av data fra sensorer i hver miljøprofil som måler vanninnhold, temperatur, ledningsevne, pH, redoksforhold, og oksygeninnhold i kulturlagene.

Etter installasjonen ble det mistenkt at målingene fra pH- og redokssensorene ved miljøprofil 2 var unormale. På grunn av dette ble det foretatt en feilsøking 13.08.19. Etter kvalitetssikring av loggdata ble det hentet inn data etter en periode.

Rapporten beskriver arbeidet som har blitt utført fram til september 2019 med beskrivelser og bilder av utstyr og installasjonsmetode. Det er også presentert en vurdering av bevaringsforhold for organiske og uorganiske material basert på resultatene (se kapittel 7).

### 5.1.1 Analyseparametere kulturlag

Analyseparametere for miljøovervåking av kulturlag beskrives i NS9451:2009. Parametere er delt inne i grunnleggende parametere (S1) og miljøparametere (S2). Parametere i S1 og S2 beskrives i Tabell 5.1.

**Tabell 5.1 Oversikt over analyseparametere i gruppene S1 og S2**

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

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

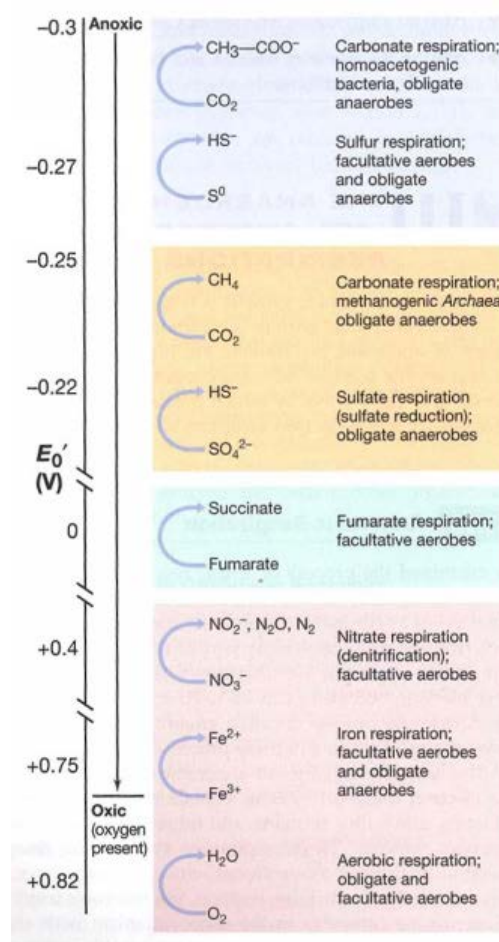
## 5.2 Beskrivelse bevaringsforhold

Bevaringsforhold er beskrevet etter 2 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 mikrobielaktivitet.

I naturen foregår nedbrytning av organisk materiale og korrosjon av metaller parallelt med andre prosesser. Mikroorganismer får energi fra slike reaksjoner.

Avhengig av RedOx forhold i jordtypen vil forskjellige type mikrobielle reaksjoner dominere. Dette vises i Figur 5.1.



**Figur 5.1 Oppsummering av redoksforhold for mikrobiologiske prosesser. Denne figuren viser at med stabile negative redoksforhold (anoksisk forhold) gir de beste bevaringsforhold for kulturlag.**

Det er viktig å forstå at selv om RedOx i jordtypen kan indikere at jernreduksjon dominerer, andre prosesser som f.eks. sulfatreduksjon og dannelse av metallsulfider vil også forekomme. På lavere RedOx forhold vil karbonnedbrytning foregå langsommere og så lenge at det er ingen inntrenging av fritt oksygen, vil også korrosjon av metallgjenstander foregå langsommere.

En typisk teskje jord kan inneholde omkring  $10^9$  bakterier. 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 tilstede (f. eks. sulfat/nitrat).

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

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

Under metanogene forhold observerer man 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. Redoksforhold mellom de forskjellige mikrobielle prosesser vises i Figur 5.1 (Madigan *et al* i Brock, 2015).

Tabell 5.2 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 parameter for typisk oksiderende forhold, mens reduserende forhold er vist med grønt.

Redoksforhold 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 5.2 Relative konsentrasjoner av dominerende næringsstoffer i jordtypen under forskjellige redoksforhold og bevaringsgrad i kulturlag**

Relativ konsentrasjon					Dominerende prosess	RedOx (mv)	Bevaringsgrad
NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	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	-0,1	Middels
Høy	Høy	Høy	Middels	Lav	Nitratreduksjon / Sulfatreduksjon	-200	Bra
Lav	Høy	Høy	Middels	Lav	Sulfatreduksjon	-350	Bra
Lav	Høy	Høy	Høy	Lav	Sulfatreduksjon / Metanogenese	-400	Utmerket



Som avslutningsprosesser for miljøprofiler dekkes det utgravde området med leire som ikke er av marin opprinnelse. Ved å begrense tilgang til næringsstoffer som kan være tilfelle ved å bruke marin blåleire (sulfat, fosfat, og bundet karbon) gjør denne prosessen kulturlaget tettere mot inntrengende oksygen og samtidig reduseres muligheten for utlekking av salter (f. eks. sulfat) som ville kunne øke nedbrytning av jernstrukturer ved økt dannelse av jernsulfid.

### 5.3 Utstyr og sensorer

Datalogger, modem og batteri ble installert i måleskap med dimensjoner, 50 cm x 50 cm x 20 cm. Kabler fra vanninnhold- og oksygensensorer ble ført direkte inn i loggerskap, mens signalet fra pH- og redokssensorer ble sendt via en koblingsenhet, plassert i en vanntett koblingsboks. Systemet er batteridrevet, men er koblet til en lader for fast strømforsyning for å unngå batteribytting. Alt av utstyr ble også testet og kalibrert, i forkant av installasjonen.

Tabell 5.3 og tabell 5.4 oppsummerer de ulike sensorene som har blitt benyttet i miljøprofilene ved Erling Skakkes gate 3-5. Figur 5.2 viser sensorene brukt i profilene.

**Tabell 5.3 - Sensoroversikt skap 1/miljøprofil 3**

Instrument	Sensor	Serienummer
Campbell datalogger	CR300	14593
ecoTech enviLog module	4611	1126
ecoTech pH	GA801-K050-F	1817491, 1817490, 1817492
ecoTech redox	-	-
ecoTech referanse	-	-
Apogee oksygen	SO-411	1258, 1259
Campbell vanninnhold	CS655	30673, 35186, 35187, 35188

**Tabell 5.4 - Sensoroversikt skap 2/miljøprofil 2**

Instrument	Sensor	Serienummer
Campbell datalogger	CR300	14594
ecoTech enviLog module	4611	1114
ecoTech pH	GA801-K050-F	1817493, 1817494, 1817495
ecoTech redox	-	-
ecoTech referanse	-	-
Apogee oksygen	SO-411	1260, 1261
Campbell vanninnhold	CS655	35189, 35190, 35900, 35901



a) Oksygen sensorer



b) Vanninnhold sensorer



c) pH og RedOx sensorer

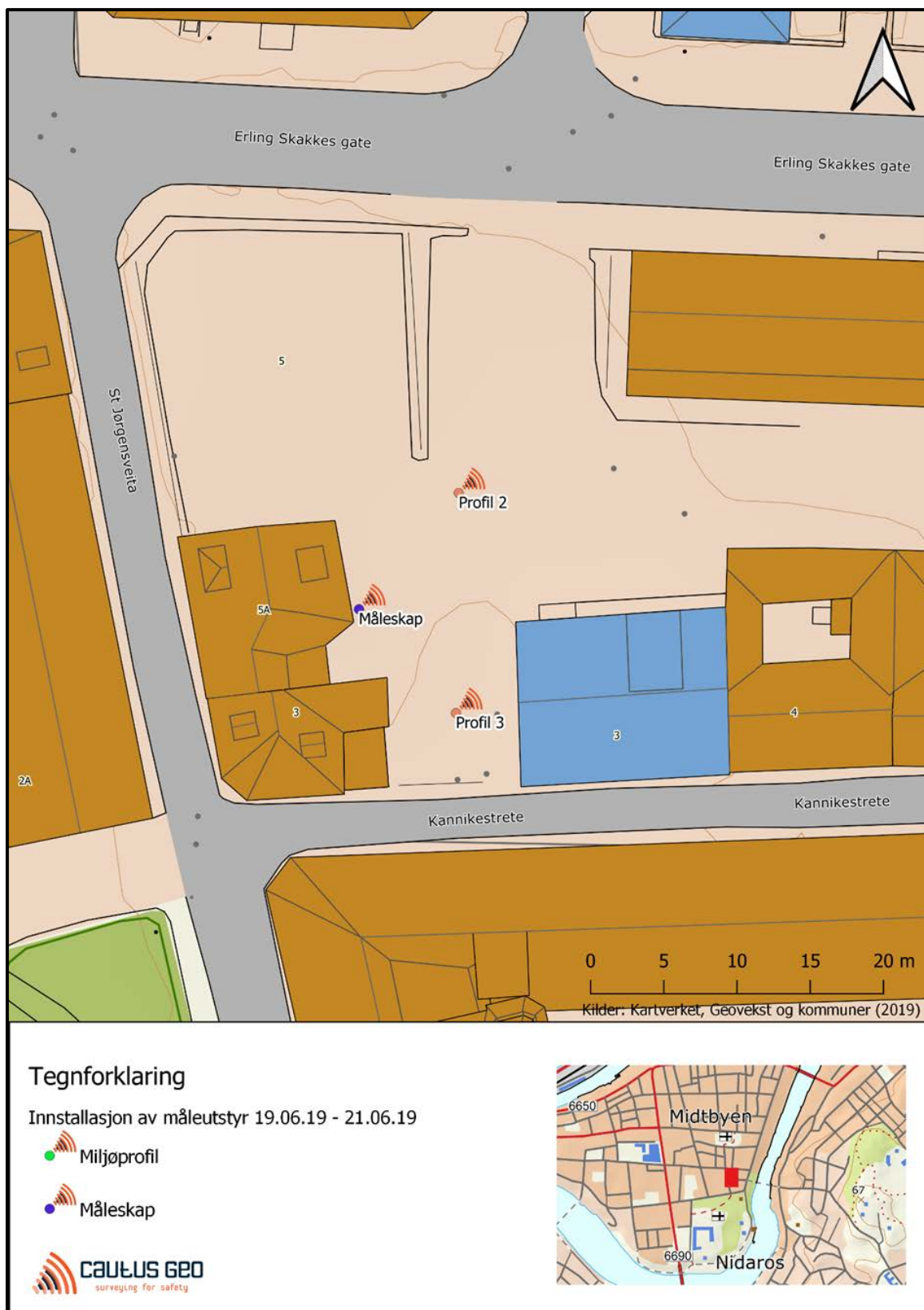
**Figur 5.2. Sensorene brukt i miljøprofilene i Erling Skakkes gate**

