



Rapport

NIKU Nr. 67- 2008

Bioforsk Vol 3 Nr. 175 -2008

Vurdering av bevaringstilstand og forhold i kulturlag i mettet/umettet sone ved Nedre Langgate 43, Tønsberg

Arkeologisk, jordfaglig og geofysisk analyse.

Ove Bergersen, Thomas Hartnik og Esther Bloem -
Bioforsk Jord og miljø

Anna H. Petersén - Norsk institutt for kulturminneforskning - NIKU



Tittel/Title: Vurdering av bevaringstilstand og forhold i kulturlag i mettet/umettet sone ved Nedre Langgate 43, Tønsberg - Arkeologisk, jordfaglig og geofysisk analyse
Forfatter(e)/Autor(s): Ove Bergersen, Thomas Hartnik, Esther Bloem - Bioforsk Anna H. Petersén - NIKU

Dato/Date: 22.01.2009	Tilgjengelighet/Availability:	Prosjekt nr./Project No.:	Arkiv nr./Archive No.:
Rapport nr./Report No.: Bioforsk Vol 3 (175) 2008 NIKU Nr 67 2008	ISBN-nr.:	Antall sider/Number of pages: 52	Antall vedlegg/Number of appendix: 5

Oppdragsgiver/Employer: Riksantikvaren Tønsberg	Kontaktperson/Contact person: Jens Rytter
---	---

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

Sammendrag

I et stort datamateriale er det påvist at kulturlag i Nedre Langgate 43 i Tønsberg er bra bevart fra ca 1 meter dybde fra overflaten og ned til 4 meter. Dårlige bevaringsforhold er spesielt avdekket i den sør-østlige og nord-vestlige delen av tomten. Kulturlagene i 1,5 m dybde eller lavere ligger godt beskyttet mot nedbrytning, og sterkt reduserende miljøforhold tyder på at oksygen ikke når disse lagene. De beste bevaringsforhold ble funnet i kulturlag under den tidligere kjelleren. Undersøkelsen har vist at jordkjemisk data fra flere borehull vil kunne gi overveiende forståelse over ei tomts innhold av organisk materiale og redokssensitive parametre som påvirker beskyttelse av kulturlag. Geofysisk kartlegging viste nye fordeler ved at målinger utføres uten fysisk inngrep i grunnen og uten å påvirke kulturlagene. Metoden ga opplysninger om tette lag med høyt vanninnhold i kulturlag øst og nord-øst for den tidligere kjelleren og et større område med tørrere, porøse masser i den sør-østlige delen av tomten. Kartleggingen bekrefter resultatene fra jordkjemisk analyse og modellering.

Land/fylke:	Norge / Vestfold
Kommune:	Tønsberg
Gård/ Brukstedsnummer	Nedre Langgate 43
Sted/Lokalitet:	Tønsberg

Godkjent / Approved



Prosjektleder / Project leader


Innhold

1.	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Kjente arkeologiske og kulturhistoriske forhold	4
1.3	Problemstilling	5
1.4	Arkeologi- og naturvitenskapelige definisjoner	6
1.4.1	Arkeologifaglige definisjoner	6
1.4.2	Naturvitenskapelige definisjoner	7
2.	Materiale og Metode	8
2.1	Arkeologisk dokumentasjonsmetode	8
2.2	Prøvetaking til fysisk-kjemiske analyser	9
2.3	Kjemiske analyseparameter	9
2.3.1	Generelt om vurdering av bevaringsforhold i kulturlag	10
2.4	Overvåking med loggere koblet til sensorer	12
2.5	Geofysisk kartlegging av området på østsiden av tomten.....	13
3.	Resultater	16
3.1	Arkeologifaglig tilstandsvurdering av kulturlag	16
3.1.1	Område 1	16
3.1.2	Område 2	19
3.1.3	Vurdering av tilstand og bevaringsforhold på grunnlag av arkeologiske og naturvitenskapelige analyseresultater fra boresøyler og profil.....	22
3.2	Sammenfattet dybde beskrivelse av naturvitenskapelige analyseresultater hentet fra hele tomten både fra 2007 og 2008	38
3.3	Tredimensjonal fordeling av jordfaglige parametere på område.....	41
3.3.1	Organisk innhold.....	42
3.3.2	Vanninnhold	42
3.3.3	Ledningsevne.....	43
3.3.4	Redokssensitive parametere	44
3.4	Geofysisk kartlegging	48
4.	Konklusjon.....	50
5.	Referanser.....	51
6.	Vedlegg	52

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med utbygging av eiendommen Nedre Langgate 43 i Tønsberg har Riksantikvaren i dispensasjonsvedtak etter kulturmiljølovens § 8 gitt tillatelse til bygging på kulturlag med pelefundamentering. I november 2007 ble det foretatt en forundersøkelse på tomten. Tilstand og bevaringsforhold ble da kartlagt med hjelp av dokumentasjon og jordfaglig prøvetaking fra grunnboring og profil (Petersén, 2007). Nedre Langgate 43 er et av de første tilfeller i Norge der Riksantikvaren har gitt tillatelse for pelefundamentering i de automatisk fredete middelalderbyene. Vedtaket stiller krav til tiltakshaver på blant annet kartlegging av tilstand og bevaringsforhold for kulturlag, samt overvåking av miljøforhold over tid (5 år) fra sensorer i kulturlag og grunnvannsbrønner og innenfor eiendommen før, under og etter bygging.

Sluttundersøkelsen omfatter flere delprosjekter. Det er foretatt arkeologisk og jordfaglig undersøkelse fra grunnboring ved utvalgte pelesteder og gjort geofysiske undersøkelser for å karakterisere variabiliteten i grunnen gjennom å måle elektrisk resistivitet. Det er installert sensorer i kulturlag og miljøbrønner ved noen av pelepunktene for den del av prosjektet som omfatter overvåking av miljøforhold over tid. Resultatene fra overvåkingen vil bli redegjort for separat i egen rapport. Det er foretatt en arkeologisk utgraving innen et område på tomten som vil bli berørt av ny heissjakt. Det er redegjort for utgravningsresultater i egen rapport (Ekstrøm 2008).

Prosjektet er utført i samarbeid mellom NIKU og Bioforsk. Firma Bjørn Strøm AS har hatt ansvar for borerigg og grunnboringer. Innmålingsarbeid er gjort av Ingeniørservice Øst AS. Det arkeologiske arbeid med dokumentasjon og beskrivelse av kulturlag fra grunnboring er utført av NIKU. Prøvetaking og analyse av kulturlagsprøver inklusive 3D- modellering og geofysisk kartlegging er utført av Bioforsk. Fra NIKU har Hanne Ekstrøm, distriktskontor Tønsberg, hatt prosjektlederansvar. Fra Bioforsk har arbeidet vært koordinert av prosjektleder Thomas Hartnik. Arkeolog Anna Petersén, NIKU distriktskontor Trondheim, har ledet arbeidet i felt sammen med Ove Bergersen fra Bioforsk. Rapporten er skrevet i samarbeid mellom Petersén, Bergersen, Hartnik og Bloem. Feltarbeidet ble gjort i perioden 30.6 - 11.7 2008.

1.2 Kjente arkeologiske og kulturhistoriske forhold

I middelalderens Tønsberg har området tilsvarende Nedre Langgate 43 ligget i umiddelbar nærhet til sjøen og datidens strandlinje. Ved en undersøkelse av en meget begrenset areal på Nedre Langgate 43 fra begynnelsen av 1980-tallet, ble det i de eldste faser (*fase 1 og 2*) dokumentert et bolverksfundament som ble oppfattet som en kai front med avsluttet kant parallelt med sjøen. Det ble også dokumentert et eiendomsskille vinkelrett på sjøen hvor grensen trolig ble opprettholdt gjennom hele middelalderen. Ut fra daterende funn ser den eldste aktivitet ut til å kunne knyttes til 1200-tallet. På hver av de to eiendommer fantes bygningsrester (Lindh 1992:54-55).

Ut fra foto og beskrivelser fra tidligere arkeologiske undersøkelser i Søndre bydel der Nedre Langgate inngår, virker bevaringstilstand for tre og annet organisk materiale å ha vært meget gode.

Grunnboring utført i forbindelse med forundersøkelsen på Nedre Langgate 43 fra 2007, viste en kulturlagstykkelse på inntil 4,5 m. Kulturlagene var tett komprimerte, tykke og med høyt vanninnhold. De inneholdt mye organisk materiale som treverk, treflis og mose. Bevaringstilstanden ble karakterisert som god til meget god i de fleste av grunnboringene, men noe dårligere i området ut mot Møllegaten.

Den delen av prosjektet fra 2008 som omfattet utgraving ble gjort i forkant av miljøovervåkingsdelen. Det ble dokumentert flere nivåer med bygningsrester fra middelalder der tømmer og annet trevirke (se figur 1) var meget godt bevart (Ekstrøm 2008) Steril undergrunn består av leire og kulturlagene ligger til dels under vannstand.



Figur 1. Bilde fra utgravingen med konstruksjonslevninger.

1.3 Problemstilling

Innen den del av middelalderbyen Tønsberg som eiendommen ligger i, kan det virke som om bevaringsforholdene har vært meget stabile innen svært store deler. I de deler hvor det finnes gjenværende sammenhengende områder med kulturlag, ser det organiske innholdet ut til i meget liten grad å ha blitt påvirket av nedbryting. Det er vanskelig å kunne avgjøre om det er fravær av ytre omstendigheter som f.eks. oppvarming, drenering, forandringer i vannstand, påvirkning av oksygen, eller om det er kulturlagenes mektighet, sammensetting og de fuktige, til dels vannmettede forhold, som har gjort de motstandskraftige mot ytre påvirkning.

Riksantikvaren har gitt tillatelse for bygging på kulturlag med benyttelse av slanke borete peler som svar på søknaden om nybygg på eiendommen Nedre Langgate 43. I vilkårene for dispensasjon stilles krav på forskjellige typer miljøovervåkingstiltak som

sammen skal bringe informasjon om bevaringsforhold for kulturlag i så vel mettet som umettet sone. Målet med de kravspesifikasjoner som er bestilt av Riksantikvaren er å sikre informasjon om kulturlagstilstand før, under og etter nybygget. I den forbindelse er det utført arkeologiske, jordkjemiske og geotekniske undersøkelser for å vurdere bevaringstilstanden og forholdene i kulturlag ved Nedre Langgate 43.

Endringer i fysisk-kjemiske parametere i grunnvann og umettet sone før, under og etter inngrepene i grunnen i forbindelse med byggearbeidene blir også undersøkt med overvåking i miljøbrønner. Derfor ble det installert sensorer for å gi informasjon om temperatur, fuktighet og oksygen i umettet sone samt temperatur, redoksforhold, pH, ledningsevne, vannstand og trykk i mettet sone. Lagdeling og heterogeniteten i området på østsiden av tomten ble kartlagt ved hjelp av geotekniske metoder.

Målet med de foreslåtte geokjemiske og arkeologiske undersøkelser er å kartlegge arkeologisk bevaringstilstand og fysisk-kjemiske bevaringsforhold i kulturlag ved Nedre Langgate 43. Undersøkelsene skal danne grunnlag for å kunne vurdere endringer i fysisk-kjemiske parametere i grunnvannsmettet og umettet sone som følge av byggingsarbeidene på tomten

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 avhengig av 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. Naturvitenskapelige 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

Borestedene var anvist av Riksantikvaren med utgangspunkt i fundamenteringsplanen fra tiltakshaver med plassering av pelepunkter. Det ble gjort 15 boringer, av disse var 12 plassert ved pelepunkter (figur 4). Tre av boringene var for miljøbrønner som vil inngå i det 5-årige miljøovervåkingsprogrammet. Boringer ved pelepunkter ble gjort fra overflate ned til marin leire. For miljøbrønnene ble det boret til 2 m dybde fra overflate.

Alle boringer ble gjort med navbor med 12 cm diameter. Det ble boret en meter av gangen. Søylene fra hver boremeter ble rensset nøye og fotografert. Deretter ble søylen 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 (Figur 2). 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 "B - i eller over grunnvann" 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 B0.

STATE OF PRESERVATION SCALE (SOPS)

PRESERVATION SCALE		DEGREE OF PRESERVATION						
		NULL-VALUE	LOUSY	POOR	MED-IUM	GOOD	EXCEL-LENT	
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

Figur 2. Oversikt over SOPS skjema. Kilde: *The Monitoring Manual*

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

Prøvene skal gjøre det mulig og vurdere å sammenligne tilstand horisontalt så vel som vertikalt. Med noen unntak nådde man ved alle 15 boringer ned til steril undergrunn.

To av boringene, nr 9 og 14 i område 2, i den gamle kjeller, ble avbrutt ved 1.6 m under overflate da boret gikk fast i kompakt treverk.

2.2 Prøvetaking til fysisk-kjemiske analyser

Jordprøver ble tatt i forbindelse med skovelboringer og i en jordprofil nær den fremtidige heissjakten der sensorer for miljøovervåkning ble installert i tidsrommet mellom 1. og 7. juli 2008. Jordprøver ble tatt av alle relevante jord- og kulturlag som ble identifisert i den arkeologiske beskrivelsen. Prøvetakingen ble foretatt etter rensing av jordsøylen og beskrivelse av lagdelingen. 300 -500 g prøve ble tatt enten fra skovelen med engangshansker eller med jordprøvetaker (diameter 15 mm) som ble ført horisontalt inn i jordprofilen. Prøven ble fylt i en plastpose 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 anoksiske prøver 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*.

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

Analyser i henhold til analysepakke S3 inkluderer S1 analyser i tillegg til følgende uorganiske parameter:

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 5).

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 4).

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 treverdig jern, Fe(III), fireverdig mangan (Mn(IV)), sulfat (SO_4^{2-}) eller oksidert organisk materiale, se også figur 1. 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 langsomste 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 taes i betraktning. I tabell 1 er det illustrert en enkel oversikt som viser generelt hvordan kulturlagene vurderes på bevaringsforhold. I flere tilfeller vil man få grenseoverganger. I det oransje markerte område vises nivåer av målte kjemiske parameter for typisk oksiderende forhold, men reduserende forhold er vist med blått.

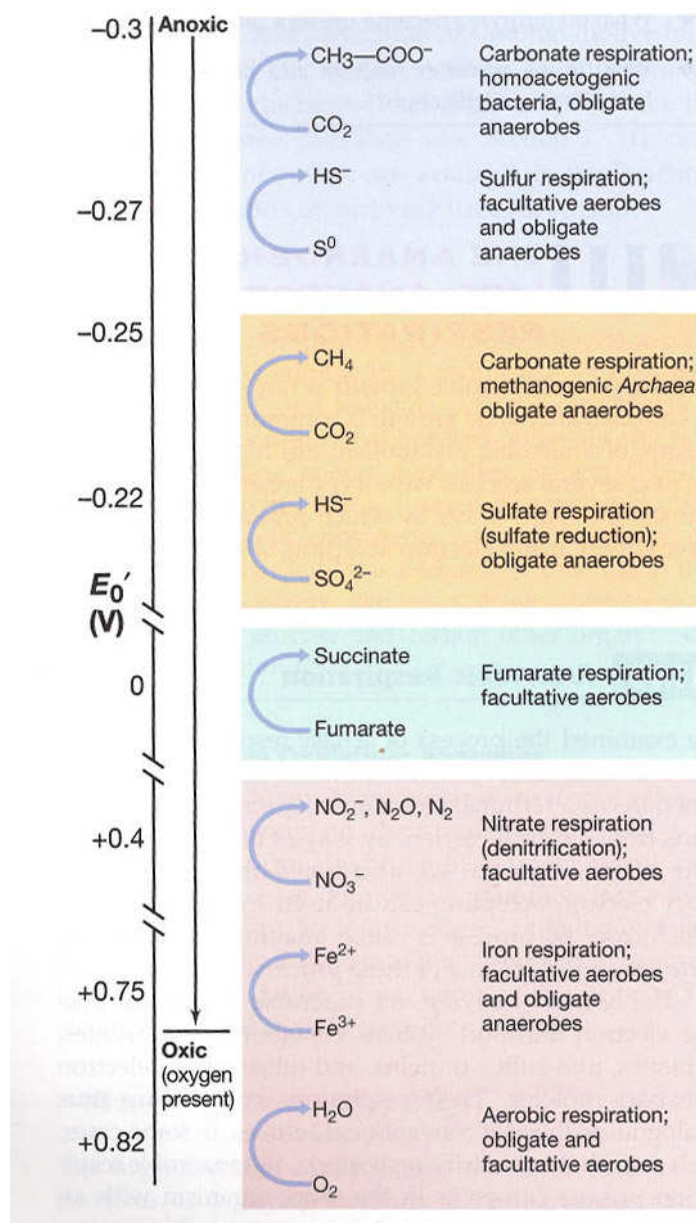
Tabell 1 Konsentrasjonsnivåer for parameter fra S3 analysepakke som danner grunnlag for vurdering av bevaringsforhold.

Nitrat	Ammonium	Sulfid	Jern (II)	Jern (III)	Redoksforhold	Bevaring
NO ₃	NH ₄	H ₂ S	Fe ₂	Fe ₃		
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	Jernreduserende	Middels
Høy	Høy	Høy	Høy	Lav	Nitrat til sulfatred.	Bra
Lav	Høy	Høy	Lav	Lav	Sulfatreduserende	Bra
Lav	Høy	Høy	Høy	Lav	Sulfatred. til metanogene	Utmerket

Reduserende forhold
 Oksiderende forhold

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.



