

Rapport

NIKU Nr. 37- 2009

Bioforsk Vol 4 Nr. 29 2009

Forundersøkelse med grunnboring for tilstandsanalyse av bevaringsforhold for kulturlag, Munkhaugsveita 3-7, Trondheim.

Arkeologisk og jordfaglig vurdering

Ove Bergersen - Bioforsk Jord og miljø

Anna H. Petersén - Norsk institutt for kulturminneforskning - NIKU





NIKU - Norsk institutt for kulturminneforskning
Postboks 736, Sentrum
N-0105 Oslo
Tlf: (+47) 23 35 50 00
Fax: (+47)23 35 50 01
kundeservicet@niku.no

Bioforsk Jord og miljø
Frederik A. Dahls vei 20
N-1432 Ås
Tlf: 03 246
Faks: 63 00 94 10
jord@bioforsk.no



Tittel/Title: Forundersøkelse med grunnboring for tilstandsanalyse av bevaringsforhold for kulturlag, Munkhaugsveita 3-7, Trondheim - Arkeologisk og jordfaglig analyse
Forfatter(e)/Autor(s): Ove Bergersen - Bioforsk Anna H. Petersén - NIKU

Dato/Date: 02.03.2009	Tilgjengelighet/Availability: Åpen	Prosjekt nr./Project No.: NIKU 1562776 Bioforsk 2110533	Arkiv nr./Archive No.:
Rapport nr./Report No. Bioforsk Vol 4 (29) 2009 NIKU Nr 37 2009:	ISBN-nr.:	Antall sider/Number of pages: 29	Antall vedlegg/Number of appendix: 5

Oppdragsgiver/Employer: Riksantikvaren, Distriktskontor Nord	Kontaktperson/Contact person: Sissel Skoglund
--	---

Stikkord/Keywords: Bevaringsforhold, kulturlag, redoksforhold Preservation, cultural heritage, redox conditions	Fagområde/Field of work: Arkeologi - Jordkjemi Archaeology - Soil chemistry
--	--

Sammendrag Grunnboringene viste at intakte middelalderske kulturlag begynte ved 2 - 2,5 m under overflaten, mellom ca 10,10 - 10,9 moh. Kulturlagene var mørke med lite synlig organisk/botanisk materiale. Jordkjemiske målinger viste at tilstand og bevaringsforhold var dårlig i de øvre lag av boresøylene, mens tilstanden for kulturlag liggende på kote 10 - 9 moh var bedre. Disse kulturlagene var utmerket bevart pga reduserende forhold. Leirlag under disse lag på 3-4 m ser ut til å ha hatt beskyttende effekt. I denne undersøkelsen ble det påvist lavt innhold av organisk materiale spesielt i øvre og nedre lag av boresøylene.
--

Land/fylke: Norge /Sør Trøndelag	Kommune: Trondheim
Sted/Lokalitet: Trondheim- Munkehaugsveita 3-7	

Godkjent / Approved

Prosjektleder / Project leader

for
Knut Paasche

Anna H. Petersén

Innhold

1.	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Kjente arkeologiske og kulturhistoriske forhold	4
1.3	Problemstilling	6
1.4	Arkeologi- og naturvitenskapelige definisjoner	7
1.4.1.	Arkeologifaglige definisjoner	7
1.4.2.	Jordfaglige definisjoner	7
2.	Materiale og Metode	8
2.1	Arkeologisk dokumentasjonsmetode	8
2.2	Innhenting av prøver	9
2.3	Kjemiske analyseparameter	10
2.3.1	Generelt om vurdering av bevaringsforhold i kulturlag	11
3.	Resultater	13
3.1	Arkeologifaglig tilstandsvurdering av kulturlag	13
3.2	Vurdering av bevaringsforholdene ut fra kjemiske og fysiske analyseparameter	17
3.3	Vurdering av tilstand og bevaringsforhold på grunnlag av arkeologiske og naturvitenskapelige analyseresultater fra boresøyler	25
4.	Konklusjon	27
5.	Referanser	28
6.	Vedlegg	29

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Tiltakshaver Realinvest AS har søkt om utbygging av ubebygde arealer på eiendommen Munkhaugveita 3-7 (Gnr 400/Bnr 104-106). Det er søkt om å få oppføre et tre etasjers bygg uten kjeller. Eiendommen ligger innen det automatisk fredete kulturminne *Middelalderbyen i Trondheim*. Riksantikvaren har gitt NIKU i oppdrag å foreta en forundersøkelse med vurdering av bevaringsforhold og tilstand til kulturlag innen eiendommen med arkeologisk og jordkjemisk metode. Det er bestilt grunnboring og dokumentasjon av kulturlager fra seks borehull.

Prosjektet er koordinert av NIKU og utført i samarbeid mellom NIKU og Bioforsk. Det arkeologiske arbeid med dokumentasjon og beskrivelse av kulturlager fra grunnboring er utført av NIKU. Prøvetaking og jordkjemiske analyse er utført av Bioforsk. Feltarbeidet ble gjort i perioden 17.11 - 20.11. 2008. Fra NIKU har Anna Petersén hatt prosjektlederansvar. Fra Bioforsk har arbeidet blitt koordinert av Ove Bergersen. Petersén og Bergersen har utført feltarbeid og rapport. Rambøll AS har hatt ansvar for boring og borerigg. Innmåling av boresteder ble utført av Nidaros Oppmåling AS, Trondheim.

Det arkeologiske dokumentasjonsmateriale fra forundersøkelsen oppbevares i Riksantikvarens topografiske arkiv i Trondheim under nummer TA 2008/25.

Fotografering ble gjort av Ove Bergersen. Bildematerialet er registeret hos NIKU og det digitale fotomateriale og fotoliste er sendt til Riksantikvaren for arkivering.

1.2 Kjente arkeologiske og kulturhistoriske forhold

På tomten har det tidligere vært bensinstasjon med verksted og vaskehall. Driftsbygningene var fra etterkrigsårene og stasjonen var i funksjon inn på 1990-tallet. Anlegget ble revet på slutten av 1990-tallet og tomten har i de senere år fungert som parkeringsplass. Det ble foretatt en arkeologisk overvåking (TA 2002/6), etter riving av bygninger og fjerning av olje- og dieseltanker under bakken. Det ble gjort registreringer fra flere forskjellige steder innen tomten. Undersøkelser har vist at det under 1990-tallet ble foretatt betydelig mer utsjaktning enn det forvaltningsmyndigheten har gitt dispensasjon for, men det er grunn til å tro at det fortsatt finnes sammenhengende areal med intakte middelalderske kulturlag innen området. Kulturlagstykkelsen var opptil 3,3 m på enkelte steder innen tomten. Det ble konkludert med at bevaringsforholdene for kulturlag med organisk innhold var bra, til tross for de mange hull og grøfter som blitt gravd gjennom tidligere år (Reed 2002).

I 2007 ble det foretatt en arkeologisk forundersøkelse med sårbarhetsanalyse/tilstandsvurdering i kvartalet på motsatt side av Munkhaugveita, (Petersén, A. 2007). Tykkelsen på kulturlagene varierte fra 0,6 til litt over 2 m. Mesteparten av kulturlagene innholdt mye organisk materiale, særlig treflis. Den arkeologiske og geokjemiske rapport konkluderer med tilstandene for kulturlager var middels til dårlig. De forholdsvis dårlige bevaringsforholdene som analyseresultatene fra denne forundersøkelse viste, var uventet da man tidligere hadde den oppfatning av at kulturlagene i området tilhørte de best bevarte innen *Middelalderbyen Trondheim*. De

beste bevaringsforhold ble målt i de kulturlag som på kote 9 moh, ca 1,5 m under dagens overflate (Petersén, A. 2007; Bergersen & Hartnik 2008).



Figur 1 Undersøkningsområdet Munkhaugveita 3 - 7. Borerigg plassert ved borehull 2 (NIKU -ark - 000312 og 000313).

1.3 Problemstilling

Tomten ligger meget sentralt innenfor middelalderbyen og er tidligere bare delvis utsjaktet (figur 2). Tiltakshaver har presentert en utbyggningsplan som består av et lavt bygg uten kjeller. Det åpner for muligheten å bygge oppå kulturlagene så fremt det brukes en fundamenteringsmetode som ikke leder til forringelse av bevaringsforhold for intakte middelalderske kulturlag. Riksantikvaren ønsket bedre kjennskap til bevaringsforhold for kulturlager i det område som vil bli berørt av nybygget, samt at det fremskaffes kunnskap om kulturlagenes tåleevne dersom de blir liggende intakt under et nybygg.



Figur 2 Områdeskart 1:500. Undersøkellesområde markert med tykk strek.

1.4 Arkeologi- og naturvitenskapelige definisjoner

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

1.4.1. Arkeologifaglige definisjoner

Kulturlag: Strata under bakkenivå dannet av menneskelig aktivitet. Kulturlag kan variere meget i form, utseende, sammensetting og innhold beroende på lokalitet, tidsalder, type aktivitet og jordmonn.

Steril grunn: Naturlig undergrunn, upåvirket av menneskelig aktivitet

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

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

1.4.2. 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.

2. Materiale og Metode

2.1 Arkeologisk dokumentasjonsmetode

Det ble forsøkt boret på til sammen 11 steder innenfor undersøkelsesområdet. Ved 5 av disse 11 boreforsøk kom man ned i uforstyrrete kulturlag.

