

MUNKHAUGVEITA 5 – 7, TRONDHEIM, TRØNDELAG, TA 2015/17

ARKEOLOGISK UNDERSØKELSE MED KARTLEGGING AV FORHOLD
FOR TILSTAND OG BEVARING AV KULTURLAG SAMT ETABLERING AV
MILJØOVERVÅKINGSPROGRAM

Petersén, Anna og Bergersen, Ove





Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU)

Storgata 2, Postboks 736 Sentrum, 0105 Oslo

Telefon: 23 35 50 00

www.niku.no

Tittel MUNKHAUGVEITA 5 – 7, TRONDHEIM, TRØNDELAGE, TA 2015/17 ARKEOLOGISK UNDERSØKELSE MED KARTLEGGING AV FORHOLD FOR TILSTAND OG BEVARING AV KULTURLAG SAMT ETABLERING AV MILJØOVERVÅKINGSPROGRAM	Rapporttype/nummer NIKU Rapport 161	Publiseringsdato 03.01.2023
	Prosjektnummer 1020444	Sider 37
	Avdeling Arkeologi	Tilgjengelighet Åpen
Forfatter(e) Petersén, Anna og Bergersen, Ove	ISSN 1503-4895 ISBN 978-82-0801-308-7	Periode gjennomført Aug. – Sept. 2015
	Forsidebilde Fotomontasje NIKU/NIBIO	

Prosjektleder Anna Petersén
Prosjektmedarbeider(e) Chris McLees, Julian Cadamarteri
Kvalitetssikrer Lise Marie Bye Johansen

Finansiert av Realinvest AS

<p>Sammendrag</p> <p>På oppdrag fra Riksantikvaren har NIKU i samarbeid med NIBIO gjennomført en arkeologisk og jordfaglig undersøkelse av tilstand og forhold for bevaring med etablering av miljøovervåkingsprogram på eiendommen Munkhaugveita 5 – 7, Trondheim, Sør-Trøndelag. Eiendommen ligger innenfor det automatisk fredete kulturminne «Middelalderbyen Trondheim», (Askeladden Id. 90288). På 1930-tallet ble det etablert en bensinstasjon på eiendommen med bygningsmasse og med store nedgravninger for drivstofftanker. Bensinstasjonen ble revet tidlig på 2000-tallet, men på 1990-tallet var noen av drivstofftankene allerede blitt fjernet. I 1992 og i 2002 ble det gjort punktvisse arkeologiske undersøkelser med dokumentasjon av kulturlager fra profil i forbindelse med fjerning av nedgravde tanker for drivstoff. I 2008 ble det gjort en arkeologisk forundersøkelse med kartlegging av kulturlagsforhold med hjelp av grunnboring (2008/25). Arkeologiske registreringer i 2015 ble gjort i to av de nedgravninger som vært gjenstand for arkeologisk arbeid i 2002 (TA 2002/06). Kulturlag ble dokumentert fra profiler, og kulturlag med datering til middelalder ble registrert fra ca. 9 m.o.h. Sensorer for utstyr for måling av redoks, temperatur og fukt er installert i to kulturlagsprofiler i den vestre og østre del av eiendommen og tilkoplede datalogger i skap. Forhold for bevaring er med utgangspunkt i jordprøver vurdert til gode, og det er ikke registrert noen forringelse av verdiene for bevaringsforhold mellom 2015 og 2008.</p> <p>Abstract</p>

Emneord Arkeologi. Middelalder. Miljøovervåking.
Keywords Arkeologi. Miljøovervåking. Forhold for tilstand og bevaring. Umettet sone. In situ bevaring., Trondheim.

Avdelingsleder
Lise Marie Bye Johansen

Forord

Denne rapport er en installasjonsrapport for overvåkingsprogrammet som ble igangsatt 2015 i forut for etablering av nybygg i Munkhaugveita 5 og 7 i Trondheim, Sør-Trøndelag der intakte kulturlag skal bevares *in situ*. Rapporten gjør rede for arbeid som er blitt gjennomført i felt sammen med analyseresultater fra de jordprøver som ble tatt med hensyn til bevaringsforhold. Rapporten er samskrevet av NIKU og NIBIO, og den ble påbegynt i 2015 men ferdigstilt først i 2023. NIKU har ledet prosjektet fra planlegging og feltarbeid. NIBIO har hatt ansvar for å kartlegge bevaringsforhold fra ulike kulturlag og installere overvåkingsutstyr for miljøovervåkingsprogrammet. Rapporten gir en oversikt over arkeologiske og naturvitenskapelige begreper og definisjoner som benyttes i kulturminneovervåking.

Fra NIKU Trondheim har følgende personer hatt oppgaver i prosjektet:

Anna Petersén (prosjektledelse, feltarbeid og rapportering), Chris McLees (feltarbeid) og Julian Cadamarteri (feltarbeid og GIS).

Fra NIBIO har følgende personer deltatt i prosjektet:

Ove Bergensen (prosjektledelse, feltarbeid, analysearbeid og rapportering), Thor Endre Nytrø, Srikanthapalan Muthulingam (feltarbeid og innstallering av MOV utstyr).

Anna Petersén

NIKU

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	7
1.1	Arkeologiske og kulturhistoriske forhold	7
1.2	Problemstilling og mål for undersøkelsen.....	8
1.3	Materiale og metoder	9
1.3.1	Arkeologi- og naturvitenskapelige definisjoner	9
1.3.2	Skala for forhold for tilstand (arkeologfaglig) og bevaring (jordfaglig).....	10
2	Arkeologisk feltarbeid	11
2.1	Arkeologisk dokumentasjon, observasjoner og tolkning	13
2.1.1	Hull 1.....	13
2.1.2	Hull 4.....	17
2.2	Gjenstandsfunn og naturvitenskapelig prøvemateriale.....	21
2.2.1	Radiologiske dateringer.....	22
2.2.2	Sammenfatting av arkeologiske observasjoner og tilstandsvurdering i Hull 1 og Hull 4 22	
2.3	Kommentar til kulturlagsvolum i hull 1 og hull 4 basert på opplysninger fra TA 2002/06, TA 2008/25 og TA 2015/17.....	23
2.4	Feltarbeid i forbindelse med jordfaglig arbeid og installasjon av måleutstyr for miljøovervåkingsprogram.....	24
2.4.1	Avbøtende tiltak, tildekking	27
2.5	Arkeologfaglig vurdering av forhold for tilstand for kulturlag i profil (NIKU)	28
2.6	Jordfaglige forhold og vurdering (NIBIO)	28
2.6.1	Kjemiske analyseparameter	28
	S1 Grunnleggende parametere	29
	S2 Miljøparametere.....	29
2.6.2	Vurdering av bevaringsforhold ut fra fysiske og kjemiske analyser	30
2.6.3	Vurdering av prøvene fra profil 1 hull 4	30
2.6.4	Vurdering av prøvene fra profil 1 hull 1	31
2.7	Miljøovervåkingsprogram	33
3	Sammenfatting	34
3.1.1	Arkeologfaglig vurdering av tilstand.....	35
3.1.2	Jordfaglig vurdering av bevaringsforhold.....	35
3.1.3	Forskjeller mellom verdier for forhold for tilstand og bevaring.....	35
4	Konklusjon	36
5	Referanser	36
6	Vedlegg.....	37

1 Innledning

Det vises til Riksantikvarens oppdragsbestilling i brev til NIKU datert 22.01.2015, samt til Riksantikvarens vedtak datert 14.04.2015 (ref. 07/02899-23). Tiltaket ligger innenfor det automatisk fredete kulturminnet «Middelalderbyen Trondheim» (Askeladden-ID 90288), og gjaldt etablering av miljøovervåkingsprogram for 5 år med tilhørende arkeologisk undersøkelse for kartlegging av forhold for tilstand og bevaring av kulturlag i forbindelse med utbygging og nybygg av Munkhaugveita 5 og 7 i Trondheim. Reguleringsplan for Munkhaugveita 5 og 7 med formål om nybygg ble vedtatt i Trondheim Bystyre 29.9. 2011. Tiltakshaver var Realinvest AS. Optiman AS representerte tiltakshaver med ansvar for prosjektering og oppfølging.

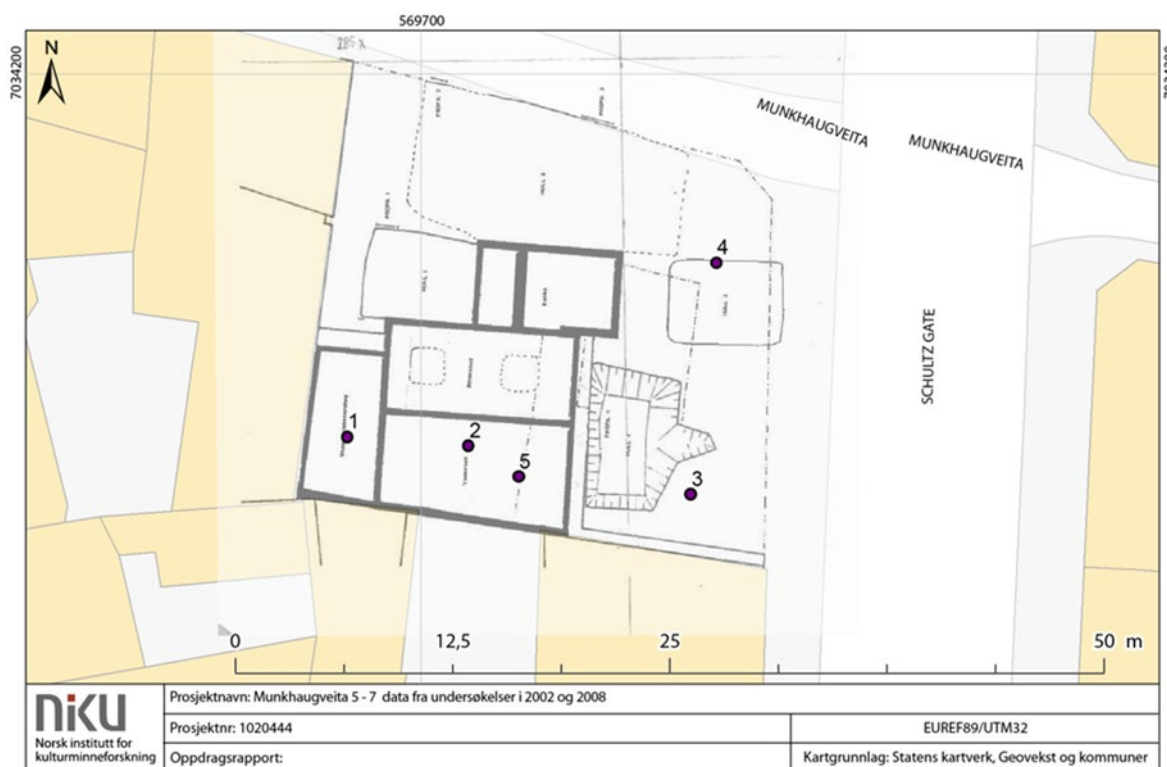
1.1 Arkeologiske og kulturhistoriske forhold

Munkhaugveita 5 og 7 ligger i vestre del av middelalderbyen Trondheim, nært skillet mellom byens bebygde deler og dens innmark. Det eksisterer få opplysninger om bruk og benyttelse av dette område i middelalderen. På grunnlag av skriftlige kilder og eldre kartmateriale har man antatt at området har ligget på sørsiden av den så kalte Smidesgeilan (Berg 1951), et veifar som løp ut fra bykjernen og videre mot nordvest. Navnet «Smidesgeilan» antyder at det har vært metallhåndverk i området, men det er uvisst hvor lang tid tilbake i tid slik virksomhet kan trekkes. En arkeologisk utgraving fra 1985, (TA 1985/12A) i hjørnet av Schultz gate 8 og Munkhaugveita, viste flere faser med bolighus fra perioden ca. 1100 – ca. 1300, men også mye slagg og andre spor fra metallhåndverk (Bergqvist 1986). I 2012 ble det gjort boreundersøkelser i de indre deler av Schultz gate 8, (TA 2012/25) og det ble også her funnet spor etter metallhåndverk i kulturlag som er karbondatert til 1100-talet.

På tiltaksområdet Munkhaugveita 5 og 7 ble det på ved slutten av 1930-tallet etablert en bensinstasjon og tanker for drivstoff og olje ble lagt under bakken. Anleggsarbeidet ble den gang ikke fulgt opp systematisk av antikvarisk myndighet, men det ble registrert kulturlag i 3 m dybde uten at man nådde naturlig undergrunn (TA 132). I forbindelse med rivning av bensinstasjonen i 2002, ble noe av arbeidet i forbindelse med fjerning av tankere fulgt opp gjennom arkeologisk overvåking, og de store nedgravningene på tomten ble registret og dokumentert (TA 2002/06). Denne gang ble fem av de til sammen nedgravningene gravd opp, og det ble tegnet profiler fra fire av disse. Det synes å være tykke kulturlag fra perioden etter 1537 i mesteparten av området. Intakte kulturlag fra middelalder ble registrert i fire av fem hull, og tykkelsen på disse er antatt å være ca. 0,5 – 1 m. Bevaringstilstanden ble vurdert til å være god til utmerket. I de nordvestre deler ble naturlig undergrunn registrert x – x m under terreng. Overflaten til naturlig undergrunn synes å helle ganske kraftig mot øst, og i vestre del ble den registrert x m under terreng. Naturlig grunn synes å helle ganske kraftig mot øst, og i vestre del av hull 4 ble undergrunn målt til ca. x m under overflaten.

I 2008 ble det foretatt en forundersøkelse (TA 2008/25) i forbindelse med planlagt utbygging av tomten, og kartlegging av kulturlagstykkelse samt forhold for tilstand og bevaring ble gjort med hjelp av grunnboringer (Petersén og Bergersen 2009). Det ble boret til sammen 11 steder i de områder på tomten der man kunne anta at det fantes intakte kulturlag bevart (**Figur 1**). Seks av de elleve boringene viste kulturlag. Borepunkt 1 i sørvestre del av tomten og naturlig grunn bestående av sand ble registrert på 8,7 m.o.h eller 3,8 m under terreng. Over sanden lå et kompakt lag med ren leire. Det ble registrert ca. 1,4 m intakte kulturlag fra 10 m.o.h. Borepunkt nr. 3 i det sørøstre hjørne viste 3,3m med intakte kulturlag under ca 2,2 m med forstyrret masse. Naturlig undergrunn bestod av sand, og

overflaten på ca. 7 m.o.h. Borehull 3 viste likt borehull 1, et tykt lag med ren leire fra ca. 7,7 m.o.h. Forskjellen mellom forhold i borepunkt 1 og 3 var at i sørøst (borepunkt 3) lå det intakte kulturlag mellom leiren og naturlig undergrunn. Undergrunn ble målt til et betydelig dypere nivå både i borepunkt 3 og 4 i det nordøstre hjørne av tomten enn ellers i området. Forholdet kan skyldes at det finnes en større nedgravning i den østre del av tomten som berørt naturlig undergrunn, men det kan ikke utelukkes at nivåforskjellene skyldes naturtopografiske forhold.



Figur 1. Undersøkelsesområdet med fotavtrykket til den tidligere bensinstasjonen (tykk grå strekk), grøfter fra TA2002/06 tegnet og borepunkter 1 - 5 fra TA2008/25 markert med punkt (Petersén og Bergersen 2008).

1.2 Problemstilling og mål for undersøkelsen

Tidligere undersøkelser i 2002 og 2008 (TA 2002/06, TA 2008/25) har vist at det finnes områder med gjenværende intakte kulturlag innenfor tiltaksområdet, til tross for omfattende inngrep uten antikvarisk oppfølging. Det kan ha eksistert kulturlag i opptil 3,5 m tykkelse i området. Opprinnelig undergrunn ligger i den vestre del ca. 3,5 m under terreng, men betydelig dypere ut mot Schultz gate i øst. Det kan ligge intakte kulturlag 1,7 - 2 m under overflaten over en stor del av tomten. Høyere enn dette virker det som kulturlagene i hovedsak ha blitt fjernet i forbindelse med etablering av bensinstasjonen. Bevaringsforhold målt i 2008 skifter fra dårlig til utmerket, men verdier over middels dominerer.

Problemstillinger:

- Hvor stort volum intakte kulturlag fra middelalder er blitt fjernet i forbindelse med tidligere inngrep?
- Hvor stort volum gjenværende intakte kulturlag fra middelalder kan finnes i tiltaksområdet.

- Er tilstand for kulturlag omtrent lik vurderingen fra 2008?