Figur 3: Reaksjoner som gir energi til mikroorganismer (Brock, 2006)

2.4 Overvåking med loggere koblet til sensorer

Miljøovervåking i mettet og umettet sone Overvåking av mettet sone og umettet sone gjennomføres ved hjelp av loggere som måler fysisk kjemiske parametere i grunnvann og i jord. Overvåkingen skal foregå i minst 5 år. Overvåking av kulturlag i mettet sone vil bli gjennomført ved å måle oksygen, pH, redokspotensial, temperatur og vannivå i grunnvann. Til dette brukes 3 allerede installerte miljøbrønner i 2007 og 3 miljøbrønner som ble installert i forbindelse med undersøkelsene i 2008. I en periode før start av byggearbeidet var det planlagt å kartlegge referansetilstanden i mettet sone på området for å kunne relatere mulige endringer i grunnvannsammensetning i byggeperioden til en referansetilstand. Dette var ikke mulig fordi fundamenteringsarbeidene ble igangsatt før loggerutstyr kunne leveres. Overvåking ble igangsatt etter støping av kjellergulvet i november 2008. Overvåkingen i og etter byggeperioden blir kontinuerlig gjennomført i 3 miljøbrønner. Denne overvåkingen skal måle endringer i grunnvannsammensetning nær pelene og under kjelleren og sammenlignes med grunnvann som ikke anses å

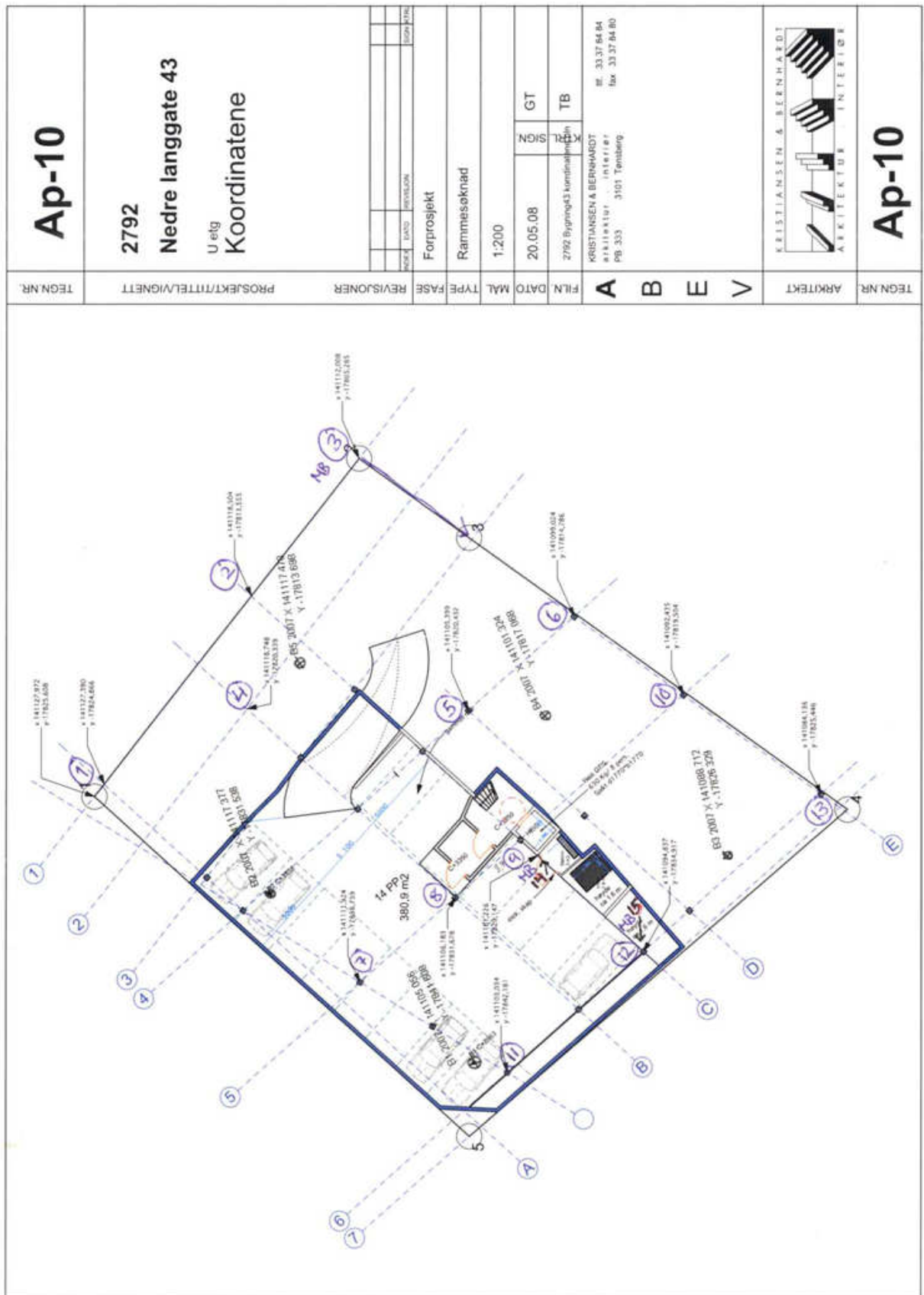
være påvirket av de planlagte byggearbeidene (på nordsiden av tomten). Analyse av fysisk-kjemiske parametere på laboratoriet blir utført i grunnvann fra alle 6 miljøbrønner en gang per år.

Overvåkning i umettet sone skal gi informasjon om bevaringsforholdene endres i forbindelse med byggearbeidene i massene som ligger over grunnvannspeilet. Disse lagene er spesielt utsatt for nedbrytning når miljøforholdene endres. 7 sensorer som måler fuktighet, temperatur og oksygen ble installert i ulik dybde i profilveggen (heissjakt) i en dybde mellom 70 cm og 150 cm. I forbindelse med fundamenteringsarbeidene raste profilveggen inn der sondene ble installert. Sensorene ble satt inn på nytt den 6.11.2008. Sensor 55 og 60 ble plassert ved 150cm under overflaten, mens sensorer 57 og 62 ble plassert ved 70 cm fra toppen. Sensor 63 ble plassert i midten mellom disse på 1 meters dyp. Overføring av loggerdata skjer via GSM kommunikasjon

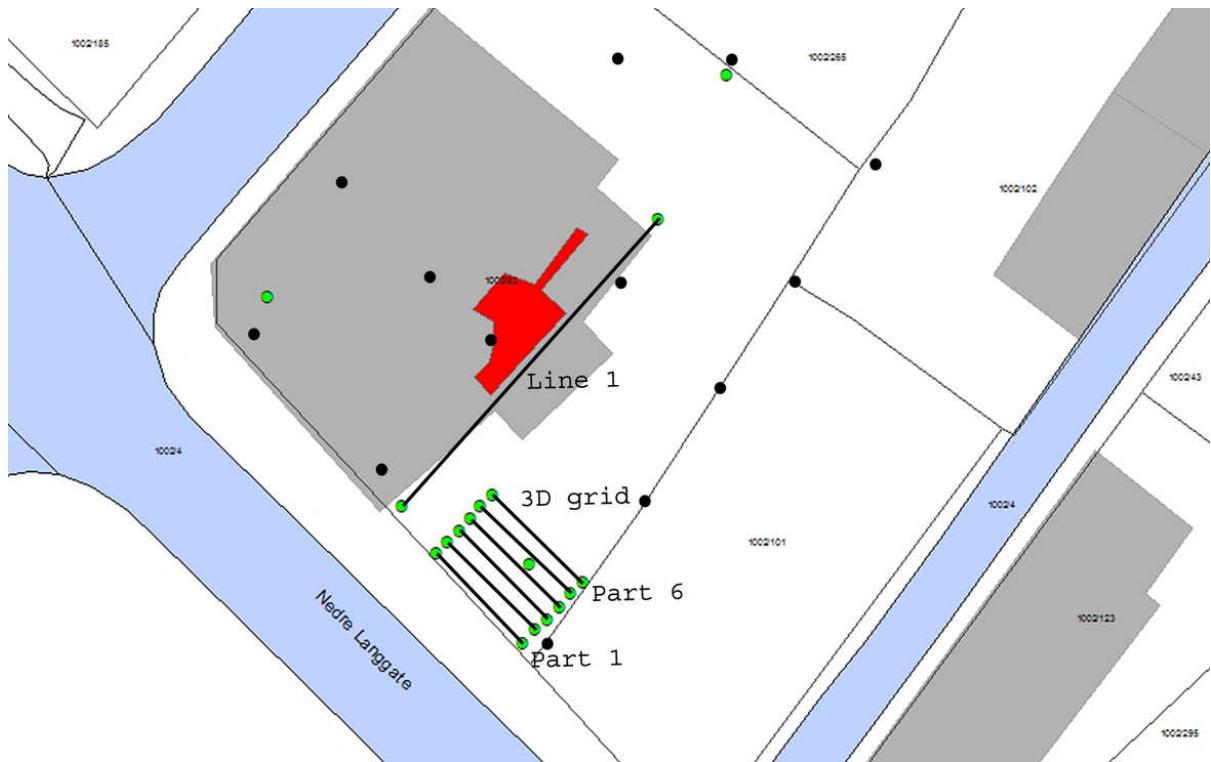
2.5 Geofysisk kartlegging av området på østsiden av tomten

Konvensjonelle metoder for karakterisering og overvåking av grunneforholdene innebærer som regel at det gjøres mer eller mindre destruktive inngrep (som for eksempel uttak av jordprøver, vannprøver). Økonomiske og praktiske hensyn gjør at antallet prøver som tas er begrenset slik at vi ofte har liten mulighet til å si noe om variabiliteten i systemet. Ulike geofysiske målemetoder i kombinasjon med prøvetaking av jord har i lengre tid vært brukt for å karakterisere variabiliteten i grunnen. Målemetoden som ble brukt i dette prosjektet, måler elektrisk resistivitet og reflekterer summen av kornfordeling, vanninnhold og ioneinnhold i jord. Metoden ble brukt til å kartlegge lagdelingen i jord i en linje (linje 1) langs utgravingsområde og langs profilen som brukes til overvåkning av umettet sone (figur 5). I tillegg ble det kartlagt et 40 m² stort areal på østsiden av tomten. Målingene gir informasjon om lagdeling på et større område og supplerer de fysiske, kjemiske og arkeologiske undersøkelsene fra skovelboringene.

Metoden benytter opp til 48 elektroder som er plassert langs en rett linje eller som flere linjer med 0,5 m avstand mellom elektrodene. Måledybden langs profilen er 2,7 m og for det 40 m² store område 1,4 m. Det ble brukt en elektrodekonfigurasjon (Wenner konfigurasjon) som resulterer i en høy signalstyrke og er relativ sensitiv for vertikale endringer av resistiviteten i jorden, men som er mindre sensitiv til å fange opp horisontale endringer i resistiviteten i jorden. For resistivitetsmålingene ble det brukt en Syscal Pro Switch 96 instrument. Programvaren Res2DInv (Loke, 2000) ble brukt til å bestemme den sanne resistiviteten. Programvaren Voxler (Golden software) ble brukt til å presentere lagdelingen i et tredimensjonal perspektiv.



Figur 4 Kart over området med borepunkter fra 2007 og 2008. Miljøbrønn 3 ble flyttet til nytt området mellom planlagt brønn 3 og boret brønn 6.



Figur 5: Geofysisk måling ble gjennomført langs linje 1 og i det østlige område av tomten

3. Resultater

3.1 Arkeologifaglig tilstandsvurdering av kulturlag

Tomten som tilhører eiendommen Nedre Langgate 41 består av et åpent areal med grus/asfaltdekke og et areal mot hjørnet Møllegate/ Nedre Langgate 43 der det tidligere har vært kjeller. I kjellerdelen finnes det fortsatt grunnmurer som ligger på tømmerflåter og støpt gulv (betong). I følgende redegjørelse er arealet rundt kjelleren kalt for *område 1* og kjelleren for *område 2*.

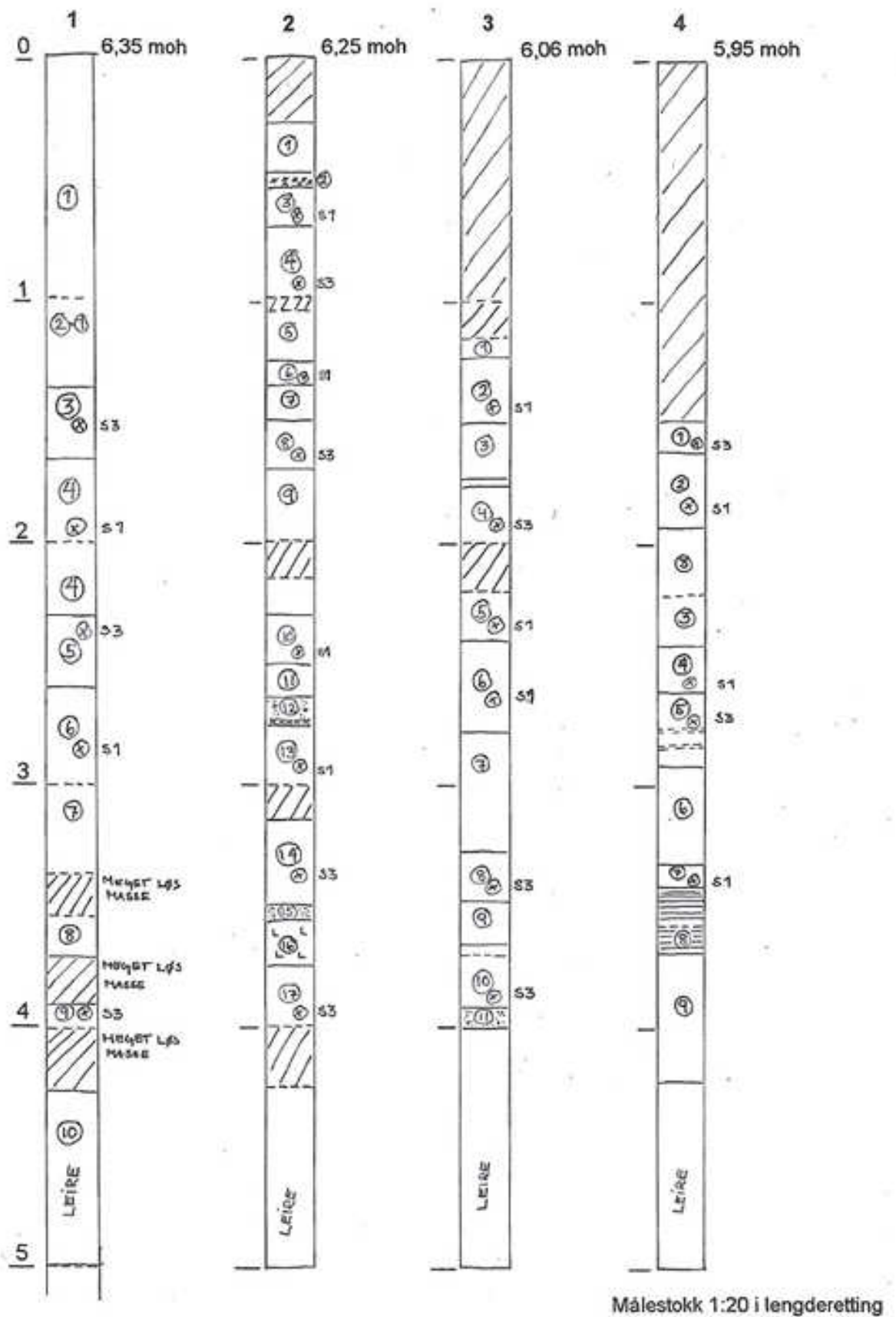
Område 1 omfatter boringer gjort fra marknivå og område 2 omfatter boringer gjort fra gulvnivå i kjellerarealet. Forskjellen mellom marknivå i område 1 og gulv i kjelleren er omtrent 2-2,5 m. De til sammen 15 borepunktene ble nummerert i løpende rekkefølge. Figur 6 A-D viser plassering av hver enkelt boring med steds- og høydeangivelse (koordinater i henhold til NGO1948 Gauss-K Akse 3). I dette avsnitt der sammensettingen av kulturlag innen de forskjellige boresøyler er redegjort for, er de sortert etter plassering i område 1 og 2. Detaljerte beskrivelser av innhold i hvert enkelt kulturlag med tilstandskarakterisering (SOPS) fra de forskjellige boresøyler finnes i vedlegg 3.

3.1.1 Område 1

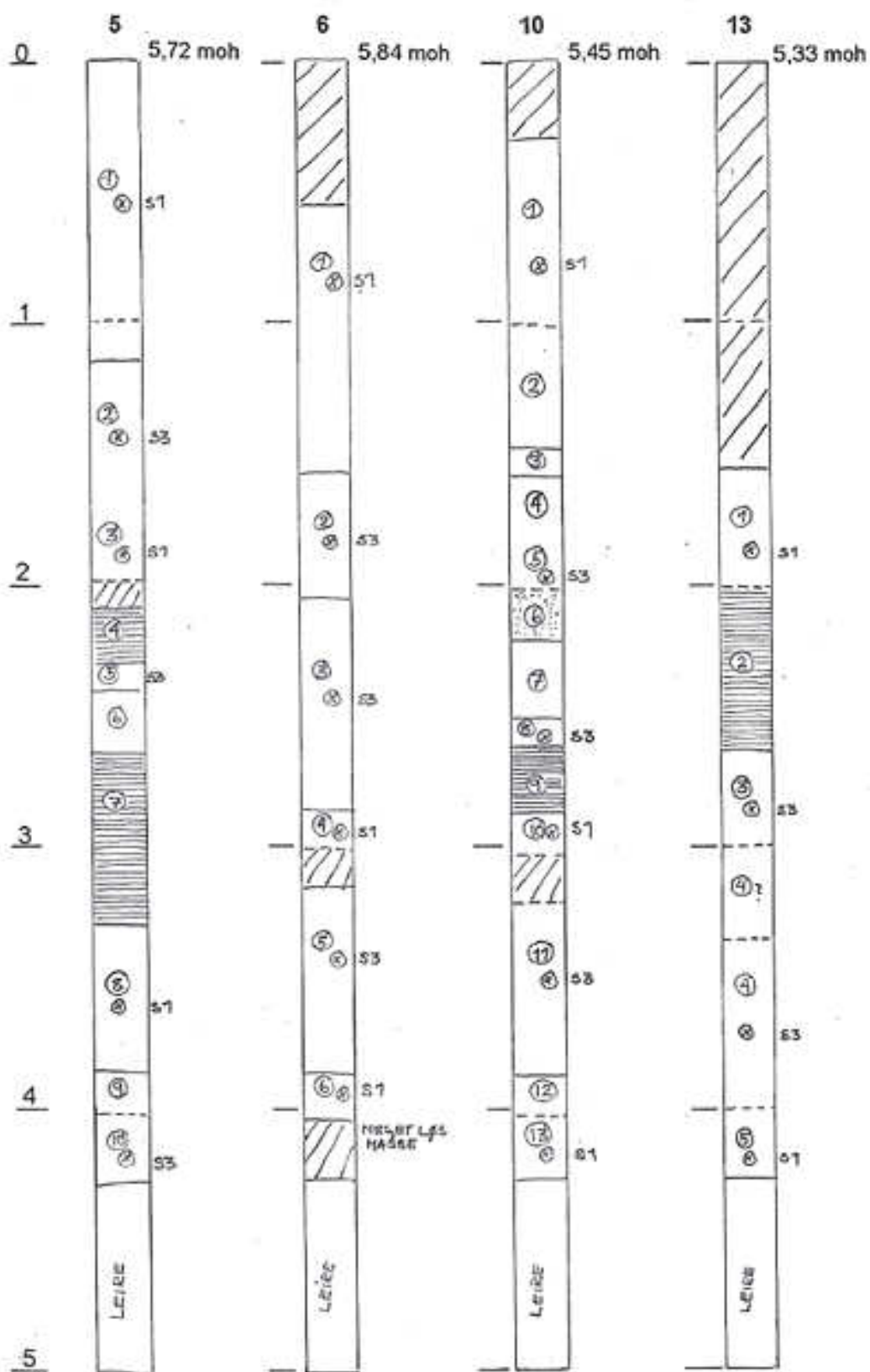
I område 1 (figur 6A og B) ble det gjort åtte boringer, sju ved pelepunkter (nr. 1, 2, 4, 5, 6, 10 og 13 og en for miljøbrønn, (nr.3) (se figur 4. oversiktsplan).