## 5.4 Plassering

To dype sjakter ble maskingravn på tomta (Sjakt 2 og Sjakt 3). Disse inneholdt de to vertikale jordprofiler med stratifiserte kulturlag der sensorene ble montert. Profilene heter henholdsvis miljøprofil 2 (i Sjakt 2) og miljøprofil 3 (i Sjakt 3). Figur 5.3 viser plassering av miljøprofilene og måleskapene på tomta, med Sjakt 3/miljøprofil 3 i forgrunn og Sjakt 2/miljøprofil 2 i bakgrunnen. Figur 5.4 viser et oversiktskart over sjaktenes/miljøprofilenes beliggenhet på tomta samt måleskapenes plassering på vegg tilhørende eiendommen St. Jørgensveita 5A.



**Figur 5.3. Lokasjon for miljøprofiler og måleskap, Erling Skakkes gate 3-5**



Figur 5.4. Oversiktskart som viser plassering av måleskapene og miljøprofiler 2 og 3 i henholdsvis sjakt 2 og 3



## 5.5 Feltarbeid 19 - 21 juni 2019

Feltarbeidet ble innledet med en omvisning på lokaliteten av NIKUs prosjektleder Chris McLees. Det ble også anvist hvor og i hvilke kulturlag sensorene skulle plasseres i de respektive profilene i sjakt 2 og 3.

### 5.5.1 Montering av kummer

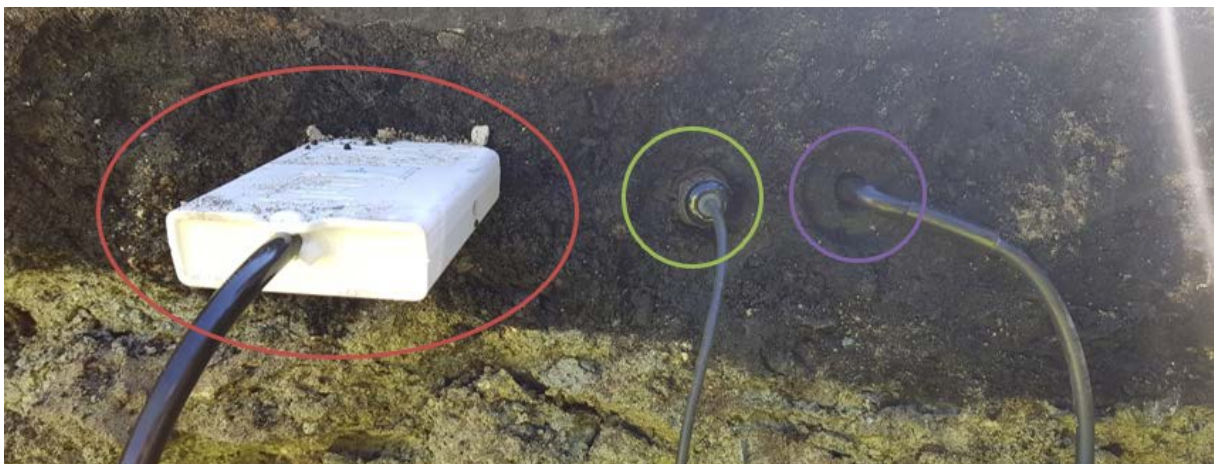
Etter omvisningen ble kummer for koblingsboksene til pH- og redokssensorer plassert i bakken. Det ble trukket et rør fra miljøprofil 2 til kummen og et annet rør fra kummen til husveggen der loggerskapene skulle plasseres. Dette ble gjennomført for begge miljøprofiler.



Figur 5.5: Montering av kum og trekking av rør ved miljøprofil 2 i sjakt 2

### 5.5.2 Plassering av sensorer

Målesensorer ble plassert i utvalgte kulturlag i begge miljøprofiler etter NIKUs anbefaling. Referansesonden for pH- og redokssensorer ble plassert i kum ved begge profilene. Figur 5.6, Figur 5.7 og Figur 5.8 viser bilder av hvordan sensorene er plassert i jorden og plasseringen til alle de ulike sensorene. Ringene på bildene representerer til ulike sensortypene.



Figur 5.6: Nærbilde av vanninnhold-, pH- og redokssensor



Oksygensensor

Vanninnhold

RedOx

pH



Figur 5.7: Miljøprofil 2 (Sjakt 2)



Figur 5.8: Miljøprofil 3 (Sjakt 3)

### 5.5.3 Montering av måleskapene og oppkobling av sensorer

Måleskapene ble hengt opp på husveggen til St. Jørgensveita 5A. Fra kjelleren av bygget ble det trukket opp en strømledning av elektriker for å forsyne skapene med strøm. Sensorkabler ble koblet til skapene og testet før tildekking med leire.





Figur 5.9: Koblingsboks i kum ved miljøprofil 3, sjakt 3

Figur 5.10: Ferdig montert kum. Øverst i bildet: Koblingsboks plassert i kum. Midten: Trekkerør for sensorkabler. Under: Referansesonde for pH- og redokssensorer



Figur 5.11: Ferdig montert skap, sett fra innsiden



Figur 5.12: Ferdig monterte skap



#### 5.5.4 Tildekking av miljøprofiler

Miljøprofilene ble dekket med ikke-marin type leire hentet fra Røros.



a)



b)

Figur 5.13. Komplettering og tildekking med leire av miljøprofil 3, sjakt 3

### 5.5.5 Feltlogg

Feltloggen inneholder notater fra installasjonen med tidspunkter for de ulike oppgavene.

Tabell 5.5 - Feltlogg

Dato og klokkeslett	Beskrivelse
<b>Onsdag 19. juni 2019</b>	
09:00	Oppmøte Erling Skakkes gate
09:00-12:00	Montering loggerskap, føring strøm til loggerskap, entreprenør ankommer
15:00	Kum på Sjakt 2 ferdig montert, trekkerør lagt til loggerskap, Sjakt 2 sensorplasseringer avklart
16:00	Ferdig med kabelskjøting sensorer til Sjakt 2
16:30	Slutt for dagen
<b>Torsdag 20. juni 2019</b>	
08:00	Oppmøte Erling Skakkes gate
10:30	Ferdig med installasjon av sensorer i profil Sjakt 2
12:30	Sensorer koblet til loggerskap, leire levert
13:00-15:00	Tildekking sensorer med leire Sjakt 2
16:00	Sjakt 3 sensorplasseringer avklart
17:30	Ferdig med installasjon av sensorer i profil Sjakt 3
19:30	Ferdig med kabelskjøting og tilkobling sensorer til loggerskap
20:30	Profil dekket med presenning, slutt for dagen
<b>Fredag 21. juni 2019</b>	
07:30	Oppmøte Erling Skakkes gate
07:45	Start tildekking sensorer med leire Sjakt 3
10:30	Ferdig tildekking, avreise

### 5.6 Feilsøking 13.08.19

Etter en gjennomgang av måledata i etterkant av installasjonen ble det mistanke om feil i pH- og redoksmålingene ved skap 2. Det var en del støy i pH-målingene, og de tre nederste redokssensorene målte i nærheten av null-verdier. Det var mistenkt å være dårlig kontakt mellom referanseelektroden og jorden.

En runde feilsøking ble utført den 13.8.19 for å forsøke å bekrefte problemet og ta tiltak for å rette det. Referanseelektroden ble dratt opp og sjekket med nye pH- og redokssensorer. Alle portene på koblingsboksen ble sjekket ved å teste sensorene i ulike standarder (f.eks. 200 mV redoksstandard og 4, 7 og 10 pH buffere), og alt var bekreftet å fungere som det skal.