Mål for undersøkelsen:

- Kartlegge forhold for tilstand i det arkeologiske materialet fra kulturlagsprofiler.
- Kartlegge forhold for bevaring i det arkeologiske materialet fra kulturlagsprofiler med hjelp av jordkjemiske analyser.
- Installere og legge til rette for et 5-årig miljøovervåkingsprogrammet som har til hensikt å gi informasjon om bevaringsforhold i området i en periode før bygging som vil kunne sammenlignes med forholdene under og etter at nybygg er oppført.

1.3 Materiale og metoder

Prosjektet er lagt opp som et overvåkingsprosjekt og følger rettingslinjer i Norsk Standard - Kulturminner. Krav til miljøovervåking og –undersøkelse av kulturlag (NS 9451:2009). Feltarbeid ble utført i tråd med godkjent prosjektplan uten avvik. All innmåling ble gjort digitalt av NIKU med bruk av C-POS etter målesystem EUREF89 Sone UTM 32N. Det ble gjort fotodokumentasjon med innmåling av alle eksponerte profilvegger og foto har dannet underlag for profiltegningene. Foto er registret i NIKU fotodatabase med nr. nik_ark_339304 -339322.

1.3.1 Arkeologi- og naturvitenskapelige definisjoner

I rapporten blir det brukt uttrykk som trenger en forklaring fordi de brukes forskjellig i ulike fagområder eller de er lite kjent.

Arkeologifaglige definisjoner:

Kulturlag: Lag med materiale knyttet til menneskelig aktivitet. Kulturlag kan variere meget i form, utseende, sammensetting og innhold beroende på lokalitet, tidsalder, type aktivitet og jordsmonn.

Naturlige avsetninger: Det nivå og den masse som er upåvirket av menneskelig aktivitet, og som den menneskelige aktiviteten er etablert over.

Bevaringstilstand: Kulturlagenes nåværende tilstand avhengig av pågående og historisk nedbrytning.

Bevaringsforhold: Fysiske, kjemiske og mikrobiologiske forhold som er avgjørende for nedbrytningshastighet i kulturlag.

Jordfaglige definisjoner:

Redoksreaksjoner: Redoksreaksjoner består av to delreaksjoner, oksidasjon og reduksjon. Disse reaksjoner foregår vanligvis relativt langsomt, men i naturlige systemer fungerer mikroorganismer som katalysatorer slik at reaksjonene foregår mye raskere.

Aerobe forhold: Forhold der luft (oksygen) er til stede. Ved aerobe forhold blir organisk materiale og reduserte uorganiske forbindelser oksidert av mikroorganismer som omsetter oksygen (sammenlignbar med menneskelig respirasjon). Ved aerobe forhold kan man forvente en høyere mikrobiell aktivitet enn ved anaerobe forhold.

Anaerobe forhold: forhold der luft (oksygen) er fraværende. Ved anaerobe forhold blir organisk materiale oksidert av mikroorganismer som omsetter nitrat, oksidert jern og mangan, sulfat eller

oksidert organisk materiale i stedet for oksygen. I naturlige miljøer er anaerobe forhold ensbetydende med reduserende (reduktive) forhold, men i hvilken grad forholdene er reduserende, varierer.

Reduserende (reduktive) forhold: Avhengig av forbindelsen som blir redusert, snakker man om nitratreduserende, jern- og manganreduserende, sulfatreduserende og metanogene forhold. Jo mer redusert redoksforholdene er, jo lavere er den mikrobielle aktiviteten.

1.3.2 Skala for forhold for tilstand (arkeologfaglig) og bevaring (jordfaglig)

Ved vurdering av tilstand og forhold for bevaring benyttes skalaen i Norsk Standard NS 9451:2009. Skalaen for tilstand (tabell 1) opererer med seks klasser fra 0 (Ingen) til 5 (Utmerket) der bevaringsgraden er bedre jo høyere tall som angis. 0-verdi brukes utelukkende om vurdering ikke lar seg gjøre. Skalaen for bevaringsforhold ved jordfaglige undersøkelser (tabell 2) opererer med fem klasser fra 1 (Elendig) til 5 (Utmerket).

I skalaen finnes i tillegg en bokstavkode som angir plasseringen av strata i forhold til grunnvann. I denne undersøkelse er kategori "A – over/i grunnvann" blitt brukt.

Tabell 1 – Bevaringsskala som angir tilstanden i kulturlaget

Posisjon i relasjon til grunnvann	Bevaringsgrad					
	0 (Ingen)	1 (Elendig)	2 (Dårlig)	3 (Middels)	4 (God)	5 (Utmerket)
Over grunnvann (umettet sone) = A	A0	A1	A2	A3	A4	A5
Overgangssone (fluktuerende vann) = B	B0	B1	B2	B3	B4	B5
I grunnvannet (mettet sone) = C	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Fyllmasser o.l. senere enn cirka år 1900	D0	D1	D2	D3	D4	D5

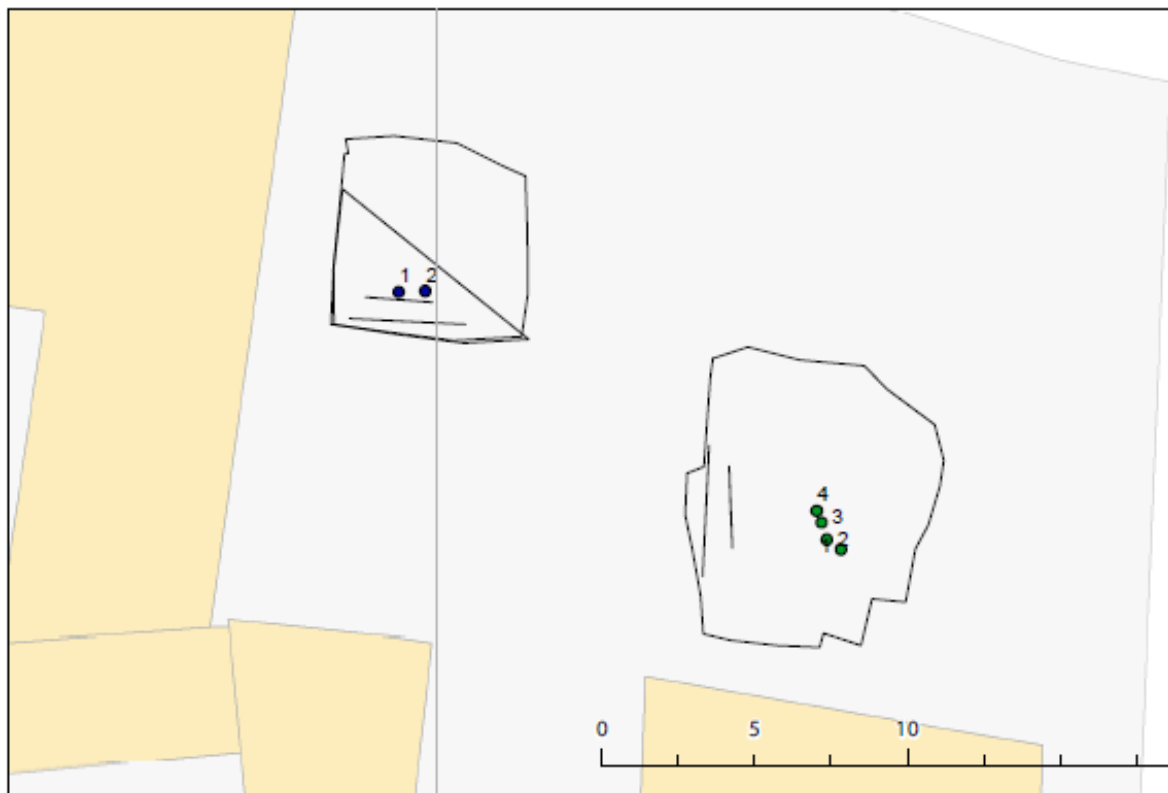
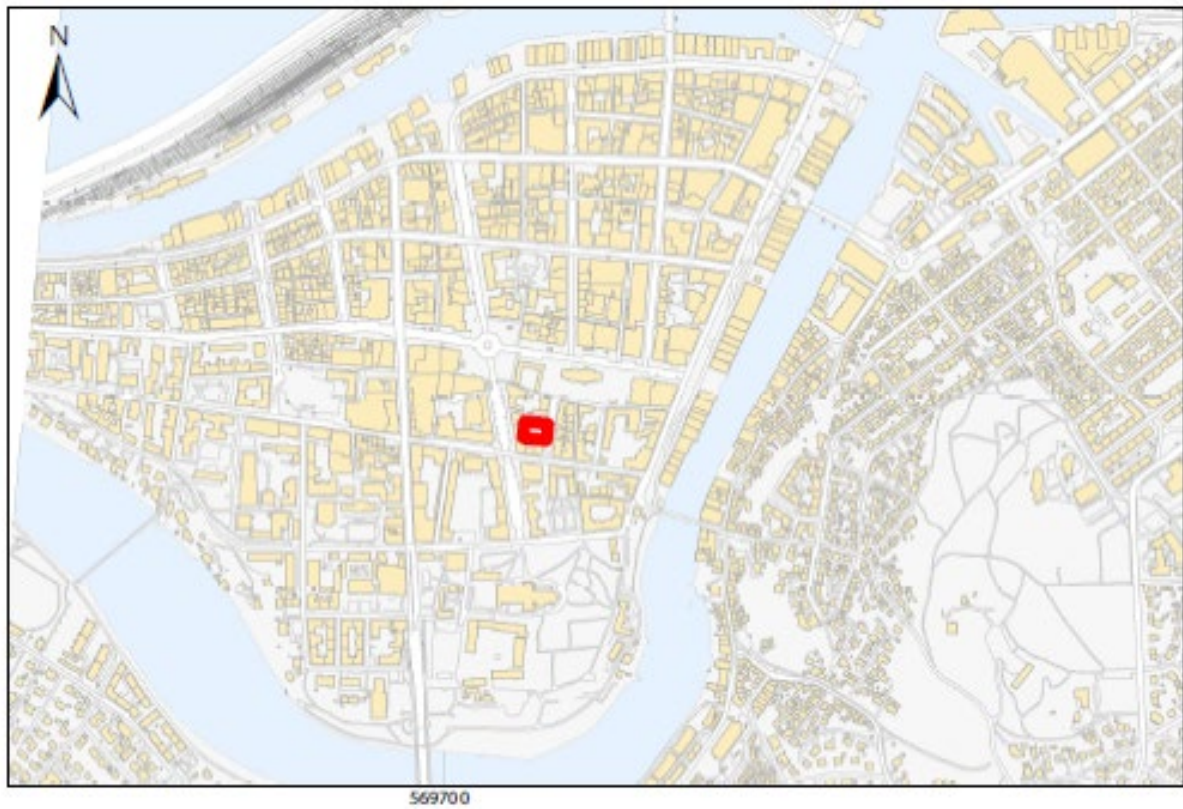
Tabell 2 – Skala for bevaringsforhold ved jordfaglige undersøkelser

Posisjon i relasjon til grunnvann	Bevaringsforhold				
	1 (Elendig)	2 (Dårlig)	3 (Middels)	4 (God)	5 (Utmerket)
Over grunnvann (umettet sone) = A	A1	A2	A3	A4	A5
Overgangssone (fluktuerende vann) = B	B1	B2	B3	B4	B5
I grunnvannet (mettet sone) = C	C1	C2	C3	C4	C5

2 Arkeologisk feltarbeid

Feltarbeid ble gjennomført av Anna Petersén med bistand av Chris McLees og Julian Cadamarteri, i perioden 10.8 – 14.8 og 2.9 – 3.9. 2015. Entreprenør Søbstad AS utførte det maskinelle gravearbeidet med oppgraving og igjenfylling av undersøkelsesområdene. Fagpersonell fra NIBIO installerte overvåkingsutstyr, datalogger og tok ut jordkjemiske prøver fra kulturlag for analyse av bevaringsforhold. Tilstandsvurdering av kulturlag ble gjort i felt av Anna Petersén.

Undersøkelsene i felt ble konsentrert til to av de fem nedgravinger for drivstofftanker som ble gravd opp i forbindelse med undersøkelsen i 2002, «Hull 1» i vestre del av området, og «Hull 4» i østre del (**figur 3**). Hullene vil i fortsettelsen bli omtalt som Hull 1 og Hull 4 og nummereringen tilsvarer den fra undersøkelsen i 2002 (TA 2002/06). Det ble ikke gravd i intakte kulturlag som var eksponert, og arbeidet var begrenset til undersøkelse og dokumentasjon av kulturlag i profil. Det ble ikke rensset frem større deler av profilveggene enn det som var nødvendig for å kunne ta ut prøvemateriale og for å kunne installere sensorer for miljøovervåking. Det arkeologiske arbeid og dokumentasjon var avsluttet før personal fra NIBIO begynte sitt arbeid. Arkeolog fra NIKU var til stede under NIBIOs arbeid for innmåling av prøvesteder og ved tildekking av profiler og grøfter etter at utstyr for miljøovervåking var satt inn og montert i veggfast skap som ble montert på nordre husvegg tilhørende naboeiendommen i sør med adresse Schultz gate 2 (Gnr/Bnr 400/131).



Figur 3. Oversiktskart med lokalitetens plassering i Trondheim(øverst) og undersøkelsesområdene på eiendommen Munkhaugsveita 5. Hull 1 til venstre og Hull 4 til høyre (NIKU). Kartgrunnlag: Statens kartverk. Geovekst.

2.1 Arkeologisk dokumentasjon, observasjoner og tolkning

2.1.1 Hull 1

Hull 1 var ca. 42,5 m² stort (6,5 x 6,5 m) og var plassert i vestre del av tiltaksområdet. Fyllmassen bestod av bruddstykker av armert betong som antas å ha kommet fra arbeider i forbindelse med demoleringen av bensinstasjonen i 2002, og ble fjernet med gravemaskin. Mot sør og øst var hullet avgrenset av betongmurer som tilhørte bensinstasjonsbygningen. Mot vest ble deler av den opprinnelige grøfteveggen tilhørende hull 1 fra TA 2002/06 eksponert sammen med en del av «Profil 1». Ved ca. 2,5 meters dybde skiftet fyllmassen fra armerte betong til rund småstein (diameter ca. 20 – 30 mm). Ved ca. 3 m dybde ble det funnet kulturlag i bunn av Hull 1. Ved denne nivå piplet det frem vann fra det sørøstre hjørne, og kulturlagene ved denne nivå var myke og våte. I søndre side var muren tilhørende bensinstasjonen ca. 1,5 m dyp og murfundamentet lå direkte på intakte kulturlag. Det var ca. 1,5 m kulturlag under banketten og ned til grøftebunnen. Det ble brukt jordbor i bunn av hull 1, og resultatet viste minst 20 cm med kulturlag, og under disse kom leire som er minst 10 cm tykk. Det lyktes ikke å komme igjennom leirlaget med jordboret, og det er uavklart om leiren representerer topp av naturlig undergrunn eller om leiren er påført. Det ble tegnet profilskisse av kulturlagssekvensene i nordre og søndre grøftevegg. Profil mot sør ble kalt 1:1 og profil mot nord ble kalt 1:2 (*figur 4 og 5*).



Figur 4. Oversikt. Søndre del av Hull 1 med profil 1:1 mot sørvest. Foto: nik_ark_339321.



Figur 5. Oversikt. Nordre del av Hull 1 med profil 1:2 mot nord. Foto: nik_ark_339320.