Samtlige boringer ble gjort til 5 m dypde fra overflaten. Steril leire ble nådd fra ved boremeter 4 - 5. Nivå for steril leire varierte fra 2,06 moh i nordre del (borepunkt 1) til 1,03 moh i søndre del (borepunkt 13) og helling var på omtrent 1 m på ca 43 m lengdestrekning fra nordøst til sørvest.

Massen ved overflate besto av homogen sand/grusblandet sand av moderne karakter. Tykkelsen var varierende. I borepunkt 2 var gruslaget ca 0,3 m tykt og intakte kulturlag lå rett under. På andre steder som i borepunkt 4 og 13, var den homogene toppmassen mer en 1 m tykk. Boresøylene har vist godt stratifiserte, tett komprimerte og forholdsvis tykke kulturlag. Mesteparten av lagene innholdt organisk materiale. Tilstanden til kulturlag i de øvre deler av søylene under toppmassen, ble vurdert til B3 (medium), og i noen enkelt tilfeller B2 (dårlig). Rundt boremeter 2 og videre nedover er tilstanden til kulturlagene i hovedsak vurdert til B4 (bra) eller B5 (meget bra). Boresøyle 1 i det nordøstre hjørne like ved Møllegaten danner et unntak fra mønstret. Her var bare et av ni registrerte lag i boresøylen vurdert til bedre enn medium (B4). I flere av boresøylene ble det dokumentert konstruksjonsnivåer med kraftige og meget velbevart treverk. Topp på konstruksjonene lå innenfor kote 3,6 til 2,5 moh.



Figur 6A Tegning av boresøyer 1 til 4 fra område 1. Diagonal skraving markerer forstyrret masse. Horizontal tett skraving markerer tett, kompakt treverk. Prikker markerer sand.



Målestokk 1:20 i lengderetning

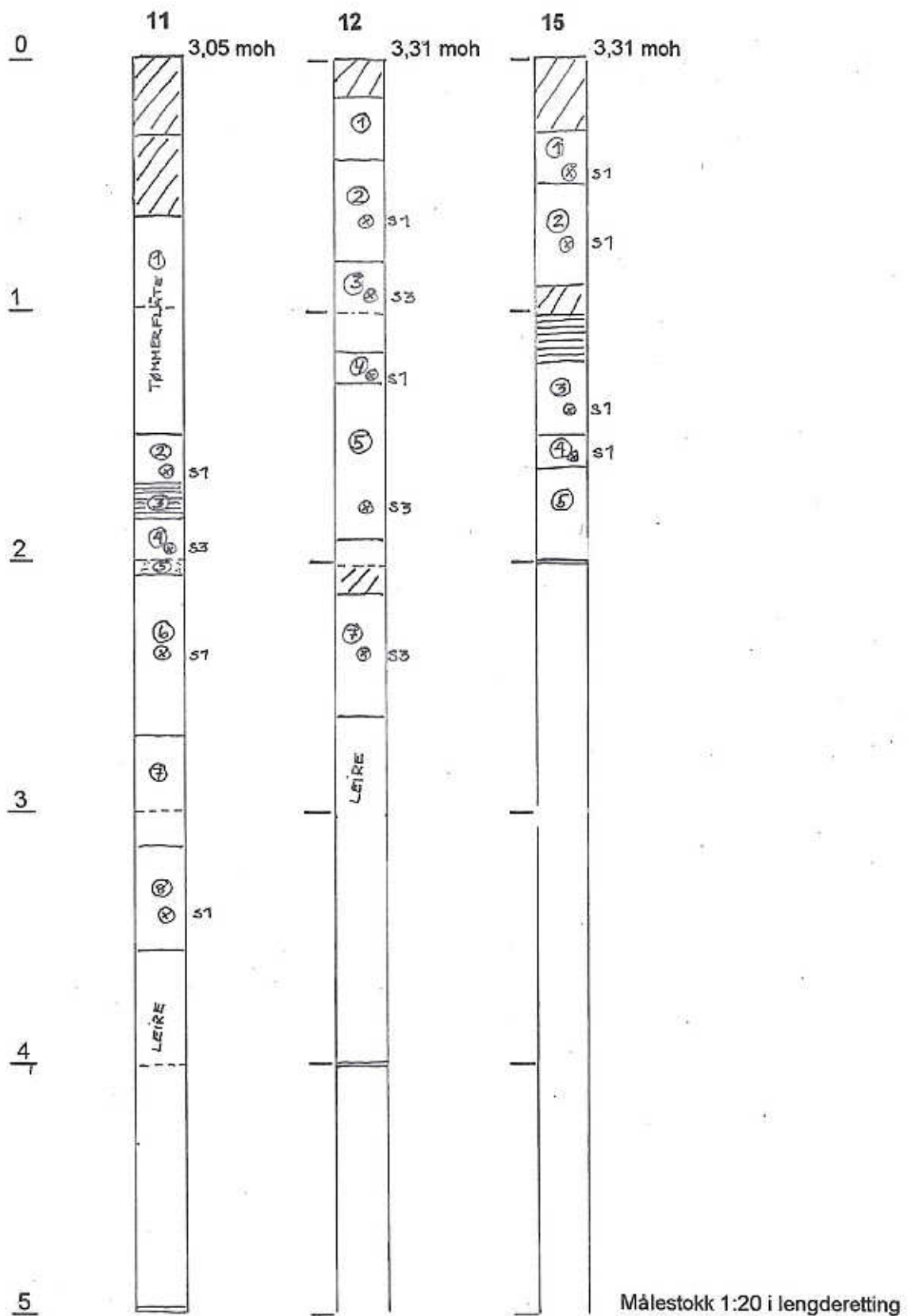
Figur 6B Tegning av boresøyer 5,6,10 og 13 fra område 1. Diagonal skraving markerer forstyrret masse. Horizontal tett skraving markerer tett, kompakt treverk. Prikker markerer sand.

3.1.2 Område 2

I område 2 (figur 6Cog D) ble det gjort sju boringer, fem ved pelepunkter (nr. 7, 8, 9, 11 og 12) og to for miljøbrunn (nr. 14 og 15) (se figur 4, oversiktsplan).

Boringene ble gjort fra overflate i kjelleren ned til 4 m boreddybde, avhengig av hvor boret møtte steril leire. Det fantes inntil 2,5 m med kulturlag under kjelleren. For miljøbrønnene ble det boret ned til 2 m dybde. I område 2 lå kulturlag nærmest direkte under overflaten. Den gamle grunnmuren hvilte på tømmerflåter og disse flåter var lagt direkte på kulturlagene. Gulvet i kjelleren virket å ha blitt støpt direkte på kulturlagens overflate, uten isolerende materiale mellom betongen og det fuktige, myke materialet under.

Boresøylene fra område 2 har vist godt stratifiserte, våte, tett komprimerte og til dels tykke kulturlag med høyt innhold av organisk materiale. Bevaringsforholdene var i hovedsak meget gode. Med noen få unntak ligger tilstandsvurderingen på B4 (bra) eller B5 (meget bra) fra topp og ned til lagene over leiren. Leirens overflate målt i boresøyle 7,8,11 og 12 lå på varierende nivå. I 7: 0,64 moh, i 8: 1,32 moh, i 11: - 0,45 moh, i 12: 0,71 moh. I boresøyle 11 representerer lagene over leiren (lag 7 og 8) muligens flomavsetninger i strandsonen. I flere av boresøylene ble det dokumentert konstruksjonsnivåer med kraftig og meget velbevart treverk. Konstruksjonene lå på forskjellig nivå, høyest i boresøyle 8 og 15 på ca 2,3 moh og lavest i boresøyle 11 og 9 på 1,35 og 1,8 moh.



Figur 6D Tegning av boresøyer 11, 12 og 15 fra område 2. Diagonal skravering markerer forstyrret masse. Horisontal tett skravering markerer tett, kompakt treverk. Prikker markerer sand.

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

Alle kulturlag som det ble tatt prøver av for analyse, er vist i egne illustrasjoner som sammenstiller de arkeologiske og jordkjemiske resultater på bevaring. Illustrasjons ark 1-16 viser hver boreprofil og utgravet profil med beskrivelse av dybde og hvor prøver for S1 og S3 analyser er utført. I tillegg er det angitt arkeologisk bevaringstilstand og jordkjemisk vurdering av bevaringsforhold. For å få et inntrykk av bevaringsforholdene av lag analysert i henhold S1 pakke, er det brukt fargekoder som viser innhold av organisk materiale i lagene.

Et sammendrag av bevaringsforholdene i de ulike boresøylene er vist i tabell 2. Grunnlagsdata for kjemisk og fysisk karakterisering er vist i vedlegg 1A til 2C og gir en oversikt over vurdering av bevaringsforholdene i prøvene analysert etter S1 og S3 analysepakker. Laboratorieanalysene er fordelt på to tabeller, en som viser fysiske forhold og en på kjemiske måleresultater.

I utgangspunkt kan bevaringsforholdene kun vurderes på bakgrunn av analysedata fra S3 analyser men ikke S1 analyser. Lagene der det ble utført analyser i henhold til S1 pakke kan imidlertid sammenlignes med over- eller nedenforliggende lag som ble karakterisert i henhold til S3 pakke. I de tilfellene der organisk innhold i to etterfølgende lag er lik, er det sannsynlig at bevaringsforholdene også er lik i begge lag. Illustrasjons ark for de ulike boresøylene er sortert i henhold til område 1 og 2 (se kapittel 3.1).

Illustrasjon av boresøyle fra Område 1 (1-6,10 og 13)

Boresøyle 1 Profil med bevaringsforhold

Topp/bunn MOH	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring		
					Arkeologisk *	Kjemisk fysisk	
6,35		Toppmasse				Sand	
	0-1	Påført masse	1 og 2			B0	
	1-2	Uforstyrret	1 og 2			B0	
	"	"	3	1-3		B2-3	Utmerket
	"	"	4	1-4		B2-3	
	2-3	"	5	1-5		B4	Middels
	"	"	6	1-6		B3	
	"	"	6				
	"	"	7			B2-3	
	"	"	8			B0	
	3-4	"	9	1-9		B0	Utmerket
2,05	4-5	Steril				Leire	

S1 Analyse
S3 Analyse

*

SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristikk)

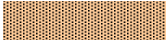


Lavt organisk materiale 10%
Middels organisk materiale 10-20%
Høyt organisk materiale 20-30%

Boresøyle 2 Profil med bevaringsforhold

Topp/bunn (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Kjemisk fysisk
6,25		Toppmasse			Sand	
	0-1	Uforstyrret	2		Trekull B0	
	"	"	3	S1 2-3	B2	
	"	"	4	S3 2-4	B2-3	Middels
	1-2	"	5		B3	
	"	"	6	S1 2-6	B3	
	"	"	7		B3	
	"	"	8	S3 2-8	B5	Bra
	"	"	9		B5	
	2-3	"	10	S1 2-10	B4	
	"	"	11		B4-5	
	"	"	12		Sand og trekull B0	
	"	"	13	S1 2-13	B4-5	
	3-4	"	14	S3 2-14	B4	Bra
	"	"	15		B0	
	"	"	16		Leire B0	
	"	"	17	S3 2-17	B4	Bra
2,05	4-5	Steril			Leire	

S1 Analyse
S3 Analyse

* SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristikk)

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

Boresøyle 3 Miljøbrønn Profil med bevaringsforhold

Topp/bunn (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Kjemisk fysisk
6,06		Toppmasse				Stein
	0-1	Påført masse	1		B0	
	1-2	Uforstyrret	2	3-2	B4	
	"	"	3			
	"	"	4	3-4	B3	Bra
	2-3	"	5	3-5	B4-5	
	"	"	6	3-6	B4-5	
	"	"	7		B5	
	3-4	"	8	3-8	B4	Bra
	"	"	9		B4-5	
	"	"	10	3-10	B5	
	"	"	11		B0	
2,06	4-5	Steril				Leire



S1 Analyse

S3 Analyse

*

SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristikk)



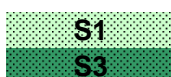
Lavt organisk materiale 10%

Middels organisk materiale 10-20%

Høyt organisk materiale 20-30%

Boresøyle 4 Profil med bevaringsforhold

Topp/bunn (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Kjemisk fysisk
5,95		Toppmasse				Sand
	0-1	Påført masse				
	1-2	Uforstyrret	1	4-1	B4	Bra
	"	"	2	4-2	B5	
	2-3	"	3		B4	
	"	"	4	4-4	B3	
	"	"	5	4-5	B4	Bra
	3-4	"	6		B3	
	"	"	7	4-7	B4	
1,65	4-5	Steril				Leire



S1 Analyse

S3 Analyse

*

SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristikk)



Lavt organisk materiale 10%

Middels organisk materiale 10-20%

Høyt organisk materiale 20-30%

Boresøyle 5 Profil med bevaringsforhold

Topp/bunn (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Kjemisk fysisk
5,72		Toppmasse				Sand
	0-1	Påført masse				
	"	Uforstyrret	1	5-1	B0	
	1-2	"	2	5-2	B4	Bra
	"	"	3	5-3	B3-4	
	2-3	"	4		B5	
	"	"	5	5-5	B4-5	
	"	"	6		B2-3	
	"	"	7		B5	
	3-4	"	8	5-8	B5	
	"	"	9		B4	
	4-5	"	10	5-10	B4	Utmerket
1,42	"	Steril				Leire



*

SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristik)



Lavt organisk materiale 10%

Middels organisk materiale 10-20%

Høyt organisk materiale 20-30%

Boresøyle 6 Profil med bevaringsforhold

Topp/bunn (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Kjemisk fysisk
5,84		Toppmasse				Sand
	0-1	Påført masse				
	"	Uforstyrret	1	6-1	B0	
	1-2	"	2	6-2	B3	Utmerket
	2-3	"	3	6-3	B5	Utmerket
	"	"	4	6-4	B4-5	
	3-4	"	5	6-5	B5	Bra
	"	"	6	6-6	B5	
1,54	4-5	Steril				Leire



*

SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristikk)








Lavt organisk materiale 10%

Middels organisk materiale 10-20%

Høyt organisk materiale 20-30%

Boresøyle 10 Profil med bevaringsforhold

Topp/bunn (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Kjemisk fysisk
5,45		Toppmasse				Sand
	0-1	Påført masse				
	"	Uforstyrret	1	10-1	B0	
	1-2	"	2		Sand B0	
	"	"	3		B0	
	"	"	4		B0	
	"	"	5	10-5	B4-5	Bra
	2-3	"	6		Sand B0	
	"	"	7		B4	
	"	"	8	10-8	B3	Utmerket
	"	"	9		B5	
	"	"	10	10-10	B5	
	3-4	"	11	10-11	B5	Bra
	"	"	12		B5	
	4-5	"	13	10-13	B5	
1,15		Steril				Leire

	S1	Analyse
	S3	Analyse
*	SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristik)	
	Lavt organisk materiale 10%	
	Middels organisk materiale 10-20%	
	Høyt organisk materiale 20-30%	

Boresøyle 13 Profil med bevaringsforhold

Topp/bunn (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Kjemisk fysisk
5,33		Toppmasse			Sand	
	0-1	Påført masse				
	1-2	Uforstyrret	1	13-1	B3	
	2-3	"	2		Treverk B4	
	"	"	3	13-3	B3	Utmerket
	3-4	"	4	13-4	B5	Utmerket
	"	"	5	13-5	B5	
1,03	"	Steril			Leire	



S1 Analyse

S3 Analyse

*

SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristikk)



Lavt organisk materiale 10%

Middels organisk materiale 10-20%

Høyt organisk materiale 20-30%

Illustrasjon av boresøyer i område 2 (7-9, 11-12, 14-15).