Boringene ble gjort med navbor med 12 cm diameter. Det ble boret en meter av gangen. Søylene fra hver boremeter ble rensket nøye og fotografert. Deretter ble søylene tegnet i målestokk 1:20 med lagskiller markert på tegning. Hvert kulturlag ble nummerert og beskrevet på tegning og på kontekstskjema i henhold til standard. Tilstanden er vurdert etter bevaringsskalaen State Of Preservation Scale (SOPS) i *The Monitoring Manual* som er Riksantikvarens og NIKUs veileder om miljøovervåking av kulturlag (Tabell 1). Skalaen opererer med seks klasser på bevaringstilstand fra 0 til 5 der bevaringstilstanden er bedre jo høyere tall som angis. 0-verdi brukes utelukkende da bedømmelse ikke lar seg gjøre. I skalaen finnes i tillegg en bokstavskode som angir plasseringen av strata i forhold til grunnvann. I denne undersøkelse er kategori "A - over grunnvann" blitt brukt. For kulturlag med utelukkende minerogent innhold (leire, silt, sand, grus) eller kulturlag der det organiske innhold vanskelig lar seg måle visuelt, for eksempel humusholdig sand, er verdien satt til A0.

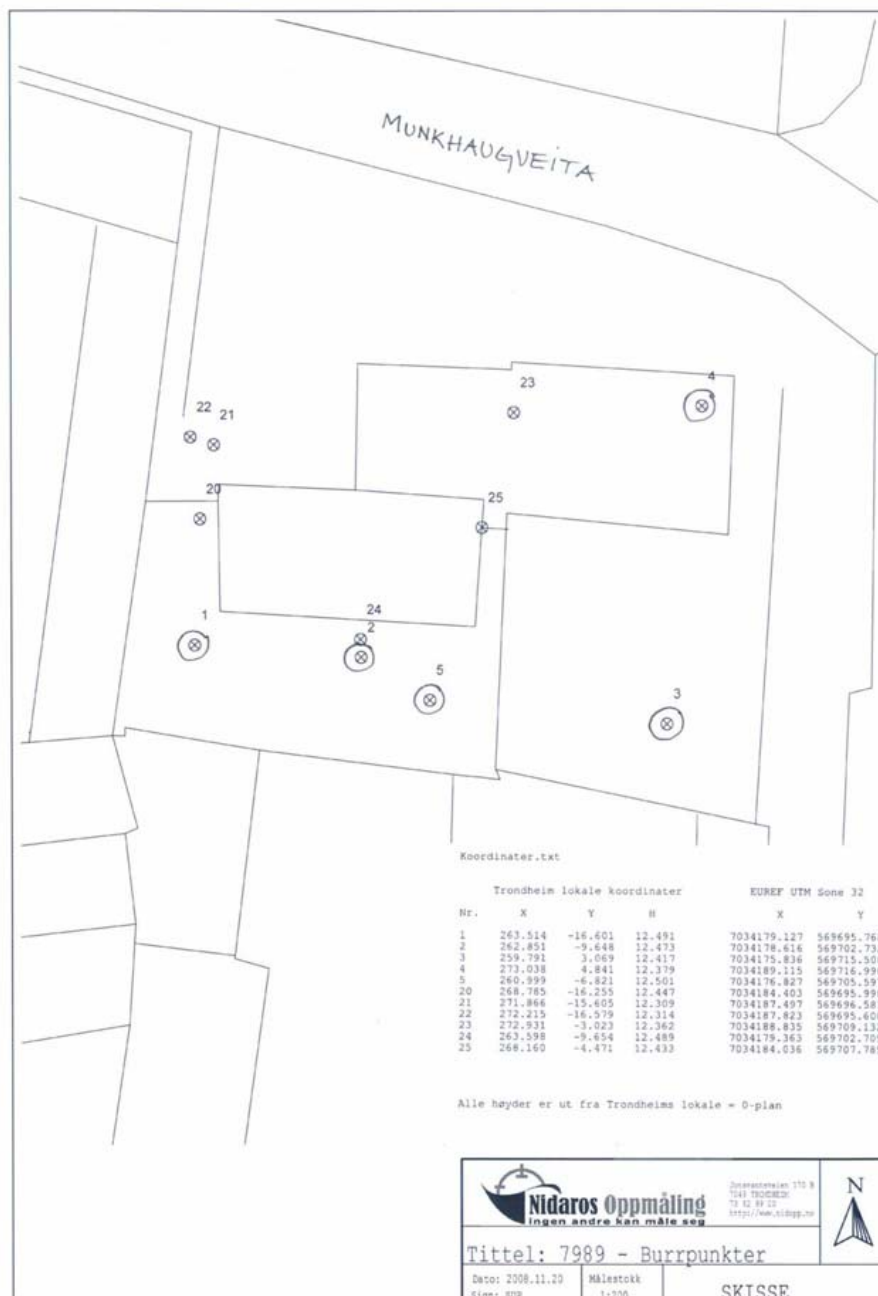
Tabell 1. Oversikt over SOPS skjema. Kilde: *The Monitoring Manual*

STATE OF PRESERVATION SCALE (SOPS)

PRESERVATION SCALE		DEGREE OF PRESERVATION						
		NULL-VALUE	LOUSY	POOR	MEDIUM	GOOD	EXCELLENT	
POSITION IN RELATION TO GROUNDWATER	OVER	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A
	OVER/IN	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B
	IN	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C
		0	1	2	3	4	5	
"Extreme situations/cases"		D0	D1	D2	D3	D4	D5	D
Fill etc later than ca. 1900		E0	E1	E2	E3	E4	E5	E

Under arkeologisk dokumentasjon ble det tatt ut jordprøver for analyse. Prøvene ble tatt ut fra kulturlag i søylene fra omtrent hver 0,5 m, avhengig av antall og type kulturlag innen hver meter. Vurderingen av prøvested, ble gjort i samarbeid mellom arkeolog (NIKU) og jordkjemiker (Bioforsk). Fra boringene ble det tatt ut jordkjemiske prøver for S1 og S3 analyse (se beskrivelse i kap. 2.2. og 2.3.).

5	260.999	-6.821	12.501	7034176.827	569705.597
20	268.785	-16.255	12.447	7034184.403	569695.998
21	271.866	-15.605	12.309	7034187.497	569696.581
22	272.215	-16.579	12.314	7034187.823	569695.600
23	272.931	-3.023	12.362	7034188.835	569709.132
24	263.598	-9.654	12.489	7034179.363	569702.709
					569707.789



Figur 3 Oversikt over borhull innen undersøkelsesområdet med koordinater. Målestokk 1:200.

2.2 Innhenting av prøver

Jordprøvene ble tatt i samarbeide NIKU og Bioforsk (17-18 nov 2008). Prøver ble pakket inn i to plastposer med og uten lynlås. Prøvene ble tatt horisontalt boresøyler. Den delen av prøven som ble tatt lengst inn i boresøylen ble fylt i en pose som ble lukket umiddelbart og luft suget ut. Denne posen ble videre oppbevart i en ny ytterpose med lynlås og tilsatt Anaerogel som inneholder kjemikalie som fjerner oksygen i posen. Etter prøvetaking ble alle prøvene oppbevart og transportert kjølig. De anaerobiske prøvene ble ekstrahert og bearbeidet i anaerob kammer direkte før videre analyser.

2.3 Kjemiske analyseparameter

I rapporten beskrives bevaringsforholdene i kulturlagene ut i fra generell analyse: Grunnleggende parameter (S1) og miljøparameter (S3) i henhold til *The Monitoring Manual*. Alle prøver ble analysert etter S3 analyseparameter.

S1 Grunnleggende parameter

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.

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

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

S3 Miljøparameter

Analysen i henhold til analysepakke S3 inkluderer S1 analyser i tillegg til følgende uorganiske paramenter:

Bestemmelse av to- og treverdig 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 nitrogen atmosfære. 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 tilbaketitrere 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 mackinawit og greigit. 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. 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 AnalyCen (se vedlegg 4).

Nitrat og ammonium: Prøven ekstraheres med 2 mol/l KCl og analyseres ved hjelp av en TRAACS-800 autoanalysator som bruker en fargereaksjon til bestemmelse av nitrat- og ammoniumkonsentrasjon. Analysen ble gjennomført ved AnalyCen (se vedlegg 3).

2.3.1 Generelt om vurdering av bevaringsforhold i kulturlag

Gode bevaringsforhold for kulturlag karakteriseres av stabile kjemisk fysiske forhold, og at mikrobiologisk og kjemisk aktivitet er relativt lav. Stabile kjemisk fysiske 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, se også figur 4. I naturen kan vi derfor observere at aerobe forhold med oksygen til stede, går over til nitratreduserende forhold når all oksygen er brukt opp. Deretter følger mangan-, jern- og sulfatreduserende forhold, før en får metanogene forhold.

Under metanogene forhold observerer man den langsamste nedbrytningen av organisk materiale, og minst oksidering 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 kjennemerker bra til utmerket bevaringsforhold. Imidlertid må stedsspesifikke forhold tas i betraktning. I tabell 2 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 område vises nivåer av målte kjemiske parametre for typisk oksiderende forhold, men reduserende forhold er vist med blått.