2.1.1.1 Beskrivelse av stratigrafiske forhold i Hull 1, profil 1:2, mot nord

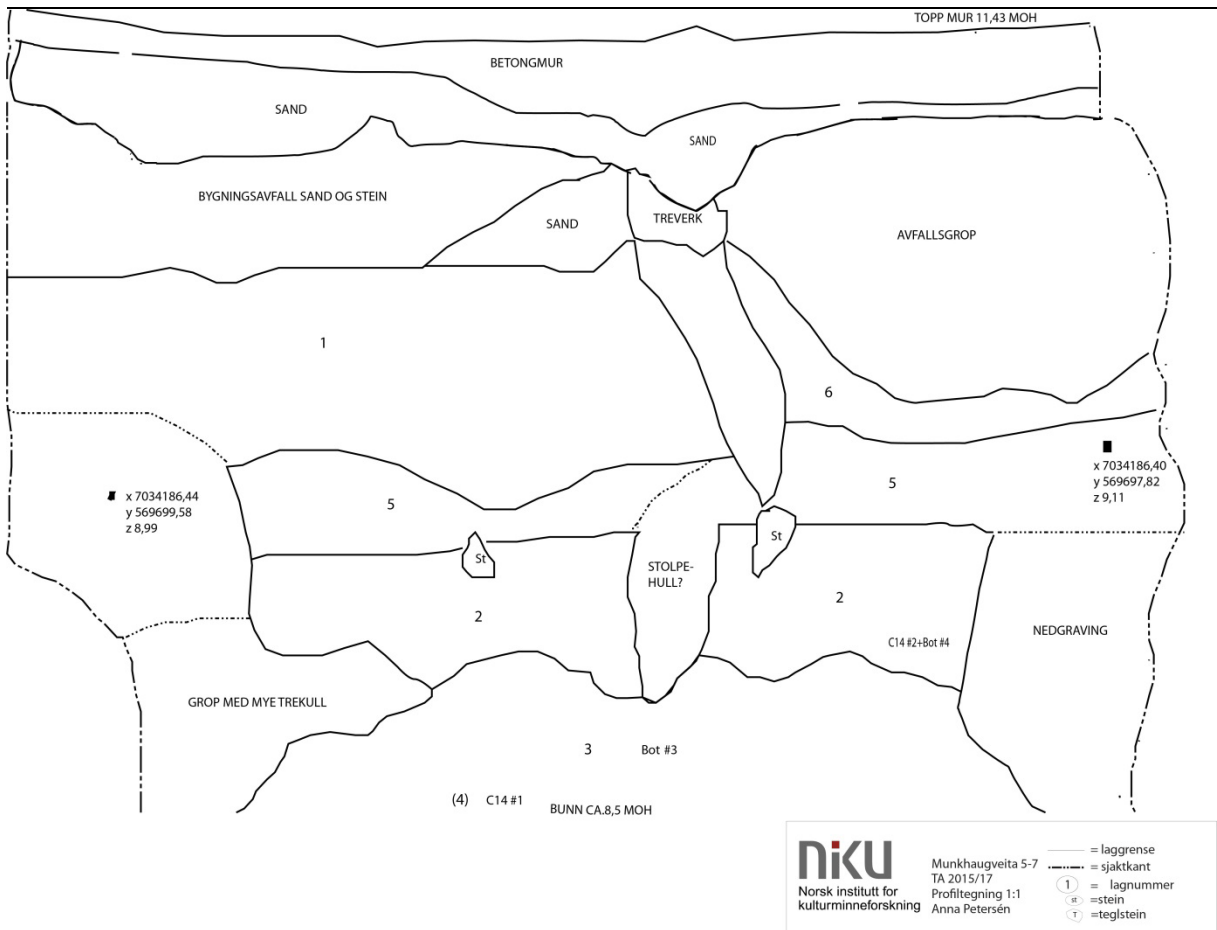
Profil 1:2 i nordre side av Hull 1 var ca. 1,3 m bred og ca. 3 m høy fra terreng og ned til bunn (figur 5). Øvre del av profilen var delt av en 1,5 m dyp nedgraving med rette sider og med rør i bunn. Nedgravingen lå direkte under terreng. Første kulturlag under nedgravingen, (lag 1) bestod av mørkgrå, kompakt sand med tegl og noen keramikkskår som alle var fra nyere tid. Organisk materiale forekom i form av treflis og dyrebein, og begge typer var i dårlig tilstand, (A2). Under dette kom lag 2 som besto av mørkebrun, løst komprimert treflis i horisontal deponering. Treflisene var myke, og tilstanden var meget dårlig (A2). Lag 2 hadde innslag av dyrebein, brent bein, sandlinser, vindusglass og kakkelfliser. Under lag 2, omtrent 2,10 m under dagens overflate lå lag 3 som bestod av mørkgrå, meget kompakt sandblandet silt med spredt innhold av trekull, stein, klebersteinsflis og lyse klumper av leire. Det ble registrert noe dyrebein med myk, morken overflate. Tilstandsverdien med satt til dårlig til middels (A2/A3). Lag 3 var det første lag som oppfattes å tilhøre den middelalderske aktivitetsperioden. Laget var tykt og kunne følges ned til grøftebunnen. Nederst i profilens vestre side mellom lag 2 og 3 lå lag 4 som bestod av en konsentrasjon med stein og mye trekull og tolket som et mulig ildsted (figur 6). Naturlig undergrunn var ikke synlig i profil 1:2.



Figur 6. Hull 1 med profil 1:2 mot nord. Rester etter ildsted i nedre hjørne til venstre. Foto: niku_ark_339315.

2.1.1.2 Beskrivelse av stratigrafiske forhold i Hull 1, profil 1:1 mot sør

Profil 1:1 mot sør var ca. 2,0 m bred og ca. 2,0 m dyp, målt fra topp av kulturlag under banketten (*figur 7*). Betongmuren med bankett nederst var ca. 1,5 m dyp, målt fra overflaten. Øvre del inneholdt to avfallsgrøper som var delt fra hverandre av en tømmerstokk. Under gropene fantes et kraftig lag, lag 1, med mørkebrun fet og meget kompakt organisk masse med innslag av tegl og noe stein. Organisk materiale var vanskelig å skille ut og tilstand ble satt til (A2). I vestre del var materialet noe mer sandholdig og løsere komprimert og ble skilt ut som et eget lag, lag 6 og med samme tilstand som lag 1. Under lag 1 og 6 kom ytterligere et tykt lag, lag 5 med mørkegrå, kompakt siltblandet sand. Laget hadde innslag av tegl, stein og trekull (A2). Lag 5 lå over lag 2 som var likt lag 5 i kompakthet, men som til fargen var lysere og inneholdt mer trekull og i tillegg linser med lys leire. Det ble også registrert dyrebein i dårlig forfatning i lag 2 og tilstand ble med grunnlag i tilstand for dyrebein satt til (A2). I nedre del av laget fantes to forsengkninger/nedgravinger, en i østre del og en i vestre del. Det var fylt med samme materiale som ellers i lag 2, men andel trekull var høyere i begge forsengkninger. Under lag 2 fantes et lag, lag 3, med lys beigebrun myk sandholdig silt med noe klebersteinsflis og annen type stein. Laget var spettet med trekull og sot. I bunn av profilen, under lag 3 lå lag 4 som var lik laget over, men som i tillegg inneholdt treflis. Treflisen var myk og svampet og tilstand ble satt til (A2). Lag 4 sammenfalt med bunnlaget i denne del av hull 1. Det ble tatt ut C14-prøver fra lag 2 og lag 4 og jordprøver for botanisk analyse fra lag 2 og lag 3. Naturlig undergrunn kom ikke til syne i profil 1:1.



Figur 7. Hull 1. Foto av profil 1:1 mot sør øverst og rentegning av samme profil nederst. Foto: nik_ark_339316.

2.1.2 Hull 4

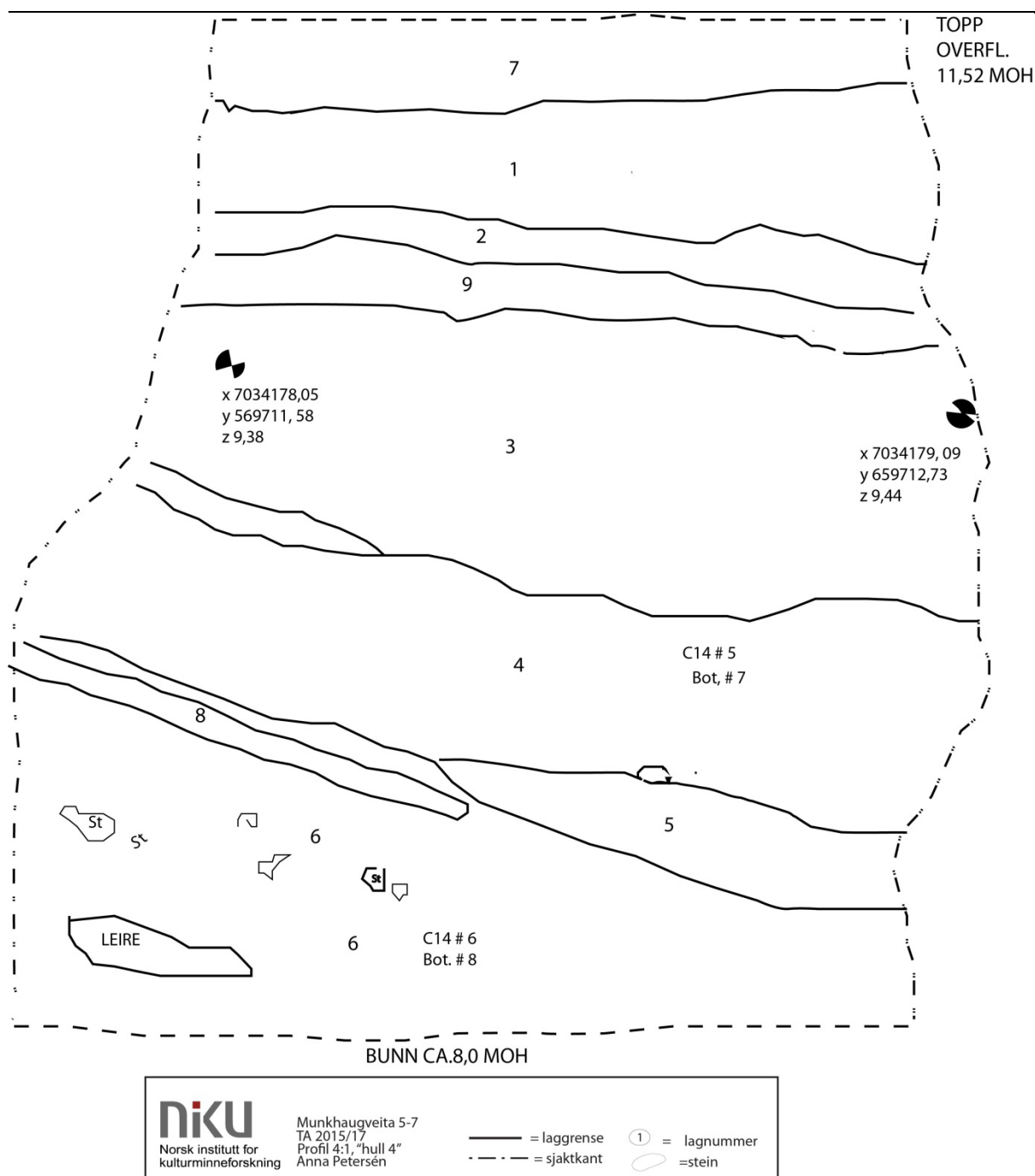
Deler av Hull 4 ble gravd opp med gravemaskin og maskinen fulgte deler av den opprinnelige grøftesiden mot øst fra gravearbeidene i 2002. I vest var Hull 4 avgrenset av en av murene fra bensinstasjonen, og under muren ble deler av profil 4 fra 2002 gjenfunnet med spiker og snor fra profiltegningen fortsatt intakt. Hull 4 var omtrent 76,3 m² stort. Det ble gravd ned til ca. 3,7 m dybde da støtte maskinen på en støpt betongplate med løfteanordning og stropper. Platen kunne ikke løftes og stanset mulighetene for videre graving dypere enn 3,7 m, og naturlig undergrunn ble ikke nådd. En del av grøfteveggen mot øst ble dokumentert sammen med profilen mot vest fra 2002. Profil mot øst ble kalt 4:1 og profil mot vest ble kalt 4:2.

2.1.2.1 Beskrivelse av stratigrafiske forhold i Hull 4, profil 4:1 mot øst

Profil 4:1 var ca. 1,6 m bred og ca. 3,7 m høy (**Figur 8a og b**). Fra terreng og med til ca. 1,9 meters dybde ble det registrert løsmasse bestående av mellombrun tørr og løst komprimert sand, med noe stein og tegl, lag 7. Materialet ble oppfattet som del av utplaneringsmasse av moderne karakter. Første lag under lag 7, var lag 1 som besto av gråbrun, kompakt siltholdig sand med mye leire i klumpform jevnt fordelt i laget. Innslag av stein, trekull og tegl. Tilstand ble satt til (A2). Under 1 kom lag 2 som bestod av medium brun myk organisk masse med mye treflis, ca. 70 %. Treflis var mykt og morkent, og tilstand ble satt til (A2/3). Lag 2 hadde innslag av tegl og noen gjenstandsfunn i form av skår fra fajanse og drikkeglass av type passglas. Under 2 kom lag 9 som bestod av gråbrun kompakt siltholdig sand med spredte trekull, småstein og tegl. Det fantes dyrebein i laget og disse var i meget dårlig tilstand (A2). Under 9 kom lag 3 som besto av brun, myk og klebrig siltholdig sand, med spredte treflis i morken tilstand. Innslag av store dyrebein og enkelte keramikkskår av rødgodstype. Det var forskjeller mellom bevaring av treflis og dyrebein og tilstand ble satt til (A2/A3). Under lag 3 kom lag 4 som besto av middelsgrå kompakt siltholdig, men grovkornete sand. Nedre del av lag 4 var lysere i fargen og mer leirholdig. Det var innslag av jernklumper i korrodert forfatning og noe dyrebein i dårlig tilstand (A1/A2). Lag 4 hadde en markert helling fra nord mot sør. Under 4 kom lag 5 som besto av grov grå sand med småstein og med enkelte større stein. Det fantes leirklumper i laget og spredte trekull. Lag 5 hadde samme helling fra nord til sør som laget over. Under 6 kom lag 6 som besto av mørkgråbrun, kompakt og fuktig siltholdig sand. Laget innhold klebersteinsflis, trekull og dyrebein i dårlig forfatning (A2). I øvre søndre del av lag 6 var det spor etter en horisontal liggende ubrent planke eller stokk, lag 8. Trekvaliteten var meget dårlig. Lag 6 kunde følges ned til den støpte platen i bunn av hull 4.



Figur 8a. Hull 4 med profil 4:1 mot øst. Foto: nik_ark_339317.



Figur 8b. Tegning profil 4:1 i Hull 4.

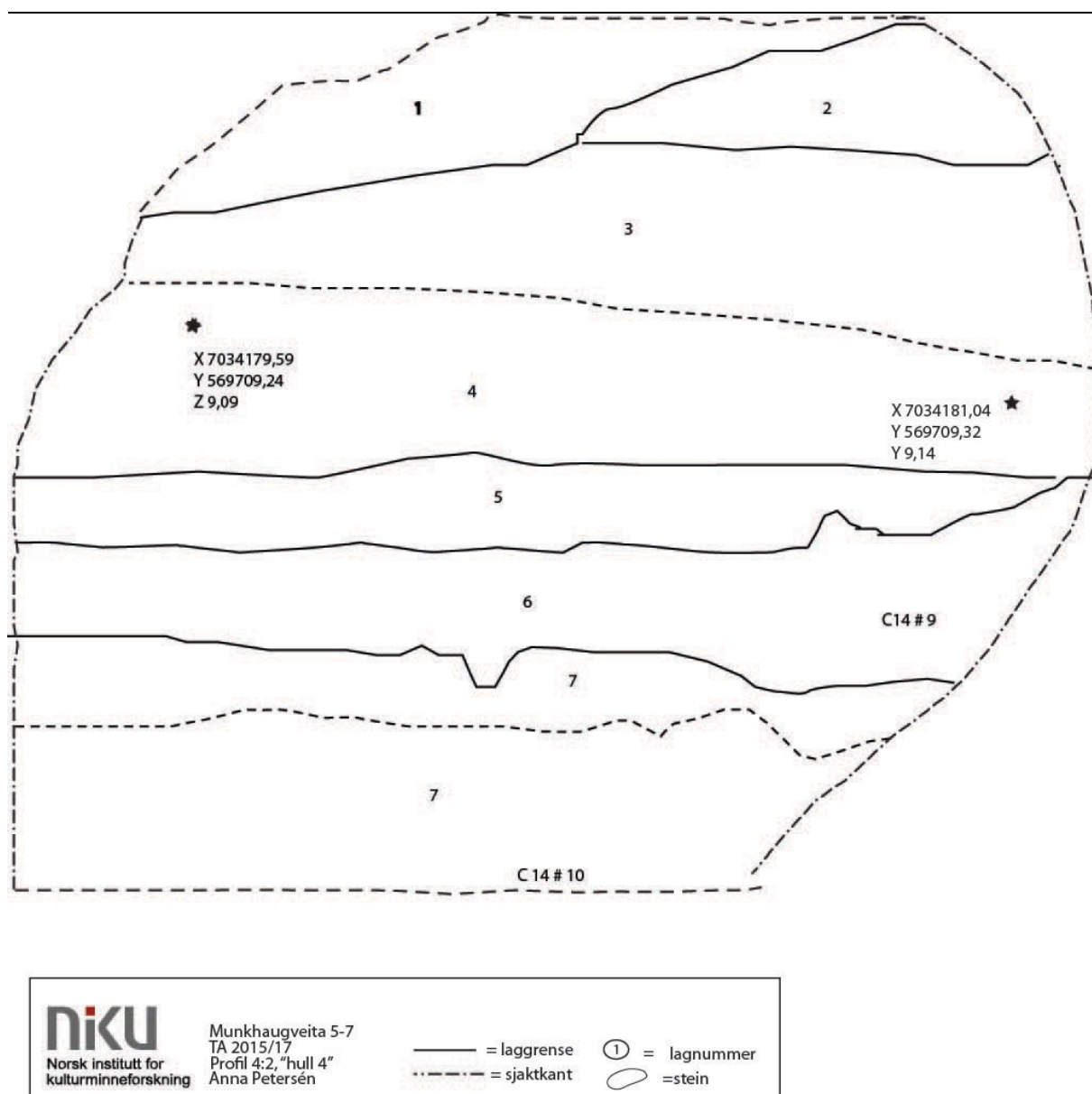
2.1.2.2 Beskrivelse av stratigrafiske forhold i Hull 4 profil 4:2 mot vest