Boresøyle 7 Profil med bevaringsforhold

Topp/bunn (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Kjemisk fysisk
3,84		Betong				
	0-1					
	"	Uforstyrret	1	7-1	B3	
	"	"	2		B3	
	"	"	3	7-3	B4	Utmerket
	1-2	"	4	7-4	B5	
	2-3	"	5	7-5	B4	
	3-4	"	6		Leire	
	"	"	7		B5	
	"	"	8		B3-4	
0,74	4-5	Steril			Leire	



S1

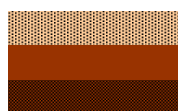
Analyse

S3

Analyse

*

SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristik)



Lavt organisk materiale 10%

Middels organisk materiale 10-20%

Høyt organisk materiale 20-30%

Boresøyle 8 Profil med bevaringsforhold

Topp/bunn (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Kjemisk fysisk
3,62		Betong				
	0-1	Uforstyrret	1		B4	
	"	"	2	8-2	B4	Bra
	"	"	3	8-3	B5	
	"	"	4		B5	
	1-2	"	5	8-5	B4	
	"	"	6	8-6	B5	Utmerket
	2-3	"	7	8-7	B4	
	"	"				
	"	"				
1,30	3-4	Steril				
	4-5				Leire	



S1 Analyse

S3 Analyse

*

SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristikk)



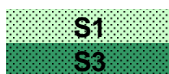
Lavt organisk materiale 10%

Middels organisk materiale 10-20%

Høyt organisk materiale 20-30%

Boresøyle 9 Profil med bevaringsforhold

Topp/bunn (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Kjemisk fysisk
3,56						
	0-1	Uforstyrret	1		Kulllag B0	
	"	"	2	9-2	B4	Utmerket
	"	"	3	9-3	B5	
	"	"	4		B5	
	"	"	5	9-5	B5	
	"	"	6		B0	
	1-2	"	7	9-7	B4-5	Utmerket
	"	"	8	9-8	B4	
1,55	"	"			Trestokk B5	



S1 Analyse

S3 Analyse

*

SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristikk)



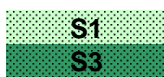
Lavt organisk materiale 10%

Middels organisk materiale 10-20%

Høyt organisk materiale 20-30%

Boresøyle 11 Profil med bevaringsforhold

Topp/bunn (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Kjemisk fysisk
3,05		Betong				
	0-1	Uforstyrret	1		Treverk 1800-tall	
	1-2	"	2	11-2	B2	
	"	"	3		B5	
	"	"	4	11-4	B3-B4	Utmerket
	"	"	5		Sand B0	
	2-3	"	6	11-6	B4	
	"	"	7		Urein leire	
	"	"	8	11-8	B5	
-0,55	4-5	Steril			Leire	



S1 Analyse

S3 Analyse

*

SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristikk)



Lavt organisk materiale 10%

Middels organisk materiale 10-20%

Høyt organisk materiale 20-30%

Boresøyle 12 Profil med bevaringsforhold

Topp/bunn (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Kjemisk fysisk
3,31		Betong				
	0-1	Uforstyrret	1			
	"	"	2	12-2	B4	Utmerket
	"	"	3	12-3	B4	
	1-2	"	4	12-4	B4-5	Utmerket
	"	"	5	12-5	B4-5	
	"	"	6		B4-5	
	2-3	"	7	12-7	B4-5	Bra
0,71	3-4	Steril			Leire	



S1 Analyse

S3 Analyse

*

SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristikk)



Lavt organisk materiale 10%

Middels organisk materiale 10-20%

Høyt organisk materiale 20-30%

Boresøyle 14 Miljøbrønn Profil med bevaringsforhold

Topp/bunn (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Kjemisk fysisk
3,56						
	0-1	Uforstyrret	1		Kulllag B0	
	"	"	2	MB 14-2	B2	
	"	"	3	MB 14-3	B4	
	"	"	4		B4	
	1-2	"	6		B4-5	
1,56	"	"			Trestokk B5	

Boresøyle 15 Miljøbrønn Profil med bevaringsforhold

Topp/bunn (MOH)	Boreintervall (m)	Materiale	Lag	Prøver	Bevaring	
					Arkeologisk *	Kjemisk fysisk
3,31		Betong				
	0-1	Uforstyrret	1	MB15-1	B4	
	"	"	2	MB15-2	B4-5	
	1-2	"	3	MB15-3	B4-5	
	"	"	4	MB15-4	B5	
1,31		Steril			Leire	

S1

Analyse

S3

Analyse

*

SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristikk)

Lavt organisk materiale 10%

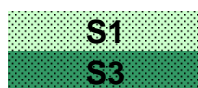
Middels organisk materiale 10-20%

Høyt organisk materiale 20-30%

Illustrasjon av utgravet profilvegg

Utgravet vegg ved heissjakt Profil med bevaringsforhold

Topp/bunn (MOH)	Lag (MOH)	Materiale	Prøver	Bevaring	
				Arkeologisk *	Kjemisk fysisk
5,5		Toppmasse		Sand	
		Påført masse			
	4,8	Uforstyrret	57		Dårlig
	"	"	62		Dårlig
	4,5	"	63		Dårlig
	4,0	"	55		Bra
	3,9	"	60		Bra
	2,0	"	58/59		Bra
	2,0	"	64		Bra



S1

Analyse

S3

Analyse

*

SOPS : Status på bevaringstilstand (etter Miljøveilederens karakteristikk)



Lavt organisk materiale 10%

Middels organisk materiale 10-20%

Høyt organisk materiale 20-30%

Tabell 2 Viser oversikt over alle konklusjoner over bevaringsforholdene fra hver boresøyle og profilvegg.

Boresøyle	Redoks og bevaringsforhold
Område 1	
Boresøyle 1	Reduserende forhold - middels og utmerket bevaringsforhold fra 1-4 meter
Boresøyle 2	Reduserende forhold - middels i øvre del og bra bevaringsforhold fra 1-4 meter
Miljøbrønn 3	Reduserende forhold - bra bevaringsforhold fra 1-4 meter.
Boresøyle 4	Reduserende forhold - bra bevaringsforhold fra 1-3 meter.
Boresøyle 5	Reduserende forhold - bra og utmerket bevaringsforhold fra 1-4 meter.
Boresøyle 6	Reduserende forhold - bra og utmerket bevaringsforhold fra 1-4 meter.
Boresøyle 10	Reduserende forhold - bra og utmerket bevaringsforhold fra 1-4 meter.
Boresøyle 13	Reduserende forhold - utmerket bevaringsforhold fra 2-4 meter.
Område 2	
Boresøyle 7	Reduserende forhold - utmerket bevaringsforhold fra 1-4 meter.
Boresøyle 8	Reduserende forhold -bra og utmerket bevaringsforhold fra 1-4 meter.
Boresøyle 9	Reduserende forhold - utmerket bevaringsforhold fra 1-4 meter.
Boresøyle 11	Reduserende forhold - utmerket bevaringsforhold fra 1-3 meter.
Boresøyle 12	Reduserende forhold - utmerket (1-2m) og bra bevaringsforhold fra 2-3 meter.
Miljøbrønn 14	S1 analyse mye organisk innhold.
Miljøbrønn 15	S1 analyse mye organisk innhold.
Profil vegg	
4 -5 moh	Oksyderende forhold
2-4 moh	Reduserende forhold som gir bra bevaringsforhold

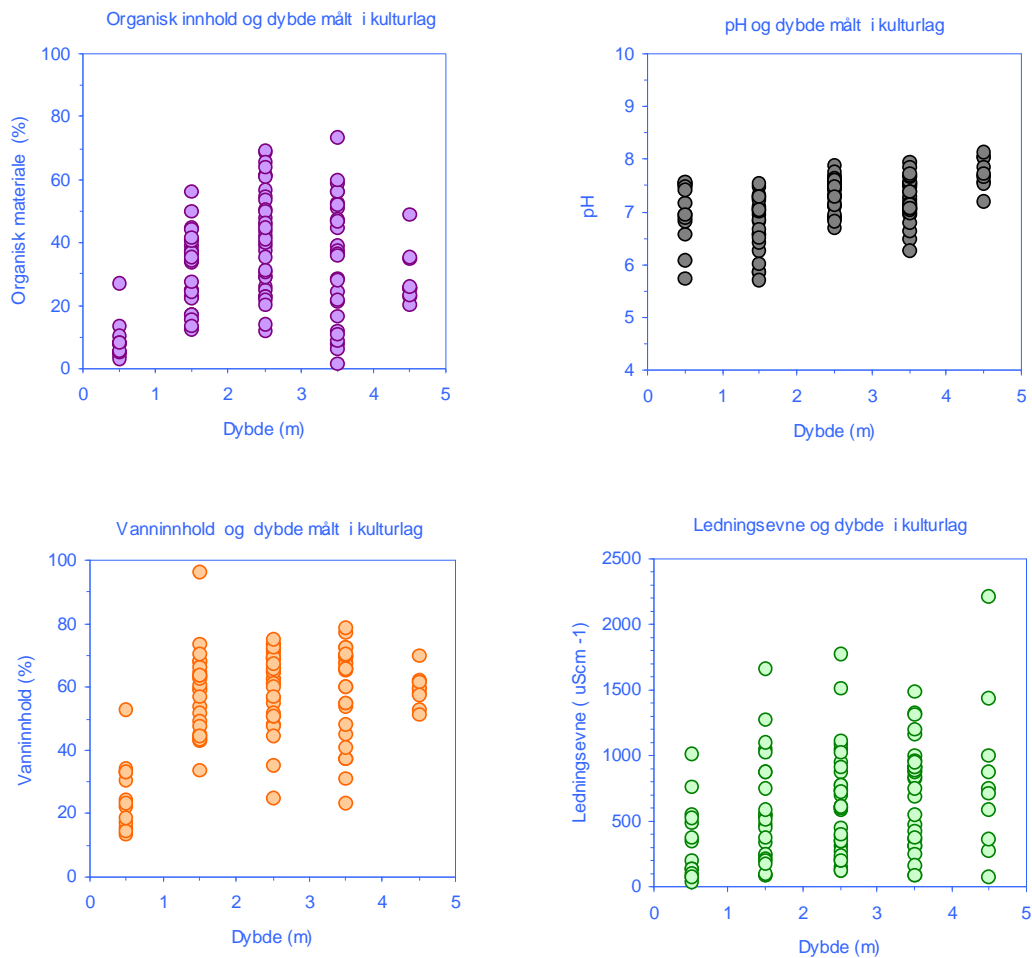
3.2 Sammenfattet dybde beskrivelse av naturvitenskapelige analyseresultater hentet fra hele tomten både fra 2007 og 2008

Resultater fra forundersøkelsen i 2007 viste at bevaringsforholdene var gode, til dels utmerkete innen store deler av tomten men forholdene syntes å være noe dårligere i den nord-nordvestre del av området ved Møllegaten. Fra undersøkelsene i 2008 ble det gjort mange borer, jevnt fordelt over hele tomtens areal, og man har hatt mulighet til å trekke konklusjoner om bevaringsforhold for kulturlag og tilstand fra et betydelig større dataunderlag enn det fra 2007.

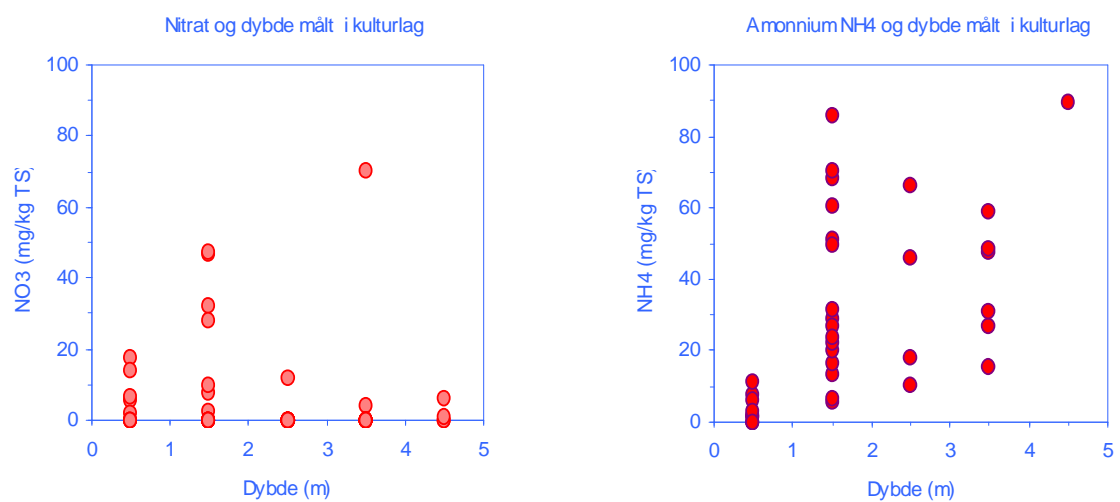
Ser man kulturlagene på tomten fra et dybdeperspektiv, så er lagene fra 0 til 1 - 1,5 m boreddybde i område 1 - den del av tomten der det er boret fra markoverflate, forholdsvis dårlig bevart. Dette er et generell trend som går igjen i alle boresteder innen område 1. Fra 1,5 - 2 m boreddybde kan man registrere en merkbar bedring i bevaringstilstand. Fra denne boreddybde og ned til steril grunn er kulturlagene kraftige med tydelig og enkelt identifiserbar stratigrafi både i område 1 og i kjellerarealet, område 2. Ved siden av de helt minerogene lag i søylene, har de øvrige lag høy andel organisk materiale som øker i dybden (figur 7). Tre og treflis dominerer blant de organiske komponenter, men materialet er variert med for eksempel, mose, kvist, nøtteskall, planterester, strå, ekskrement fra dyr og menneske og lignende. Kulturlagene er fuktige, til dels vannmettede, lukten er fremtredende og overflaten oksideres når borekjemnen løftes til overflaten. Det ble registrert konstruksjonsnivåer med kompakt, hardt treverk i flere av boresøylene. Noen steder var treverket så kraftig at boret ikke klarte å komme igjennom. Den arkeologiske tilstandskarakterisering ligger stort sett fra B3 (medium) til B5 (utmerket).

Sammenligner man de reduserte forbindelsene jern II og ammonium vist i figur 9 og 8 ser man tydelig at disse parameter øker i dybden over hele tomten, mens de oksiderende forbindelsene jern III og nitrat ikke forekommer i en dybde på 1,5 meter eller mer. Analysene på svovelforbindelsene sulfat (SO_4) og sulfid (H_2S) viser begge økende konsentrasjoner nedover i dypere liggende kulturlag over hele tomten (se figur 10). Størst innhold av organiske materiale og stabile og godt bevarte kulturlag i Nedre Langgaten er påvist å ligge i en sone mellom 2 og 4 meters dyp.

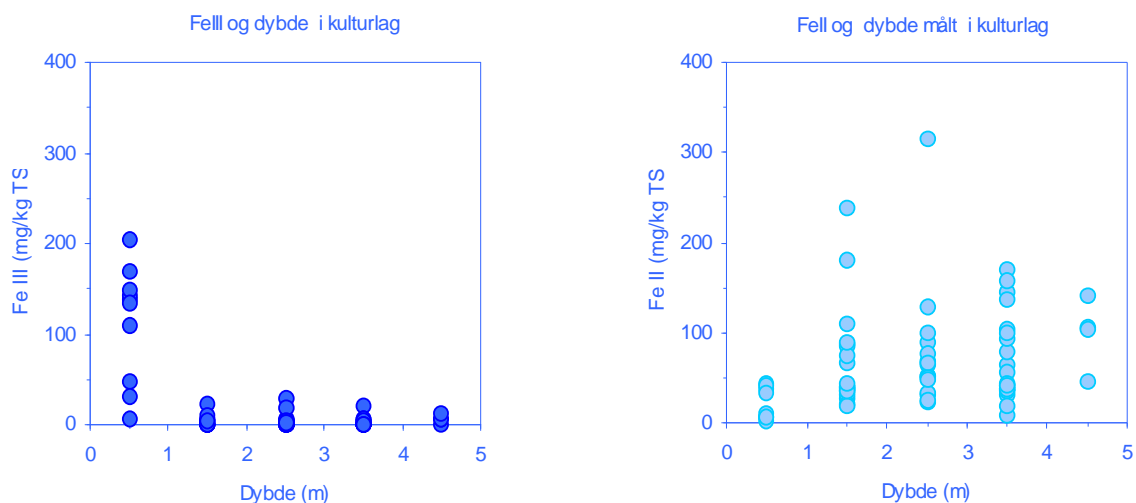
Til tross for at undersøkelsen kan konkludere med at bevaringsforholdene over ulike lag er gode, finnes det enkelte soner innen tomten der tilstanden ikke ser ut til å være like gode som ellers på tomten. Fra registreringer i borepunkt 1 som ligger i området langs med Møllegaten viser tilstandsvurderingene dårligere forhold enn i lengre inn på tomten. Organiske komponenter i kulturlagene som treflis er mer mørkent, lukt mindre fremtredende og stratifiseringen av lag ikke så tydelig som i de andre boresøylene. Tilstandsvurdering fra kulturlag i den profil fra 2007 ut mot Møllegaten, viste merkbart dårligere forhold enn det som ble målt fra andre steder på tomten. Det kan virke som det i sonen langs med Møllegaten er en mer fremskreden nedbrytningen enn ellers på tomten. Samtidig virker området med dårligere bevaringsforhold å være begrenset til delen nærmest gaten uten påvirkning på området lengre inn på tomten.



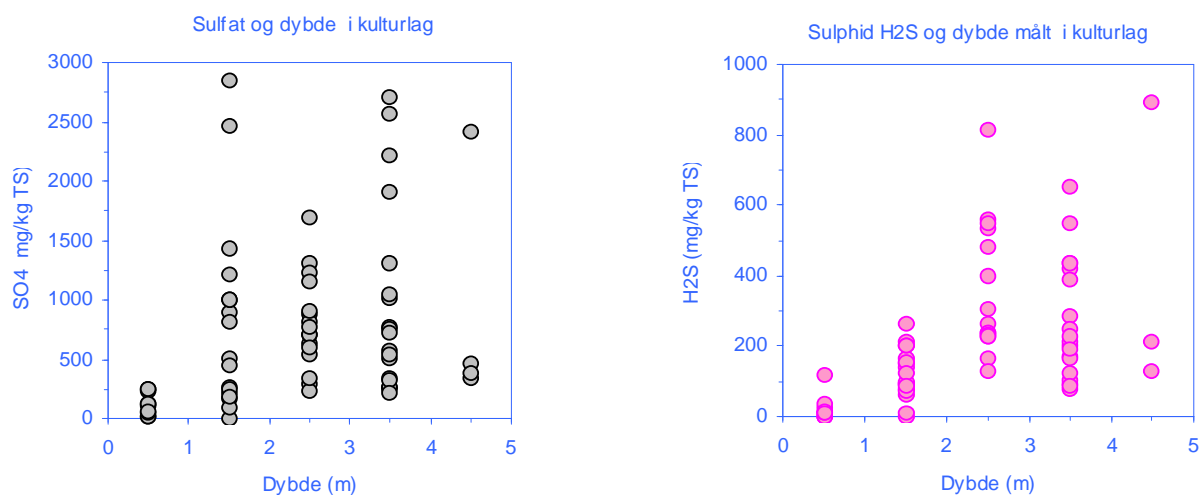
Figur 7 Sammenstilling av prøver tatt og analysert etter S1 og S3 pakke i 2007 og 2008 vist på tørrstoff, organisk materiale, ledningsevne og pH.



Figur 8 Sammenstilling av prøver tatt og analysert etter S3 pakke i 2007 og 2008 vist på Nitrat NO_3 og Ammonium NH_4 .



Figur 9 Sammenstilling av prøver tatt og analysert etter S3 pakke i 2007 og 2008 vist på oksidert jern III og redusert jern II.