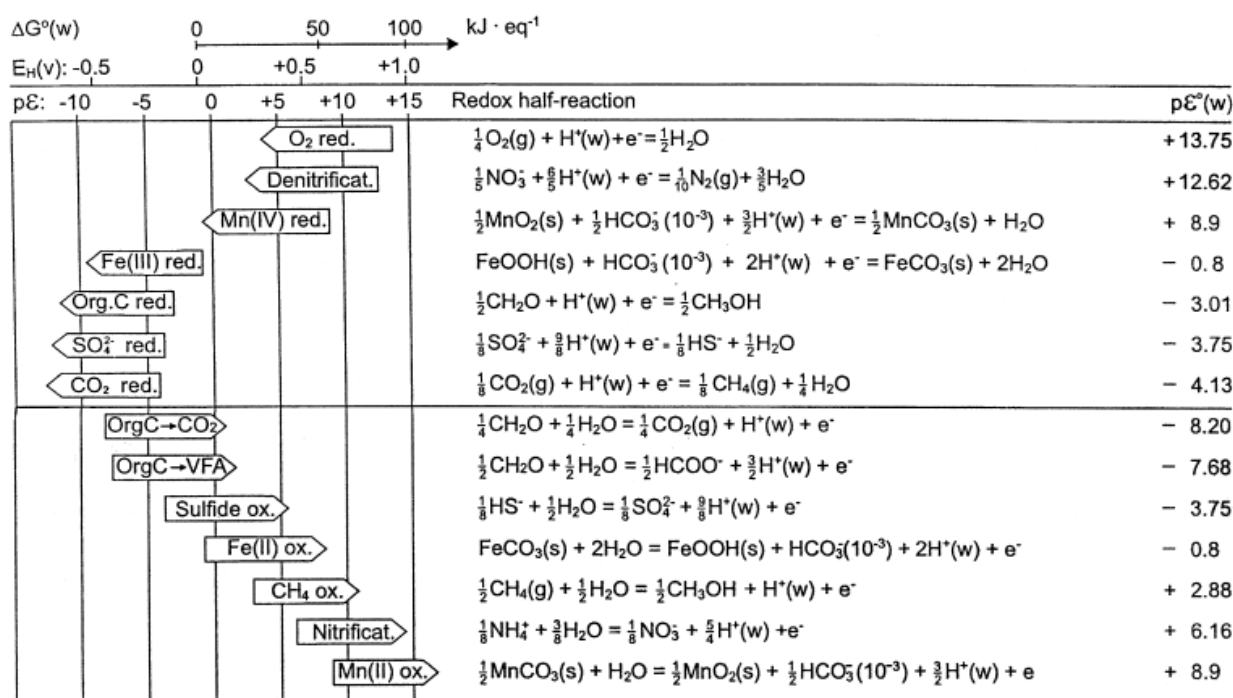
Redoksforhold i grunnen kan karakteriseres ved å måle redokssensitive komponenter i jord og porevann (oksygen, nitrat, ammonium, mangan (II), mangan (IV), jern (III), jern (II), sulfat, sulfid, metan): Høye oksygenkonsentrasjoner indikerer for eksempel at forholdene er oksidative og at mikroorganismene 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 all 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, men det er ikke ventet høye sulfidkonsentrasjoner.

Andre miljøforhold som vil påvirke bevaring av kulturlag er massenes permeabilitet og vannmetning. Dette vil styre gjennomstrømming 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 løslige salter medfører korrosjon av metalloverflater. Økende surhet og saltkonsentrasjon vil framskynde korrosjon av metallgjenstander og forvitring av bein.

Tabell 2 Konsentrasjonsnivåer for parameter fra S3 analysepakke som danner grunnlag for vurdering av bevaringsforhold.

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



a. $pE^{\circ}(w)$ is the standard electron activity of the halfreaction at pH = 7.

Figur4: Redoksforhold og ulike kjemiske forhold ved standard aktivitet ved pH 7 (Stumm and Morgan 1996)

3. Resultater

3.1 Arkeologifaglig tilstandsvurdering av kulturlag

Borestederne ble satt ut med utgangspunkt i oversiktskart fra undersøkelsene i 2002 der det fremgikk hvor dokumenasjonssteder var plassert i forhold til bensinstasjonens bygninger og hvor de store, gjenfylte nedgravinger fra bensin- og dieseltanker lå. De aktuelle steder for boring ble målt ut i felt fra husvegger tilhørende naboeiendommene. Samtlige boringer som ble foretatt, både de der kulturlag ble påvist og de som gav negative resultater ble målt inn av Nidaros Oppmåling. Koordinater er angitt i EUREF UTM sone 32 og i Trondheims lokale koordinatnett (se vedlegg 2).

Det var vanskelig å finne steder med kulturlag innenfor de arealer man kunde anta ikke var blitt forstyrret av bensinstasjonens bygninger, eller installasjoner gjort i forbindelse med denne. Det ble gjort flere forsøk i vestre del av området med unntak av boring nr. 1 i den sørvestre del) gav boringer i denne del negative resultater. De beste resultater fikk man i de søndre deler av området. Her ga borehull nr 2, 5 og 3 søyler med intakte kulturlag. Det ble gjort flere boreforsøk innen de nordre og nordøstre deler av tomten der man antok at intakte kulturlag fantes. Et av disse, nr 4 i det nordøstre hjørne gav positivt resultat. Figur 3 viser boresteder innen undersøkelsesområdet. Tegninger av alle boresøylene er vist i figur 5 og 6.

3.1.1. Beskrivelse av kulturlag i boresøyler fra borepunkt 1 - 6.

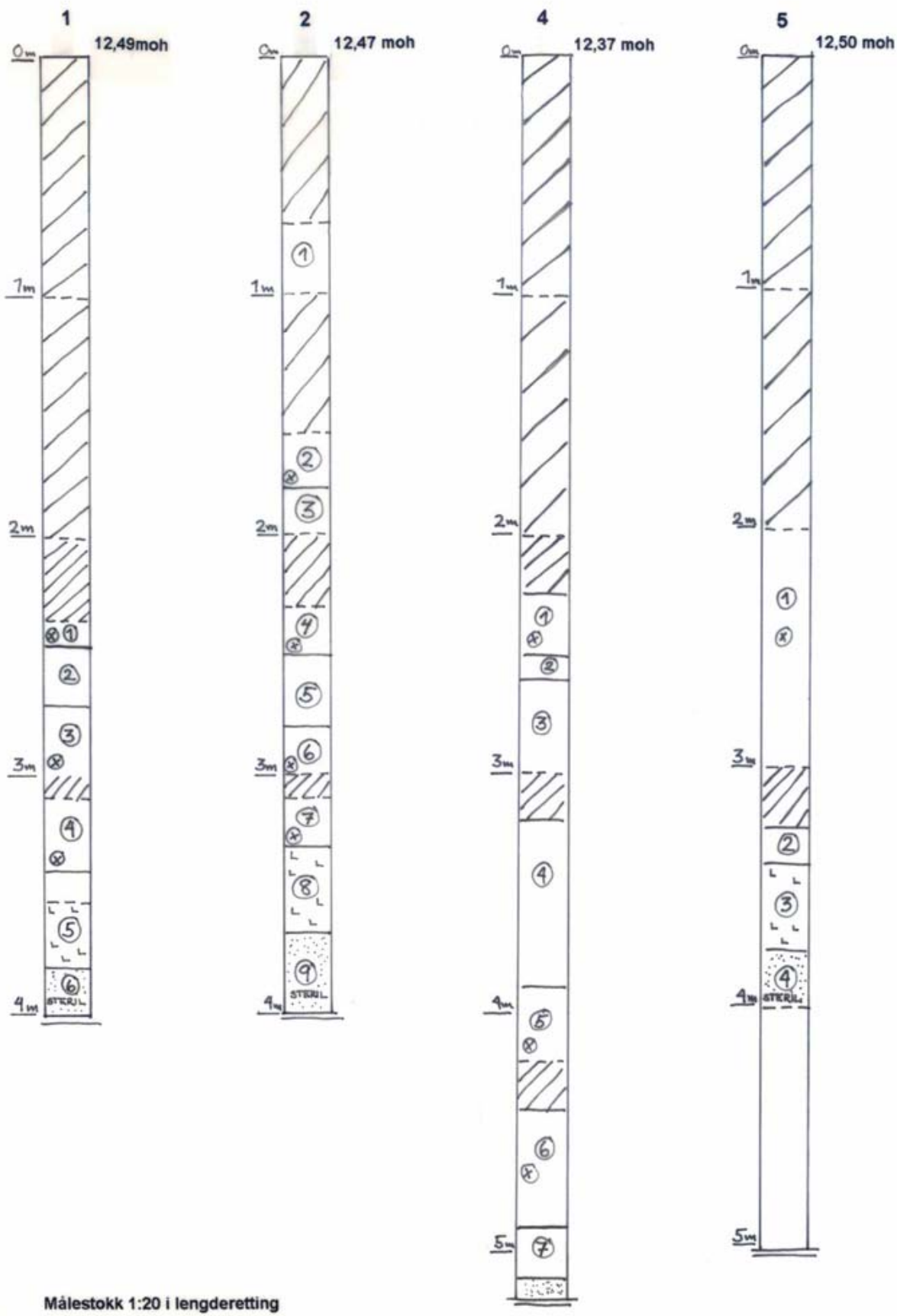
Borepunkt 1

Boret fra markoverflate 12,49 moh.

Koordinater: X 263,514 Y 16,601 (Trheim lokale koord.)

X 7034179,127 Y 569695,768 (EUREF Sone 32)

Søylen i borepunkt 1 viste oppfylt masse bestående av grov sand fra markoverflaten og ned til 2,4 m boreddybde. Uforstyrrede kulturlag begynte ved ca 10 moh. Steril grunn (sand) låg på ca 8,7 moh. Søylen med uforstyrrede kulturlag målte 1,4 m. Det ble registrert 6 lag inklusive steril grund (sand). Over steril sand låg et lag med kompakt leire, lag 5. Lagene var mørke, humusholdige men innholdt små mengder synlig botanisk/organisk materiale. Lag 4 over leirlag 5 luktet sulfid og var det eneste kulturlag i søylen som ble gitt høyere tilstandsverdi (SOPS) enn A2.



Figur 5 Tegning av boresøyer 1, 2, 4 og 5. Bred diagonal skravering markerer forstyrret masse. Tett diagonal skravering markerer usikre overganger. "L" står for leire. Prikker markerer sand.

Borepunkt 2

Boret fra markoverflate 12,47 moh

Koordinater : X 262,851 Y - 9,648 (Trheim lokale koord.)