Referanseelektrodens saltbro som skaper kontakt mellom elektroden og jorden ble påfylt med elektrolytt og presset ned flere ganger med referanseelektroden. Til slutt ble referanseelektroden montert på plass i saltbroa.

Etter dette tiltaket har det vært en vesentlig stabilisering i dataene fra alle pH-sensorer, samt noe utslag i redoksdataene. Dette vises i plottene lagt ved denne rapporten. Det vil ta mer tid før man kan si om problemet er helt løst, men foreløpig ser det ut til å ha hatt en positiv påvirkning om målingene.

Innledende sensordata er presentert i VEDLEGG 1.

## 6 Geokjemiske analyseresultater (COWI)

### 6.1 Beskrivelse av prøvene fra kulturlagene

En beskrivelse av prøvene og innmålingsdata inklusiv kote (m.o.h.) vises i tabell 6.1. Prøvenavn representeres ved miljøprofilnummer og kulturlagnummer hvor prøven er tatt fra, f.eks. 2-3 (miljøprofil 2, kulturlag 3).

Prøvene ble tatt under plassering av sensorene i miljøprofilen i perioden 19. til 21. juni 2019.

Prøvene ble oppbevart anaerobt og sendt til Eurofins for analyser av S1 og S2 parametere.

Prøvetaking ble gjennomført av NIKU. Det henvises til kapittel 2 i denne rapport for inngående opplysninger om kulturlagenes karakter og stratigrafiske forhold ved de respektive profilene.

Tabell 6.1 Beskrivelsen av prøver med tilhørende kote nivå (m.o.h.)

Profil	Lag	Prøvenavn (Profil-Lag)	Installasjonsnummer	Koordinater		Kote (m.o.h.)
				N	Ø	
2	3	2-3	1PM3993	7034114.4737	569800.8776	9.7456
2	8	2-8	1PM3994	7034114.3550	569800.8121	9.5358
2	12	2-12	1PM3995	7034114.2967	569800.6388	9.0520
2	13	2-13	1PM3996	7034114.2925	569800.5960	8.6757
2	14	2-14	1PM3998	7034114.1205	569800.5892	8.5421
2	18	1-18	1PM3999	7034114.1658	569800.5727	8.2814
2	19	1-19	1PM4001	7034114.4261	569800.5551	8.1365
3	2	3-2	1PM4004	7034097.6378	569799.3391	9.8307
3	9	3-9	1PM4005	7034097.5154	569799.5179	9.0638
3	13	3-13	1PM4006	7034097.2953	569799.3022	8.6755
3	14	3-14	1PM4007	7034096.7254	569798.3197	8.0814

### 6.2 Analyseresultater jordprøver

Tabell 6.2 viser analyseresultatene for prøvene fra miljøprofilene. Bevaring og en oppsummering av prøvene er beskrevet per miljøprofil videre i rapporten. Resultatene tolkes per miljøprofil.

Tabell 6.2 Analyseresultater fra prøvene.

Prøve	Kote (m.o.h.)	pH	Konduktivitet	Tot-Jern (mg/kg)	Jern (Fe <sup>2+</sup> ) (mg/kg)	Sulfat (mg/kg)	Sulfid (mg/kg)	NO <sub>3</sub> -N (mg/kg)	NH <sub>4</sub> -N (mg/kg)	<5mm sikting (%)	TS (%)	glødetap (% TS)
2-3	9.7456	7,1	8,2	18000	<1	59	29	20	4,8	100	74,6	8,2
2-8	9.5358	6,7	13	14000	<1	220	16	76	2,9	100	39,6	41,9
2-12	9.0520	7,3	17	9800	<1	440	90	52	3,6	100	37,4	49,5
2-13	8.6757	7,0	22	7900	3	1700	360	3,5	43	100	25,8	73,9
2-14	8.5421	7,1	21	12000	<1	1200	370	<0,29	25	100	35,0	50,4
2-18	8.2814	7,8	11	20000	2	190	350	<0,16	14	100	60,3	13,1
2-19	8.1365	7,3	12	5000	<1	350	130	<0,51	55	100	20,2	78,7
3-2	9.8307	7,7	5,8	15000	<1	6,8	11	2,6	1,7	92	85,3	3,4
3-9	9.0638	6,8	2,9	18000	<1	17	9,9	11	3,4	92	73,3	5,0



3-13	8.6755	6,6	4,5	8800	3	41	46	2,5	2,5	100	53,6	17,0
3-14	8.0814	6,8	3,3	19000	4	16	48	0,62	2,6	100	44,5	22,5

\* Sikting er gjennomført på fuktige prøver. Konsentrasjoner er per Kg tørrvekt.

## 6.3 Vurdering av resultatene

Resultatene er vurdert etter innhold.

### 6.3.1 Miljøprofil 2

pH-verdiene i prøvene fra Miljøprofil 2 var ganske nøytrale gjennom hele profilen. Konduktiviteten var også lav i alle prøvene. Det var mye jern observert i prøvene, men det var bare spor av  $Fe^{2+}$  i 2 av prøvene fra hhv. lag 13 og 18. Dette indikerer at mesteparten av jernet i prøvene er bundet enten som mineraljern, sulfider eller 3-verdige oksider. Sulfatinnholdet varierte gjennom laget. Sulfatkonsentrasjonene var lavest i lag 3. Lag 8, 12, 18 og 19 viste høyere sulfatkonsentrasjoner på 190 til 440 mg/kg, mens lag 13 og 14 viste betydelig høyere sulfatinnhold på hhv 1700 og 1200 mg/kg.

$NO_3$ -N ble observert fra lag 3 til lag 12 på konsentrasjoner som vil kunne ha negativ påvirkning på sulfatreduksjonen av sulfatreducerende bakterier gjennom laget (20 til 52 mg/kg).

Sulfidkonsentrasjonene varierte fra 16 (lag 3) til 370 mg/kg (lag 14). De lavere sulfidkonsentrasjonene i lag 3, 8 og 12 (hhv 29, 16 og 90 mg/kg) kan indikere at enten aktiviteten av sulfatreducerende bakterier (SRB) er ikke stabilt grunnet tilgang av oksygenert sigevann/nedbør i de høyere kulturlagene, eller at tilgjengelig nitrat forhindrer sulfat-reduksjon i SRB. Forhindring av sulfiddannelse gjennom tilsetning av nitrat er blitt kjent over lengre tid. Typiske nitrat-N konsentrasjoner som må brukes er omkring 15 til 20 mg/l. Konsentrasjonene som er observert i miljøprofil 2 er over dette konsentrasjonsområdet.

De høyeste  $NH_4$ -N konsentrasjonene fra de samme prøvene indikerer økt mikrobiell aktivitet som har gitt økt biomasse gjennom generering av ammonium. Denne mikrobielle prosessen (nitratreduksjon til ammonium) er også kjent for å ha en negativ påvirkning i sulfiddannelse grunnet konkurransen mellom sulfat og nitrat i SRB.

Selv om sulfidkonsentrasjonene er noe varierende, viser konsentrasjonene i kulturlagene negativt RedOx potensial i alle lagene. Mulig innsig av oksygenert vann gjennom deler av lagene kan ha negativ påvirkning på bevaring av metallgjenstander. Økt nitratkonsentrasjon i de øverste lagene kan også indikere at organiske strukturer kan brytes ned fortere. Dette gjelder særlig om nitratkonsentrasjonene i lagene er stabile og det mikrobiotomet utnytter nitratreduksjon til ammonium som vil føre til raskere utnyttelse av karbonkilder i kulturlagene.

Tørrstoffverdiene (TS) varierte gjennom hele profilen. Dette kan skyldes varierende innhold av sand i selve jordlagene i profilen eller spesifikke deler av kulturlagene, og viser varierende fuktighetsnivå gjennom profilen. Organisk innhold (som glødetap) varierte fra omkring 8% til 79% gjennom profilen.

### 6.3.2 Miljøprofil 3

Det er analysert prøver av 4 kulturlag fra miljøprofil 3. Kotehøydene på disse er fra 9,7 m til 8,0 m. Resultatene er helt annerledes enn de observerte resultatene fra kulturlagene fra omkring samme kote i miljøprofil 2.

Profilen viser nøytrale pH-verdier og veldig lav konduktivitet. Alle lagene har lave konsentrasjoner av sulfat, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N og forholdsvis lave sulfidkonsentrasjoner (9,9 til 48 mg/kg).

TS-verdiene varierte fra 85% til 44% fra høyeste til laveste kote, som kan indikere at lagene i profilen består av jordkorn som klarer ikke å holde på vann. Dette kan også indikeres fra glødetap som varierte fra 3,4% til 22% i prøvene og som illustrerer lite organiskinnhold i miljøprofilen.

## 7 Bevaringsvurdering (COWI)

Bevaringsvurdering vises i tabell 7.1.

### 7.1 Miljøprofil 2

De øverste 3 lagene bedømmes som dårlig bevaring for organisk materiale grunnet høye konsentrasjoner av tilgjengelig NO<sub>3</sub>-N i lagene. Fra sulfidkonsentrasjonene kan man se at det muligens vil være noe varierende i forhold til RedOx forholdene i de øverste 2 lagene. Dette er notert i tabellen.