Profil 4:2 var ca. 1,6 m lang og det fantes kulturlag i en høyde av 1,4 m under den støpte, nord-sør gående muren tilhørende bensinstasjonen (**Figur 9**). Lag 1 var det første lag rett under muren. Laget besto av mørkebrun fet masse med organisk innhold. Det fantes treflis i laget og dyrebein, og begge typer var myke og morkne. Tilstand ble satt til (A2). Lag 2 besto av mørkebrun, porøs sand med lysere sand innblandet. Laget innholdt mye dyrebein i store stykker, og beinene var middels godt bevart (A2/A3). Under lag 2 kom lag 3 som bestod av mørkebrun, meget kompakt masse med noe stein, dyrebein og innslag av dårlig bevarte treflis (A3). Under lag 3 kom lag 4 som var likt laget over, men 4

var lysere i fargen og mer kompakt enn lag 3. Under lag 4 lå lag 5 som besto av lys gråbrun kompakt siltholdig leire med noe klebersteinsflis og noe trekull. Under lag 5 lå lag 6, som besto av kompakt knust kleberstein blandet i noe leirholdig masse. Det fantes enkelte dyrebein i laget og trekull (A2). Andelen trekull var mye større i de nedre deler av lag 6. Lag 7 lå under lag 6 og var det siste lag som ble dokumentert i profilen. Den støpte platen lå inntil lag 7 og ca. 20 cm av laget var synlig over platen. Lag 7 besto av kompakt «skitten», lys grå leire med innslag av stein, dårlig bevarte bein, noe treflis som også var dårlig bevart, samt noe trekull (A2).



Figur 9a. Hull 4 med profil 4:2 mot vest. Profilsnor fra tidligere undersøkelser fortsatt intakt etter avdekking. Foto: nik_ark_339309.



Figur 9bb. Tegning av profil 4:2 i Hull 4.

2.2 Gjenstandsfunn og naturvitenskapelig prøvemateriale

Det ble gjort et enkeltfunn av potteskår fra middelalder ved rensing av kulturlag i Hull 4, profil 4:1. Skåret ble identifisert, dokumentert og kassert i felt (for opplysning se lagliste i vedlegg). Analyserte C14-prøver som er sendt til analyse er ikke registrert i MUSIT-databasen. I prosjektplanen var det foreslått å ta ut jordprøver for makro- og pollenanalyser fra lag nærmest naturlig undergrunn for informasjon om karakteren til den eldste vegetasjonen i området. Det ble tatt ut prøver fra profilene i forbindelse med feltarbeid, men da det viste seg at man ingen steder nådde ned til naturlig undergrunn, og at avstanden mellom nedre lag i profilene og antatt høyde for naturlig grunn kunne være 0 – 1,5 m, ble botaniske analyseresultater vurdert som mindre relevant for denne undersøkelse, og ingen prøver ble sendt til analyse. C14-prøver er analysert av Nasjonallaboratoriet

for radiologiske dateringer, NTNU NLD. Vedartsidentifisering er gjort ved samme institusjon (tabell 3).

2.2.1 Radiologiske dateringer

Det ble sendt inn fire prøver til 14C datering og vedartsidentifisering. Materialet i samtlige var trekull. Alder på dateringer viste yngre jernalder og middelalder.

Tabell 3. Oversikt 14C dateringer

NTNU lab.nummer	Alder BP	1 sigma	Kalibrert alder AD (2 sigma)	Prøvemateriale	NIKU Kontekst
Tra 10598	1200	15	772 - 881	Bark	Profil 1:1, lag 4
Tra 10599	425	10	1400 - 1467	Trekull <i>Populus sp.</i>	Profil 4:1, lag 4
Tra 105600	775	15	1223 - 1274	Trekull, (<i>Betula</i>)	Profil 4:1, lag 6
Tra 105601	825	15	1180 - 1259	Trekull, (<i>Betula sp.</i>)	Profil 1:1, lag 2

2.2.2 Sammenfatting av arkeologiske observasjoner og tilstandsvurdering i Hull 1 og Hull 4

Hull 1 lå i vestre del av området, nært en husvegg til Munkhaugveita 7 og Hull 4 lå i østre del av området mot Schultz gate. Ytterkant mot øst til Hull 1 og ytterkant mot vest til Hull 4 lå omtrent 6,5 m fra hverandre. Det ble registrert tykke avsetninger fra perioder etter 1537 i profilene fra begge hull, og avfallsgroper fra samme periode i profil 1:1 mot sør. Kulturlag med tydelig middelaldersk karakter ble funnet i samtlige profiler, men dypt ned i sekvensene ca. 2 – 2,3 m målt fra terreng. De intakte kulturlagene var massive og kraftige i tykkelse. Det dypeste nivå der kulturlag ble registrert var 8 m.o.h., og ikke noe sted ble naturlig undergrunn registrert. Det ble registrert forskjellige stratigrafiske sekvenser i og mellom de to hullene, og det virker som om aktiviteten i området har variert over forholdsvis korte avstander. Det var få spor etter konstruksjoner som kan knyttes til bebyggelse, men det ble funnet rester etter et mulig ildsted i det nordvestre hjørne av profil 1:2 og liggende treverk i det nordøstre hjørne av profil 4:1. Fra det vi har kunnet registrere, virker det å ha vært repetitive sekvenser med oppfyllinger der siltholdig sand, leire eller klebersteinsflis blitt brukt, sannsynligvis med hensikt å skape nye aktivitetsflater. Eksempel på dette finnes både fra begge hull. Det ble ikke funnet tydelige spor fra metallhåndverk, for eksempel i form av slagg, brent sand, brent leire eller groper, men i denne sammenheng er det viktig å nevne at det ikke ble gravd ned til naturlig undergrunn i noen av hullene, og informasjon fra de nedre deler av kulturlaglagsekvensene mangler. De absolutte dateringene viser aktivitet i området fra yngre jernalder til seinmiddelalder. Kulturlagene synes i liten grad å representere spor av bebyggelse og bebyggelsesaktivitet i middelalderen, og det virket i stedet som et område primært brukt for annen aktivitet enn bosetting, muligens metallhåndverk eller agrar aktivitet. Det tas dog forbehold for tolkning av aktivitet med utgangspunkt i dokumentasjon av kulturlag fra profil. Tilstand ble vurdert etter forekomst av synlig organisk materiale i de individuelle kulturlagene som tre, treflis og dyrebein, og tilstanden er overlag dårlig til middels (A2/A3).

2.3 Kommentar til kulturlagsvolum i hull 1 og hull 4 basert på opplysninger fra TA 2002/06, TA 2008/25 og TA 2015/17

Undersøkelsen i 2015 benyttet eksisterende nedgravinger der det tidligere blitt samlet inn arkeologiske opplysninger, for dokumentasjon av arkeologiske forhold og for installering av miljøovervåkingsutstyr. I forbindelse med rivning av beinstasjonen og sanering av området i 2002, blant annet fjerning av tanker for drivstoff, ble det gjort registreringer av kulturlag i profil fra flere av de store nedgravinger på eiendommen, blant annet fra «hull 1» i vestre del mot Munkhaugveita 7, og «hull 4» i østre del mot Schultz gate (TA 2002/06) (figur 1). I tillegg gir grunnboringer fra 2008 (TA 2008/25), opplysninger om kulturlagstykkelse og nivå for naturlig grunn i området.

Flere av grunnmurene for den tidligere bensinstasjonsbygningen ble fremgravd i 2015, og omrisset av den tidligere bygningsmassen med de store nedgravningene er vist på figur 1. Murfundamentene går ned ca. 1,5 m under terreng og det er i overensstemmelse med de mål som ble gjort i 2002 (TA 2002/06). Med utgangspunkt i forholdet mellom dybden til murfundamentene og målt topp høyde for intakte kulturlag mener vi at det er lite sannsynlig at graving for grunnmurene på 1930-tallet gjort inngrep i kulturlag fra middelalder. Situasjonen er dog annerledes med nedgravningene for de store tankene for drivstoff, hull 1-4. Her er kulturlag fra middelalder er blitt fjernet i stort omfang, men dette er gjort før 1978 da Lov om Kulturminner trådte i kraft og dermed ikke ulovlig.

Opplysninger knyttet til høyder over havet hentet fra TA 2002/06 har vist seg å ikke være sammenlignbare med de fra 2015, og det skyldes usikkerhet knyttet til hvilket innmålingssystem for z-verdier som brukt i 2002. Uten å kjenne til dette kan konvertering av data mellom forskjellige systemer bli misvisende. Men informasjon fra profiltegninger og metriske forhold med utgangspunkt i overflate og bunn og tykkelsen på kulturlag fra TA 2002/06 kan benyttes som sammenligningsgrunnlag.

I 2015 ble topp kulturlag i bunn i hull 1 som målte 42,5 m² registret på ca. 8,4 m.o.h. etter at singel fra 2002 brukt som igjenfylling var fjernet. Topp intakt kulturlag med absolutt datering til middelalder ble registrert på ca.9. m.o.h. Det betyr at 0,6 m intakte kulturlag tilsvarende 21 m³ mangler i hull 1. Fra de opplysninger som finnes fra 6 fra hull 1 fra TA 2002/kan vi si at det i 2002 var tydelig at minimum 6 m³ av intakte kulturlag var blitt fjernet ved graving for drivstofftanken, uten at den konklusjonen ble presentert i rapporten. Med utgangspunkt i dokumentasjon fra 2015 kan det estimerte tapet av 21m³ intakte kulturlag oppfattes som en minimumsberegning.

Hull 4 øst på eiendommen sammenfalt helt og holdent med hull 4 fra undersøkelsene i 2002. I 2002 ble nedgravningen til hull 4 ble målt inn og grøfteveggen mot vest under en av bensinstasjonens grunnmurer ble tegnet. I rapporten til TA 2002/06 vises det til en tidligere undersøkelse fra 1992 (TA 1992/9) da samme grøfteveggen ble dokumentert, men rapport tilhørende TA 1992/9 er ikke gjenfunnet i RAs arkiv, og det er knyttet usikkerhet til om profiltegningen i rapporten til TA 2002/06 er fra denne undersøkelse eller fra TA 1992/9.

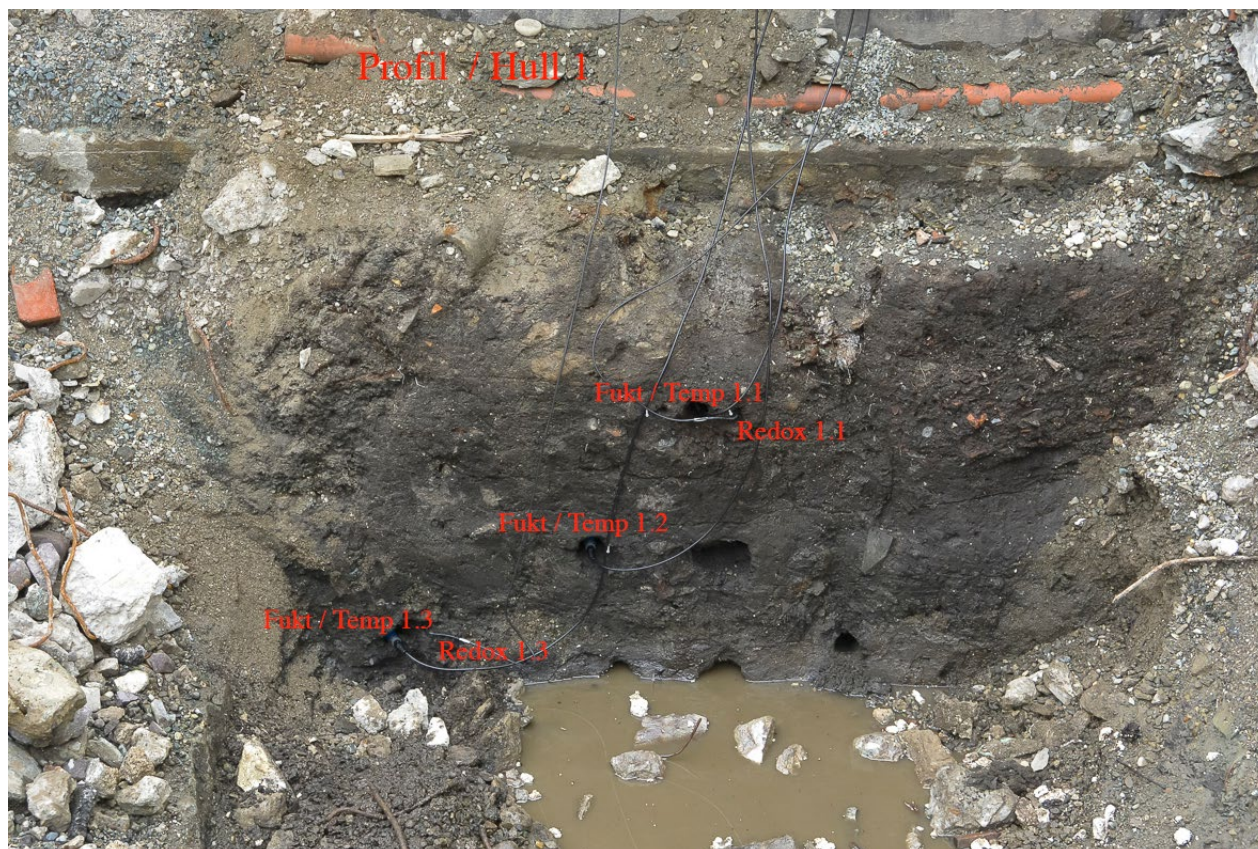
I 2015 ble et ca. 76,3 m² stort hull gravd opp med maskin, og størrelsen samsvarer i stort sett med hullet fra 2002. I bunn av hullet lå en støpt betongplate som ikke var mulig å fjerne. Platen lå omtrent 3, 7 m under overflaten, ca. 8 m.o.h. Samme plate ble registret i 2002. I borepunkt 3 (TA 2008/25) sør for hull 4 ble naturlig grunn registrert ca. 7 m.o.h. Intakte kulturlag ble i 2015 registrert omtrent 9

m.o.h. Det betyr at det kan ha blitt fjernet ca. 282 m³ med kulturlag i Hull 4, og av disse kan vi estimere at minimum ca. 76 m³ av dette volum var intakte kulturlag.