X 7034178,616 Y 569702,732 (EUREF Sone 32)

Søylen i borepunkt 2 viste løs masse fra overflate ned til 1,6 m boreddybde. Uforstyrrede kulturlag begynte ved ca 10,90 moh. Steril grunn (sand) låg på ca 8,77 moh. Søylen med uforstyrrede kulturlag i borepunkt 2 målte 2,2 m. Det ble registrert 8 lag i søylen inklusive steril grund (sand). Over steril sand låg et lag med kompakt leire, lag 8. Lagene var mørke og i sammensetning dominerte det minerologiske materiale, men flere av lagene inneholdt synlig botanisk og zoologisk materiale. Den største andelen av dette materiale bestod av treflis, men også nøtteskall og dyrebein ble registrert (lag 7). Kulturlagene i nedre del av søylen (lag 4 - 7) var godt bevart. De var tette, fuktige, sulfidluktede og de organiske komponenter var i god tilstand. For disse kulturlag varierte tilstandsverdi (SOPS) fra A3 (lag 4) till A4/5 (lag 6 og 7).

Borepunkt 3

Boret fra markoverflate 12,41 moh

Koordinater : X 259,791 Y 3,069 (Trheim lokale koord.)

X 7034175,836 Y 569715,508 (EUREF Sone 32)

Fra overflaten og ned til 2,2 m boreddybde bestod lagene av grov sand med tegl, stein og brent sand (lag 1 og 2). Massen ble oppfattet som oppfyllingslag fra etterreformatorisk - /nyere tid. Uforstyrrede kulturlag begynte ved ca 10,20 moh. Steril grunn (sand) låg på ca 6,90 moh. Søylen med uforstyrrede kulturlag i borepunkt 3 målte ca 3,3 m. Det ble registrert 14 lag i søylen inklusive steril grund (sand). Over steril sand låg et lag med kompakt leire, lag 8. Over steril sand låg et lag med kompakt leire, lag 13. Flere av lagene i boresøylen bestod av minerogent materiale uten synlig organisk materiale, men noen inneholdt synlige botaniske komponenter som f. eks. lag 3, 6, 9, 11 og 12. I lag 3, 6 og 11 var sulfidlukten fremtredende. Lag 11 inneholdt flere slags botanisk materiale, mest treflis men også kvist og nøtteskall. Tilstandsverdien varierte, fra A3 (lag 3), A3/A4 (lag 6) til A4/A5 (lag 11).

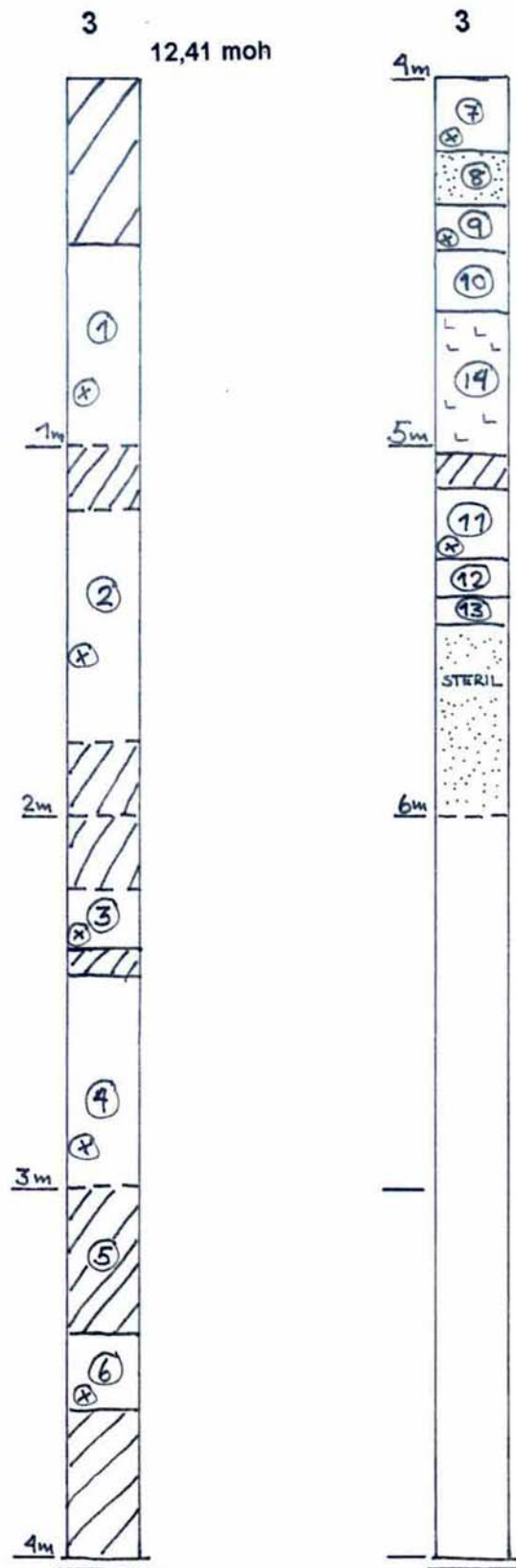
Borepunkt 4

Boret fra markoverflate 12,38 moh

Koordinater: X 273,038 Y 4,841 (Trheim lokale koord.)

X 7034189,115 Y 569716,990 (EUREF Sone 32)

Søylen i borepunkt 4 viste løs masse grov sand/grus av moderne type fra overflate ned til 2,2 m boreddybde. Uforstyrrede kulturlag begynte ved ca 10,10 moh. Steril grunn (sand) låg på ca 7,20 moh. Søylen med uforstyrrede kulturlag i borepunkt 4 målte ca 3 m. Det ble registrert 7 kulturlag i søylen. Flere av lagene i boresøylen var humusholdige, men andelen minerogent materiale var dominerende. Lag 1, 5 og 6 inneholdt treflis, men det var i morkent eller smuldret tilstand. Lagene var uten lukt. Ingen av kulturlagene ble gitt en tilstandsverdi over A3. Lagene ble gitt tilstandsverdi A2/A3 (lag 1 og 5), og A3 i (lag 6).



Målestokk 1:20 i lengderetning

Figur 6 Tegning av boresøyle 3. Bred diagonal skravering markerer forstyrret masse. Tett diagonal skravering markerer usikre overganger. "L" står for leire. Prikker markerer sand.

Borepunkt 5

Boret fra markoverflate 12,50 moh

Koordinater: X 260,999 Y -6,821 (Trheim lokale koord.)

X 7034176,827 Y 569705,597 (EUREF Sone 32)

Søylen i borepunkt 5 viste løs masse betående av grov sand/grus av moderne type fra overflate ned til 2 m boreddybde. Uforstyrrede kulturlag begynte ved ca 10,20 moh. Steril grunn (sand) låg på ca 8,20 moh. Søylen med uforstyrrede kulturlag i borepunkt 5 målte ca 2 m. Det ble registrert 4 lag i søylen inklusive steril grund (sand). Over steril sand låg et lag med kompakt leire, lag 4. Lagene var mørke og andelen minerogent materiale var dominerende. Det eneste lag med synlig organisk materiale var lag 1 som innholdt noe små og meget morkne trefragmenter. Lag 1 ble gitt tilstandsverdi A2.

3.2 Vurdering av bevaringsforholdene ut fra kjemiske og fysiske analyseparameter

Alle boresøyer hvor kulturlag er identifisert og hvor det er tatt ut prøver for videre analyse er vist ved foto i vedlegg 1. Tabell 2 gir en kort oversikt over vurdering av bevaringsforholdene i prøvene. Denne vurdering er utformet på grunnlag av resultatene vist i tabell 3 og 4. Laboratorieanalysene er fordelt på to tabellene 3 og 4 som viser fysiske forhold og kjemiske måle resultater.

Tabell 2: Kortfattet vurdering av bevaringsforholdene i prøver hentet fra de ulike kulturlagene fra boresøyle (1-5)

Prøver nr	Organisk innhold og vanninnhold	Surhet og salinitet	Redoksforhold	Bevaringsforhold
Boresøyle1-1	Lavt org. - middels vanninnh.	svakt surt og lav	Heterogent nitrat til oksiderende	Dårlig
Boresøyle 1-3	Middels org. og vanninnh.	nøytral og lav	Heterogent nitrat til jernreducerende	Middels
Boresøyle 1-4	Lavt org. - middels vanninnh.	svakt basisk og lav	Sulfatreducerende -metanogene	Utmerket
Boresøyle 2-2	Lavt org. - middels vanninnh.	svakt basisk og lav	Heterogent nitrat til oksiderende	Dårlig
Boresøyle 2-4	Lavt org. og vanninnh.	svakt basisk og lav	Heterogent nitrat til oksiderende	Dårlig
Boresøyle 2-6	Lavt org. - middels vanninnh.	svakt basisk og lav	Sulfatreducerende -metanogene	Utmerket
Boresøyle 2-7	Lavt org. - middels vanninnh.	svakt basisk og lav	Sulfatreducerende -metanogene	Utmerket
Boresøyle 3-1	Lavt org. og vanninnh.	middels basisk og lav	Oksiderende	Elendig
Boresøyle 3-2	Lavt org. - middels vanninnh.	middels basisk og lav	Oksiderende	Elendig
Boresøyle 3-3	Høyt org.- middels vanninnh.	middels basisk og lav	Sulfatreducerende -metanogene	Utmerket
Boresøyle 3-4	Middels org. og vanninnh.	svakt basisk og lav	Sulfatreducerende -metanogene	Utmerket
Boresøyle 3-6	Høyt org.- middels vanninnh.	middels basisk og lav	Sulfatreducerende -metanogene	Utmerket
Boresøyle 3-7	Middels org. og vanninnh.	svakt basisk og lav	Sulfatreducerende	Bra
Boresøyle 3-9	Lavt org. - middels vanninnh.	svakt basisk og lav	Sulfatreducerende	Bra
Boresøyle 3-11	Lavt org. - middels vanninnh.	svakt basisk og lav	Sulfatreducerende -metanogene	Utmerket
Boresøyle 4-1	Lavt org. - middels vanninnh.	nøytral og lav	Heterogent nitrat til oksiderende	Dårlig
Boresøyle 4-5	Lavt org. og vanninnh.	nøytral og lav	Heterogent nitrat til oksiderende	Dårlig
Boresøyle 4-6	Lavt org. og vanninnh.	nøytral og lav	Heterogent nitrat til oksiderende	Dårlig
Boresøyle 5-1	Lavt org. og vanninnh.	nøytral og lav	Heterogent nitrat til oksiderende	Dårlig

Boresøyle 1 prøver fra lag 1-1 til 1-4.