Resterende lag har høye sulfidkonsentrasjoner og lave nitratkonsentrasjoner som illustrerer at både organisk og uorganisk materiale burde bevares i bra til utmerket tilstand.

Tabell 7.1. Bevaringsvurdering av prøvene fra kulturlagene.

Prøvenavn	Kote (m.o.h.)	Organisk-innhold (%)	Vanninnhold (%)	Sulfid* (mg/kg)	pH	Ledningsevne μScm <sup>-1</sup>	Bevaring			
							Organisk materiale	Uorganisk materiale	RedOx	Arkeologisk tilstand
2-3	9.7456	8,2	25	29	7,1	8,2			Delvis	A2
2-8	9.5358	41,9	60	16	6,7	13			Delvis	A3
2-12	9.0520	49,5	63	90	7,3	17				A3
2-13	8.6757	73,9	74	360	7,0	22				A4
2-14	8.5421	50,4	65	370	7,1	21				A4
2-18	8.2814	13,1	40	350	7,8	11				A4
2-19	8.1365	78,7	80	130	7,3	12				A5
3-2	9.8307	3,4	15	11	7,7	5,8			Delvis	A2
3-9	9.0638	5,0	27	9,9	6,8	2,9			Delvis	A2
3-13	8.6755	17,0	46	46	6,6	4,5			Delvis	A3
3-14	8.0814	22,5	56	48	6,8	3,3			Delvis	A2

	Lavt organisk innhold 10-20%		Dårlig
	Middels organisk innhold 30-40%		Middels
	Høyt organisk innhold >50%		Bra til utmerket
	Lavt vanninnhold 10-20%		Oksiderende
	Middels vanninnhold 30-40%		Reduserende
	Høyt vanninnhold > 50%		

SOPS : NS 9451:2009

\*Sulfid er lagt til tabellen for å lettere bedømme RedOx tilstand i kulturlagene

## 7.2 Miljøprofil 3

Bevaringsvurdering for miljøprofil 3 viser at organisk materiale har bra til utmerket bevaring mens uorganisk materiale blir dårlig bevart. Dette skyldes lave konsentrasjoner av næringsstoffer (NO<sub>3</sub>-N, sulfat), forholdsvis lavt organisk innhold i prøvene samt lavere sulfidkonsentrasjoner i prøvene fra profilen.

## 8 Vurdering av forhold for kulturlagenes tilstand og bevaring (NIKU)

Det gjennomførte feltarbeidet har foretatt arkeologisk tilstandsvurdering av kulturlag og installering av overvåkingsutstyr i to miljøprofiler på eiendommen, samt foretatt geokjemiske undersøkelser av utvalgte jordprøver for analyse av bevaringsforhold i trå med Riksantikvarens bestilling i brev datert 27.08.2018 (RA ref. nr. 18/01557-7). Undersøkelsene er utført av NIKU og partner COWI/Cautus Geo og er foretatt i henhold til Norsk Standard NS 9451:2009, «Kulturminner. Krav til miljøovervåking og -undersøkelse av kulturlag».

### 8.1.1 Vurdering av bevaringsforhold

De geokjemiske analyseresultat for miljøprofil 2 viser at forhold for bevaring av organisk materiale er dårlige for kulturlag i den øvre meter målt fra dagens overflate og svært gode for kulturlag i dybde fra og med ca. 8,70 m.o.h. og ned til naturlig grunn. pH-verdiene er omtrent nøytral og konduktiviteten er lav. I kulturlag fra ca. 8,70 m.o.h. og dypere er sulfidkonsentrasjonene høye og nitratkonsentrasjonene lave. Denne kombinasjon av geokjemiske parameterverdier tilsier at bevaringsforholdene er meget gode. Det gjennomsnittlige vanninnholdet i miljøprofil 2 ligger på 58,14 %.

De geokjemiske analyseresultat for miljøprofil 3 viser svært gode forhold for bevaring av organisk materiale hos kulturlagene i hele miljøprofilen fra topp til bunn. pH-verdiene er nøytrale og konduktiviteten lav. Konsentrasjonene av sulfat og sulfid er lave, men andelen organisk innhold er i tillegg også lav. Det gjennomsnittlige vanninnhold ligger på 36%.

### 8.1.2 Vurdering av arkeologisk tilstand

Miljøprofil 2 lå i den midtre og nordredelen av eiendommen. Den arkeologiske tilstanden for kulturlag i den øvre meter vurderes som dårlig, men disse lag bestod i hovedsak av oppfyllings/utjevning materiale fra nyere tid (1600-2000) og inneholdt kun en liten andel organisk materiale. Fra og med lag 8 tilsvarende ca. 9,50 m.o.h. ble kulturlagene bedømt å være intakte *in situ* avsetninger fra middelalder. Disse besto av avsetninger knyttet til byggevirksomhet, husholdning og dyrehold samt brann og utjevning av terreng. Kulturlagene var tette, fuktige og med høyt organisk innhold. Mesteparten av kulturlagene med organisk innhold ble vurdert til å være i meget god tilstand.

Miljøprofil 3 lå i den søndre delen av eiendommen. Kulturlagenes tilstand ble på generelt grunnlag vurdert til middels eller under middels, men kulturlagene i miljøprofil 3 viste lite synlig organisk materiale, og det kan ha påvirket de lave skår som ble satt.

Miljøprofil 2 og 3 lå med en avstand av ca. 15 meter fra hverandre. Begge miljøprofiler viser spor etter bebyggelse fra middelalderen, men kulturlagssammensetningen var meget forskjellig mellom de to profiler.



## 9 Konklusjoner

To miljøprofiler i hver sin del av tiltaksområdet er blitt undersøkt. Basert på de resultater som har kommet frem, de geokjemiske så vel som de arkeologiske, er de intakte kulturlag fra middelalder som har blitt undersøkt i liten grad blitt utsatt for nedbrytning. Den arkeologiske og geokjemiske vurderingen av forhold for tilstand og bevaring fra miljøprofil 2 er omtrent samfelte i sine konklusjoner om at intakte kulturlag er godt bevarte og har i tillegg gode tåleevner. I miljøprofil 3 skiller seg vurderingen av forhold for bevaring basert på geokjemiske analyser vesentlig fra den arkeologiske tilstandsvurdering. Bevaringsforholdene for organisk materiale i miljøprofil 3 viser så gode og stabile forhold at den arkeologiske tilstandsvurderingen som gir dårlige skår i dette tilfelle bør her tillegges mindre betydning.

I miljøprofil 3 ligger intakte kulturlag høyt, allerede ca. 0,70 m under dagens overflate, mens de i miljøprofil 2 er beskyttet av ca. 0,80 m tykk oppfylt materiale fra moderne og nyere tid. Ved eventuelle fremtidige anleggsarbeider bør det settes inn tiltak for å minimere risikoen for å komme i berøring med intakte kulturlag eller å fjerne beskyttende materiale over disse.

## 10 Referanser

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

McLees, C og Petersén, A. Avklarende arkeologisk undersøkelse, analyse av bevaringsforhold og -tilstand og etablering av miljøovervåkingsprosjekt i Erling Skakkes gate 3-5, Trondheim. Prosjektbeskrivelse for NIKU prosjekt 1021403. Trondheim 08.10.2018.

Standard Norge 2009. Kulturminner. Krav til miljøovervåking og -undersøkelse av kulturlag. Norsk Standard NS9451:2009. ICS 13.020.99: 91.010.99

Voellmecke, M., Engebretsen, J. & Dinning, A.J. 2019. Installasjon- og bevaringsrapport: Erling Skakkes gate 3-5, Trondheim. (Upublisert rapport).

## 11 Dokumentasjon (NIKU)

Digitale kopier av rapporten, feltdokumentasjon og innmålingsdata er lagret på prosjektets mappe i NIKUs prosjektarkiv, MUSIT og fotodatabasen ved Vitenskapsmuseet i Trondheim.