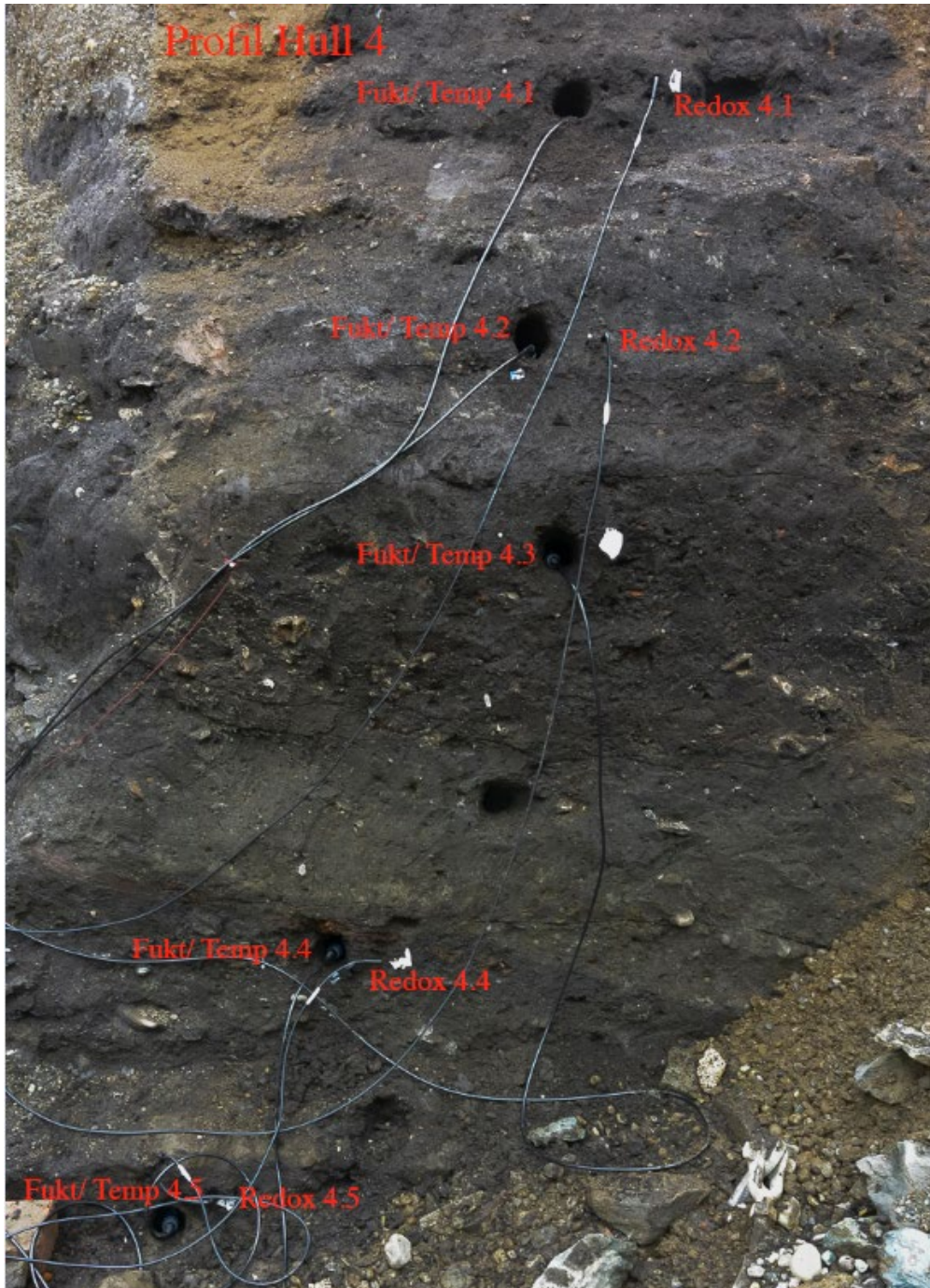
2.4 Feltarbeid i forbindelse med jordfaglig arbeid og installasjon av måleutstyr for miljøovervåkingsprogram

Feltarbeid i forbindelse med installering av miljøovervåkingsutstyr ble utført 2 -3 september 2015 av personal fra NIBIO og med bistand av Chris McLees, NIKU. Plan for plassering av sensorer for måling av parameterne redoks, temperatur og fuktighet var gjort i forkant av Anna Petersén.

Kulturlagsprøver for jordkjemisk analyse ble tatt ut av Ove Bergersen, NIBIO. Sensorer ble plassert i profil 4:1 mot øst i «hull 4», og i profil 1:1 mot sør i Hull 1 (**Figur 10 og 11a-b**). I Hull 1 ble de nedre sensorene plassert noe høyere enn opprinnelig planlagt fordi bunnen av Hull 1 ble fylt med dieselblandet vann som sannsynlig kommer fra et ødelagt rør under den nedrevne bensinstasjonen. Hull 1 ble pumpet fritt fra vann før installasjon, men det var jevnt tilsig av vann etter pumping.



Figur 10. Oversikt over plassering av sensorer i profil 1:2, Hull 1. Foto: NIBIO.





Figur 11 a og b. a) Hull 4 profil 1 med sensorer (over) og plassering ref. elektrode (under). b) Plassering ref. elektrode for redoks målinger ble valgt i representativt lag 4.2. Foto: NIBIO.

Kabler fra sensorerne i profil 4:1 og profil 1:1 ble lagt i rør, og rørene ble gravd ned ca. 0,4 m under dagens overflate og kablene ble ført frem og tilkopleet dataloggeren i skap er montert på husvegg mot sør. Alt utstyr og at det var kontakt med datalogger ble kontrollert før Hull 1 og Hull 4 ble fylt igjen (**Figur 12 a og b**). Rørføringen ble målt inn med GPS av graveentreprenør Søbstad AS.



Figur 12a og b. a) Skap med datalogger montert på husvegg, b) grøft med kabler i rør. Foto: NIBIO.

2.4.1 Avbøtende tiltak, tildekking

Det ble brukt bentonittduk for tetting av de kulturlagsprofiler der målesensorer var satt inn (**Figur 13 og 14**). Duken veier i tørr tilstand 5 kg per m², og tung å håndtere. I Hull 4 ble duken løftet og heiset på plass med hjelp av gravemaskin. Etter at duken var på plass ble det forsiktig fylt på med sand, også dette arbeid ble gjort med gravemaskin. Sanden ble godt komprimert mot duken. I tillegg til gravemaskinføreren var det nødvendig med to personer i arbeid for å kunne montere duken. Ved siden av bruk av bentonittduk på overvåkingsstedene, ble det lagt kraftig geotekstilduk langs med sidene i Hull 1 og Hull 4 samt i bunn av Hull 1.



Figur 13. Hull 4 dekkes til med bentonitt-duk, geotekstil og til slutt sand. Foto: NIBIO



Figur 14. Hull 1 under tildekking med bentonitt-duk, geotekstil og sand. Foto: NIBIO

2.5 Arkeologfaglig vurdering av forhold for tilstand for kulturlag i profil (NIKU)

Det ble gjort tilstandsvurdering av samtlige kulturlag som ble identifisert og dokumentert i Hull 1, profil 1:1, 1:2, og i Hull 4, 4:1 og 4:2. Vurderingen følger tabell 1 i NS 9451:2009. Alle kulturlag tilhører klasse «A» - over grunnvann. Ved vurdering er det tatt utgangspunkt i synlig organisk materiale som tre, treflis og dyrebein, samt i uorganisk materiale i form av jern. Lukt og hastighet i fargeforandring ved rensing er også tatt med i vurderingen. I de tilfeller der kulturlagene manglet synlig organisk materiale ble verdien satt til «A0». Med få unntak ble kulturlagene vurdert til «A2 –dårlig». Alle former av tre som ble funnet - treflis og større stykker, var myke og svampete og trematerialet var kommet langt i nedbrytningsprosessen. Dyrebein ble registrert i mange av kulturlagene og i varierende størrelse, men i de aller fleste tilfeller var beinene myke og med tydelige tegn til nedbryting.

2.6 Jordfaglige forhold og vurdering (NIBIO)

2.6.1 Kjemiske analyseparametere

I rapporten beskrives bevaringsforholdene i kulturlagene ut fra generell analyse: Grunnleggende parametere (S1) og miljøparametere (S2) i henhold til Norsk Standard (NS 9451:2009). Alle prøver ble analysert etter S2 analyseparametere (**Tabell 4**). NIBIO refererer i tekst og tabell til prøver fra Hull 1 og Hull 4 på følgende måte: nummer på hull, profilnummer/nummer på kulturlag. For eksempel Hull 4, profil 1, lag 4 skrives som 4.1/4.

S1 Grunnleggende parametere

Ledningsevne og pH-verdi: 25 ml oksygenfritt vann ble tilsatt til 10 g jordprøve. Prøven ble ristet i 1 time uten tilgang av oksygen. Etter at partikkelfasen hadde sedimentert, ble elektrisk ledningsevne målt i vannfasen.

Ledningsevnen ble multiplisert med en faktor 3,6 i henhold til Shirokova et al. (2000) for å estimere ledningsevnen i jordmettet ekstrakt. Deretter ble pH-verdien målt i samme prøve.

Tørrstoffinnhold: En våt jordprøve med kjent vekt ble tørket ved 105 °C i 24 timer. Vekttapet etter tørkingen tilsvarer vannmengden i prøven. Tørrstoffbestemmelsen ble foretatt med tre replikanter per prøve.

Glødetap: Tørket jordprøve ble forbrent ved 550 °C i seks timer. Vekttapet, også kalt glødetap er et mål for andel organisk materiale.

S2 Miljøparametere

Analysen i henhold til analysepakke S2 inkluderer S1 analyser i tillegg til følgende uorganiske parametere:

Bestemmelse av to- og treverdige jern (Fe II, Fe III): Jern (II) og jern (III) bestemmes i henhold til en metode utviklet av Stookey (1970) som bruker ferrozine til bestemmelse av jern (II). Jordprøven ekstraheres med 0,5 molar saltsyre i anaerobt miljø. Jern(II) som lager en fargekompleks med ferrozine bestemmes fotometrisk. Jern (III) som befinner seg i ekstraktet blir deretter redusert til jern (II) ved hjelp av hydroxylamin og total mengde jern bestemt på samme måte som nevnt ovenfor. Jern (III) bestemmes som differanse av total jern og jern (II) i ekstraktet.

Sulfid

Sulfid ble bestemt i henhold til EPA-standardmetode 9030 og 9034. Jord ble inkubert med 6 molar saltsyre i 60 min i nitrogenatmosfære. Sulfid ble frigjort som hydrogensulfid som transporteres med nitrogen gjennom to sulfidfeller fylt med sinkacetat.

Sulfid ble deretter bestemt titrimetrisk ved å oksidere sulfid til svovel ved hjelp av jod og tilbake titrere med natriumtiosulfat.

Ekstraksjon av sulfid med 6 molar saltsyre (uten koking) vil kvantifisere den andelen av sulfid som relativt raskt oksideres til sulfat i nærvær av oksygen (Rickard og Morse, 2005). I tillegg til amorfe sulfider vil dette være mineralene *mackinawit* og *greignit*. Kun en liten del av *pyritt* (4-10 %) løses med denne prosedyren. Pyritt er kjent å være relativt stabil også i nærvær av oksygen og vil bare langsomt reagere til sulfat/svovelsyre. Hvis en vil karakterisere de aktuelle redoksforholdene i grunnen, er det ønskelig å løse så lite pyritt som mulig ut av prøven.

Sulfat: Jordprøven ble ekstrahert med vann og ekstrahert sulfat analysert ved hjelp av ionekromatografi. Analysen ble gjennomført ved Eurofins AS (se vedlegg).

Nitrat og ammonium: Prøven ekstraheres med 2 mol/l KCl og analyseres ved hjelp av en TRAACS-800 auto analysator som bruker en fargereaksjon til bestemmelse av nitrat- og ammoniumkonsentrasjon. Analysen ble gjennomført ved Eurofins AS (se vedlegg).

Tabell 4. Konsentrasjonsnivåer for parameter fra S2 analysepakke som danner grunnlag for vurdering av bevaringsforhold ut fra kjemisk analyse.

Nitrat	Ammonium	Sulfid	Jern (II)	Jern (III)	Redoksforhold	Bevaring
NO3	NH4	H2S	Fe2	Fe3		
Lav	Lav	Lav	Lav	Høy	Oksiderende	Elendig
Høy	Lav	Lav	Lav	Høy	Nitrat til oksiderende	Dårlig
Høy	Lav	Lav	Høy	Lav	Nitrat til jernred.	Middels
Lav	Lav	Lav	Høy	Lav	Jernreducerende	Middels
Høy	Høy	Høy	Høy	Lav	Nitrat til sulfatred.	Bra
Lav	Høy	Høy	Lav	Lav	Sulfatreducerende	Bra
Lav	Høy	Høy	Høy	Lav	Sulfatred. til metanogene	Utmerket

Reduserende forhold
 Oksiderende forhold

2.6.2 Vurdering av bevaringsforhold ut fra fysiske og kjemiske analyser

Analyseresultatene fra de ulike profiler er vist i ulike tabellene 5-7 (**Tabell 5-7**). Tabell 5 gir en kort oversikt over vurdering av bevaringsforholdene i prøvene. Vurderingen er utformet på grunnlag av resultater vist i tabell 6 og 7. Disse tabellene viser fysiske forhold og kjemiske måleresultater fra laboratorieanalysene. Tabell 5 viser også en vurdering av bevaringsforholdene for uorganisk og organisk materiale i alle prøvene. Tabell 8 gir en oversikt over plassering av sensorer for måling av redoksforhold, fukt og temperatur (**Tabell 8**).

2.6.3 Vurdering av prøvene fra profil 1 hull 4

Detaljer av analysedataene fra profil 1, hull 4 er vist i tabellene 3-4 og viser at det ble funnet kulturlag med både lavt og middels innhold av organisk materiale. Kulturlagene fra lokalitetene 4.1/2, 4.1/5 og 4.1/6 har lavt innhold av organisk materiale. Alle kulturlagene i profil 1 hull 4 har middels vanninnhold med unntak av 4 1/5 som hadde lavt. Ledningsevnen var lav og pH nøytral i hele profil 1 hull 4, (Tabell 5).

Redoksforholdene var oksiderende i kun to kulturlag 4.1/2 og 4.1/5 som begge hadde lavt organisk innhold. Her var det mer jern(III) i forhold til jern(II). Andel jern(II) beregnet i prosent varierte fra 12 til 18 % (Tabell 6). Konsentrasjoner av nitrat var også noe høyere enn ammonium i prøvene. Sulfidkonsentrasjonen ble ikke analysert på grunn av oksiderende forhold. De øvrige kulturlag i denne profil viste reduserende forhold. I kulturlag 4.1/3 ble det påvist antydning til oksidering av jern(II) til jern(III).

2.6.3.1 Bevaringsforholdene i kulturlagsprøver fra profil 1 hull 4

Bevaringsforholdene for organisk materiale var middels (A3) og bra (A4) i prøvene fra kulturlag 4.1/3, 4.1/4, 4.1/6, og 4.1/7, men dårlig (A2) i prøve 4.1/2 og 4.1/5. Bevaringsforholdene vurdert for uorganisk materiale var middels bra i alle kulturlag pga. nøytral pH og lav ledningsevne som vil bevare metallgjenstander og bein.

2.6.4 Vurdering av prøvene fra profil 1 hull 1

Detaljer av analysedataene fra Hull 1 profil 1 er vist i tabellene 5-7 og viser at det ble funnet kulturlag med både lavt og middels innhold av organisk materiale. Kulturlagene fra 1.1/1 og 1.1/5 (prøve 1.3) har middels innhold av organisk materiale, mens 1.1/3 og 1.1/5 (prøve 1.4) har lavt innhold av organisk materiale. Alle kulturlagene i profil 1 hull 1 har middels vanninnhold. Ledningsevnen var lav og pH nøytral i hele profil 1 hull 1 (Tabell 5).

Tabell 5. Kortfattet vurdering av bevaringsforhold fra ulike prøver fra profil 1 hull 1 og 4 etter S2 analyse.

Prøver	Dyp (moh)	Lag	Organisk innhold og vanninnhold	Surhet og salinitet	Redoksforhold
Profil Hull 4					
4.1	10.10	4.1/2	Lavt org. - middels vanninnhold	Nøytal og lav	Oksiderende
4.2	9.62	4.1/3	Middels org. - og vanninnhold	Nøytal og lav	Reduserende til oksiderende
4.3	9.10	4.1/4	Middels org. - og vanninnhold	Nøytal og lav	Sulfatreduserende
4.4	8.34	4.1/6	Lavt org. - middels vanninnhold	Nøytal og lav	Sulfatreduserende
4.5	7.88	4.1/7	Middels org. - og vanninnhold	Nøytal og lav	Sulfatreduserende
4.6 Ref.	8.57	4.1/3	Lavt org. - og vanninnhold	Nøytal og lav	Oksiderende
Profil Hull 1					
1.1	9.10	1.1/1	Middels org. - og vanninnhold	Nøytal og medium	Reduserende til oksiderende
1.2	8.75	1.1/3	Lavt org. - middels vanninnhold	Nøytal og lav	Sulfatreduserende
1.3	8.63	1.1/5	Lavt org. - middels vanninnhold	Nøytal og lav	Sulfatreduserende
1.4 *	8.63	1.1/5	Lavt org. - middels vanninnhold	Nøytal og lav	Oksiderende

* Diesel forurensset

Tabell 6. Kjemiske forhold i prøver hentet fra Profil 1 Hull 1 og 4 etter S2 analyse.