Måling av glødetap i prøvene tyder på lavt organisk innhold i de analyserte lag. med unntak av 1-3 som ble karakterisert som mørkbrune humuslag hadde en middels høyt innhold av organisk materiale. Vanninnholdet i alle lagene var middels. pH-verdien er svakt surt øverst nøytral i midten og svakt basisk i bunn med lav ledningsevne og dette vil ikke virke negativt på bevaringen av metall- og organiske gjenstander.

Redoksforholdene i de to øverste undersøkte lag er preget av mye nitrat lite ammonium og sulfid. Innholdet av jern(III) er høyere enn jern(II) i toppen og lik i midten. Disse forholdene tyder på heterogent nitrat til oksiderende i toppen, og midten viser heterogent nitrat til jernreduserende redoksforhold. I nedeste lag er redoksforholdene preget av høyere konsentrasjoner av ammonium, jern(II), sulfat og sulfid og lave konsentrasjoner av nitrat, og jern(III). Redoksforholdene er dårlig i toppen middels i midten, mens utmerket i bunnen gunstig for bevaring av kulturlagene.

Bevaringsforholde vurderes som dårlig, middels bra og utmerket i boresøyle lag 1-1,1-3 og 1-4

Boresøyle 1

Toppnivå (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Jord/kjemisk
12,491		Toppmasse				Sand
	0-1	Påført masse moderne				Sand
	1-2	Påført masse moderne				Sand
	2-3	Påført masse				Sand
	"	Uforstyrret	1	1-1	A2	Dårlig
	"		2		A2	
	"		3	1-3	A2	Middels
	3-4		4	1-4	A2/A3	Utmerket
	"		5		A0 (leire)	
	4 -	Steril	6			Sand

S3 Analyse

*

SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristikker)

Lavt organisk materiale 10%

Middels organisk materiale 10-20%

Høyt organisk materiale 20-30%

Boresøyle 2 prøver fra lag 2-2 til 2-7.

Måling av glødetap i prøvene tyder på lavt organisk innhold i de analyserte lag. Vanninnholdet i alle lagene var middels med unntak av lag 2-4. pH-verdien er svakt basisk med lav ledningsevne. Redoksforholdene i de to øverste undersøkte lag er preget av mye nitrat lite ammonium og sulfid. Innholdet av jern(III) er høyere enn jern(II). Motsatt forhold ble påvist i de to lag 2-6 og 2-7 dypere i boresøylene med redoksforhold preget av høyere konsentrasjoner av ammonium, jern(II), sulfat og sulfid og lave konsentrasjoner av nitrat, og jern(III). Redoksforholdene er derfor dårlig for de to øvre lag, mens utmerket i bunnlagene som gir utmerket forhold for bevaring av kulturlagene.

Bevaringsforholde i boresøyle 2 vurderes som dårlig i lag 2-2 og 2-4 og utmerket lag 2-6, 2-7

Boresøyle 2

Toppnivå (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Jord/kjemisk
12,473		Toppmasse				Sand
	0-1	Påført masse moderne	1			Sand
	1-2	Uforstyrret	2	2-2	A2 (sand)	Dårlig
	"	"	3		A0 (leire)	
	2-3	"	4	2-4	A3	Dårlig
	"	"	5		A4	
	"	"	6	2-6	A4/A5	Utmerket
	3-4	"	7	2-7	A4/A5	Utmerket
	"	"	8		A0 (leire)	
	3-	Steril	9		Sand	

S3 Analyse

*

SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristikkk)

Lavt organisk materiale 10%

Middels organisk materiale 10-20%

Høyt organisk materiale 20-30%

Boresøyle 3 prøver fra lag 3-1 til 3-11.

I boresøyle 3 er det organisk innholdet relativt lavt i topp og bunnlagene. I midtre deler av søylen ble det påvist høyere innhold av organisk materiale.

I tillegg ble det målt middels vanninnhold som er typisk for sandholdige mineralske masser. Vanninnholdet i forhold til organisk materiale tyder på at en god del av de middelstore porene i jord er fylt med luft, noe som muliggjør diffusjon av oksygen i massene. Når det gjelder redoksforholdene er de oksiderende i de to øverste lag, mens reduserende i de nedenforliggende lag. Dette indikerer at oksygen har vært til stedet i toppen siden det ble funnet høyere konsentrasjoner av oksydert jern (III), mens oksigenfritt i de dypere lag pga høye verdier av de reduserende formene av forbindelsene sulfid, ammonium og redusert jern (II). pH-verdien i lagene er svakt til middels basisk og det ble målt lav ledningsevne. pH- og saltforholdene i lagene vil ikke ha en negativ effekt på bevaring av metallgjenstander og bein.

På grunn av oksiderende redoksforhold vurderes bevaringsforholdene som elendig for de øvrige lag 3-1 til 3-2, mens nedover i søylen bra for lagene 3-7 og 3-9 og utmerket for lag 3-3, 3-4, 3-6 og 3-11.

Boresøyle 4 prøver fra lag 4-1 til 4-6.

Boresøyle 4 ble karakterisert ved lavt organisk innhold og vanninnhold. Dette indikerer at porene i jorda er fylt med luft. Når det gjelder redoksforholdene er resultatene heterogent nitrat til oksidert jern i hele søylen. Det er funnet høyere konsentrasjoner av nitrat. Ammonium konsentrasjonen var lav, mens de andre reduserte forbindelsene sulfid og redusert jern (II) varieret i konsentrasjoner. Samtidig ble det påvist høye konsentrasjoner av oksidert jern (III), noe som indikerer oksiderende forhold. Observasjonene indikerer at forholdene i alle disse lag fra boresøyle 4 er heterogene og at flere ulike redoksforhold foreligger ved siden av hverandre. pH-verdien er nøytral og det ble målt lav ledningsevne. pH- og saltforholdene i lagene vil ikke ha en negativ effekt på bevaring av metallgjenstander og bein.

På grunn av heterogene nitrat til oksiderende redoksforhold vurderes bevaringsforholdene som dårlig for lag 4-1, 4-5 og 4-6

Boresøyle 3

Toppnivå (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Jord/kjemisk
12,417		Toppmasse			Sand	
	0-1	Uforstyrret	1	3-1	A0 (sand)	Elendig
	1-2	"	2	3-2	A0 (sand)	Elendig
	2-3	"	3	3-3	A3	Utmerket
	"	"	4	3-4	A2	Utmerket
	3-4	"	5		lag 5 utgår	
	"	"	6	3-6	A3/A4	Utmerket
	4-5	"	7	3-7	A0 (sand)	Bra
	"	"	8		A0 (sand)	
	"	"	9	3-9	A3	Bra
	"	"	10		A0 (leire)	
	5-6	"	11	3-11	A4/A5	Utmerket
	5-6	"	12		A3/A4	
	5-6	"	13		A0 (leire)	
	5 -	Steril			Sand	

S3 Analyse

*

SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristikk)






Lavt organisk materiale 10%

Middels organisk materiale 10-20%

Høyt organisk materiale 20-30%

Boresøyle 4

Toppnivå (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Jord/kjemisk
12,379		Toppmasse				Sand
	0-1	Påført masse moderne				Sand
	1-2	Påført masse moderne				Sand
	2-3	Uforstyrret	1	4-1	A2/A3	Dårlig
	"		2		A0	
	3-4		3		A0	
	"		4		A0	
	"		5	4-5	A2/A3	Dårlig
	4-5		6	4-6	A3	Dårlig
	5-6		7		A0 (leire)	

S3	Analyse
*	SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristikker)
	Lavt organisk materiale 10%
	Middels organisk materiale 10-20%
	Høyt organisk materiale 20-30%

Boresøyle 5 prøver fra lag 5-1.

Kunn en prøve ble tatt fra et lag i denne boresøylen side nde tivar vanskelig å påvise tydelig tegn til kuturlag. Denne prøven viste lavt organisk innhold og vanninnhold. pH-verdien var nøytral og det ble målt lav ledningsevne. Redoksforholdene var heterogen slik som i søyle 4. med høyere konsentrasjoner av nitrat. Amonium konsentrasjonen var lav, mens de andre reduserte forbindelsene sulfid og redusert jern (II) varieret i konsentrasjoner.




På grunn av heterogene nitrat til oksiderende redoksforhold vurderes bevaringsforholdene som dårlig for lag 5-1.

Boresøyle 5

Toppnivå (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Jord/kjemisk
12,501		Toppmasse				Sand
	0-1	Påført masse moderne				Sand
	1-2	Påført masse moderne				Sand
	2-3	Uforstyrret	1	5-1	A2	Dårlig
	"	"	2		A0 (leire /silt)	
	3-4	"	3		A0 (leire)	
	3-	Steril	4		Sand	

S3 Analyse

* SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristikk)

	Lavt organisk materiale 10%
	Middels organisk materiale 10-20%
	Høyt organisk materiale 20-30%

Tabell 3 Viser fysiske forhold i prøver hentet fra de ulike kulturlagene fra boresøyle (1-5).