Dokumentasjonsmaterialet omfatter:

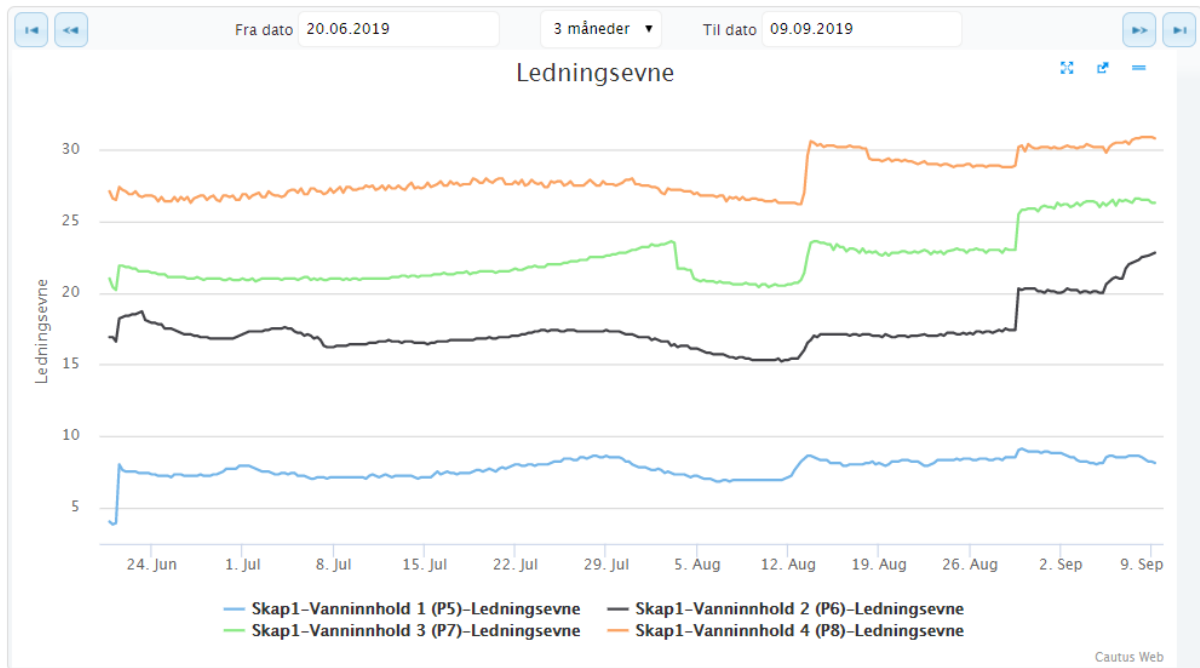
- Filer for digitalinnmålinger
- Skannede kopier av kontekstskjemaer for tilstandsvurdering i felt
- 75 digitalfotobilder – «filtnr.» **Da62837** (se fotoliste: Vedlegg 2)
- C14 analyseresultater

## 12 Vedlegg

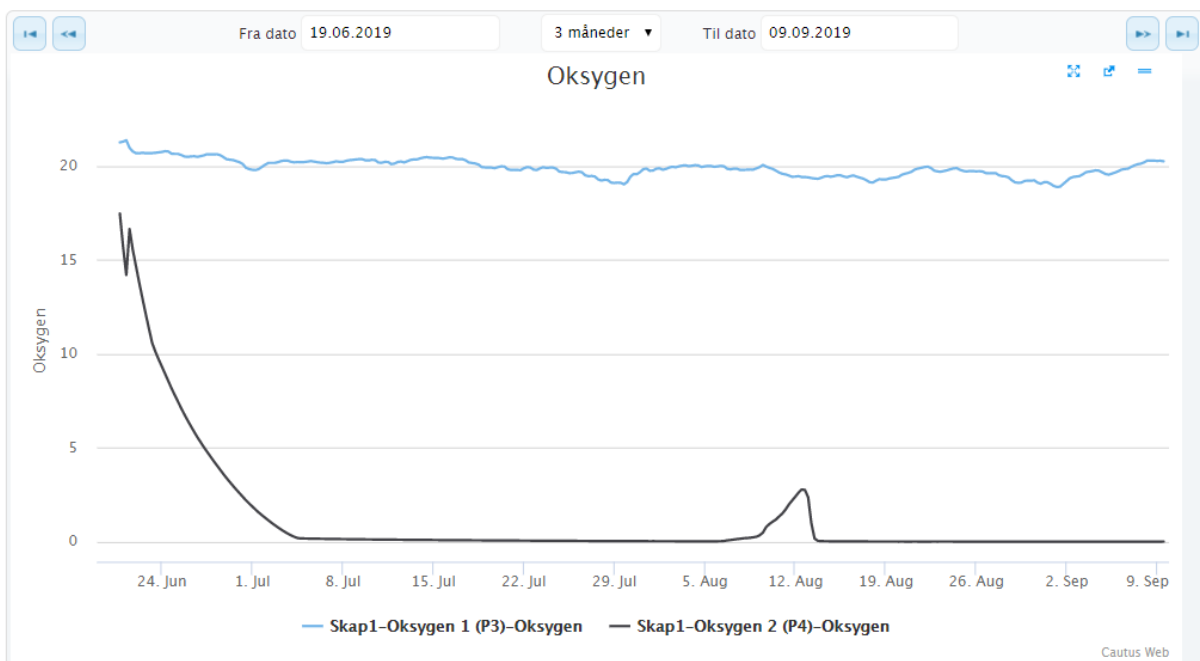
### 12.1 Vedlegg 1: Innledende sensordata