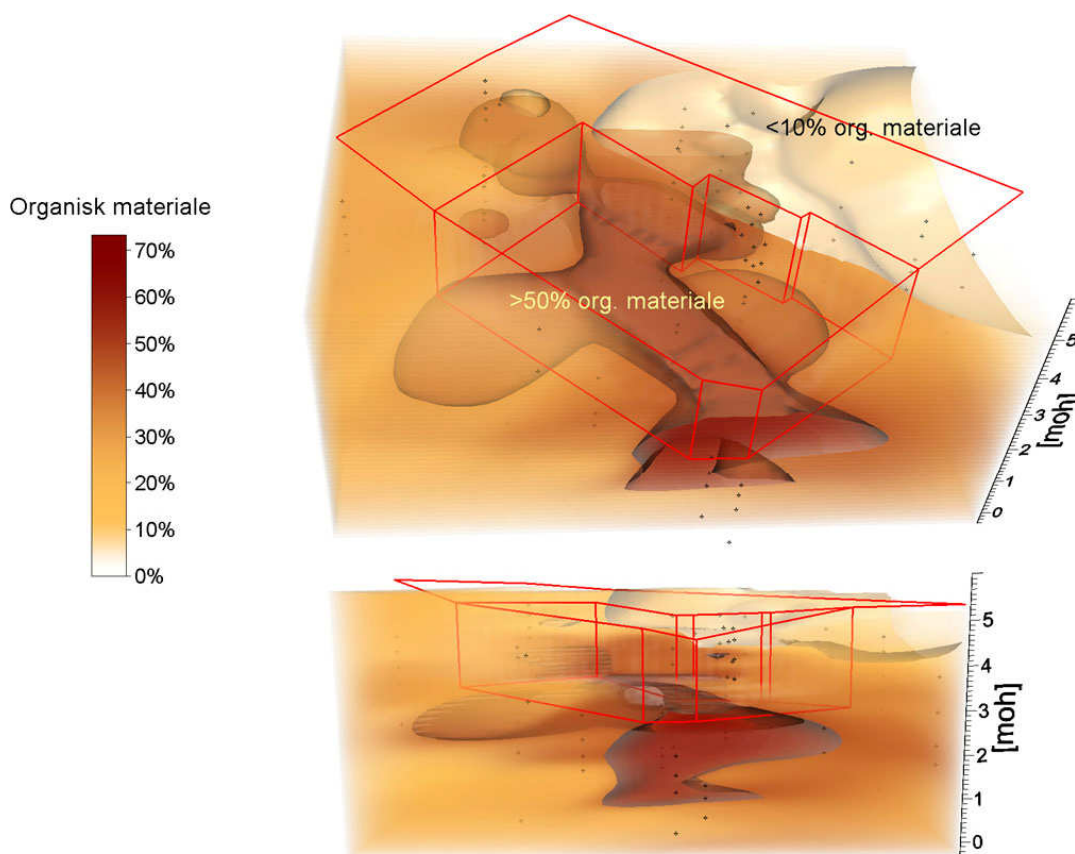
Figur 10 Sammenstilling av prøver tatt og analysert etter S3 pakke i 2007 og 2008 vist på Sulfat SO₄ og Sulfid H₂S.

3.3 Tredimensjonal fordeling av jordfaglige parametere på område

Jordfaglige analysedata fra undersøkelsene i 2007 og 2008 er brukt til å beskrive den fordelingen av de enkelte parametrene over hele tomten. Totalt er det brukt analysedata fra 18 borekjerner og 3 profiler som ble prøvetatt ved ulik dybde. Dataprogrammet Voxler (versjon 11, Golden Software Inc., Colorado, USA) har blitt brukt til å interpolere mellom datapunkter og til grafisk presentasjon av dataene. Figur 11-16 viser den tredimensjonale fordelingen av de ulike parametrene der den øverste figuren illustrerer fordelingen på tomtas areal mens den nedre figuren viser fordeling av parameteren i dybden. For noen parametere er det tegnet inn områder med en bestemt konsentrasjon (f.eks. område der organisk innhold er mindre enn 10%).

3.3.1 Organisk innhold

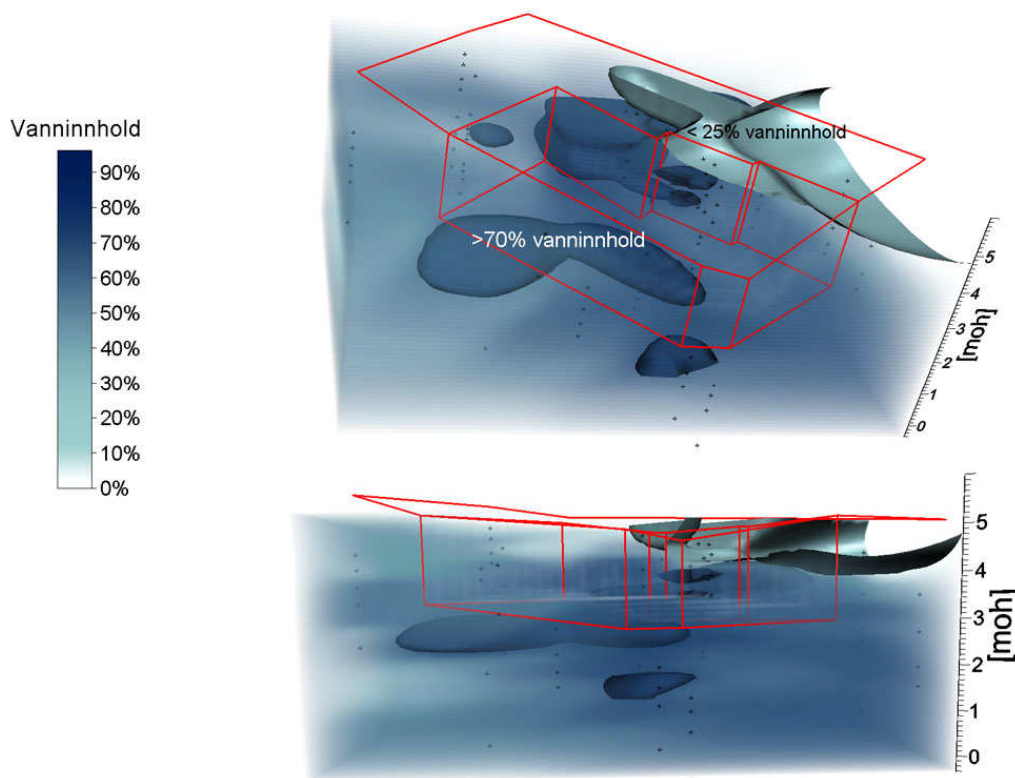
Fordelingen av organisk materiale på tomten er vist i figur 11. Andelen er relativt høy i dypereliggende lag (10-80%), noe som er typisk for kulturlag i denne delen av Tønsberg. Lag med høy organisk andel ligger hovedsakelig under den tidligere kjelleren og i dypere lag på østsiden av tomten. På den sør-østlige delen av tomten er det organiske innholdet i overflatenære jordlag ned til 1.5 m dybde lavere enn 10 %. Lag med et organisk innhold høyere enn 10 % tyder på menneskelig aktivitet. Mye av det organiske materiale består ikke lenger av tydelige gjenstander som trekonstruksjoner, sko, tekstil eller matrester men er mer eller mindre nedbrutt organisk materiale. Høy andel organisk materiale tyder på gode bevaringsforhold der organisk materiale langsomt brytes ned.



Figur 11: Tredimensjonal fordeling av organisk innhold i kulturlag ved Langgate 43. Tomten med tidligere kjeller er inntegnet med røde linjer. De svarte prikkene representerer prøvetakingspunkter. Områder med organisk innhold < 10 % og > 50 % er spesielt framhevet.

3.3.2 Vanninnhold

Vanninnhold i jord gir informasjon om i hvilken grad porer i jord er fylt med luft eller med vann. Et høyt vanninnhold indikerer at porene er fylt med vann, noe som hemmer transport av oksygen ned i jorda og hemmer nedbrytningen av kulturlag. Et høyt vanninnhold finner vi ofte i lag som har også et høyt organisk innhold. Dette fordi organisk materiale har en stor evne til å holde på vannet. Høyst vanninnhold finnes det i områder under den tidligere kjelleren og øst på tomten der også innhold av organisk materiale er høyest vist i figur 12. Lav vanninnhold ble påvist i overflatenære lag og på sørøstsiden av tomten til en dybde på 1,5 m under jordoverflaten. På vestsiden av tomten indikerer målingene et noe lavere vanninnhold i jordlag spesielt i 1 m og 3 m dybde.

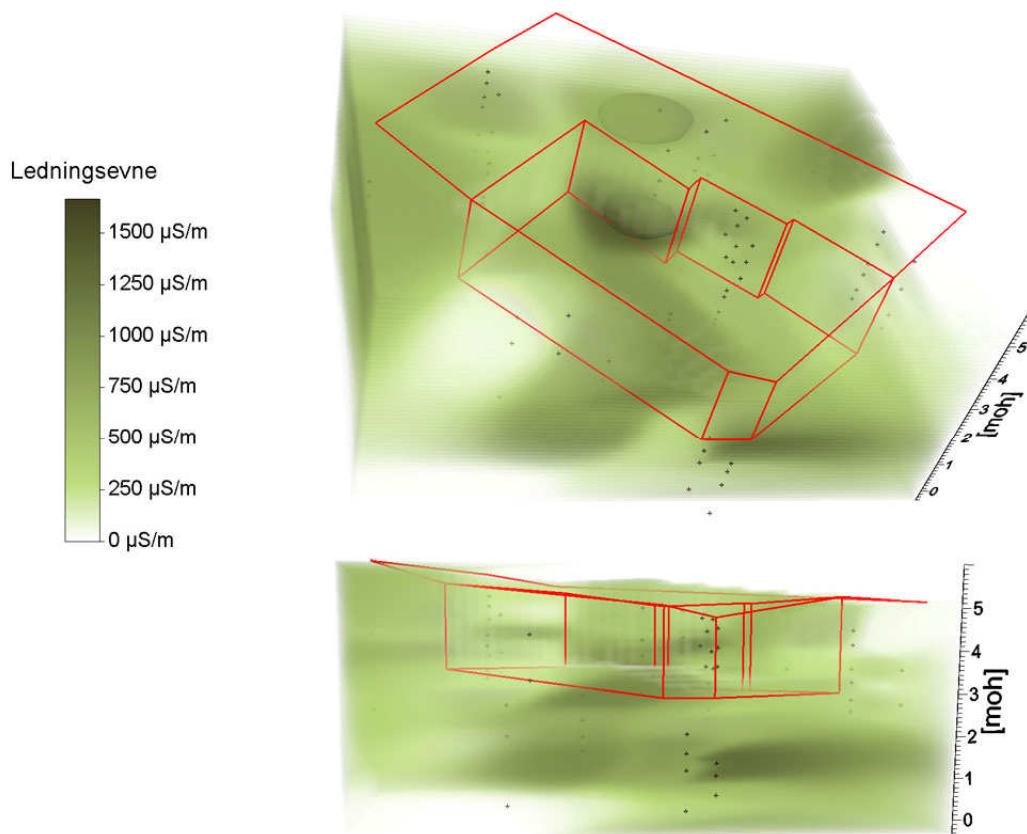


Figur 12: Tredimensjonal fordeling av vanninnhold i kulturlag ved Langgate 43. Tomten med tidligere kjeller er inntegnet med røde linjer. De svarte prikkene representerer prøvetakingspunkter. Områder med vanninnhold < 25 % og > 70 % er spesielt framhevet.

3.3.3 Ledningsevne

Måling av ledningsevne i lagene gir informasjon om saltinnhold i lagene. Et høyt saltinnhold indikerer ofte inntrengning av sjøvann i grunnen men kan også indikere relativt tette lag med lite vanngjennomstrømning.

Målt ledningsevne i lagene er mindre enn $1500 \mu\text{S}/\text{cm}$ vist i figur 13, og dette tyder på at grunnen ikke er påvirket av sjøvann. I lagene med høyt innhold av organisk materiale under den tidligere kjelleren ble det målt en noe høyere ledningsevne enn i resten av tomten. Dette indikerer på relativt tette lag.

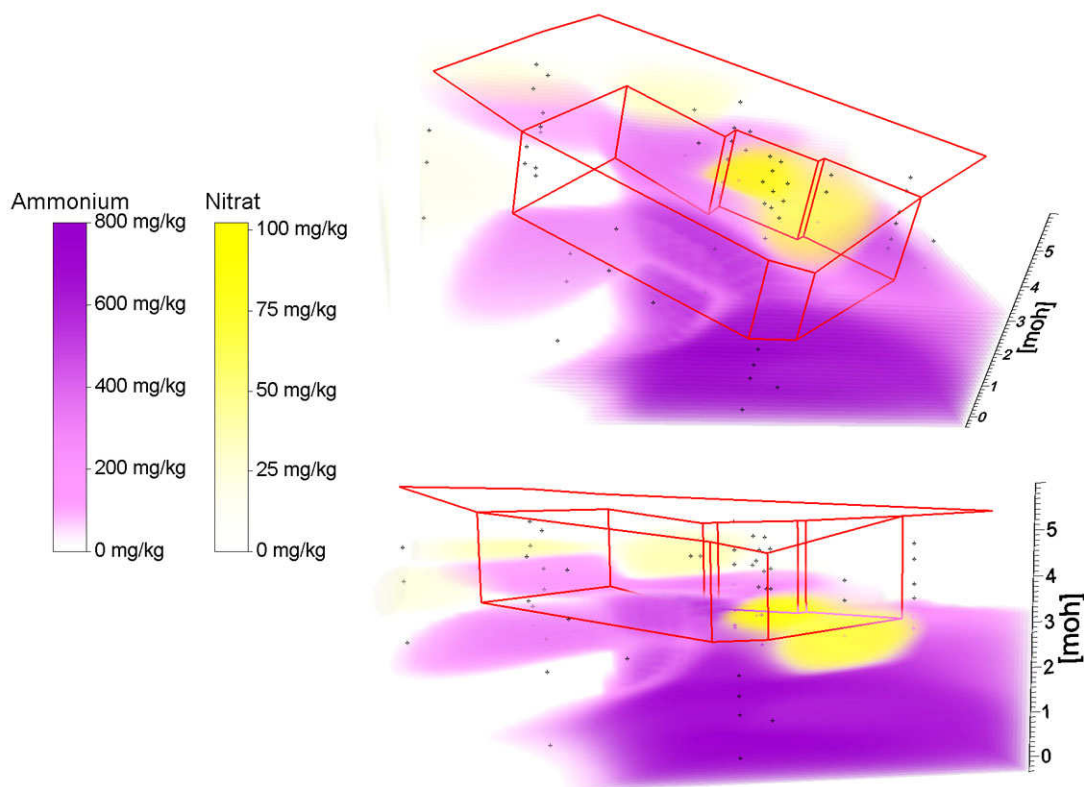


Figur 13: Tredimensjonal fordeling av ledningsevne i kulturlag ved Langgate 43. Tomten med tidligere kjellerer er inntegnet med røde linjer. De svarte prikkene representerer prøvetakingspunkter.

3.3.4 Redokssensitive parametere

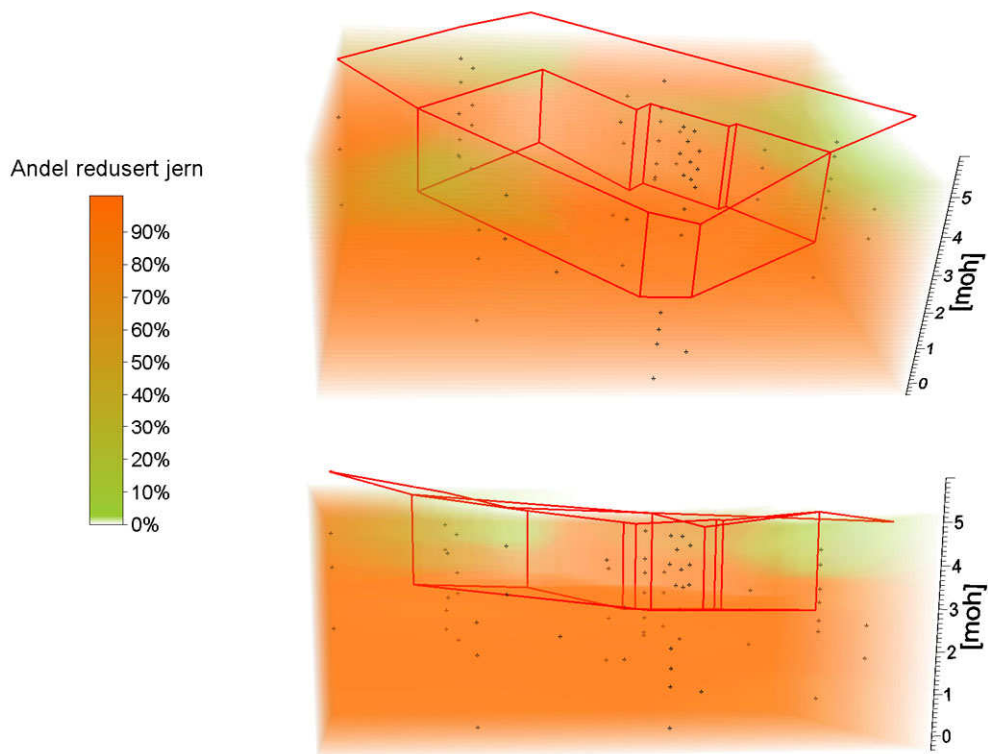
Som beskrevet i kapittel 2.3.1, forekommer nitrogen, jern og svovel som reduserte eller oksiderte former avhengig av redoksforholdene. Nedbrytning av organisk materiale forventes å foregå langsommere ved reduserte forhold enn ved oksiderte forhold.

Figur 14 viser forekomst og konsentrasjonsnivå av den oksiderte forbindelsen nitrat og den reduserte forbindelsen ammonium på tomten. Nitrogenkonsentrasjonen i de overflatenære lagene ned til 2,5 m dybde er relativt lav og det finnes verken oksidert nitrat eller redusert ammonium i jorden. I større dybde forekommer høye ammoniumkonsentrasjoner (opp til 800 mg/kg) spesielt i den sør-vestlige delen av tomten og under den tidligere kjelleren. Nitrat ble funnet på den østlige delen i nærheten av den fremtidige heissjakten i en dybde på mer enn 2 m under terrenget. Forekomst av nitrat tyder vanligvis på redoksforhold der oksygen er tilstedet (aerobe forhold) eller på svakt reduserende forhold. Slike forhold vurderes som dårlig for bevaring av kulturlag. Imidlertid ble det i samme område påvist like høye konsentrasjoner av ammonium - den reduserte formen av nitrogen, samt redusert jern og sulfid. Disse forbindelsene finner vi vanligvis ved sterkt reduserte forhold som beskytter mot nedbrytning av kulturlag men ikke ved aerobe eller svakt reduserende forhold. Alt tyder på at nitrat som ble påvist i kulturlagene er bundet i treverk og er ikke tilgjengelig for mikroorganismer. Til tross for forekomst av nitrat vurderes bevaringsforholdene derfor som gode i dette område.