Prøver nr	Glødetap %	TS %	Vann innh %	pH	Ledn.evne uScm -1
Boresøyle1-1	9	65	35	6,1	1687
Boresøyle 1-3	10	66	34	6,6	931
Boresøyle 1-4	6	77	23	7,2	581
Boresøyle 2-2	6	67	33	7,7	652
Boresøyle 2-4	8	82	18	7,6	925
Boresøyle 2-6	6	67	33	7,7	685
Boresøyle 2-7	5	76	24	7,7	1011
Boresøyle 3-1	7	98	2	8,0	579
Boresøyle 3-2	5	74	26	8,0	439
Boresøyle 3-3	21	54	46	7,8	618
Boresøyle 3-4	15	64	36	7,7	1064
Boresøyle 3-6	25	57	43	7,9	476
Boresøyle 3-7	8	71	29	7,7	742
Boresøyle 3-9	7	78	22	7,5	622
Boresøyle 3-11	10	72	28	7,6	968
Boresøyle 4-1	7	71	29	7,3	797
Boresøyle 4-5	7	82	18	7,4	653
Boresøyle 4-6	8	80	20	7,3	611
Boresøyle 5-1	7	80	20	7,2	1255

Tabell 4 Viser kjemiske forhold i i prøver hentet fra de ulike kulturlagene fra boresøyle (1-5) .

Prøver nr	Nitrat - N (mg/kg TS)	Ammonium (mg/kg TS)	Sulfat (mg/kg TS)	Sulfid (mg/kg TS)	Jern (II) (mg/kg TS)	Jern (III) (mg/kg TS)
Boresøyle1-1	22	2	884	< 2	37	175
Boresøyle 1-3	52	<0,2	445	31	61	52
Boresøyle 1-4	<0,2	25	403	625	471	0
Boresøyle 2-2	18	4	136	< 2	51	67
Boresøyle 2-4	20	4	151	11	64	131
Boresøyle 2-6	<0,2	24	330	1411	456	0
Boresøyle 2-7	<0,2	37	238	1546	449	0
Boresøyle 3-1	<0,2	<0,2	<5,0	21	212	293
Boresøyle 3-2	3	<0,2	64	23	32	144
Boresøyle 3-3	<0,2	215	86	179	208	0
Boresøyle 3-4	<0,2	215	35	105	293	1
Boresøyle 3-6	<0,2	260	5	149	117	0
Boresøyle 3-7	<0,2	104	14	16	287	0
Boresøyle 3-9	<0,2	74	16	69	261	20
Boresøyle 3-11	<0,2	124	18	117	421	1
Boresøyle 4-1	78	3	133	50	26	51
Boresøyle 4-5	44	2	128	45	57	131
Boresøyle 4-6	48	2	168	140	27	129
Boresøyle 5-1	126	2	402	95	28	123

3.3 Vurdering av tilstand og bevaringsforhold på grunnlag av arkeologiske og naturvitenskapelige analyseresultater fra boresøyler.

Alle kulturlag hvor det er tatt ut prøver for analyse er vist i egne illustrasjoner (side 11-16) som sammenstiller de arkeologiske og jordkjemiske resultater på bevaring. Alle illustrasjonene på boresøylene viser hver beskrivelse av dybde og hvor S3 prøver er tatt og analysert. I tillegg er det vurdert arkeologisk og jordkjemisk beskrivelse av bevaringstilstand og forhold. Hvor mye organisk materiale som ble påvist i de ulike lagene er også illustrert med farger på hvor høy konsentrasjonen er av organisk materiale nedover i dypet.

Det finnes flere tilfeller i denne undersøkelse da det er uoverenstemmelse mellom de arkeologiske og jordfaglige tilstandsvurderingene. Undersøkelsen viser for eksempel at kulturlag med lite synlig eller dårlig bevart organisk materiale i den arkeologiske dokumentasjon kan vise høyt organisk innhold i de jordkjemiske målinger. I tillegg finnes det eksempel der jordkjemiske målinger viser reduserende forhold hvilket i seg er en indikator for god bevaring, samtidig som den arkeologiske tilstandsvurdering fra samme lag viser dårlig bevaring. Vurdering av tilstand fra arkeologisk dokumentasjon grunner seg først og fremst på synlige forhold i kulturlag, mens den jordfaglige vurdering tar utgangspunkt i målinger av forskjellige kjemiske parameter. Det kommer tydelig frem fra resultatene i denne undersøkelse hvor stor betydelse den kombinerte arkeologiske og jordkjemiske metode er for en faglig vurdering av tilstand- og bevaringsforhold.

Arkeologisk

Boreundersøkelsen viste at intakte middelalderske kulturlag begynte ved 2 - 2,5 m under overflaten, mellom ca 10,10 - 10,9 moh. Den samlede tykkelse på kulturlag fra borehull 1 - 5 var varierende og tykkelsen målte fra 3,3 m (borehull 3) til 1,4 m (borehull 1). De overflatenære masser bestod av sand og grus.

I sammensetningen til de alle fleste kulturlagene som ble dokumentert i borehull 1 - 5 var de minerogene komponenter dominerende og andelen synlig organisk materiale liten. Kulturlagene var mørke i fargen i nyansene brungrå til mørkgrå. Det botaniske materiale i kulturlagene bestod ved siden av humus i hovedsak av treflis, men trevirket var med noen få unntak mørkent og smuldret. I den arkeologiske vurdering av tilstand ligger verdien fra dårlig til medium men det finnes noen unntak.

Tilstanden for kulturlagene liggende på kote 10 - 9 moh var bedre enn tilstanden over og under denne kote. I flere av søylene ble det registrert leirlag over steril grunn, hvilken muligens kan ha vært brukt som fundamentering under bosetningens tidlige fase. Leiren kan ha virket gunstig på bevaringsforhold i de overliggende lag.

I 2007 ble det utført en forundersøkelse på nordre side av Munkhaugveita (TA 2007/24) med vurdering av tilstand for kulturlag (Petersén 2008; Hartnik & Bergersen 2007). Sammenlignet med karakteren til kulturlagene fra TA 2007/24 er lagene på sørsiden av veita som denne rapport behandler, meget forskjellige. Blant kulturlagene fra TA 2007/24 fantes flere nivåer med tykke, lyse lag med store mengder treflis og annet synlig organisk materiale. Denne type kulturlag er helt fraværende i materialet på sørsiden av Munkhaugveita, der sammensetningen i lagene i stedet er preget av et høyt minerogent innhold. Forskjell i kulturlagstyper innen korte avstander kan ha flere forklaringer. Det kan skyldes forskjeller i aktivitetmønster sett fra et kulturhistorisk perspektiv. For eksempel så har det kanskje ikke vært bosetting på sørsiden av veita av samme type som på nordsiden. Det finnes i det skriftlige kildemateriale henvisninger til at området i middelalderen har vært bruk til smides- og metallhåndverk. I dokumentasjonen fra overvåkingen i 2002 ble det registrert

forglasset sand, brent lerie og mye trekull noe som tyder på smelting med høye temperaturer hvilket er kjennetegnende for metallhåndverk (Reed 2002). En forklaring kan også ligge i ytre omstendigheter som påvirket bevaringsforhold. Fra tidligere underøkninger vet vi at det innen området vært gjort omfattende gravevirksomhet som kan ha drenerende effekt på omkringliggende kulturlag. Grøfter og sjakter er også blitt gjennfylt med materiale som kan slippe igjennom oksygen og oksygenholdig vann hvilket har negativ påvirkning på bevaring av organisk materiale.

Tilstanden for kulturlag liggende på kote 10 - 9 moh var bedre enn tilstanden over og under denne kote og det tyder på at lag på dette nivå har klart seg relativt bra. Det kan bemerkes at lignende forhold ble registrert i samband med undersøkelsen på nordsiden av Munkhaugveita, TA 2007/24.

Jordkjemisk

I boresøyle 1, 2 og 3 ser man at bevaringsforholdene er dårlige i overflaten, men blir bedre nedover i dypere lag. I alle øvre lag ble det påvist oksiderende forhold som er ugunstig for bevaringstilstanden og forholdene. I boresøyle 1 og 2 kan det se ut som om leirlaget på 3-4 m (kote 9-8 moh) har beskyttet de overliggende kulturlagene. I boresøyle 4 og 5 ble alle lag registrert som oksiderende og dårlig bevart.

I boresøyle 2 og 3 fra ca 2,5-3,5m (kote 10-9 moh) er de påviste kulturlagene utmerket bevart pga reduserte forhold. Det kan se ut som de er beskyttet for intregning av oksygen. Det ble også påvist lavt innhold av organisk materiale spesielt i øvre og nedre lag av boresøylene. Dette er også påvist tidligere ved lignende undersøkelser i Trondheim (Bergersen og Hartnik, 2007a og b, 2008).

4. Konklusjon

Grunnboringene viste at intakte middelalderske kulturlag begynte ved 2 - 2,5 m under overflaten, mellom ca 10,10 - 10,9 moh. Den samlede kulturlagstykkelse var meget varierende fra 3,3 til 1,4 m. I kulturlagene var det med noen enkelte unntak sparsomt på synlig organisk materiale. Det er sannsynlig at kulturlagene i området er blitt dannet uten tilførsel av store mengder organisk materiale som for eksempel treflis.

Tilstanden for kulturlag liggende på kote 10- 9 moh var bedre enn tilstanden over og under denne kote og det tyder på at lag på denne nivå klart seg relativt bra. Det kan bemerkes at lignende forhold ble registrert i samband med undersøkelsen på nordsiden av Munkhaugveita, TA 2007/24 (Petersén 2008; Hartnik & Bergersen 2007).