#### Skap 1 – Miljøprofil 3

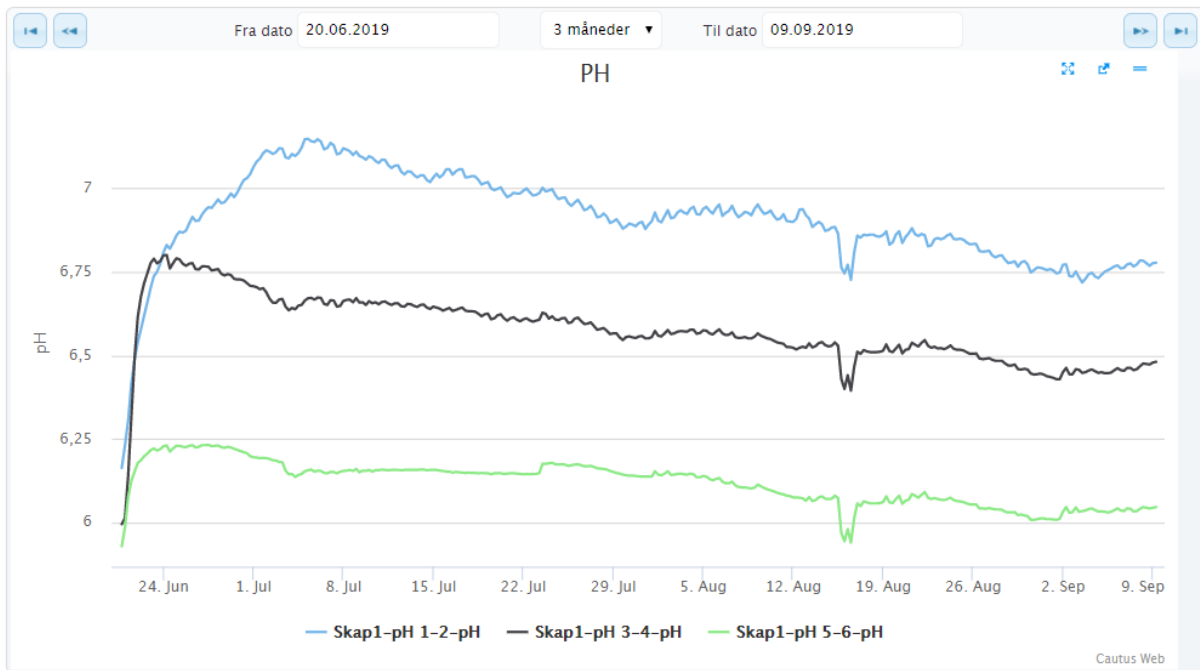
#### Ledningsevne



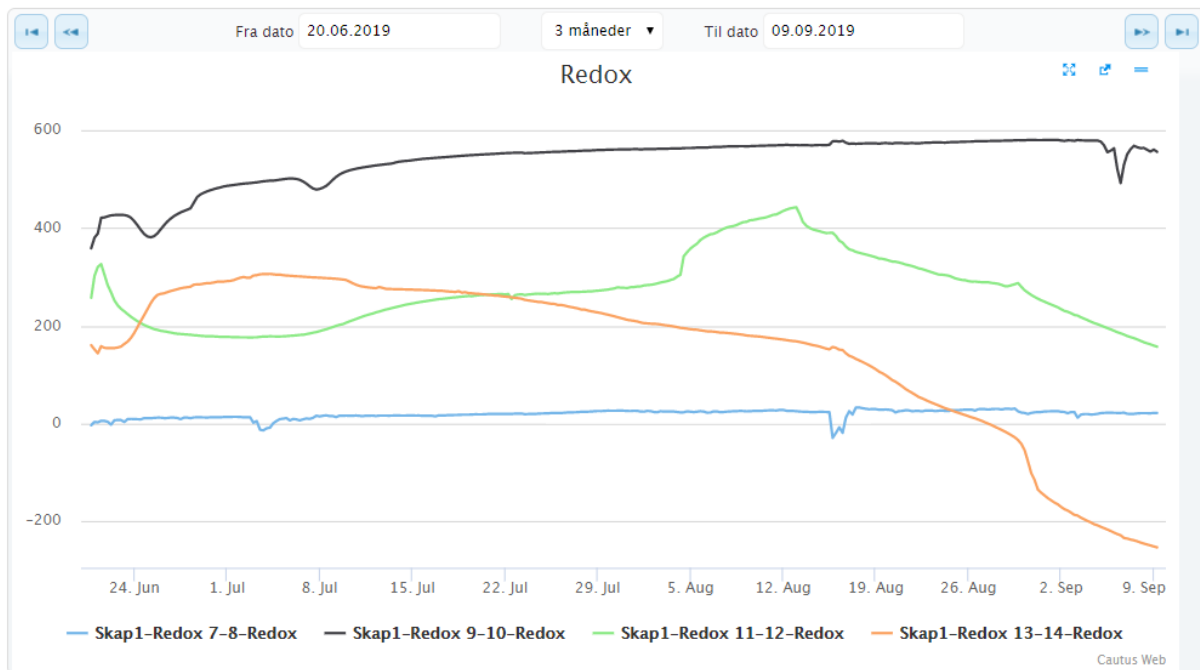
#### Oksygen



## pH

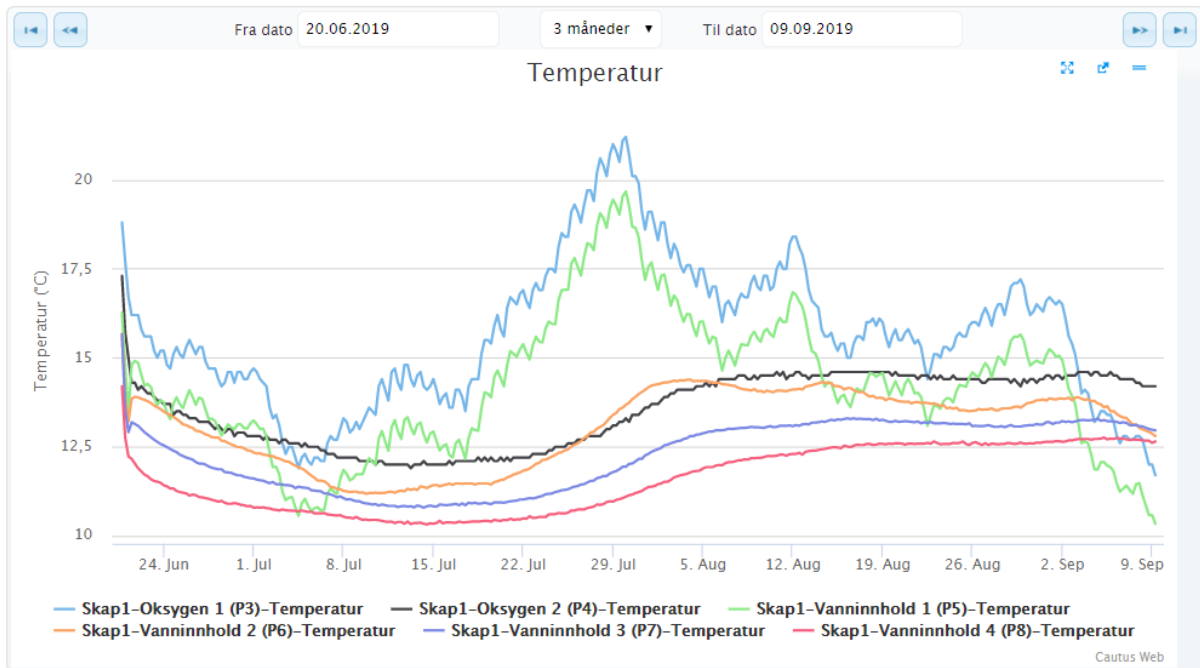


## Redox

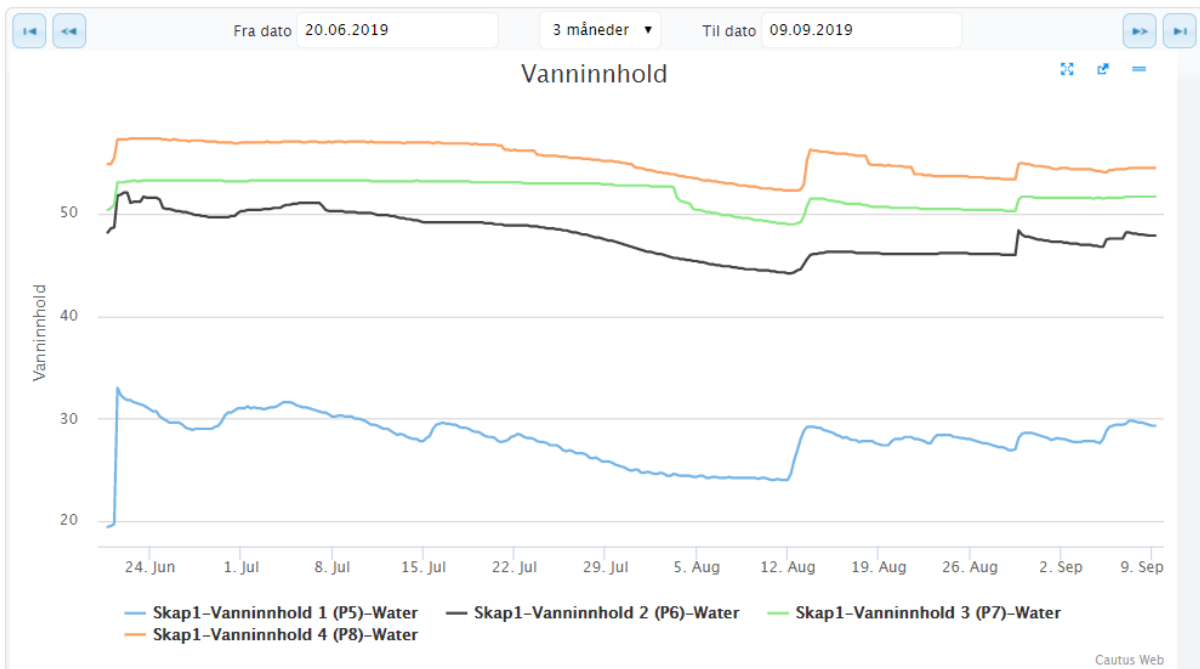




## Temperatur

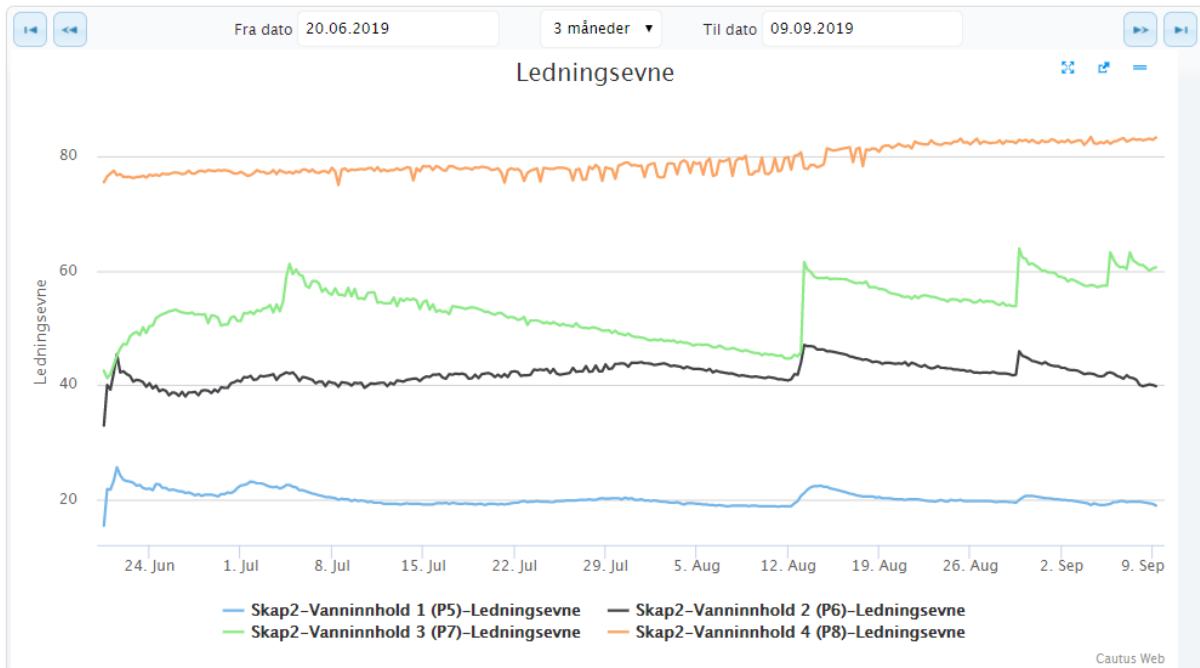


## Vanninnhold

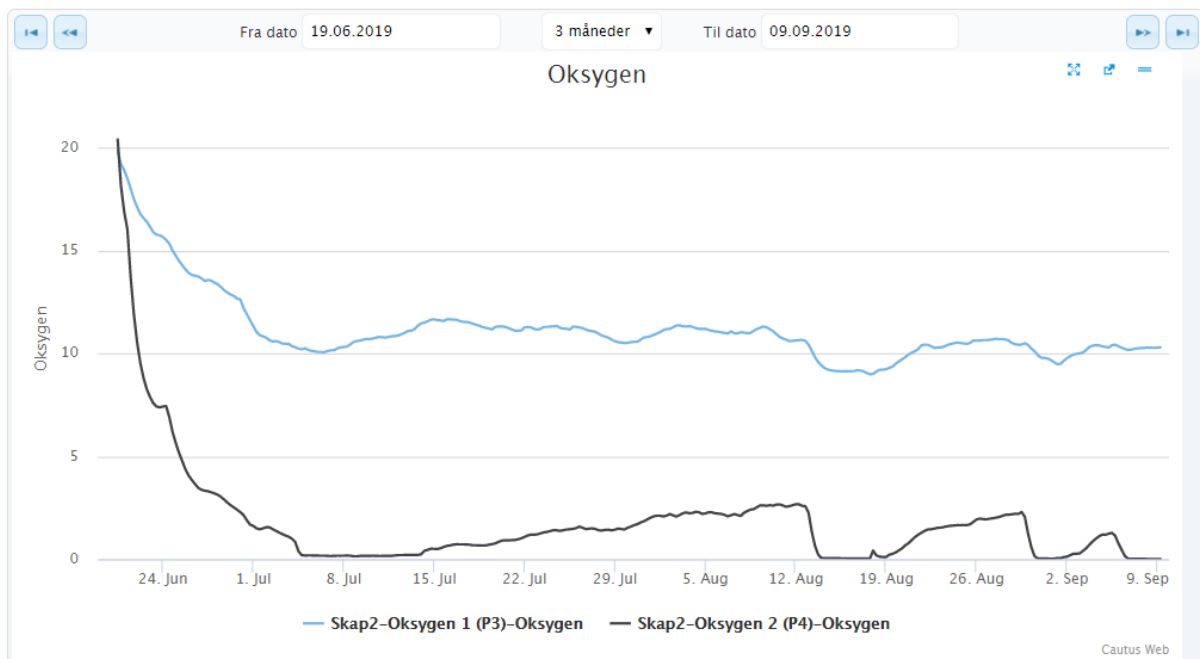


## Skap 2 – Miljøprofil 2

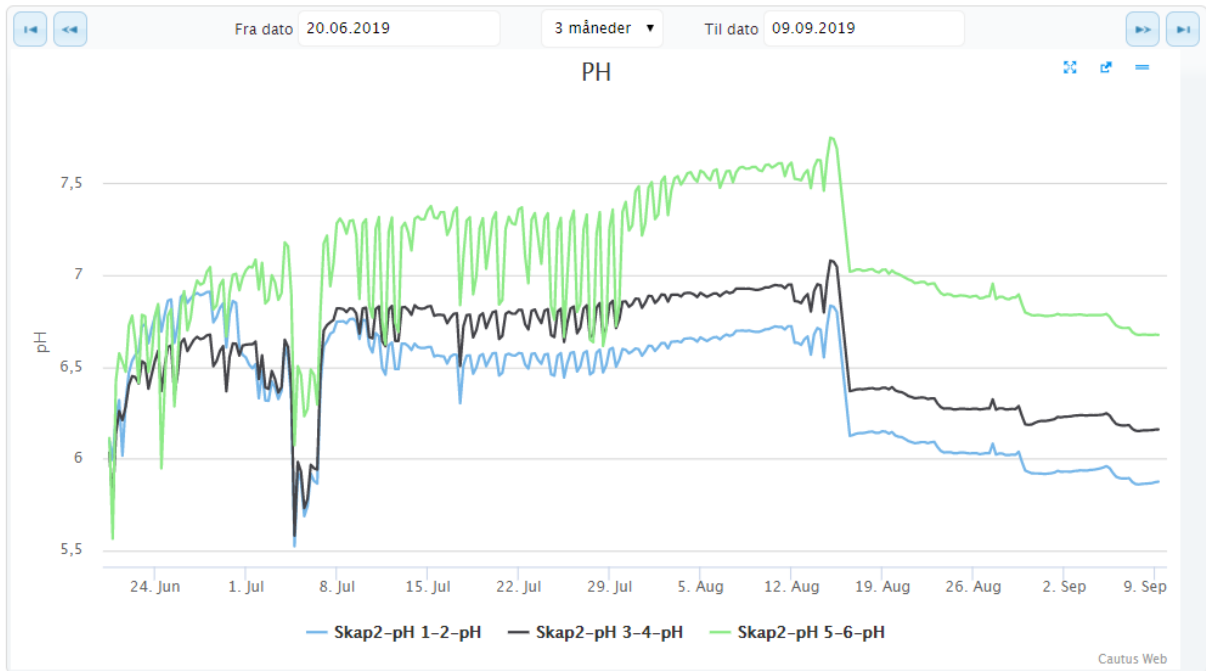
### Ledningsevne



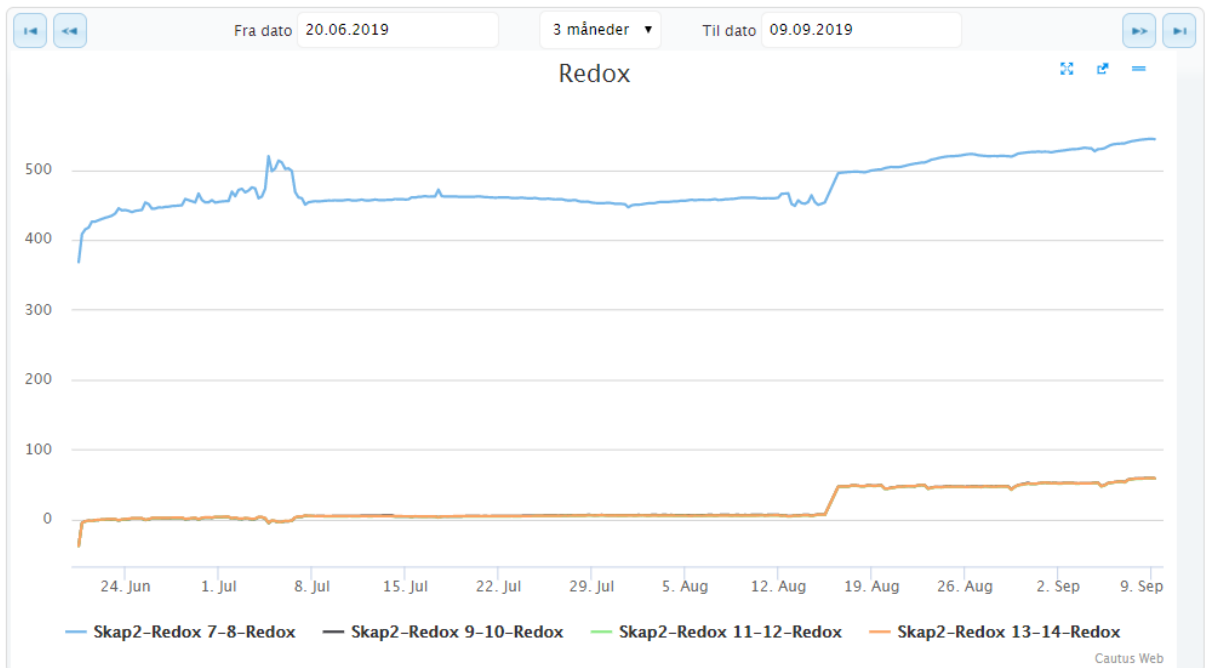
### Oksygen



## pH

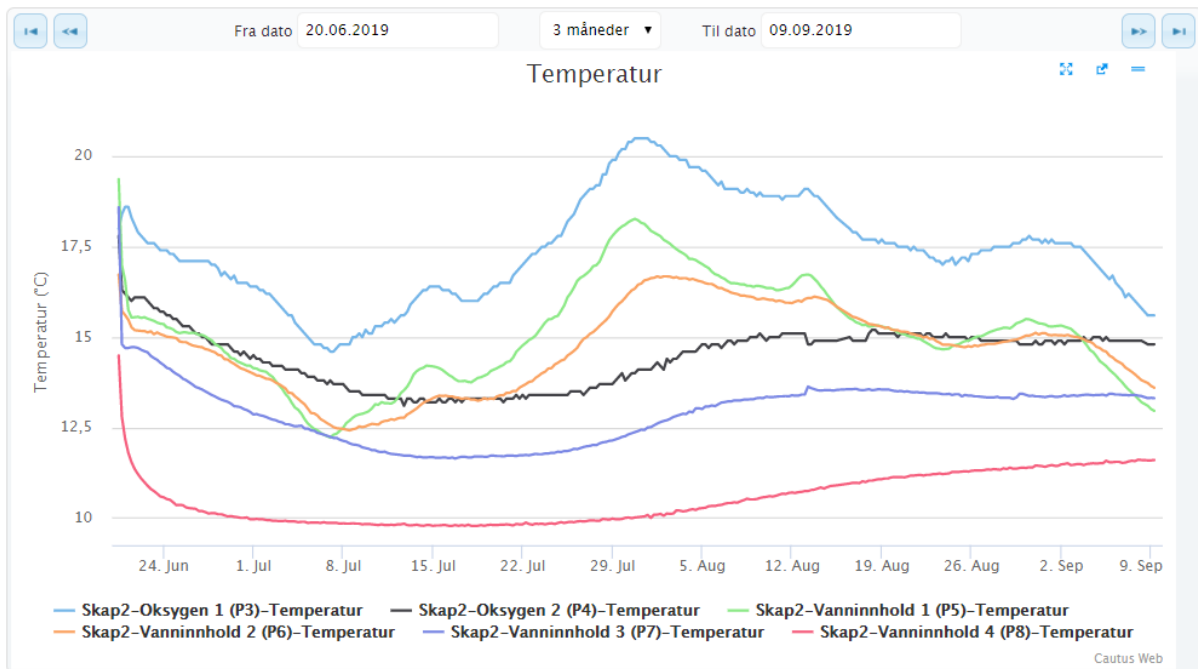


## Redox

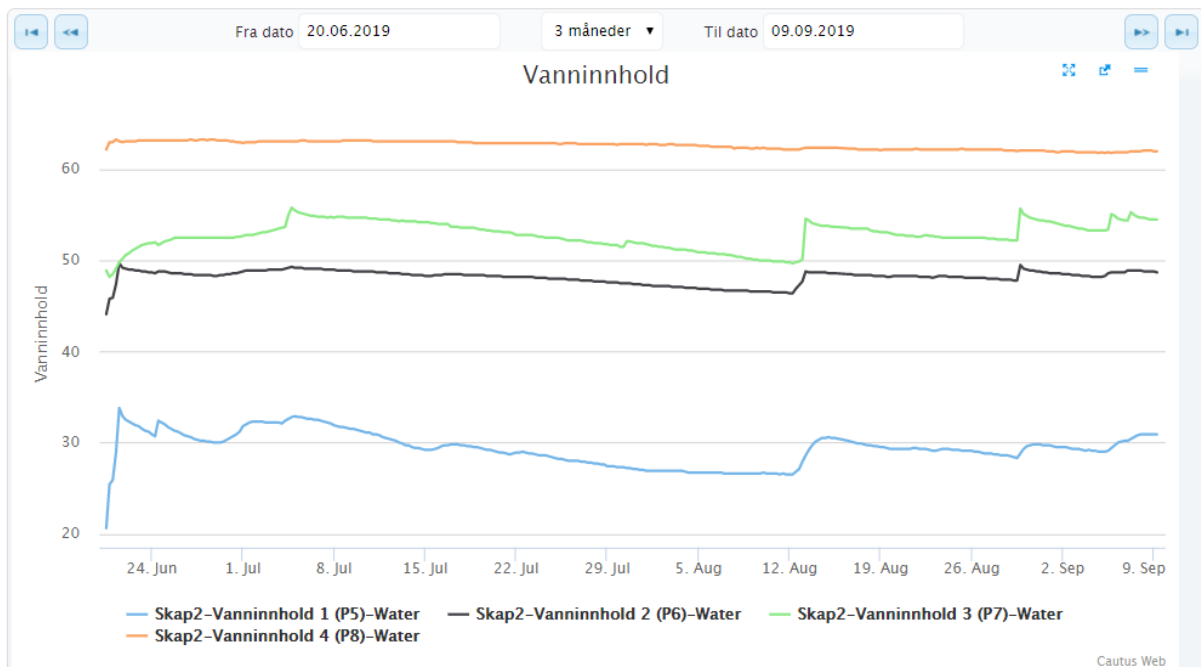




## Temperatur



## Vanninnhold



## 12.2 Vedlegg 2: Fotoliste

Filnavn	Motiv	Strukturnr/Objektnr	Sett mot	Fotograf	Opptaksdato
Da62837_001.tif	Topp kjeller tidl.Kannikestrete 6		V	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_002.tif	C.McLees og V. Martens	Dokumentering av Miljøprofil 2	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_003.tif	C.McLees og V. Martens	Dokumentering av Miljøprofil 2	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_004.tif	C.McLees og V. Martens	Dokumentering av Miljøprofil 2	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_005.tif	C.McLees og V. Martens	Dokumentering av Miljøprofil 2	V	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_006.tif	Topp kulturlag	Sjakt 1	V	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_007.tif	Topp kulturlag	Sjakt 1	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_008.tif	Topp kulturlag	Sjakt 1	S	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_009.tif	Oversikt - topp kulturlag	Sjakt 1	SØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_010.tif	Oversikt	Sjakt 1	SØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_011.tif	Oversikt	Sjakt 1	SØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_012.tif	Oversikt - kjeller under tømming	Sjakt 2	SØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_013.tif	Kjellermur før delvis riving	Sjakt 2	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_014.tif	Kjellermur før delvis riving	Sjakt 2	ØNØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_015.tif	Oversikt	Sjakt 3/Miljøprofil 3	NØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_016.tif	Oversikt	Sjakt 3/Miljøprofil 3	NV	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_017.tif	Oversikt	Sjakt 3/Miljøprofil 3	NV	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_018.tif	Oversikt	Sjakt 3 - betongkonstruksjon i kjeller	ØSØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_019.tif	Oversikt	Sjakt 3/Miljøprofil 3	VNV	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_020.tif	Oversikt	Sjakt 3	ØSØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_021.tif	Oversikt	Sjakt 3	