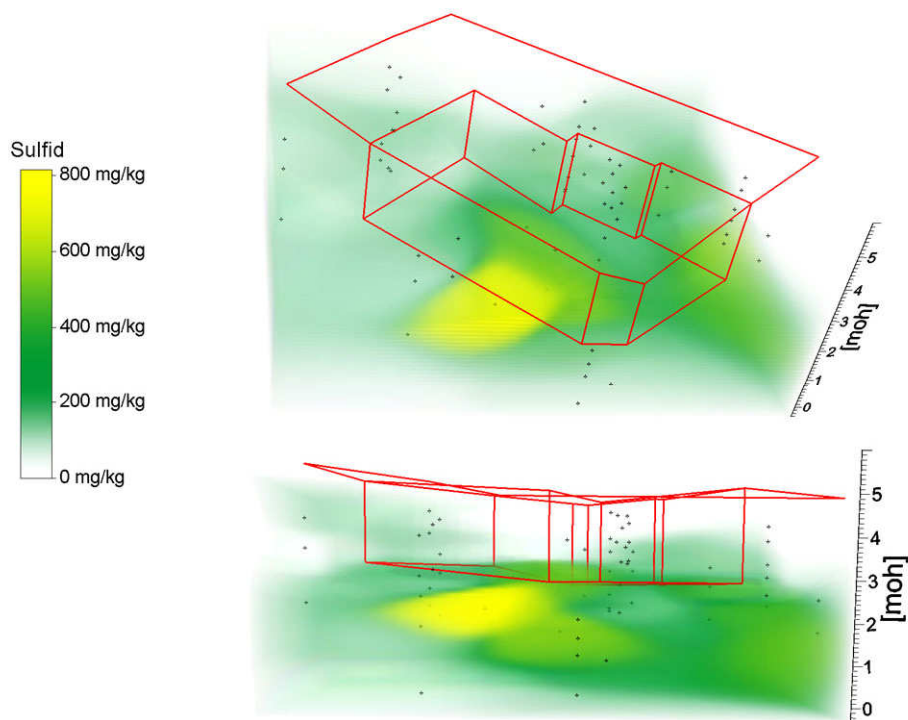
Figur 14: Tredimensjonal fordeling av oksiderte og reduserte nitrogenforbindelser i kulturlag ved Langgate 43. Tomten med tidligere kjeller er inntegnet med røde linjer. De svarte prikkene representerer prøvetakingspunkter.

Forekomst av redusert toverdigg jern er vist i figur 15. Med unntak av overflatenære områder ned til 1,5 m i den sør-østlige og nord-vestlige delen av tomten dominerer den reduserte formen av jern. Redusert jern forekommer ved middels reduserte redoksforhold og beskytter kulturlagene mot nedbrytning. Hvis oksygen når kulturlagene under disse forholdene, vil oksygen bli brukt opp straks av redusert jern som oksideres til treverdigg jern. Denne reaksjonen foregår mye raskere enn oksidasjon av organisk materiale. Så lenge det ikke transporteres store mengder oksygen eller sulfat til disse lag, vil organisk materiale være godt beskyttet mot nedbrytning.



Figur 15: Tredimensjonal fordeling av redusert jern i kulturlag ved Langgate 43. Tomten med tidligere kjeller er inntegnet med røde linjer. De svarte prikkene representerer prøvetakingspunkter.

Ved sterkt reduserende forhold blir sulfat redusert til sulfid (se kapittel 2.3.1). Figur 16 viser forekomst av sulfid på tomten. Høyere konsentrasjoner av sulfid forekommer først i større dybde ved 2,5 m eller lavere. De høyeste konsentrasjonene finnes under den tidligere kjelleren og på den sør-østlige delen av tomten. Målingene indikerer imidlertid at det foreligger sulfatreduserende forhold i en dybde på 2 m under terrenget over hele tomten. Disse forholdene representerer gode bevaringsforhold.



Figur 16: Tredimensjonal fordeling av sulfid i kulturlag ved Langgate 43. Tomten med tidligere kjeller er inntegnet med røde linjer. De svarte prikkene representerer prøvetakingspunkter.

Måling av redokssensitive parametere av prøver i de forskjellige borehull og profiler og modellering av analysedata ved hjelp av modelleringsprogrammet Voxler viser at de beste bevaringsforhold finnes under den tidligere kjelleren og på den sør-østlige delen av tomten i en dybde på 2,5 m eller mer. På grunn av store forekomst av redusert jern er forholdene i 1,5 m dybde allerede relativt gode. Høy andel av organisk materiale og høyt vanninnhold i jordlagene under den tidligere kjelleren og på østsiden av tomten (i 2 m dybde) bekrefter at de organiske lagene er godt beskyttet mot nedbrytning. På den nordvestlige (mot Møllergate) og sørøstlige delen av tomten (mot Nedre Langgate) er bevaringsforholdene noe dårligere og først i 2 m dybde er forholdene gode med høyt innhold av vann og organisk materiale, samt sterkt reduserende miljøforhold.

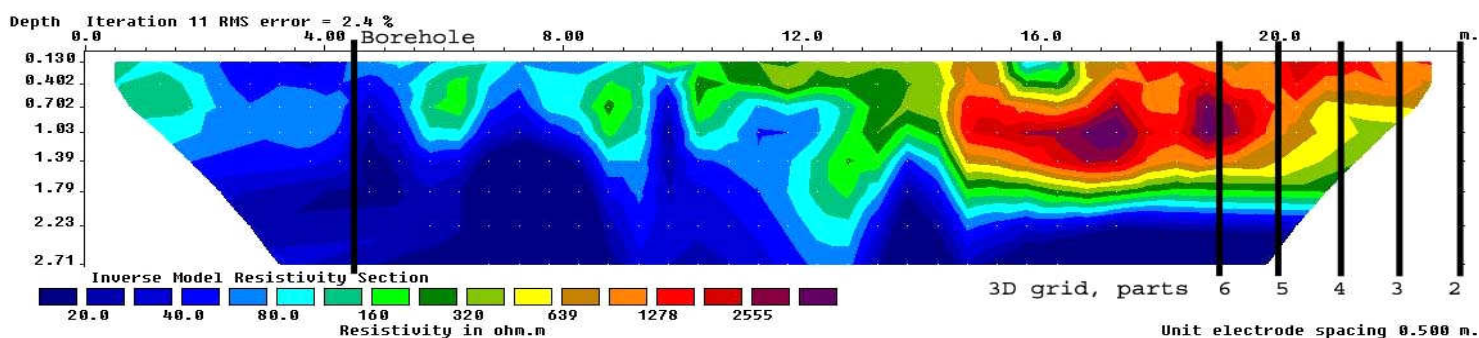
3.4 Geofysisk kartlegging

Den geofysiske kartleggingen som ble utført i sør-nord retning langs den østlige vegg av tidligere kjeller (figur 5), viser store områder med lav resistivitet (merket med blått) mot nord og et oransj-rødt område med høy resistivitet i overflatenære lag i sør vist i figur 17. Resistiviteten er et mål på jordas evne til å hindre strøm gjennomgang og er dermed den inverse til elektrisk ledningsevne.

Borehull 4 ligger i den nordlige enden av transektet som ble kartlagt. Ledningsevnen i lagene øker med dybde ned til 2,5 m, noe som gjenspeiles i de geofysiske målingene. Her avtar resistiviteten med økende dybde. En svak økning i ledningsevne etter 2,5 m gjenspeiles av lavere resistivitet.

Lav resistivitet i den nordlige delen av transektet kan skyldes høyt vanninnhold, men også høy salinitet eller et høyt leireinnhold. Ved den aktuelle lokaliteten skyldes lav resistivitet sannsynligvis høyt vanninnhold, men høye konsentrasjoner av løselig jern II kan også bidra til lav resistivitet. I sistnevnte området ble de høyeste verdiene på jern III påvist ved analyser fra brønn 3 analysert i 2007 (Bergersen og Hartnik, 2008, Petersen, 2007)

På den sør-østlige delen av tomten tyder høy resistivitet på at lagene nær terrengoverflaten består av porøse masser med noe lavere vanninnhold. Høy resistivitet kan også skyldes den lave konsentrasjonen av løselig jern II i dette området målt i 2007.

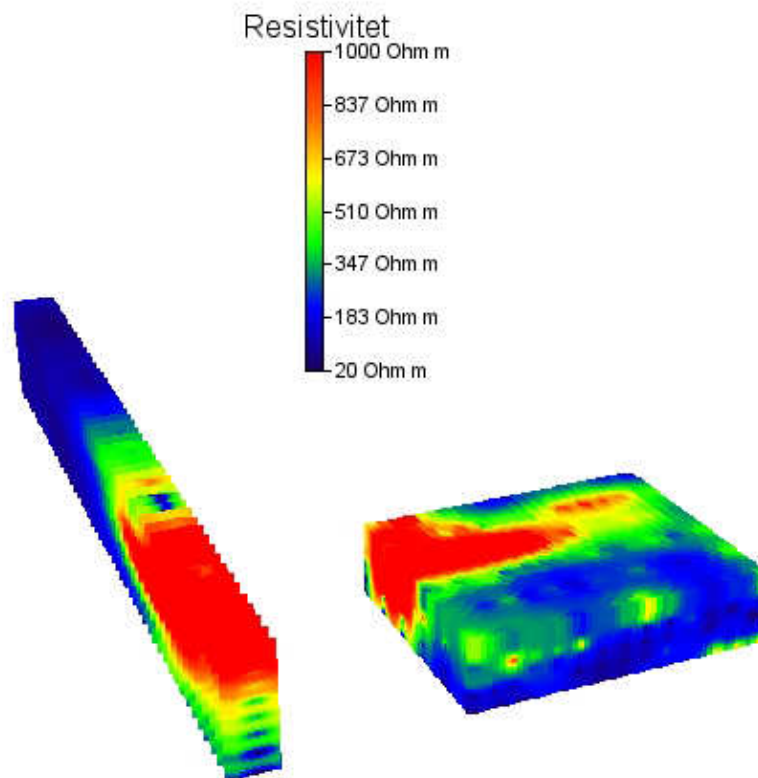


Figur 17: Resistivitetsmålinger i nord-sør transekt langs østsiden av den tidligere kjelleren. Blåe områder tyder på tette lag med høyt vanninnhold og høye konsentrasjoner av redusert jern II mens oransje og røde områder indikerer porøse, noe tørrere områder med lave konsentrasjoner av redusert jern.

Det andre område på den sør-østlige delen av tomten som ble kartlagt ved hjelp av resistivitetmåling viser også et område med høy resistivitet som grenser til tilsvarende området i nord-sør transektet (oransj område i figur 17 og 18). Dette indikerer at de porøse, noe tørrere massene strekker seg over et større areal på den sør-østlige delen av tomten til en dybde på ca. 1,5 m.

Den geofysiske kartleggingen som ble utført med resistivitetmålinger, bekrefter det bildet om miljøforholdene som ble funnet ved hjelp av de jordfaglige undersøkelsene og modelleringen med programvaren Voxler: Tette jordlag med høyt vanninnhold øst for den tidligere kjelleren og noe tørrere, porøse lag med oksiderte miljøforhold på den sør-østlige delen av området.

Analysedataene tyder på at de porøse, noe tørrere massene er av en annen karakter enn de tette, vannholdige kulturlagene lenger nord. Uansett om det handler seg om middelalderiske kulturlag eller om nyere gjenfyllingsmasser, er bevaringsforholdene for organiske materiale dårlige (<10 %) i dette område vist i figur 11.



Figur 18: Resistivitetmålinger i nord-sør transekt langs østsiden av den tidligere kjelleren sammenstilt med vest - øst transekt. Den tredimensjonale figuren illustrert tydelig sonen som strekker seg sør- øst over. Blått områder tyder på tette lag med høyt vanninnhold og høye konsentrasjoner av redusert jern II, mens oransje og røde områder indikerer porøse, noe tørrere områder med lave konsentrasjoner av redusert jern.

4. Konklusjon

I forbindelse med de arkeologiske og jordfaglige undersøkelsene av kulturlag på tomten Nedre Langgate 43 i 2007 og 2008 er det funnet mektige, godt stratifiserte og tett komprimerte kulturlag fra middelalder som er opp til 4,5 m tykke. Overalt på tomten består steril grunn av kompakt leire. Intakte kulturlag ligger 0,5 - 1,5 m under dagens overflate. I det området der det tidligere var kjeller gjenstår ca 2 m med kulturlag og de ligger direkte under tidligere kjellergulv og murer. Med unntak av den sør-østlige og den nord-vestlige delen av tomten kjennetegnes kulturlagene ved et høyt vanninnhold og høy andel organisk materiale, i særlig grad treflis.

Den arkeologiske tilstandsundersøkelsen konkluderer med at overflatenære kulturlag ned til ca. 1,5 m dybde er dårlig bevart. Lagene inneholder betydelig mindre organisk materiale enn dypere liggende lag og er tørrere. Det samme gjelder for kulturlagene i den nordre delen av tomten som grenser mot Møllergaten. På resten av tomten er bevaringstilstanden i kulturlag som ligger rundt 4 moh eller lavere bra til utmerket. I lagsekvensene under den tidligere kjelleren er det funnet svært godt bevarte trekonstruksjoner. Kulturlag over leiren og ca 1 - 1,2 m over denne, er vannmettede, men fuktigheten i lagene var gjennomgående høy. Boringer i den sørlige delen av tomten viser vannmettede kulturlag over leire med mye og meget godt bevart organisk materiale av forskjellig type.

Det virker som bosettingen har strukket seg frem til vannkanten og de eldste avsetninger ser ut til å ha ligget i fjæresonen. I et tilfelle, boresøyle 11, ble avsetningene over den marine leiren tolket som flomavsetninger. Muligens har strandlinjen omtrent ved dagens Møllegate gått litt lengre inn enn ellers i området.

Dårlige bevaringsforhold er spesielt avdekket i den sør-østlige og nord-vestlige delen av tomten. Kulturlagene er preget av porøse, tørre masser der oksygen lett transporteres i overflatenære lag. Kulturlagene i 1,5 m dybde eller lavere ligger godt beskyttet mot nedbrytning, og sterkt reduserende miljøforhold tyder på at oksygen ikke når disse lagene. De beste bevaringsforhold ble funnet i kulturlag under den tidligere kjelleren. Høye konsentrasjoner av redusert sulfid og jern sikrer gode bevaringsforhold. Her ble det også funnet høyest innhold av organisk materiale i kulturlagene og høyest vanninnhold.

Undersøkelsen har vist at jordkjemisk data fra flere borehull vil kunne gi overveiende forståelse over ei tomtes innhold av organisk materiale og redokssensitive parametre som påvirker beskyttelse av kulturlag.

Geofysisk kartlegging med måling av elektrisk resistivitet ble utført på den østlige delen av tomten. Fordelen med metoden er at målingene utføres uten fysisk inngrep i grunnen og uten å påvirke kulturlagene. Metoden gir opplysninger om lagdeling i grunnen og registrerer endringer i vanninnhold, salinitet og leireinnhold. Undersøkelsen identifiserte tette lag med høyt vanninnhold i kulturlag øst og nord-øst for den tidligere kjelleren og et større område med tørrere, porøse masser i den sør-østlige delen av tomten. Kartleggingen bekrefter resultatene fra de jordkjemiske undersøkelsene og modelleringen. Geofysisk kartlegging kan ha et potensial for undersøkelse av større områder før utvelgelsen av lokaliteter der boring ønskes for arkeologisk og jordkjemisk undersøkelse.

5. Referanser

Bergersen, O., Hartnik, Th. 2008. Bevaringsforhold i kulturlag ved Nedre Langgate 41-43, Tønsberg. Jordfaglig vurdering av miljøforhold på bakgrunn av laboratorieanalyser. Bioforsk rapport Vol 3 (6) 2008.

Brock, T.D. *Biology of microorganisms*. 11ed. Prentice Hall International editions, London, UK, 992 pp. 2006

Ekstrøm, H. 2008. Nedre Langgate 43, Tønsberg. Arkeologisk utgraving på Branntomta. NIKU rapport nr 50/2008.

Lindh, J., (red.). 1992. Arkeologi i Tønsberg I- Søndre bydel. Riksantikvarens rapporter 20.

Loke, M.H., 2000. Res2Dinv ver. 2.05. Rapid 3-D resistivity and IP inversion using the least squares method, Geoelectrical imaging 2D and 3D. Advanced Geosciences, Inc. www.agiusa.com.

Petersén, A. 2007. Nedre Langgate 41-43, eiendommen 1000/82, Tønsberg, Tønsberg kommune, Vestfold. Arkeologisk forundersøkelse (tilstandsvurdering av kulturlag fra boreprøver og profil) i forbindelse med privat forslag til reguleringsplan med formål om tilretteleggelse for ny bebyggelse på eiendommen etter brann. NIKU rapport 66/2007.

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

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.

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	Oversikt over alle S1 analyser og beskrivelser
2	Oversikt over alle S3 analyser og beskrivelser
3	Oversikt over kontekstlister fra alle boresøylene
4	Analyseresultater fra AnalyCen NO3 NH4
5	Analyseresultater fra AnalyCen SO4.

Vedlegg 1A.

Viser fysiske forhold fra **SI analyser** av prøver fra de ulike kulturlagene fra borehull (1-15).