Prøver	Dyp		Nitrate - N (mg/kg DM)	Ammonium-N (mg/kg DM)	Sulphate (mg/kg DM)	Sulphide (mg/kg DM)	Iron (II) (mg/kg DM)	Iron (III) (mg/kg DM)	% of Iron (II)
	(moh)	Lag							
Profil1 Hull 4									
4.1	10.10	4.1/2	2.1	2.9	944	n.d.	29	210	12%
4.2	9.62	4.1/3	0.7	1.4	164	56.5	200	333	38%
4.3	9.10	4.1/4	0.7	49.7	660	29.9	322	53	86%
4.4	8.34	4.1/6	0.7	26.7	467	70.1	411	40	91%
4.5	7.88	4.1/7	0.8	14.0	1291	65.7	274	46	86%
4.6 Ref.	8.57	4.1/3	3.7	1.6	201	n.d.	62	273	18%
Profil1 Hull 1									
1.1	9.10	1.1/1	0.8	44.6	2324	34.4	51	108	32%
1.2	8.75	1.1/3	0.7	25.2	1902	157.3	367	24	94%
1.3	8.63	1.1/5	0.7	5.4	3674	138.1	231	67	78%
1.4 *	8.63	1.1/5	0.6	4.3	608	111.2	384	95	75%

n.d. not detected

* *Diesel forurenset*

Redoksforholdene var reduserende på grunn av tilstedeværelse av jern(II) i forhold til jern(III) i alle kulturlagene (Tabell 6). Andel jern(II) beregnet i prosent var noe lavere i de øvre lag enn i de underliggende lag hvor prosentvis andel var 75-94 %. Konsentrasjoner av nitrat var betydelig lavere enn ammonium i alle prøvene (Tabell 6). Sulfidkonsentrasjonen var også høyere sammenlignet med profil 1 hull 4.









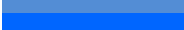


2.6.4.1 Bevaringsforholdene i kulturlagsprøver fra Profil 1 Hull 1

Bevaringsforholdene for organisk materiale var bra (A4) i prøver fra profil 1 hull 1 med unntak av øvre del hvor sensorene 1 ble satt inn og hvor bevaringsforholdene var middels bra (A3).

Bevaringsforholdene vurdert for uorganisk materiale i prøvene fra profil 1 hull 1 var middels bra i hele profilen.

Tabell 7. Kjemiske og fysiske forhold i prøver hentet Profil 1 Hull 1 og 4 etter S2 analyse sammenstilt med bevaringsforhold for organisk og uorganisk materiale.

Prøver	Dyp	Lag	Tørrestoff (%)	Organisk materiale (%)	Vann innhold (%)	pH	Lednings- evne uScm ⁻¹	Bevarings forhold			
	(moh)							Organisk material	Inorganisk material	Redoks forhold *	Arkeologiske tilstand *
Profil1 Hull 4											
4.1	10.10	4.1/2	64	13	36	7.3	584	Dårlig	Middels	A2	A2 - A3
4.2	9.62	4.1/3	62	14	38	7.1	904	Middels	Middels	A2-A3	A2
4.3	9.10	4.1/4	65	19	35	7.0	670	Bra	Middels	A4	A1-A2
4.4	8.34	4.1/6	68	10	32	7.1	499	Bra	Middels	A4	A2
4.5	7.88	4.1/7	52	21	48	6.8	695	Bra	Middels	A4	A1-A2
4.6 Ref.	8.57	4.1/3	77	5	23	6.7	792	Dårlig	Middels	A2	A2
Profil1 Hull 1											
1.1	9.10	1.1/1	55	17	45	6.8	2606	Middels	Middels	A2-A3	A2
1.2	8.75	1.1/3	66	11	34	6.8	2059	Bra	Middels	A4	A2
1.3	8.63	1.1/5	61	14	39	7.0	767	Bra	Middels	A3-A4	A2
1.4 **	8.63	1.1/5	82	3	28	6.7	1271	Bra	Middels	A3-A4	A2

	Lavt organisk materiale 10%		Elendig til dårlig
	Middels organisk materiale 10-25%		Middels
	Høyt organisk materiale 30-40%		Bra til utmerket
	Lavt vanninnhold 10-20%		Oksiderende forhold
	Middels vanninnhold 30-40%		Reduserende forhold
	Høyt vanninnhold 50-60%		
		*	SOPS : NS 9451:2009
		**	Diesel forurenset

2.7 Miljøovervåkingsprogram

Miljøovervåkingsprogrammet er utarbeidet av NIKU og NIBIO. Overvåkingens varighet er satt til 5 år fra oppstart i forbindelse med feltarbeid 2015. Statusrapporter fra hvert måleår leveres årlig av NIBIO, og sluttrapport etter siste måleår er avsluttet vil bli levert av NIKU og NIBIO.

Tabell 8. Oversikt over plassering av sensorene i moh. og merknader, feltmålinger på jord temperatur og fuktighet i nærheten av der sensorene ble satt inn.

Skap sensor nr	Type	Plassering/ hull/ Prøve Nr	Z Koordinater (masl)	Lag nr	Merknader ved prøvetaking	Sensor verdier 20- 30 cm inn	Felt målinger nær kanten
Kobling 1	Redox	4.1	10.15	4.1/2	oksiderende	389 mV	
Kobling 2	Redox	4.2	9.56	4.1/3		15 mV	
Kobling 3	Redox	4.4	8.36	4.1/6	reduserende	-285 mV	
Kobling 4	Redox	4.5	7.99	4.1/7	reduserende	-329 mV	
Kobling 5	Redox	1.1	9.26	1.1/1	oksiderende	276 mV	
Kobling 6	Redox	1.3	8.59	1.1/5	reduserende	-273 mV	
Kobling 7	Temperatur	4.1	10.10	4.1/2		12 °C	
Kobling 8	Fuktighet	4.1	10.10	4.1/2		35.5%	41%
Kobling 9	Temperatur	4.2	9.62	4.1/3		11.7 °C	
Kobling 10	Fuktighet	4.2	9.62	4.1/3		37.5%	36%
Kobling 11	Temperatur	4.3	9.10	4.1/4		12 °C	
Kobling 12	Fuktighet	4.3	9.10	4.1/4		40.0%	38%
Kobling 13	Temperatur	4.4	8.34	4.1/6	Sterk sulfid lukt	10.9 °C	
Kobling 14	Fuktighet	4.4	8.34	4.1/6	Sterk sulfid lukt	44.4%	53%
Kobling 15	Temperatur	4.5	7.88	4.1/7	Sterk sulfid lukt	11.3 °C	
Kobling 16	Fuktighet	4.5	7.88	4.1/7	Sterk sulfid lukt	45.8%	49%
Kobling 17	Temperatur	1.1	9.10	1.1/1		13.2 °C	
Kobling 18	Fuktighet	1.1	9.10	1.1/1		45.8%	41%
Kobling 19	Temperatur	1.2	8.75	1.1/3	Soft Lys brun masse	13 °C	
Kobling 20	Fuktighet	1.2	8.75	1.1/3	Latrine ??	48.3%	49%
Kobling 21	Temperatur	1.3	8.63	1.1/5		12.3 °C	
Kobling 22	Fuktighet	1.3	8.63	1.1/5		72.0%	54%
Ref elektrode	Redox	Høyre 4.2	8.57	14.1/3			

3 Sammenfatting

På eiendommen Munkhaugveita 5-7, Trondheim ble det i 2015 gjennomført en arkeologisk og jordfaglig undersøkelse med kartlegging av forhold for bevaring og tilstand og etablering av et miljøovervåkingsprogram. Sensorer for utstyr for måling av redoks, temperatur og fukt ble installert i to kulturlagsprofiler i den vestre og østre del av eiendommen og tilkopledd datalogger i skap. Arbeidet er utført av NIKU og NIBIO. Eiendommen ligger innenfor det automatisk fredete kulturminne «Middelalderbyen Trondheim», (Askeladden Id. 90288). På 1930-tallet ble det etablert en bensinstasjon på eiendommen. Det er tidligere i 1992 og i 2002, gjort punktvis arkeologisk dokumentasjon i form av arkeologisk overvåking med profildokumentasjon i forbindelse med fjerning av nedgravde tanker for drivstoff. I 2008 ble det gjort en arkeologisk forundersøkelse med kartlegging av kulturlagsforhold med hjelp av boring. Med bakgrunn i de arkeologiske registreringer som er foretatt, kan man konkludere kulturlag er bevart mellom store nedgravninger og under bygningsrestene, men det i forbindelse med etablering og drift av bensinstasjonen er gjort store

inngrep i intakte kulturlag fra middelalder, dog før lov om kulturminner fra 1978 trått i kraft og dermed ikke ulovlig.

Det ble gjort arkeologiske og jordfaglige undersøkelser fra kulturlag i profil fra to eksisterende grøfter, kalt Hull 1 og Hull 4 i ulike deler av tomten. Profil 4:1 mot Schultz gate i Hull 4 var ca. 3, 7 m høy. Kulturlag fra middelalder ble registrert fra og med ca. 9 m.o.h. og ned til profilbunn, ca. 8 m.o.h. men naturlig undergrunn ble ikke nådd. Profil 1:1 i Hull 1 mot sør i vestre del av tomten var ca. 2,9 m høy. Kulturlag fra middelalder ble registrert fra ca. 9 m.o.h. og ned til profilbunn ca. 8,5 m.o.h., og naturlig undergrunn ble ikke nådd. Både i Hull 1 og Hull 4 finnes det kulturlag over naturlig undergrunn bevart.

3.1.1 Arkeologfaglig vurdering av tilstand

Tilstanden på kulturlagene fra Hull 4 profil 4:1 ble i henhold til skalaen i Norsk Standard 9451:2009 vurdert som dårlige til middels «A2/3», og tilstanden på kulturlagene fra Hull 1 profil 1:1 ble vurdert som dårlig til middels (A2- A3). Vurdering av tilstand er omtrent lik mellom undersøkelsen av kulturlag i boreprøver i 2008 (TA 2008/25) og den som ble gjort nå i 2015.

3.1.2 Jordfaglig vurdering av bevaringsforhold

Kartleggingen av bevaringsforhold fra jordkjemisk analyse viser gode bevaringsforhold i kulturlagene. Dokumentasjonen baserer seg på undersøkelser i to profiler i Hull 1 og Hull 4.

Jordprøver fra Hull 1 viser middels innhold av organisk materiale i lag 1-1/1 (10,1 m.o.h) og middels bevaringsforhold for organisk materiale. Nedenfor dette kulturlag fra 8,8 m.o.h. var bevaringsforholdene bra for innholdet av lavt organisk materialet. Vanninnholdet var middels i hele profilen. For uorganisk materiale var bevaringsforholdene middels gode med pH omkring nøytral. I øvre og nedre del av Hull 1 ble det påvist noe høyere verdier for ledningsevne. Hull 1 hadde sterk lukt av dieselforurensing, sannsynligvis noe som kommer fra tidligere virksomhet med bensinstasjon og nedgravde drivstofftanker.

Jordprøver fra Hull 4 har lavt innhold av organisk materiale med unntak av lag 4.1/6 and 4.1/7 hvor innholdet var noe høyere. Hele profilen hadde middels vanninnhold. Kulturlagene viser gode bevaringsforhold for organisk materiale fra 9.6 ned til 7.9 m.o.h. For uorganisk materiale er det middels bevaringsforhold siden pH er nøytral med lav ledningsevne.

3.1.3 Forskjeller mellom verdier for forhold for tilstand og bevaring

Forhold for tilstand av kulturlag i hull 1 og 4 har gjennomgående fått lavere verdier enn den jordfaglige vurderingen av bevaringsforhold, og det er avvik mellom forhold for tilstand og bevaring. Dette kan forklares ved at kulturlagene hadde høy andel minerogene komponenter og små mengder synlige organiske komponenter (tre og bein), og små mengder metall ble funnet. Slike forhold gjør vurdering av tilstand krevende. Dersom kulturlagene hadde vært 100% minerogene kunne tilstandsverdiene blitt satt til 0 (*ingen bevaring*). Men forekomst av noen, om enn få organiske komponenter i kulturlaget stiller krav til at en vurdering gjøres. I dette tilfelle ble tilstand satt til dårlig til middels med grunnlag i trekvaliteten til de synlige trefibrer som ble registrert. Da forholdene for bevaring gjennomgående var gode, kan det tyde på kulturlagene på lokaliteten opprinnelig ikke har hatt særlig større mengde organisk materiale enn det som ble registret i 2015.

4 Konklusjon

- I Hull 1 og i Hull 4 ble det funnet kulturlag fra middelalder fra og med ca. 9 m.o.h. Naturlig undergrunn ble ikke nådd i noen av hullene, og det kan være ca. 0,5 m med intakte kulturlag bevart i begge hull.
- Tilstandsvurderingen av kulturlag viser dårligere tilstand enn det bevaringsforholdene har vist, men bevaringsforholdene er gode og er omtrent tilsvarende med de fra 2008 (TA 2008/25). Det har ikke blitt dårligere forhold for bevaring i perioden 2008 – 2015.
- Kartleggingen av bevaringsforhold fra jordkjemiske analyser viser gode bevaringsforhold i kulturlagene. Dokumentasjonen baserer seg på undersøkelser i to profiler i hull 1 og Hull 4.
- Jordprøver fra Hull 1 viser middels innhold av organisk materiale i lag 1-1/1 (10.1 m.o.h) og middels bevaringsforhold for organisk materiale. Nedenfor dette kulturlag fra 8.8 m.o.h. var bevaringsforholdene bra for organisk materiale. Vanninnholdet var middels i hele profilen. For uorganisk materiale var bevaringsforholdene middels gode med pH omkring nøytral. I øvre og nedre del av Hull 1 ble det påvist noe høyere verdier for ledningsevne. Hull 1 hadde sterk lukt av dieselforurensing, sannsynligvis noe som kommer fra tidligere virksomhet med bensinstasjon og nedgravde drivstofftanker.
- Jordprøver fra Hull 4 har lavt innhold av organisk materiale med unntak av lag 4.1/6 and 4.1/7 hvor innholdet var noe høyere. Hele profilen hadde middels vanninnhold. Kulturlagene viser gode bevaringsforhold for organisk materiale fra 9.6 m.o.h og ned til 7.9 m.o.h. For uorganisk materiale er det middels bevaringsforhold siden pH er nøytral med lav ledningsevne.

5 Referanser

Bergersen O. og Petersén, A. 2009. Forundersøkelse med grunnboring for tilstandsanalyse av bevaringsforhold for kulturlag, Munkhaugsveita 3-7, Trondheim – Arkeologisk og jordfaglig analyse NIKU Oppdragsrapport 37/2009 og Bioforsk rapport Vol 4 (29).

Brock, T.D. 2006. Biology of microorganisms. 11ed. Prentice Hall International editions, London.

Johannessen, L. & Eriksson, J-E.G. (red.) 2015. Faglig program for middelalderarkeologi. Byer, sakrale steder, befestninger og borger. Riksantikvaren.

Norsk Standard 9451:2009. Kulturminner. Krav til miljøovervåking og –undersøkelse av kulturlag. Standard Norge.

Rickard D, Morse JW. 2005. Acid volatile sulfide (AVS). Marine Chemistry 97:141-197.

Reed, I.W. 2002. Arkeologisk rapport. Overvåking/forundersøkelse I forbindelse med rivning av bensinstasjon i Munkhaugveita 3 – 5, TA 2002/06. NIKU, Distriktskontor Trondheim. Arkivrapport.

Shirokova Y, Forkutsa I, Sharafutdinova N. 2000. Use of electrical conductivity instead of soluble salts for soil salinity monitoring in Central Asia. *Irrigation and Drainage Systems* 14:199-205.

Stookey L.L. 1970. Ferrozine - A New Spectrophotometric Reagent for Iron. *Analytical Chemistry* 42:779-781.

6 Vedlegg

1. Generelt om bevaringstilstand (NIBIO)
2. Kontekstliste for kulturlag i Hull 1 og Hull 4 med arkeologfaglig vurdering av tilstand.
3. Fotoliste nik_ark 339304 – 339322
4. Analyserapport ¹⁴C dateringer, NTNU NLD
5. Analyserapport Eurofins AS SO4
6. Analyserapport Eurofins AS HN4 og NO3
7. Innmålte punkter for sensorer i Hull 1 og Hull 4 EUREF 98 Sone 32N

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

NIKU Rapport 161
ISSN 1503-4895
ISBN 978-82-0801-308-7

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

Vedlegg 1

Generelt om vurdering av bevaringsforhold i kulturlag

Gode bevaringsforhold for kulturlag karakteriseres av stabile fysisk-kjemiske forhold, og at mikrobiologisk og kjemisk aktivitet er relativt lav. Stabile fysisk-kjemiske forhold 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.