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_022.tif	Oversikt	Plassering sjakt 2 og 3 i parkeringsplassen	NØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_023.tif	J. Cadamarteri	Sjakt 2 - fremrensing miljøprofil 2	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_024.tif	J. Cadamarteri	Sjakt 2 - fremrensing miljøprofil 2	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_025.tif	J. Cadamarteri	Sjakt 2 - fremrensing miljøprofil 2	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_026.tif	J. Cadamarteri	Sjakt 2 - fremrensing miljøprofil 2	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_027.tif	J. Cadamarteri	Sjakt 2 - fremrensing miljøprofil 2	NØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_028.tif	J. Cadamarteri	Sjakt 2 - fremrensing miljøprofil 2	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_029.tif	J. Cadamarteri	Sjakt 2 - fremrensing miljøprofil 2	NØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_030.tif	Sjakt 2	Miljøprofil 2 - renset	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_031.tif	Sjakt 2	Miljøprofil 2 - renset	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_032.tif	Sjakt 2	Miljøprofil 2 - renset	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_033.tif	Sjakt 2	Miljøprofil 2 - renset	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_034.tif	Sjakt 2	Miljøprofil 2 - renset - detalj bunn	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_035.tif	Sjakt 2	Miljøprofil 2 - renset - detalj bunn	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_036.tif	Sjakt 3	Miljøprofil 3 - renset	N	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_037.tif	Sjakt 3	Miljøprofil 3 - renset	N	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_038.tif	Montering dataloggerskap	Cautus personale	SV	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_039.tif	Montering dataloggerskap	Cautus personale	NV	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_040.tif	Kumhull	Sjakt 2	ØNØ	Chris McLees	21.06.2019

Filnavn	Motiv	Strukturnr/Objektnr	Sett mot	Fotograf	Opptaksdato
Da62837_041.tif	Kumhull	Sjakt 2	NØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_042.tif	Oversikt	Sjakt 2/miljøprofil2/kumhull	ØSØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_043.tif	Oversikt	Sjakt 2/miljøprofil2/kumhull	ØSØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_044.tif	Kumhull	Sjakt 2	ØNØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_045.tif	Kumhull	Sjakt 2	NNV	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_046.tif	Kumhull og kabelgrøft	Sjakt 2	SV	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_047.tif	Kumhull	Sjakt 3	ØNV	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_048.tif	Kumhull	Sjakt 3/Miljøprofil 3	NV	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_049.tif	