Kulturlag	Glødetap %	TS %	Vann innh %	pH	Ledn.evne uScm -1
Brønn 1 lag 4	23	56	44	7,06	475
Brønn 1 lag 6	39	41	59	6,57	541
Brønn 2 lag 3	13	67	33	6,59	345
Brønn 2 lag 6	25	46	54	6,59	343
Brønn 2 lag 10	44	35	65	7,28	456
Brønn 2 lag 13	12	75	25	7,58	616
Miljøbrønn 3 lag 2	37	41	59	7,48	546
Miljøbrønn 3 lag 5	48	26	74	6,7	740
Miljøbrønn 3 lag 6	42	29	71	7,34	585
Miljøbrønn 3 lag 10	39	30	70	7,05	917
Brønn 4 lag 2	25	48	52	7,33	556
Brønn 4 lag 4	39	33	67	7,49	314
Brønn 4 lag 7	28	46	54	6,95	999
Brønn 5 lag 1	8	69	31	6,95	554
Brønn 5 lag 3	41	37	63	7,12	872
Brønn 5 lag 5	57	31	69	7,44	1507
Brønn 5 lag 8	47	30	70	7,48	1165
Brønn 6 lag 1	10	67	33	7,51	375
Brønn 6 lag 4	29	44	56	7,44	701
Brønn 6 lag 6	21	45	55	7,54	825
Brønn 7 lag 1	46	37	63	7,32	1045
Brønn 7 lag 4	45	35	65	7,51	843
Brønn 7 lag 5	25	42	58	7,57	999
Brønn 8 lag 3	62	27	73	7,53	953
Brønn 8 lag 5	24	34	66	7,55	880
Brønn 8 lag 7	23	41	59	7,54	1432
Brønn 9 lag 2	38	39	61	7,45	126
Brønn 9 lag 6	69	30	70	7,7	276
Brønn 9 lag 8	22	55	45	7,23	886
Brønn 10 lag 1	8	78	22	7,53	1018
Brønn 10 lag 10	25	52	48	7,43	604
Brønn 10 lag 13	20	47	53	7,71	744
Brønn 11 lag 2	38	40	60	7,94	1324
Brønn 11 lag 6	35	38	62	8,04	589
Brønn 11 lag 8	35	39	61	8,05	711
Brønn 12 lag 2	23	49	51	7,6	598
Brønn 12 lag 4	52	23	77	7,57	361
Brønn 13 lag 1	23	57	43	7,55	873
Brønn 13 lag 5	26	41	59	7,85	869
Miljøbrønn 14 lag 2	26	52	48	7,53	875
Miljøbrønn 14 lag 3	69	35	65	7,27	781
Miljøbrønn 15 lag 1	14	65	35	7,5	346
Miljøbrønn 15 lag 2	35	38	62	7,9	1772
Miljøbrønn 15 lag 3	55	29	71	7,67	617
Miljøbrønn 15 lag 4	54	31	69	7,75	1085

Vedlegg 1B

Kortfattet vurdering av fysiske forhold fra *S1 analyser* av prøver hentet fra de ulike kulturlagene fra borehull (1-15)

S1 analyser på prøver tatt sommeren 2008

Kulturlag	Organisk innhold og vanninnhold	Surhet og salinitet
Brønn 1 lag 4	Middels org. - høyt vanninnh.	Nøytral og lav
Brønn 1 lag 6	Høyt org. - og vanninnh.	Middels sur og lav
Brønn 2 lag 3	Lavt org. - midds vanninnh.	Middels sur og lav
Brønn 2 lag 6	Middels org. - høyt vanninnh.	Middels sur og lav
Brønn 2 lag 10	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav
Brønn 2 lag 13	Lavt org. - middels vanninnh.	Svakt basisk og lav
Miljøbrønn 3 lag 2	Middels org. - høyt vanninnh.	Svakt basisk og lav
Miljøbrønn 3 lag 5	Høyt org. - og vanninnh.	Svakt sur og lav
Miljøbrønn 3 lag 6	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav
Miljøbrønn 3 lag 10	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav
Brønn 4 lag 2	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav
Brønn 4 lag 4	Høyt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav
Brønn 4 lag 7	Middels org. - høyt vanninnh.	Nøytral og lav
Brønn 5 lag 1	Lavt org. - middels vanninnh.	Nøytral og lav
Brønn 5 lag 3	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav
Brønn 5 lag 5	Høyt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav
Brønn 5 lag 8	Høyt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav
Brønn 6 lag 1	Lavt org. - middels vanninnh.	Svakt basisk og lav
Brønn 6 lag 4	Middels org. - høyt vanninnh.	Svakt basisk og lav
Brønn 6 lag 6	Middels org. - høyt vanninnh.	Svakt basisk og lav
Brønn 7 lag 1	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav
Brønn 7 lag 4	Høyt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav
Brønn 7 lag 5	Middels org. - høyt vanninnh.	Middels basisk og lav
Brønn 8 lag 3	Høyt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav
Brønn 8 lag 5	Middels org. - høyt vanninnh.	Svakt basisk og lav
Brønn 8 lag 7	Middels org. - høyt vanninnh.	Svakt basisk og lav
Brønn 9 lag 2	Høyt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav
Brønn 9 lag 6	Høyt org. - og vanninnh.	Middels basisk og lav
Brønn 9 lag 8	Middels org. - og vanninnh.	Nøytral og lav
Brønn 10 lag 1	Lavt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav
Brønn 10 lag 10	Middels org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav
Brønn 10 lag 13	Middels org. - høyt vanninnh.	Middels basisk og lav
Brønn 11 lag 2	Høyt org. - og vanninnh.	Middels basisk og lav
Brønn 11 lag 6	Høyt org. - og vanninnh.	Middels basisk og lav
Brønn 11 lag 8	Høyt org. - og vanninnh.	Middels basisk og lav
Brønn 12 lag 2	Middels org. - og vanninnh.	Middels basisk og lav
Brønn 12 lag 4	Høyt org. - og vanninnh.	Middels basisk og lav
Brønn 13 lag 1	Middels org. - og vanninnh.	Middels basisk og lav
Brønn 13 lag 5	Middels org. - høyt vanninnh.	Middels basisk og lav
Miljøbrønn 14 lag 2	Middels org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav
Miljøbrønn 14 lag 3	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav
Miljøbrønn 15 lag 1	Lavt org. - middels vanninnh.	Svakt basisk og lav
Miljøbrønn 15 lag 2	Høyt org. - og vanninnh.	Middels basisk og lav
Miljøbrønn 15 lag 3	Høyt org. - og vanninnh.	Middels basisk og lav
Miljøbrønn 15 lag 4	Høyt org. - og vanninnh.	Middels basisk og lav

Vedlegg 2A

Viser fysiske parameter fra **S3 analyser** av prøver hentet fra de ulike kulturlagene fra borehull (1-15) og i sensor plasseringer fra utgravet profilvegg ved heisjakt.

Kulturlag	Glødetap %	TS %	Vann innh %	pH	Ledn.evne uScm -1
Brønn 1 lag 3	24	51	49	6,3	751
Brønn 1 lag 5	37	39	61	5,9	1052
Brønn 1 lag 9	8	69	31	6,5	476
Brønn 2 lag 4	27	47	53	6,8	202
Brønn 2 lag 8	45	32	68	5,9	1277
Brønn 2 lag 14	6	77	23	6,3	689
Brønn 2 lag 17	12	63	37	6,6	548
Miljøbrønn 3 lag 4	37	37	63	6,4	1666
Miljøbrønn 3 lag 8	73	21	79	7,3	419
Brønn 4 lag 1	17	55	45	7,0	451
Brønn 4 lag 5	50	31	69	6,9	384
Brønn 5 lag 2	45	31	69	6,8	517
Brønn 5 lag 10	9	63	37	6,8	912
Brønn 6 lag 2	17	4	96	6,9	1023
Brønn 6 lag 3	40	35	65	7,1	612
Brønn 6 lag 5	51	30	70	7,0	912
Brønn 7 lag 3	41	39	61	6,9	735
Brønn 8 lag 2	66	31	69	7,2	908
Brønn 8 lag 6	47	32	68	7,1	1483
Brønn 9 lag 3	29	45	55	7,5	345
Brønn 9 lag 7	28	45	55	7,1	966
Brønn 10 lag 5	41	36	64	7,3	370
Brønn 10 lag 8	23	48	52	6,9	1106
Brønn 10 lag 11	37	32	68	7,2	752
Brønn 11 lag 4	52	34	66	7,1	1306
Brønn 12 lag 3	22	49	51	7,1	769
Brønn 12 lag 5	56	27	73	7,1	1204
Brønn 12 lag 7	49	30	70	7,2	2210
Brønn 13 lag 3	20	56	44	6,9	1020
Brønn 13 lag 4	47	34	66	7,1	945
Sensor 55	34	35	65	7,0	593
Sensor 57	4	85	15	7,2	489
Sensor 60	50	26	74	6,7	1097
Sensor 62	5	87	13	6,9	519
Sensor 63	5	83	17	6,9	765
Sensor 58-59	31	40	60	7,0	720
Sensor 64	50	28	72	7,1	399

Vedlegg 2B

Viser kjemiske parameter fra **S3 analyser** av prøver hentet fra de ulike kulturlagene fra borehull (1-15) og i sensor plasseringer fra utgravet profilvegg ved heisjakt.

Kulturlag	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)
Brønn 1 lag 3	< 0,2	60	1434	168	88	4
Brønn 1 lag 5	32	29	2457	92	67	0
Brønn 1 lag 9	< 0,2	27	267	171	144	4
Brønn 2 lag 4	17	8	115	118	43	48
Brønn 2 lag 8	47	141	2852	151	37	1
Brønn 2 lag 14	< 0,2	15	250	78	103	20
Brønn 2 lag 17	4	48	261	92	171	6
Miljøbrønn 3 lag 4	48	13	1216	95	40	< 0,1
Miljøbrønn 3 lag 8	< 0,2	418	503	203	8	0
Brønn 4 lag 1	< 0,2	27	217	210	85	< 0,1
Brønn 4 lag 5	< 0,2	10	632	265	30	1
Brønn 5 lag 2	< 0,2	17	895	64	28	1
Brønn 5 lag 10	< 0,2	49	333	287	157	< 0,1
Brønn 6 lag 2	3	6	817	263	75	< 0,1
Brønn 6 lag 3	< 0,2	205	1305	229	52	4
Brønn 6 lag 5	102	130	1309	104	42	2
Brønn 7 lag 3	< 0,2	46	1698	816	52	7
Brønn 8 lag 2	< 0,2	556	873	533	23	0
Brønn 8 lag 6	< 0,2	563	2707	654	38	1
Brønn 9 lag 3	< 0,2	266	291	238	90	< 0,1
Brønn 9 lag 7	< 0,2	222	770	212	64	3
Brønn 10 lag 5	< 0,2	86	1006	201	31	< 0,1
Brønn 10 lag 8	< 0,2	113	1238	481	129	3
Brønn 10 lag 11	70	158	2220	249	32	0
Brønn 11 lag 4	< 0,2	580	1903	227	35	1
Brønn 12 lag 3	< 0,2	214	706	239	67	0
Brønn 12 lag 5	< 0,2	627	2562	437	20	1
Brønn 12 lag 7	6	662	2412	893	46	< 0,1
Brønn 13 lag 3	< 0,2	66	230	561	100	30
Brønn 13 lag 4	< 0,2	341	753	552	36	0
Sensor 55	8	7	997	137	35	5
Sensor 57	6	2	243	26	38	137
Sensor 60	10	31	4452	204	20	< 0,1
Sensor 62	14	2	123	11	42	142
Sensor 63	7	2	235	1	34	31
Sensor 58-59	12	18	1161	165	64	18
Sensor 64	< 0,2	209	700	130	32	1

Vedlegg 2C

Kortfattet vurdering av bevaringsforholdene i prøver med **S3 analyser** hentet fra de ulike kulturlagene fra borehull (1-15) og utgravet profilvegg ved heisjakt.

Kulturlag	Organisk innhold og vanninnhold	Surhet og salinitet	Redoksforhold *	Bevaringsforhold **
Brønn 1 lag 3	Høyt org. - og vanninnh.	Svakt sur og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Utmerket
Brønn 1 lag 5	Høyt org. - og vanninnh.	Middels sur og lav	Heterogent nitrat til sulfatreduserende	Middels
Brønn 1 lag 9	Lavt org. - middels vanninnh.	Svakt sur og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Utmerket
Brønn 2 lag 4	Høyt org. - og vanninnh.	Svakt sur og lav	Heterogent nitrat til jernreduserende	Middels
Brønn 2 lag 8	Høyt org. - og vanninnh.	Middels sur og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 2 lag 14	Lavt org. - og vanninnh.	Svakt sur og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 2 lag 17	Lavt org. - middels vanninnh.	Svakt sur og lav	Sulfatreduserende	Bra
Miljøbrønn 3 lag 4	Høyt org. - og vanninnh.	Svakt sur og lav	Sulfatreduserende	Bra
Miljøbrønn 3 lag 8	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 4 lag 1	Middels org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 4 lag 5	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 5 lag 2	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 5 lag 10	Lavt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Utmerket
Brønn 6 lag 2	Middels org. - høyt vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Utmerket
Brønn 6 lag 3	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Utmerket
Brønn 6 lag 5	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 7 lag 3	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Utmerket
Brønn 8 lag 2	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 8 lag 6	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Utmerket
Brønn 9 lag 3	Høyt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Utmerket
Brønn 9 lag 7	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Utmerket
Brønn 10 lag 5	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 10 lag 8	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Utmerket
Brønn 10 lag 11	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 11 lag 4	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Utmerket
Brønn 12 lag 3	Middels org. - høyt vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Utmerket
Brønn 12 lag 5	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Utmerket
Brønn 12 lag 7	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 13 lag 3	Middels org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Utmerket
Brønn 13 lag 4	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Utmerket
Sensor 55	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Sensor 57	Lavt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Heterogent nitrat til oksiderende	Dårlig
Sensor 60	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Sensor 62	Lavt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Heterogent nitrat til oksiderende	Dårlig
Sensor 63	Lavt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Heterogent nitrat til oksiderende	Dårlig
Sensor 58-59	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Sensor 64	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra

* se figur 3

** Bevaringsforhold i henhold til NIKUs bevaringsskala

Vedlegg 3 Kontekstlister over alle boresøyer

Boresøyle 1- 6, 10,13. Opplysninger om enkelte kulturlag.						
Borehull	Lag	Beskrivelse	Bore meter	Prøve	Funksjon	SOPS
1	1,2	Mørk brun sandbl. Grus. Mod fyllmasse	0-1			B0
1	3	Mørk brun humusblandet sand 80/20% tørr løs struktur ikke lukt. Lærbit i prøven	1-2	S3		B2-3
1	4	Mørkbrun humusblandet sand 70/30% tørr, ikke lukt. Inneholder treflis, myk	1-2	S1		B2-3
1	5	Mørkbrun kompakt, myk humus m org innhold 80/20%, treflis oppfliset treverk	2-3	S3		B4
1	6	Mørkbrun sandblandet humus 20/80%. Våt, løs struktur	2-3	S1		B3
1	7	Mørkbrun grov sand m finsand/silt. Organisk innhold meget finfordelt, humus og treflis (morkent) 90/10% Seig klebrig struktur	3-4			B2-3
1	8	Mørkgrå myk, seig humusblandet grov sand/grus 10/90% Ikke synlig org innhold.	3-4			B0
1	9	Mørkgrå myk, seig, våt humusblandet mellomgrov sand/ 10/90% Ikke synlig org innhold.	3-4	S3		B0
1	10	Marin leire	4-		Steril grunn	
2	1	Gul grov sand småstein, tegl	0-1			B0
2	2	Brannlag 100% trekull	0-1			B0
2	3	Brungrå humusholdig sand 10/90% tørr fast komprimert. Ikke lukt	0-1	S1		B2
2	4	Mørkbrun humusblandet sand 70/30% tørr. Inneholder treflis (morkent), små biter never. Ikke lukt, ingen oksidering	0-1	S3		B2-3
2	5	Mellombrun humusholdig mellomgrov sand. Tett, fast ikke våt. Inneholder mose	1-2			B3
2	6	Lys brungrå myk, våt humusholdig sand 60/40% Finfordelt org innhold, treflis. Svak lukt	1-2	S1		B3
2	7	Mørk brungrå seig, fet, myk humusholdig finsand 20/80%. Kraftig lukt. Liten grad synlig org innhold	1-2			B3
2	8	Mørkbrun tett komprimert, myk humusholdig finsand. Høyt innhold organisk mat. Møkk/ekskrement i klump, strå, mose. Kraftig lukt, rask oksidering	1-2	S3		B5
2	9	Mørk humusholdig sand med høy andel treflis 10/90%. Myk, løst komprimert. Store lyse flis	1-2			B5
2	10	Mørk brun myk seig humusblandet sand med treflis ca 40%	2-3	S1		B4
2	11	Tett komprimert lys, fersk treflis. Store flis og stykker av tre.	2-3			B4-5
2	12	Kullblandet sand	2-3			B0
2	13	Mellombrun humusholdig grov sand med mye mose. Løs fuktig masse Kraftig lukt.	2-3	S1		B4-5
2	14	Mørk grå våt mellomgrov humusholdig sand m organisk innhold. 60/40%. Tett komprimering, myk. Treflis. Ikke lukt, ikke oks.	3-4	S3		B4
2	15	Grå mellomfin sand. Overgang til leire	3-4			B0
2	16	Leire	3-4			
2	17	Mørk grå våt klebrig silt/leire med høyt inhold av humus og organisk mat 20/80%. Svak lukt	3-4	S3		B4
2	18	Marin leire			Steril grunn	