De jordkjemiske målinger viste at alle øvre lag hadde oksiderende forhold som er ugunstig for bevaringsforholdene. Kulturlag påvist i brønn 2 og 3 fra boreddybde ca 2,5-3,5m (kote 10-9 moh) er utmerket bevart pga reduserende forhold. Leirlag under disse lag på 3-4 m ser ut til å ha hatt beskyttende effekt. I denne undersøkelsen ble det påvist lavt innhold av organisk materiale spesielt i øvre og nedre lag av boresøylene.

5. Referanser

- Bergersen, O., Hartnik, Th. 2007a. Bevaringsforhold i kulturlag ved kjøpmannsgt 36-38, Trondheim. Jordfaglig vurdering av miljøforhold på bakgrunn av laboratorieanalyser. Bioforsk rapport Vol 2 (88) 2007.
- Bergersen, O., Hartnik, Th. 2007b. Bevaringsforhold i kulturlag ved Petter Egges Plass, TA 200710, Trondheim. Jordfaglig vurdering av miljøforhold på bakgrunn av laboratorieanalyser. Bioforsk rapport Vol 2 (103) 2007.
- Bergersen, O., Hartnik, Th. 2008. Tilstansvurdering av kulturlag i Schultz gate - Trondheim. Jordfaglig vurdering av miljøforhold på bakgrunn av laboratorieanalyser. Bioforsk rapport Vol 3 (7) 2008.
- Petersén, A. 2007. Kvartalet Schultz gate - Munkehaugsveita- Munkegata - Presidentveita (Gnr./Bnr. 400/102,129), Trondheim kommune, Sør Trøndelag. Arkeologisk forundersøkelse (tilstandsvurdering av kulturlag fra boreprøver og profil) i forbindelse med privat forslag til reguleringsplan NIKU rapport 24/2007.
- 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 riving av bensinstasjon I Munkhaugveita 3 - 5 TA 2002/06. NIKU, Distriktskontor Trondheim. Arkivrapport, ikke trykket.
- 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.
- Stumm, W., Morgan, J.J., 1996. Aquatic Chemistry. 3rd edn. Wiley, New York.
- The Monitoring manual. Procedures & guidelines for the monitoring, recording and preservation/management of urban archaeological deposits. Riksantikvaren og Norsk Institutt for kulturminneforskning ISBN 82-7574-043-6, 2006

6. Vedlegg

Oversikt over vedlegg

Nr Emne

- 1 Foto av kulturlagene som er analysert og vurdert
 - 2 Oversikt over kontekstlister fra alle boresøylene
 - 3 Analyseresultater fra AnalyCen NO3 NH4
 - 4 Analyseresultater fra AnalyCen SO4
 - 5 Fotoliste
-

0-1m



2-3m



Lag 2 - 1

Lag 2 - 3

3-4 m



Lag 2 - 4

Vedlegg 1 Boresøyle 1 med lagene hvor det ble tatt ut prøver fra S3 analyse.



Vedlegg 1 Boresøyle 2 med lagene hvor det ble tatt ut prøver fra S3 analyse.

0 - 1m



1 - 2m



2 - 3m



Lag 3 - 1

Lag 3 - 2

Lag 3 - 3

Lag 3 - 4

Vedlegg 1 Boresøyle 3 (0-3m) med lagene hvor det ble tatt ut prøver fra S3 analyse.

3-4 m



4 - 5 m



5 - 6 m



Lag 3 - 7

Lag 3 - 11

Lag 3 - 6

Lag 3 - 9

Vedlegg 1 Boresøyle 3 (3-6m) med lagene hvor det ble tatt ut prøver fra S3 analyse.

2 - 3 m



3 - 4 m



4 - 5 m



Lag 4 - 1

Lag 4 - 5

Lag 4 - 6

Vedlegg 1 Boresøyle 4 med lagene hvor det ble tatt ut prøver fra S3 analyse.

2 - 3 m

Boresøyle 5

3 - 4m

Boresøyle 6
0 - 1 m



Lag 5 - 1



Vedlegg 1 Boresøyle 5 og 6 med lagene hvor det ble tatt ut prøver fra S3 analyse.

Vedlegg 2

Munkhaugveita 3-7, TA 2008/25. Opplysninger om enkelte kulturlag.						
Borehull	Lag	Beskrivelse	Bore meter	Prøve	Funksjon	SOPS
1	1	Mørkbrun humusholdig finsand. Løs komprimering. Innslag av mørkne trefibrer. Ikke lukt. Liten synlig organisk materiale annet enn trefibrer	2 - 3	x		A2
1	2	Samme sammensetting som lag 1 men med en andel myk, formbar mørk humusblandet leire	2 - 3			A2
1	3	Mørkgrå humusholdig litt fet finsand/silt. Løst komprimert. Enkelte små biter tegl. Innslag av mørkne, små treflis i øvrig lite synlig organisk materiale. Ingen lukt.	2 - 3	x		A2
1	4	Gråbrun humusholdig leire med litt stein. Fet, seig masse med lite synlig organisk materiale. Markert lukt.	3 - 4	x		A2/3
1	5	Grå tett kompakt leire	3 - 4		Fundamentering	A0
1	6	Grå sand	4 -		Steril grunn	
2	1	Mørkgrå grov sand med grus, noe siltholdig. Stor mengde tegl (rød+gul), og mørtel.	0 - 1			A0
2	2	Mørkbrun humusholdig finsand. Tett komprimering tørr konsistens. Trekull, knust skjell. Markert lukt. Sanden blir trinnvis mer grå, grøvre og mer homogen i nedre deler av 2	1 - 2	x		A2/3
2	3	Grå sandblandet leire. Forholdsvis tett komprimering. Brent leire, trekull, mørtel, knust skjell.	1 - 2			A0
2	4	Grå sandig silt. Tett komprimering, seig masse. Markert lukt.	2 - 3	x		A3
2	5	Grå sandig silt med innslag av mørkbrun humusholdig finsand. Tett komprimering, seig, fuktig masse. Inneholder store, godt bevarte treflis. Svak lukt.	2 - 3			A4
2	6	Svart finsand/silt. Tett komprimert, fuktig masse. Litt stein, treflis og dyrebein. Godt bevart. Sterk lukt	2 - 3	x		A4/A5
2	7	Som 6 men med grøvre sand og mindre mengde treflis. Nøtteskall. Sterk lukt.	3 - 4	x		A4/A5
2	8	Grå tett kompakt leire	3 - 4		Fundamentering	A0
2	9	Grå sand	3 -		Steril grunn	A0
3	1	Brungrå grov sand, tørr og kornete konsistens. Stein, tegl. Ikke synlig organisk innhold	0 - 1	x		A0
3	2	Som lag 3:1 men tettere komprimering og fuktigere konsistens. Brent sand, litt trekull. Ikke synlig tegl.	1 - 2	x		A0
3	3	Mørkgrå humusholdig finsand, tett komprimert fet konsistens. Litt stein. Biter av tre i morkent tilstand. Markert lukt.	2 - 3	x		A3
3	4	Gråbrun mellomgrov sand, tett komprimert, fet, seig konsistens. Litt stein. Ikke synlig organisk materiale. Svak lukt.	2 - 3	x		A2
3	5	Utgår. Massen slapp fra borekjernen	3 - 4			
3	6	Mellombrun humusholdig fin sand med mye organisk materiale. Tett komprimert, fuktig masse. Morken treflis horisontalt, tettpakket. Markert lukt.	3 - 4	x		A3/A4
3	7	Mørkgrå leirholdig sand. Tett komprimering	4 - 5	x		A0
3	8	Mørkgrå homogen grovsand. Tett, fast komprimering	4 - 5			A0
3	9	Gråbrun humusholdig finsand/silt spekket med lysgrå leire. Tett, fast komprimering. Litt trekull og noen trebiter.	4 - 5	x		A3
3	10	Grå leire med mørkfargninger (humus eller støv fra kull/sot?). Tett komprimert.	4 - 5			A0

Borehull	Lag	Beskrivelse	Bore meter	Prøve	Funksjon	SOPS
3	14	Mørk grå homogen, ren leire.	4 - 5			A0
3	11	Mørkgrå finsand/silt. Tett komprimering, klebrig, fuktig masse. Litt trekull. Synlig botaniske komponenter, nøtteskall, kvist, enkelte treflis. Alt i god bevaring	5 - 6	x		A4/A5
3	12	Lik 11 men større andel leire og mindre mengde botanisk materiale. Trekull	5 - 6			A3
3	13	Mørk sandholdig leire uten organisk materiale	5 - 6		Fundamentering	A0
3	14	Grå sand	5 - 6		Steril grunn	A0
4	1	Mørkgrå sand. Forholdsvis tett komprimering. Litt morkent treflis.	2 - 3	x		A2/A3
4	2	Gråbrun grov sand, noe humusholdig. Seig konsistens	2 - 3			A0
4	3	Mørkgrå mellomgrov sand. Forholdsvisløst komprimering. Innsalg av tegl og stein.	2 - 3			A0
4	4	Grå humusholdig sand. Tett komprimering, fet konsistens. Innslag av tegl og stein.	3 - 4			A0
4	5	Grå humusholdig sand. Tett komprimering, fet konsistens. Mange komponenter, brent leire, trekull, småstein. Morken treflis.	4 - 5	x		A2/A3
4	6	Brungrå humusholdig sand, tett komprimering, fet konsistens. Brent leire, Smuldret treflis, dyrebein.	5 - 6	x		A3
4	7	Grå humusholdig siltsand med innslag av leire. Tett komprimering.	5 - 6			A0
5	1	Mørkgrå mellomgrov sand med innblanding av grus og stein. Tett komprimering. Enkeltegjennomkorne trefragment.	2 - 3	x		A2
5	2	Gråbrun leirblandet silt, enkelte trekull.	3 - 4			A0
5	3	Grå homogen leire	3 - 4		Fundamentering	A0
5	4	Grå sand	3 -		Steril grunn	
6	1	Gråbrun sand, tørr konsistens fast komprimering. Litt trekull, knust skjell.			Redep masse over betongdekke	A2

Bioforsk, Jord og miljø
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1401995	Prøvemottak	27.11.2008	Side 1 (5)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	04.12.2008	
Oppdragsmarking	VANNPRØVER/Ove Bergsen			

Lab.nr.	NOV052667-08	NOV052668-08	NOV052669-08	NOV052670-08
Sted for prøvetaking	KCI	KCI	KCI	KCI
Tatt ut	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008
Merket	B 1-1 KCL	B 1-3 KCL	B 1-4 KCL	B2-2 KCL

Parameter	Enhet				
-----------	-------	--	--	--	--

Nitrat, Traacs	mg N/L	3.10	7.33	<0.2	2.73
Ammonium, Traacs	mg N/L	0.26	<0.2	4.30	0.62

Anna A Kubberød

Denne rapport er elektronisk signert!