Installering måleutstyr	Miljøprofil 2	SØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_050.tif	Installering måleutstyr	Miljøprofil 2	ØSØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_051.tif	Installering måleutstyr	Miljøprofil 2	ØSØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_052.tif	Installering måleutstyr	Miljøprofil 2	ØSØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_053.tif	Måleutstyr på plass	Miljøprofil 2	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_054.tif	Måleutstyr på plass	Miljøprofil 2	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_055.tif	Måleutstyr på plass	Miljøprofil 2	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_056.tif	Måleutstyr på plass	Miljøprofil 2	Ø	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_057.tif	Kum på plass	Sjakt 3/Miljøprofil 3	NV	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_058.tif	Påføring leire	Miljøprofil 2	SØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_059.tif	Påføring leire	Miljøprofil 2	S	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_060.tif	Påføring leire	Miljøprofil 2	S	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_061.tif	Påføring leire	Miljøprofil 2	SØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_062.tif	Påføring leire	Miljøprofil 2	SØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_063.tif	Måleutstyr på plass	Miljøprofil 3	N	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_064.tif	Måleutstyr på plass	Miljøprofil 3	N	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_065.tif	Måleutstyr på plass	Miljøprofil 3	NV	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_066.tif	Måleutstyr på plass	Miljøprofil 3	NV	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_067.tif	Måleutstyr på plass	Miljøprofil 3	NV	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_068.tif	Måleutstyr på plass	Miljøprofil 3	N	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_069.tif	Måleutstyr på plass	Miljøprofil 3	N	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_070.tif	Dataloggere på plass		V	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_071.tif	Påføring leire	Miljøprofil 3	NØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_072.tif	Påføring leire	Miljøprofil 3	NV	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_073.tif	Påføring leire	Miljøprofil 3 - parkeringsplass og sjakt 2 i bakgrunn	NØ	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_074.tif	Påføring leire	Miljøprofil 3 - B.N. gravesmaskin	N	Chris McLees	21.06.2019
Da62837_075.tif	Påføring leire	Miljøprofil 3	VNV	Chris McLees	21.06.2019



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 98  
ISSN 1503-4895  
ISBN 978-82-8101-243-1

**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