I naturen foregår nedbrytning av organisk materiale eller korrosjon av metaller parallelt med reduksjon av andre forbindelser. Mikroorganismer får energi fra slike reaksjoner og bruker denne energien til bl.a. oppbygging av biomasse. Mest energi får mikroorganismer hvis de kan bruke oksygen til å oksidere organisk materiale.

Noe mindre energi genereres hvis det brukes nitrat (NO_3^-) og enda mindre ved å bruke treverdige jern, Fe(III), fireverdige mangan (Mn (IV)), sulfat (SO_4^{2-}) eller oksidert organisk materiale.

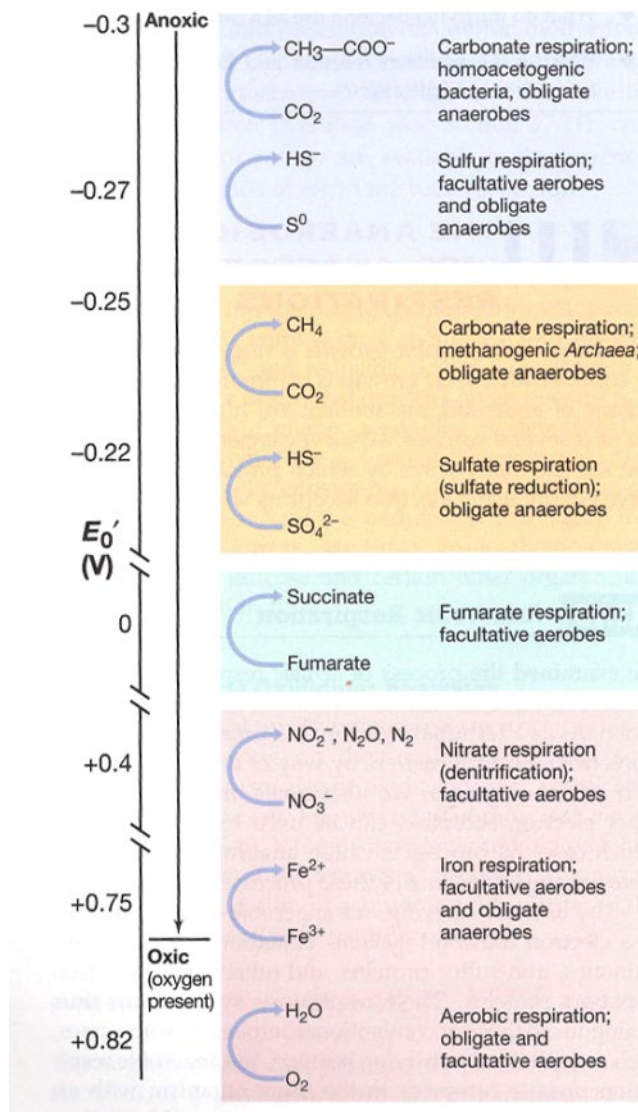
I naturen kan vi derfor observere at aerobe forhold med oksygen til stede, går over til nitratreduserende forhold når alt oksygen er brukt opp. Deretter følger mangan-, jern- og sulfatreduserende forhold, før en får metanogene forhold.

Under metanogene forhold observerer man den langsomste nedbrytningen av organisk materiale, og minst oksidasjon av metallgjenstander. Raskest foregår nedbrytning av organiske gjenstander under aerobe forhold. Nedbrytningshastigheten 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 kjennemerket bra til utmerket bevaringsforhold. Imidlertid må stedsspesifikke forhold tas i betraktning. I tabell 3 er det illustrert en enkel oversikt som viser generelt hvordan kulturlagene vurderes på bevaringsforhold. I flere tilfeller vil man få grenseoverganger. I det orange markerte området vises nivåer av målte kjemiske parametre for typisk oksiderende forhold, men reduserende forhold er vist med blått.

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. Ved slike forhold kan vi forvente at nitrogen foreligger i stor grad som nitrat og ikke som ammonium, jern foreligger som oksidert jern (III) og konsentrasjon av sulfid vil som regel være svært lavt. Hvis forholdene derimot er jernreduserende, vil alt oksygen og nitrat allerede vært brukt opp av mikroorganismer og nitrogen vil foreligge som ammonium. Det vil kunne måles høyere konsentrasjoner av jern (II) i porevann og jord,

Vedlegg 1

men det er ikke ventet høye sulfidkonsentrasjoner (**Figur 1**).



Figur 1. Redoksføhold ved standard aktivitet fra ulike mikroorganismer (Brock, 1996)

Andre miljøforhold som vil påvirke bevaring av kulturlag er massenes permeabilitet og vannmetning. Dette vil styre gjennomstrømning av (oksygenrikt) vann gjennom massene og diffusjon av oksygen i porene. Dessuten vil tilstedeværelse av giftige forbindelser kunne hemme nedbrytningen av organisk materiale. Syre og løselige salter medfører korrosjon av metalloverflater. Økende surhet og saltkonsentrasjon vil framskynde korrosjon av metallgjenstander og forvitring av bein.

Hull	Profil	Lag nr.	Beskrivelse	Periode	SOPS (tilstand)	Prøvemateriale			Prøvenr. Felt	Gjenstandsfunn
						C14	Botanisk	Jordkjemi		
1	1 - 1	1	Mørkebrun fet og meget kompakt organisk masse med innslag av tegl og noe stein.	1600 - 1700	A2			x		
		2	Likt 5 men noe lysere farge og med innslag av lys leire og trekull. Dyrebein i dårlig tilstand.	Middelalder	A2	TRa-10601 825 +15/ 15BP CalAD 1180 -1259 (2 sigma)	x		C14 #2 Bot.#4	
		3	Lys beigebrun myk sandholdig silt med noe klebersteinsflis og annen type stein. Laget var spettet med trekull og sot.	Middelalder	A2			x	Bot. #3	
		4	Lik 3, men med treflis som var myk og svampete. Noe trekull.	Middelalder	A2	TRa-10598 1200 +15/ 15 BP CalAD 772 - 881 (2 sigma)			C14 #1	
		5	Mørkegrå, kompakt siltblandet sand. Innslag av tegl, stein og trekull.	1600 - 1700	A2			x		
		6	Lik 1 men mer løs komprimering og med sandholdig.	1600 - 1700	A2					
1	1-2	1	Mørkegrå, kompakt sand med tegl og noen keramikkskår, kun fra nyere tid. Organisk materiale i form av treflis og dyrebein, begge typer i dårlig tilstand.	1600 - 1800	A2					
		2	Mørkebrun, løst komprimert treflis i horisontal deponering. Treflisene var myke og tilstanden var meget dårlig. Innslag av dyrebein, brent bein, sandlinser, vindusglass og kakkelfliser.	1500 - 1700	A2					
		3	Mørkegrå, meget kompakt sandblandet silt med spredt innhold av trekull, stein, klebersteinsflis og lyse klumper av leire. Det ble registrert noe dyrebein med myk, morken overflate.	Middelalder	A2					
		4	Konsentrasjon av stein i forskjellig retting og mye trekull. Ildsted?	Middelalder	A0	x			C14	
4	4-1	1	Gråbrun, kompakt siltholdig sand med mye leire klumpvis fordelt i laget. Innslag av stein, trekull og tegl.	1600 - 1700	A0					
		2	Middels brun myk organisk masse med mye treflis, ca. 70%. Innslag av tegl og noen gjenstandsfunn i form av skår fra fajanse og passglas.	1600 - 1700	A2/A3			x		
		3	Brun, myk og klebrig siltholdig sand, med spredte treflis i morken tilstand. Innslag av store dyrebein og enkelte keramikkskår av rødgodstype.	1500 - 1700	A2?			x		
		4	Middelsgrå kompakt siltholdig, men grovkornete sand. Nedre del av laget var lysere i fargen og mer leirholdig. Det var innslag av jernklumper i korrodert forfattning og noe dyrebein i dårlig tilstand.	Middelalder	A1-A2	Tra-10599 425 +10/-10 BP CalAD 1440 -1467 (2 sigma)	x	x	C14 # 5 Bot. #7	
		5	Grov grå sand med småstein og med enkelte større stein. Det fantes leirklumper i laget og spredte trekull.	Middelalder	A0					
		6	Mørkegråbrun, kompakt og fuktig siltholdig sand. Laget innhold klebersteinsflis, trekull og dyrebein i dårlig forfattning. I øvre søndre del av lag 6 var det spor etter en horisontal liggende ubrent planke.	Middelalder	A2	TRa-10600 775 +15/-15 BP CalAD 1223 -1274 (2 sigma)	x	x	C14 # 6 Bot. #8	MA keramikk, engelsk type
		7	Mellombrun tørr og løst komprimert sand, med noe stein og tegl.	1600 - 1800	A1			x		
		8	Treverk, kraftig planke? Ubrent. Ligger i øvre del av lag 6.	Middelalder	A2					
		9	Gråbrunmeget kompakt og myk siltblandet sand. Noe stein og bein.	1600 - 1700	A2					
4	4-2	1	Mørkebrun fet masse med organisk innhold. Det fantes treflis i laget og dyrebein, og begge typer var myke og morkne.		A2					
		2	Mørkebrun, porøs sand med lysere sand innblandet. Laget innhold mye dyrebein i store stykker, og beinen var middels god bevart.		A2/A3					
		3	Mørkebrun, meget kompakt masse med noe stein, dyrebein og innslag av dårlig bevarte treflis.		A2					
		4	Lik lag 3 men lysere i fargen og mer kompakt enn lag 3.		A2					
		5	Lys gråbrun kompakt siltholdig leire med noe klebersteinsflis og noe trekull.		A0					
		6	Kompakt knust kleberstein blandet i noe leirholdig masse. Det fantes enkelte dyrebein i laget og trekull. Mengden trekull økte i de nedre deler av laget.		A2	x			C14 #9	
		7	kompakt «skitten», lys grå leire med innslag av stein, dårlig bevart bein, noe treflis som også var dårlig bevart samt noe trekull.		A2	x			C14 #10	

niku_ark	fotonr	Himmelretting	Fotograf	Dato	Beskrivelse
339304	42	mot øst	AHP	13.08.2015	Hull 4. Profil 4:1 lag 3,4 ,6 og 8 Hull 4. Profil 4:1 nedre del. Lag 3,4 ,6 og 8
339305	43	mot øst	AHP	13.08.2015	Hull 4. Profil 4:1 nedre del. Lag 3,4 ,6 og 8
339306	44	mot øst	AHP	13.08.2015	Hull 4. Profil 4:1 øvre del
339307	46	mot øst	AHP	13.08.2015	Hull 4. Profil 4:1 nedre del med målestokk
339308	48	mot øst	AHP	13.08.2015	Hull 4. Profil 4:2 ned profilsnor fra 2002
339309	49	mot vest	AHP	13.08.2015	Hull 1. Profil 1:1
339310	56	mot sør	AHP	13.08.2015	Hull 1. Profil 1:1 lag 3, 2, 4, 5 og 1
339311	58	mot sør	AHP	13.08.2015	Hull 1. Profil 1:2 øvre og midtre del
339312	59	mot nord	AHP	13.08.2015	Hull 1. Profil 1:2 øvre del
339313	61	mot nord	AHP	13.08.2015	Hull 1. Profil 1:2 nedre del
339314	65	mot nord	AHP	13.08.2015	Hull 1. Profil 1:2 nedre del med målestokk
339315	66	mot nord	AHP	13.08.2015	Hull 1. Profil 1:1 med målestokk
339316	67	mot nord	AHP	13.08.2015	Hull 4. Profil 4 under fremgraving. Løftarm til plate i bunn av hull 4 nederst til høyre
339317	70	mot øst	AHP	13.08.2015	Hull 4 under oppgraving. Profil 4:1 til venstre og 4:2 til høyre.
339318	72	mot sør	AHP	13.08.2015	Oversikt. Hull 4 med profil 4:1
339319	74	mot sørøst	AHP	13.08.2015	Oversikt. Hull 1 med profil 1:2.
339320	76	mot nordvest	AHP	13.08.2015	Oversikt. Hull 1 med profil 1:1.
339321	77	mot sørvest	AHP	13.08.2015	Oversikt. Hull 4 med profil 4:1 før tegning.
339322	4286	mot sørvest	AHP	14.08.2015	

Anna Petersén
 NIKU
 Kjøpmannsgt. 1B
 7013 Trondheim

anna.petersen@niku.no

Note:
 The conventional radiocarbon ages in this report are rounded. To avoid extra uncertainty while calibrating the results, use the un-rounded results un parenthesis.
 The laboratory identifier (TRa-xxx) MUST be reported together with the results as it identifies the samples

Tra-10598 1020444 Profil 1:1 lag 4

1020444 Profil 1:1 lag 4. Munkhaugveita, Trondheim, Sør-Trøndelag. Lokalitetstype by, kontekst kulturlag. Posisjon: 569696E, 7034196N.

Fraction
 Bark, AAA (50 % C)

14C content (pMC)	Conventional 14C Age	Delta13C
86.1 ± 0.1	1200 +15/-15 BP (1202 +13/-13 BP)	-24.69 ± 0.25 ‰

Tra-10599 1020444 Profil 4:1 lag 4

1020444 Profil 4:1 lag 4. Munkhaugveita, Trondheim, Sør-Trøndelag. Lokalitetstype by, kontekst kulturlag. Posisjon: 569696E, 7034196N.

Fraction
 Trekull. Populus sp., AAA (58 % C)

14C content (pMC)	Conventional 14C Age	Delta13C
94.9 ± 0.1	425 +10/-10 BP (423 +11/-11 BP)	-25.02 ± 0.28 ‰

Tra-10600 1020444 Profil 4:1 lag 6

1020444 Profil 4:1 lag 6. Munkhaugveita, Trondheim, Sør-Trøndelag. Lokalitetstype by, kontekst kulturlag. Posisjon: 569696E, 7034196N.

Fraction
 Trekull. Betula., AAA (59 % C)

14C content (pMC)	Conventional 14C Age	Delta13C
90.8 ± 0.1	775 +15/-15 BP (775 +13/-13 BP)	-26.61 ± 0.37 ‰