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

Bioforsk, Jord og miljø
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1401995	Prøvemottak	27.11.2008	Side 2 (5)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	04.12.2008	
Oppdragsmarking	VANNPRØVER/Ove Bergsen			

Lab.nr.	NOV052671-08	NOV052672-08	NOV052673-08	NOV052674-08
Sted for prøvetaking	KCI	KCI	KCI	KCI
Tatt ut	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008
Merket	B2-4 KCL	B2-6 KCL	B2-7 KCL	B3-1 KCL

Parameter	Enhet				
-----------	-------	--	--	--	--

Nitrat, Traacs	mg N/L	3.64	<0.2	<0.2	<0.2
Ammonium, Traacs	mg N/L	0.76	3.52	6.15	<0.2

Bioforsk, Jord og miljø
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1401995	Prøvemottak	27.11.2008	Side 3 (5)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	04.12.2008	
Oppdragsmarking	VANNPRØVER/Ove Bergsen			

Lab.nr.	NOV052675-08	NOV052676-08	NOV052677-08	NOV052678-08
Sted for prøvetaking	KCI	KCI	KCI	KCI
Tatt ut	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008
Merket	B3-2 KCL	B3-3 KCL	B3-4 KCL	B3-6 KCL

Parameter	Enhet				
Nitrat, Traacs	mg N/L	0.47	<0.2	<0.2	<0.2
Ammonium, Traacs	mg N/L	<0.2	25.1	30.3	32.6

Bioforsk, Jord og miljø
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1401995	Prøvemottak	27.11.2008	Side 4 (5)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	04.12.2008	
Oppdragsmarking	VANNPRØVER/Ove Bergsen			

Lab.nr.	NOV052679-08	NOV052680-08	NOV052681-08	NOV052682-08
Sted for prøvetaking	KCI	KCI	KCI	KCI
Tatt ut	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008
Merket	B3-7 KCL	B3-9 KCL	B3-11 KCL	B4-1 KCL

Parameter	Enhet				
Nitrat, Traacs	mg N/L	<0.2	<0.2	<0.2	11.6
Ammonium, Traacs	mg N/L	16.5	13.5	20.4	0.48

Bioforsk, Jord og miljø
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1401995	Prøvemottak	27.11.2008	Side 5 (5)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	04.12.2008	
Oppdragsmarking	VANNPRØVER/Ove Bergsen			

Lab.nr.	NOV052683-08	NOV052684-08	NOV052685-08
Sted for prøvetaking	KCI	KCI	KCI
Tatt ut	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008
Merket	B4-5 KCL	B4-6 KCL	B5-1 KCL

Parameter	Enhet				Måleu.	Ref/Metode basert på	Lab
Nitrat, Traacs	mg N/L	8.30	8.63	22.0		Autoanalysator	O
Ammonium, Traacs	mg N/L	0.39	0.45	0.41		Autoanalysator	O

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

Bioforsk, Jord og miljø
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundenummer	8184150-1402043	Prøvemottak	27.11.2008	Side 1 (5)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	04.12.2008	
Oppdragsmarking	Vannprøver/Ove Bergsen (SO4)			

Lab.nr.	NOV052699-08	NOV052700-08	NOV052701-08	NOV052702-08
Sted for prøvetaking	Vann	Vann	Vann	Vann
Tatt ut	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008
Merket	B1-1 VANN	B1-3 VANN	B1-4 VANN	B2-2 VANN

Parameter	Enhet				
Sulfat, IC	mg SO4/L	125	63.4	70.4	20.6

Kommentar:

NOV052706-08 Økt deteksjonsgrense pga. prøvematriks (høy konsentrasjon av klorid).

Anna A Kubberød

Denne rapport er elektronisk signert!

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

Analysereport

Moss

AnalyCen 

Bioforsk, Jord og miljø
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundenummer	8184150-1402043	Prøvemottak	27.11.2008	Side 2 (5)
Prøvetype	Vannprøve	Analysereport klar	04.12.2008	
Oppdragsmarking	Vannprøver/Ove Bergsen (SO4)			

Lab.nr.	NOV052703-08	NOV052704-08	NOV052705-08	NOV052706-08
Sted for prøvetaking	Vann	Vann	Vann	Vann
Tatt ut	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008
Merket	B2-4 VANN	B2-6 VANN	B2-7 VANN	B3-1 VANN

Parameter Enhet

Sulfat, IC	mg SO4/L	26.5	48.5	39.4	<5.0
------------	----------	------	------	------	------

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

Bioforsk, Jord og miljø
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundenummer	8184150-1402043	Prøvemottak	27.11.2008	Side 3 (5)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	04.12.2008	
Oppdragsmarking	Vannprøver/Ove Bergsen (SO4)			

Lab.nr.	NOV052707-08	NOV052709-08	NOV052710-08	NOV052711-08
Sted for prøvetaking	Vann	Vann	Vann	Vann
Tatt ut	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008
Merket	B3-2 VANN	B3-3 VANN	B3-4 VANN	B3-6 VANN

Parameter Enhet

Sulfat, IC	mg SO4/L	11.1	10.8	4.8	0.62
------------	----------	------	------	-----	------

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

Bioforsk, Jord og miljø
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundenummer	8184150-1402043	Prøvemottak	27.11.2008	Side 4 (5)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	04.12.2008	
Oppdragsmarking	Vannprøver/Ove Bergsen (SO4)			

Lab.nr.	NOV052712-08	NOV052713-08	NOV052714-08	NOV052715-08
Sted for prøvetaking	Vann	Vann	Vann	Vann
Tatt ut	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008
Merket	B3-7 VANN	B3-9 VANN	B3-11 VANN	B4-1 VANN

Parameter Enhet

Sulfat, IC	mg SO4/L	2.2	2.8	2.9	20.9
------------	----------	-----	-----	-----	------

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

Bioforsk, Jord og miljø
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundenummer	8184150-1402043	Prøvemottak	27.11.2008	Side 5 (5)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	04.12.2008	
Oppdragsmarking	Vannprøver/Ove Bergsen (SO4)			

Lab.nr.	NOV052716-08	NOV052717-08	NOV052718-08
Sted for prøvetaking	Vann	Vann	Vann
Tatt ut	27.11.2008	27.11.2008	27.11.2008
Merket	B4-5 VANN	B4-6 VANN	B5-1 VANN

Parameter	Enhet				Måleu.	Ref/Metode basert på	Lab
Sulfat, IC	mg SO4/L	25.0	29.4	71.8	±10-20%	NS-EN ISO 10304	O

Vedlegg 5

NIKU_ARK_NR	Prosjektnr	Rapportnr	Motiv 1	Motiv 2	Fotograf	TA nr.
niku_ark_000312	1562776	37/2009	Oversiktsbilde	Borerigg	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000313	1562776	37/2009	Oversiktsbilde	Borerigg	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000314	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 1 0 - 1 m	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000315	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 1 2 - 3 m	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000316	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 1 3 - 4 m	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000317	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 1 3 - 4 m	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000318	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 2 Boremeter 0 - 1	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000319	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 2 Boremeter 1 - 2	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000320	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 2 Boremeter 1 - 2	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000321	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 2 Boremeter 2 - 3	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000322	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 2 Boremeter 2 - 3	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000323	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 2 Boremeter 3 - 4	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000324	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 2 Boremeter 3 - 4	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000325	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 3 Boremeter 0 - 1	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000326	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 3 Boremeter 0 - 1	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000327	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 3 Boremeter 1 - 2	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000328	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 3 Boremeter 2 - 3	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000329	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 3 Boremeter 2 - 3	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000330	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 3 Boremeter 3 - 4	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000331	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 3 Boremeter 3 - 4	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000332	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 3 Boremeter 4 - 5	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000333	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 3 Boremeter 4 - 5	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000334	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 3 Boremeter 5 - 6	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000335	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 4 Boremeter 2 - 3	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000336	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 4 Boremeter 2 - 3	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000337	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 4 Boremeter 3 - 4	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000338	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 4 Boremeter 3 - 4	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000339	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 4 Boremeter 4 - 5	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000340	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 4 Boremeter 4 - 5	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000341	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 5 Boremeter 2 - 3	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000342	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 5 Boremeter 3 - 4	Bioforsk OBE	TA 2008/25
niku_ark_000343	1562776	37/2009	Dokumentasjon	Borehull 6 Boremeter 0 - 1	Bioforsk OBE	TA 2008/25

niku_ark_000312 Sett mot sørvest

niku_ark_000313 Sett mot sørøst