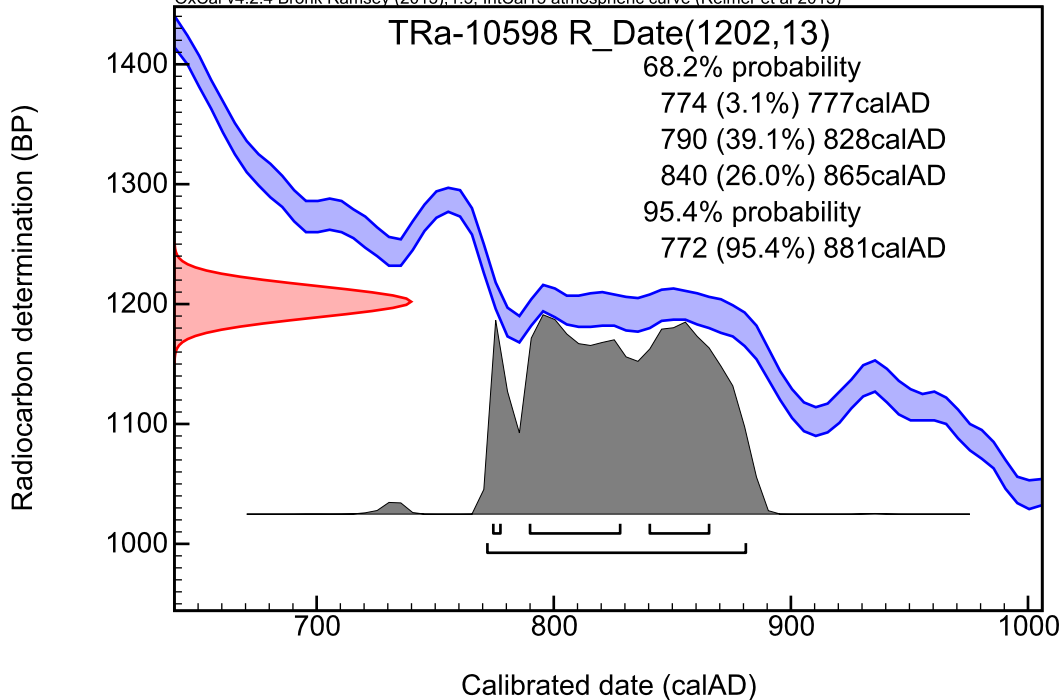
Tra-10601 1020444 Profil 1:1 lag 2

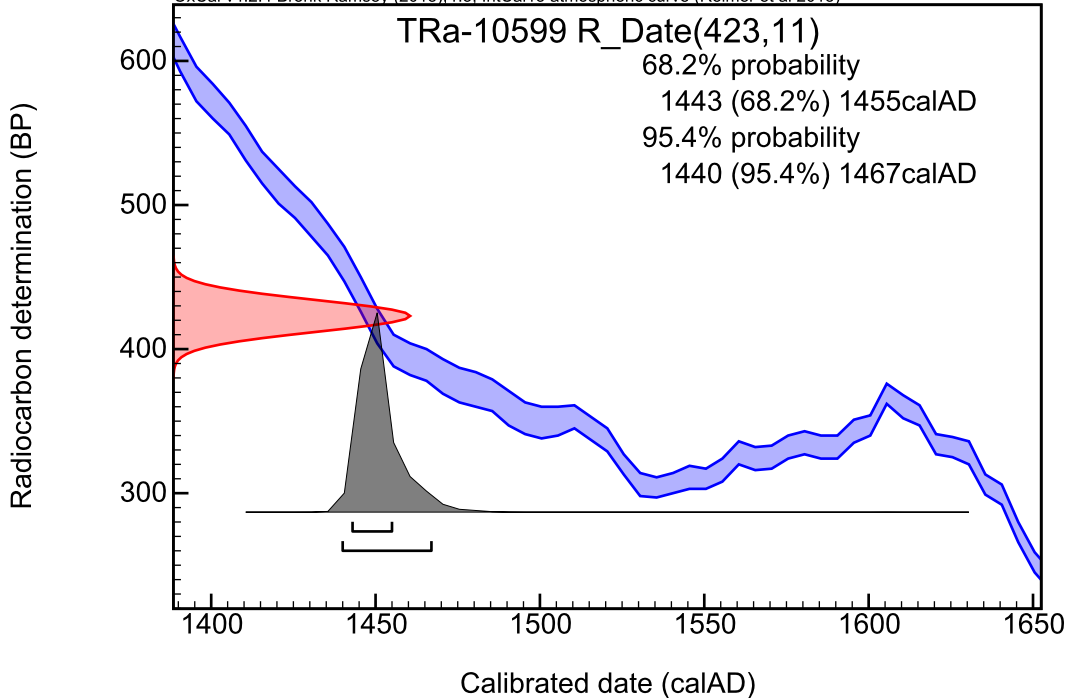
1020444 Profil 1:1 lag 2. Munkhaugveita, Trondheim, Sør-Trøndelag. Lokaltetype by, kontekst kulturlag. Posisjon: 569696E, 7034196N.

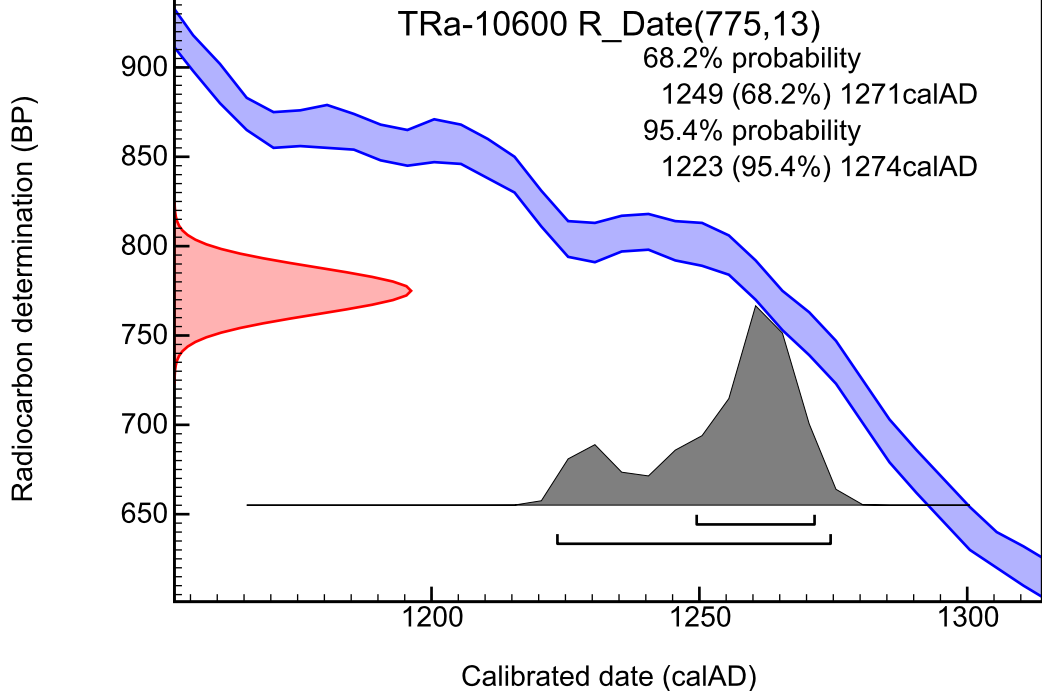
Fraction

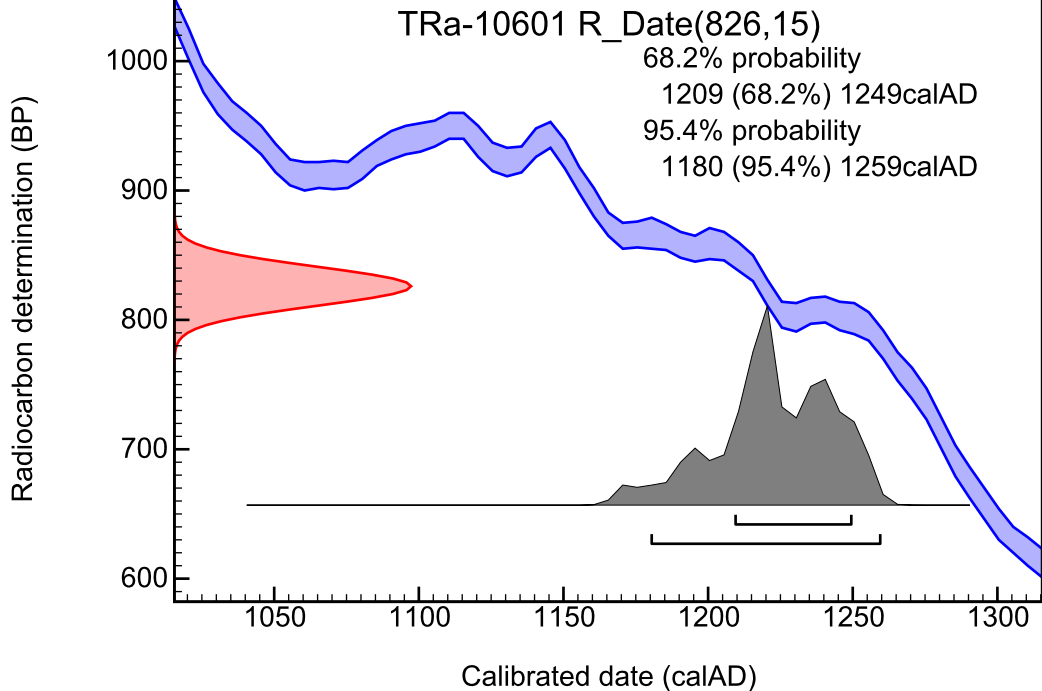
Trekull. Betula sp., AAA (59 % C)

14C content (pMC)	Conventional 14C Age	Delta13C
90.2 ± 0.1	825 +15/-15 BP (826 +15/-15 BP)	-28.1 ± 0.3 ‰









NIBIO
 Frederik A. Dahls vei 20
 1432 ÅS
Attn: Ove Bergersen

AR-15-MM-018311-01

EUNOMO-00126111

Prøvemottak: 14.10.2015

Temperatur:

Analyseperiode: 14.10.2015-23.10.2015

Referanse: Vannprøver

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2015-10140279	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	4.1 vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	135	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Prøvenr.:	439-2015-10140280	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	4.2 vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	22.1	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Prøvenr.:	439-2015-10140281	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	4.3 vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	92.6	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Prøvenr.:	439-2015-10140282	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	4.4 vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	69.9	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Prøvenr.:	439-2015-10140283	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	4.5 vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	147	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2015-10140284	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	4.6 vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	33.1	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Prøvenr.:	439-2015-10140285	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	1.1 vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	282	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Prøvenr.:	439-2015-10140286	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	1.2 vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	271	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Prøvenr.:	439-2015-10140287	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	1.3 vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	524	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Prøvenr.:	439-2015-10140288	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	1.4 vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	115	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Prøvenr.:	439-2015-10140289	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	S1 vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	5.23	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Prøvenr.:	439-2015-10140290	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	S2 vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	9.65	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2015-10140291	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	S3 vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	3.33	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Prøvenr.:	439-2015-10140292	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	Ref.elektrode vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	5.09	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Prøvenr.:	439-2015-10140293	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	B2 midten vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	34.3	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Prøvenr.:	439-2015-10140294	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	S4 vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	11.7	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Prøvenr.:	439-2015-10140295	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	S5 vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	26.1	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Prøvenr.:	439-2015-10140296	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	S6 vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	13.5	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Prøvenr.:	439-2015-10140297	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Rent vann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	B3 høyre vann	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Sulfat (SO4)	18.9	mg/l	0.1 20% NS EN ISO 10304-1

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Moss 23.10.2015

Stig Tjomsland

Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

NIBIO

Frederik A. Dahls vei 20

1432 ÅS

Attn: Ove Bergersen
AR-15-MM-018372-01

EUNOMO-00126117

Prøvemottak: 14.10.2015

Temperatur:

Analyseperiode: 14.10.2015-23.10.2015

Referanse: Vannprøver

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2015-10140306	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	4.1 KCL	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Ammonium-N			
a) Ammonium (NH ₄ -N)	1.4	mg/l	0.01 15% EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N			
a) Nitrat (NO ₃ -N)	0.29	mg/l	0.1 20% SS 028133

Prøvenr.:	439-2015-10140307	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	4.2 KCL	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Ammonium-N			
a) Ammonium (NH ₄ -N)	0.19	mg/l	0.01 15% EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N			
a) Nitrat (NO ₃ -N)	< 0.10	mg/l	0.1 SS 028133

Prøvenr.:	439-2015-10140308	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	4.3 KCL	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Ammonium-N			
a) Ammonium (NH ₄ -N)	7.4	mg/l	0.01 15% EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N			
a) Nitrat (NO ₃ -N)	< 0.10	mg/l	0.1 SS 028133

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2015-10140309	Prøvetakingsdato:	14.10.2015		
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen		
Prøvemerkning:	4.4 KCL	Analysestartdato:	14.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Ammonium-N					
a) Ammonium (NH ₄ -N)	4.1	mg/l	0.01	15%	EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N					
a) Nitrat (NO ₃ -N)	< 0.10	mg/l	0.1		SS 028133

Prøvenr.:	439-2015-10140310	Prøvetakingsdato:	14.10.2015		
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen		
Prøvemerkning:	4.5 KCL	Analysestartdato:	14.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Ammonium-N					
a) Ammonium (NH ₄ -N)	1.7	mg/l	0.01	15%	EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N					
a) Nitrat (NO ₃ -N)	< 0.10	mg/l	0.1		SS 028133

Prøvenr.:	439-2015-10140311	Prøvetakingsdato:	14.10.2015		
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen		
Prøvemerkning:	4.6 KCL	Analysestartdato:	14.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Ammonium-N					
a) Ammonium (NH ₄ -N)	0.27	mg/l	0.01	15%	EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N					
a) Nitrat (NO ₃ -N)	0.63	mg/l	0.1	20%	SS 028133

Prøvenr.:	439-2015-10140312	Prøvetakingsdato:	14.10.2015		
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen		
Prøvemerkning:	1.1 KCL	Analysestartdato:	14.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Ammonium-N					
a) Ammonium (NH ₄ -N)	57	mg/l	0.01	15%	EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N					
a) Nitrat (NO ₃ -N)	< 0.10	mg/l	0.1		SS 028133

Prøvenr.:	439-2015-10140313	Prøvetakingsdato:	14.10.2015		
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen		
Prøvemerkning:	1.2 KCL	Analysestartdato:	14.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Ammonium-N					
a) Ammonium (NH ₄ -N)	3.8	mg/l	0.01	15%	EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N					
a) Nitrat (NO ₃ -N)	< 0.10	mg/l	0.1		SS 028133

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2015-10140314	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	1.3 KCL	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Ammonium-N			
a) Ammonium (NH ₄ -N)	0.76	mg/l	0.01 15% EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N			
a) Nitrat (NO ₃ -N)	< 0.10	mg/l	0.1 SS 028133

Prøvenr.:	439-2015-10140315	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	S1 KCL	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Ammonium-N			
a) Ammonium (NH ₄ -N)	0.15	mg/l	0.01 15% EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N			
a) Nitrat (NO ₃ -N)	< 0.10	mg/l	0.1 SS 028133

Prøvenr.:	439-2015-10140316	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	S2 KCL	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Ammonium-N			
a) Ammonium (NH ₄ -N)	0.81	mg/l	0.01 15% EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N			
a) Nitrat (NO ₃ -N)	0.54	mg/l	0.1 20% SS 028133

Prøvenr.:	439-2015-10140317	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	S3 KCL	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Ammonium-N			
a) Ammonium (NH ₄ -N)	0.87	mg/l	0.01 15% EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N			
a) Nitrat (NO ₃ -N)	< 0.10	mg/l	0.1 SS 028133

Prøvenr.:	439-2015-10140318	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	Ref elektrode KCL	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Ammonium-N			
a) Ammonium (NH ₄ -N)	0.26	mg/l	0.01 15% EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N			
a) Nitrat (NO ₃ -N)	< 0.10	mg/l	0.1 SS 028133

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2015-10140319	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	B2 midten KCL	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Ammonium-N			
a) Ammonium (NH ₄ -N)	3.3	mg/l	0.01 15% EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N			
a) Nitrat (NO ₃ -N)	0.13	mg/l	0.1 20% SS 028133

Prøvenr.:	439-2015-10140320	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	S4 KCL	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Ammonium-N			
a) Ammonium (NH ₄ -N)	0.36	mg/l	0.01 15% EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N			
a) Nitrat (NO ₃ -N)	< 0.10	mg/l	0.1 SS 028133

Prøvenr.:	439-2015-10140321	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	S5 KCL	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Ammonium-N			
a) Ammonium (NH ₄ -N)	1.1	mg/l	0.01 15% EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N			
a) Nitrat (NO ₃ -N)	9.8	mg/l	0.1 10% SS 028133

Prøvenr.:	439-2015-10140322	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	S6 KCL	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Ammonium-N			
a) Ammonium (NH ₄ -N)	0.034	mg/l	0.01 15% EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N			
a) Nitrat (NO ₃ -N)	2.1	mg/l	0.1 10% SS 028133

Prøvenr.:	439-2015-10140323	Prøvetakingsdato:	14.10.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen
Prøvemerkning:	B3 høyre KCL	Analysestartdato:	14.10.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Ammonium-N			
a) Ammonium (NH ₄ -N)	0.15	mg/l	0.01 15% EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N			
a) Nitrat (NO ₃ -N)	3.0	mg/l	0.1 10% SS 028133

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2015-10140324	Prøvetakingsdato:	14.10.2015		
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Ove Bergersen		
Prøvemerkning:	1.4 KCL	Analysestartdato:	14.10.2015		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Ammonium-N					
a) Ammonium (NH ₄ -N)	0.78	mg/l	0.01	15%	EN ISO 11732:2007
a) Nitrat-N					
a) Nitrat (NO ₃ -N)	< 0.10	mg/l	0.1		SS 028133

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125, Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping

Moss 23.10.2015


Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

HULL 1

~~Q3N~~

UTM32N

MUNKVHULL1REDOX, 04.01.2016, Page 1

FID	Shape	PT_ID	NORTHING	EASTING	ELEVATION	DESCRIPTIO
0	Point	2	7041681,7733	270408,8153	8,5919	2
1	Point	1	7041681,809	270407,9511	9,2566	1

HULL4

B3W

UTM 32N

MUNKVHULL4REDOX, 04.01.2016, Page 1

FID	Shape	PT_ID	NORTHING	EASTING	ELEVATION	DESCRIPTIO
0	Point	4	7041673,3935	270420,9128	7,9914	4
1	Point	3	7041672,9976	270421,0409	8,3596	3
2	Point	2	7041672,4382	270421,1615	9,5575	2
3	Point	1	7041672,0764	270421,5977	10,1471	1