Borehull	Lag	Beskrivelse	Bore meter	Prøve	Funksjon	SOPS
3	1	Mørkbrun tett, tørr humusholdig sand m grus og stein 40/60%	0-1			B0
3	2	Mellombrun tett komprimert sand med treflis 20/80%. Lyse treflis i god bevaring. Organisk innhold med mange komponenter. Lukt middels hurtig oksidering	1-2	S1		B4
3	3	Som 2 men med mykere og med mindre andel treflis	1-2			
3	4	Mørk brun grov humusholdig sand med mye organisk mat, mange botaniske komponenter. Myk mørken flis. Tre i forskjellig retting. Svak lukt synlig oksidering	1-2	S3		B3
3	5	Mørk grå myk humusholdig finsand. Rødlig fast treflis fra or.	2-3	S1		B4-5
3	6	Brungrå, klebrig, meget våt humusholdig finsand/silt. Mye finfordelt botanisk materiale. Lukt		S1		B4-5
3	7	Brungrå, fast, tett komprimert humusholdig sand med mye treflis 90%. Treflis i meget god tilstand				B5
3	8	Mellombrun, myk meget våt humusholdig silt. Markert sulfidlukt. Synlig oksidering.		S3		B4
3	9	Brungrå, løs, klebrig våt humusholdig finsand med mye oppfliset treverk				B4-5
3	10	Grå, myk, tett humusholdig silt med mange botaniske komponenter(mose, nøtteskall. Treflis ca 20%. Kraftig lukt		S1		B5
3	11	Grå, tett fast komprimert sand				B0
3	12	Marin leire			Steril grunn	
4	1	Mørk grå tett våt sand m org innhold 70/30% treflis. Hurtig oksidering. Markert lukt olje-sulfid	1-2	S3		B4
4	2	Mørk grå tett våt og seig finsand/silt m org innhold 60/40. Oppfliset treverk og treflis i god bevaring. Middels sulfidlukt	1-2	S1		B5
4	3	Mørk brun tett, fuktig grov sandig grus med torg innhold 70/30 treflis, oppfliset treverk godt bevart	2-3			B4
4	4	Lys brun tett myk finsand. Ikke synlig treflis. Kraftig sulfidlukt hurtig oksidering, nøtteskall	2-3	S1		B3
4	5	Grønnbrun tett, seig masse finsand/silt og org mat. (ikke treflis) 10/90%. Hurtig oks. Kraftig lukt. Finfordelt plantemat. Halm/strå (drøvtygget?) Laminert grushorisonter.	2-3	S3		B4
4	6	Mørkbrun seig, våt sand m org innhold 60/40%. Sulfidlukt. Treflis myk. Tette linser m mørk org masse. 4:6 slepper fra boret.	3-4			B3
4	7	Mørk brun tett, våt finsand/silt m org innhold 20/80%. Sulfidlukt. Lys treflis, nøtteskall	3-4	S1		B4
4	8	Treverk 100% hart, lyst	3-4			B5
4	9	Mørk svartgrå sand tett, fast og vått. Org innhold treflis 60/40%	3-4			B3
4	10	Marin leire	4 -		Steril grunn	

Borehull	Lag	Beskrivelse	Bore meter	Prøve	Funksjon	SOPS
5	1	Mørkbrun fast komprimert sand, tegl, stein	0-1	S1		B0
5	2	Mørkbrun seig humusholdig finsand. Høy andel org./bot. materiale 20/80%, treflis, kvist. Middels kraftig sulfidlukkt	1-2	S3		B4
5	3	Som 2 men tørrere og med mindre andel treflis	1-2	S1		B3-4
5	4	Oppfliset treverk 100%	2-3		Konstruksjon	B5
5	5	Lys brun, tett komprimert, seig finsand. Høy andel finfordelt botanisk materiale, strå/halm? Kraftig lukt	2-3	S1		B4-5
5	6	Mørk brun tett komprimert tørr humusholdig sand med organisk innhold 60/40%. Ikke lukt	2-3			B2-3
5	7	Kompakt, lyst oppfliset treverk med kraftig struktur, fersk kjerne	2-3, 3-4		Konstruksjon	B5
5	8	Mellombrun, løst komprimert fin sand fet, seig struktur med mye organisk materiale 10/90%. Grove, lyse treflis. Kraftig sulfidlukkt	3-4	S1		B5
5	9	Mørkbrun tett komprimert, våt, seig finsand/silt med mye organisk materiale 30/70%. Svak sulfidlukkt	3-4			B4
5	10	Brungrå tett komprimert, våt seig mellomgrov sand med mye oppfliset treverk 70/30%. Ikke lukt	4-5	S3		B4
5	11	Marin leire	4-		Steril grunn	
6	1	Brungrå vel komprimert, tørr humusholdig mellomgrov sand uten synlig organisk materiale. Litt stein, tegl	0-1	S1		B0
6	2	Mørk brun tett komprimert, myk finsand med lite synlig organisk materiale 85/15%. Kalkmørtel i bit. Enkelte små treflis(mørkne). Dyrbein m god beinstruktur. Uten lukt.	1-2	S3		B3
6	3	Mørkbrunisk n tett komprimert, myk feit struktur med høy andel organisk materiale 20/80%. Treflis i forskjellig størrelse og retting, mose. Kraftig sulfidlukkt	2-3	S3		B5
6	4	Mørkgrå, forholdsvis løst komprimert finsand/silt med høy andel treflis/treverk i frisk farge	2-3	S1		B4-5
6	5	Lik 6:3 men våtere og med større mengde mose 90% organisk	3-4	S3		B5
6	6	Som 6:4 men med mellomgrov sand	3-4	S1		B5
6	7	Marin leire	4-			

Borehull	Lag	Beskrivelse	Bore meter	Prøve	Funksjon	SOPS
10	1	Mørk brun tett komprimert, tørr mellomgrov sand med tegl	0-1	S1		B0
10	2	Grov grå sand	1-2			B0
10	3	Mørk brun tett komprimert, humusholdig fin sand uten synlig organisk materiale	1-2			B0
10	4	Mørk brun tett komprimert, seig sand med organisk innhold	1-2			B0
10	5	Mørk brun meget godt komprimert fet, seig finsand med høy mengde organisk materiale 10/90%. Mye smått finfordelt botanisk/org. materiale. Kraftig sulfidlukket	1-2	S3		B4-5
10	6	Mørkgrå grov sand	2-3			B0
10	7	Mørk brun seig, våt sand med høyt mengde finfordelt organisk innhold 30/70%	2-3			B4
10	8	Mørk svartgrå tett komprimert, seig våt finsand med organisk/humusinnhold. Enkelte små treflis. Svak sulfidlukket	2-3	S3		B3
10	9	Vel komprimert treverk, oppfliset. Lys, frisk farge. Trelukt	2-3			B5
10	10	Mørk gråbrun tett komprimert, våt sand med organisk materiale 60/40%. Finfordelt, møkk, treflis. Kraftig sulfidlukket	2-3	S1		B5
10	11	Mørk brun tett komprimert, våt sand med mye organisk materiale 20/80%. Mye lys, fersk treflis i forskjellig størrelse, nøtteskall	3-4	S3		B5
10	12	Mørk brun seig, klebrig våt finsand med mye organisk materiale. Mye lys, fersk treflis	3-4			B5
10	13	Mørk grå seig, våt og klebrig silt/leire med mye finfordelt organisk materiale, treflis, nøtteskall. Svak sulfidlukket.	4-5	S1		B5
10	14	Marin leire				
13	1	Mørk brun tett komprimert seig sand med organisk innhold 40/60% Treflis (mørkent) Ingen lukt	1-2	S1		B3
13	2	Kompakt treverk, oppfliset, lys farge, myk ytterdel, lys frisk kjerne	2-3			B4
13	3	Mørk brun grå løs komprimert, fuktig grov-mellomgrov humusholdig sand. 85/15% Mye brent leire. Litt smått treflis. Svak lukt, svak men synlig oksidering.	2-3	S3		B3
13	4	Mørk brun seig, fuktig organisk masse med litt sand 90/10%. Mye treflis med lys farge i forskjellig retting og størrelse, kvist, nøtteskall. Tydelig oksidering, kraftig sulfidlukket.	3-4	S3		B5
13	5	Mørk brun seig, fuktig organisk masse med litt sand 90/10%. Mye treflis med lys farge i forskjellig retting og størrelse, kvist, nøtteskall. Tydelig oksidering, kraftig sulfidlukket. Våtere	3-4	S1		B5
13	6	Marin leire	4-		Steril grunn	

Boresøyle 7-9, 11, 12, 14-15. Opplysninger om enkelte kulturlag.

Borehull	Lag	Beskrivelse.	Bore meter	Prøve	Funksjon	SOPS
7	1	Mørk grå tett komprimert, våt grov humusholdig sand.80% minerogent. Store, myke treflis	0-1	S1		B3
7	2	Mørk grå tett komprimert, våt grov humusholdig sand.80% minerogent. Store, myke treflis	1-2			B3
7	3	Mørk brun, seig klebrig våt organisk sand med stor mengde organisk innhold 10% minerogent 90% org. Treflis i forskjellig størrelse (myke men ikke morkne), strå, kvist, tynn metalltråd. Svak sulfidluk, synlig oksidering.	1-2	S3		B3-4
7	4	Brungrønn tett komprimert, fast mose med møkk/ekskrement. Kraftig sulfidluk, tydelig oksidering	1-2	S1		B5
7	5	Mørk brun, seig klebrig våt sand med høyt organisk innhold 10% minerogent 90% org. Treflis i forskjellig størrelse (myke men ikke morkne), kvist, litt mose Middels kraftig sulfidluk, synlig oksidering.	2-3	S1		B4
7	6a	Leire	2-3		Vannavsatt/ flomlag?	B0
7	7	Lys frisk treflis	2-3			B5
7	6b	Leire			Vannavsatt/ flomlag?	
7	8	Mørk svartgrå sandig silt med treflis, meget finfordelt	2-3			B3-4
7	9	Marin leire	3-		Steril grunn	
8	1	Mørk brun seig, tett komprimert, våt sand med høyt organisk innhold, treflis, nøtteskall 10%minerogent 90% organisk. Svak sulfidluk, Synlig oksidering	0-1			B4
8	2	Mellom brun tett komprimert, seig 100% organisk. Mose,strå møkk/ekskrement. Svak sulfidluk	0-1	S3		B4
8	3	Grønbrun mose 100% mose	0-1	S1		B5
8	4	Kompakt, kraftig treverk oppfliset	1-2		Konstruksjon	B5
8	5	Brunsvart myk seig sand med høyt organisk innhold. Noe treflis	1-2	S1		B4
8	6	Mørk brun myk, seig, våt sand med høyt organisk innhold, mye treflis og mose 95 % organisk. Stark sulfidluk.	1-2	S3		B5
8	7	Brunsvart, meget våt humusholdig mellomgrov løst komprimert sand med store mengder oppfliset treverk	2-3	S1		B4
8	8	Marin leire	2-		Steril grunn	

Borehull	Lag	Beskrivelse.	Bore meter	Prøve	Funksjon	SOPS
9	1	Grå kullholdig sand, laminert med lysere sand, brent leire	0-1			B0
9	2	Mørk brun myk, tett komprimert finsand med organisk innhold. Org 70% Små treflis. Markert lukt, hurtig oksidering	0-1	S1		B4
9	3	Mørk brun myk, tett komprimert finsand med organisk innhold. Org 80% Lys, frisk treflis i variert størrelse, mose. Markert lukt, hurtig oksidering	0-1	S3		B5
9	4	Brungrønn meget fast, tett mose med møkk, litt nøtteskall	0-1			B5
9	5	Brungrønn meget fast, tett mose med møkk, litt nøtteskall	1-2	S1		B5
9	6	Gulgrå grov sand	1-2			B0
9	7	Mørk brun myk, tett komprimert finsand med organisk innhold , org. 90%. Finfordelt org mat. Treflis. Svak sulfidluk, synlig oksidering	1-2	S3		B4-5
9	8	Brungrå myk, tett komp.sand med mye organisk materiale. Sand 60%. Oppfliset tre, mose, strå. Svak sulfidluk, tydelig oksidering	1-2	S1		B4
9	9	Kompakt treverk, lyst ferskt	1-2		Konstruksjon	B5
11	1	Myk treverk fra flåte 1800-tall	0-1			B0
11	2	Mørk brun seig masse med innblanding fra laget over, treverk fra flåte. Ingen lukt	1-2	S1		B2
11	3	Kompakt, lyst treverk	1-2			B5
11	4	Mørk brun løst komprimert sand med mye organisk materiale 70% org. Treflis, nøtteskall litt dyrebein. Svak sulfidluk.		S3		B3-4
11	5	Gråbrun sand	1-2			B0
11	6	Brungrå tett komprimert, fuktig humusholdig finsand-silt med treflis og mye finknust organisk materiale 30% sand 70% org. Svak lukt	2-3	S1		B4
11	7	Grå , ren leire. Nedover i laget blir leiren blandet med lys, frisk treflis.	2-3		Flomavsatt?	B4-5
11	8	Gråbrun leire med høyt innhold treflis 70%. Knust, flisete tre. Lys farge og frisk trelukt.	2-3	S1	Flomavsatt?	B5
11	9	Marin leire	3-		Steril undergrunn	

Borehull	Lag	Beskrivelse	Bore meter	Prøve	Funksjon	SOPS
12	1					
12	2	Mørk brun seig, fuktig humusholdig sand med en del organisk materiale, 70 sand %, Mye treflis, både morkent og hart	0-1	S1		B4
12	3	Mørk brun seig, fuktig humusholdig sand med myel organisk materiale, 70 org. Mye mose, fint og smått bot. Materiale lite treflis. Hurtig oksidering, Tydelig sulfidlukkt.	0-1	S3		B4
12	4	Mørkbrun tett komprimert, seig organisk masse. 100% org. Møkk/ekskremitter. Mose, treflis, strå	1-2	S1		B4-5
12	5	Mørkbrun tett komprimert, seig organisk masse med litt sand. 10% min. Mange komponenter. Mose, strå, treflis i forskjellig retting. Markert sulfidlukkt	1-2	S3		B4-5
12	6	Lik 5. Mørk sortbrun seig, tett komprimert organisk masse med sand. 30% sand. Mye strå. Markert sulfidlukkt	1-2			B4-5
12	7	Lik 5 men med innslag av møkk og skjell. Mørk sortbrun seig, tett komprimert organisk masse med sand. 30% sand. Mye strå. Kraftig sulfidlukkt	2-3	S3		B4-5
12	8	Marin leire	2-		Steril undergrunn	
14	1	Mørk brungrå løs komprimert noe kullholdig mellomgrov sand med småstein. Innsalg av humus. Ingen lukt.	0-1			B0
14	2	Mellom brun myk, tett komprimert, tørr humusholdig sand med treflis(myk). Ingen lukt.	0-1	S1		B2
14	3	Mellombrun, relativt løst komprimert humusholdig sand med innslag av møkk. Sand 50%. Treflis, nøtteskall. Svak sulfidlukkt, rask oksidering	0-1	S1		B4
14	4	Brun mose med møkk. Kraftig sulfidlukkt	0-1			B4-5
14	5					
14	6	Mellombrun myk, tett fuktig organisk masse. Mye botanisk materiale. Rask oksidering.	1-2			B4-5
15	1	Mørk grå myk tett komprimert sand med linser av brun humusholdig finsand, møkk og leire.	0-1	S1		B4
15	2	Mørk brun tett komprimert seig organisk masse. Finfordelt botanisk materiale, mange komponenter.	0-1	S1		B4-5
15		Kompakt friskt treverk(oppfliset)	1-2		Konstruksjon	B5
15	3	Mørk brun tett komprimert seig organisk masse med mye treflis.	1-2	S1		B4-5
15	4	Mellombrun seig, meget tett komprimert møkk 100% organisk	1-2	S1		B5
15	5	Mørk grå myk, seig tett komprimert sandholdig organisk masse 70%org. Meget finfordelte komponenter.	1-2			B4

Analyserapport

Moss

Bioforsk
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1348814	Prøvemottak	09.09.2008	Side 1 (13)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	15.09.2008	
Oppdragsmarking	Ove Bergersen (NO3+NH4)			

Lab.nr.	NOV035196-08	NOV035197-08	NOV035198-08	NOV035199-08
Sted for prøvetaking				
Tatt ut	1-3 KCL	1-5 KCL	1-9 KCL	2-4 KCL
Merket				

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

Nitrat, Traacs	mg N/L	<0.2	2.91	<0.2	1.81
Ammonium, Traacs	mg N/L	6.46	2.62	4.09	0.84

Anna A Kubberød

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

Kopi til:

Thomas Hartnik

Analyserapport

Moss

Bioforsk
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1348814	Prøvemottak	09.09.2008	Side 2 (13)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	15.09.2008	
Oppdragsmarking	Ove Bergersen (NO3+NH4)			

Lab.nr.	NOV035200-08	NOV035201-08	NOV035202-08	NOV035203-08
Sted for prøvetaking				
Tatt ut	2-8 KCL	2-14 KCL	2-17 KCL	3-4 KCL
Merket				

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

Nitrat, Traacs	mg N/L	3.29	<0.2	0.58	4.13
Ammonium, Traacs	mg N/L	9.88	2.55	6.45	1.16

Analyserapport

Moss

Bioforsk
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1348814	Prøvemottak	09.09.2008	Side 3 (13)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	15.09.2008	
Oppdragsmarking	Ove Bergersen (NO3+NH4)			

Lab.nr.	NOV035204-08	NOV035205-08	NOV035206-08	NOV035207-08
Sted for prøvetaking				
Tatt ut	3-8 KCL	4-1 KCL	4-5 KCL	5-2 KCL
Merket				

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

Nitrat, Traacs	mg N/L	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Ammonium, Traacs	mg N/L	18.7	3.26	0.63	1.11

Analyserapport

Moss

Bioforsk
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1348814	Prøvemottak	09.09.2008	Side 4 (13)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	15.09.2008	
Oppdragsmarking	Ove Bergersen (NO3+NH4)			

Lab.nr.	NOV035208-08	NOV035209-08	NOV035210-08	NOV035211-08
Sted for prøvetaking				
Tatt ut	5-10 KCL	6-2 KCL	6-3 KCL	6-5 KCL
Merket				

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

Nitrat, Traacs	mg N/L	<0.2	0.32	<0.2	6.55
Ammonium, Traacs	mg N/L	7.07	0.64	13.7	8.40

Analyserapport

Moss

Bioforsk
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1348814	Prøvemottak	09.09.2008	Side 5 (13)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	15.09.2008	
Oppdragsmarking	Ove Bergersen (NO3+NH4)			

Lab.nr.	NOV035212-08	NOV035213-08	NOV035214-08	NOV035215-08
Sted for prøvetaking				
Tatt ut	7-3 KCL	8-2 KCL	8-6 KCL	9-3 KCL
Merket				

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

Nitrat, Traacs	mg N/L	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Ammonium, Traacs	mg N/L	3.62	38.0	38.3	26.1

Analyserapport

Moss

Bioforsk
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1348814	Prøvemottak	09.09.2008	Side 6 (13)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	15.09.2008	
Oppdragsmarking	Ove Bergersen (NO3+NH4)			

Lab.nr.	NOV035216-08	NOV035217-08	NOV035218-08	NOV035219-08
Sted for prøvetaking				
Tatt ut	9-7 KCL	10-5 KCL	10-8 KCL	10-11 KCL
Merket				

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

Nitrat, Traacs	mg N/L	<0.2	<0.2	<0.2	4.87
Ammonium, Traacs	mg N/L	22.1	6.75	11.2	10.9

Analyserapport

Moss

Bioforsk
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1348814	Prøvemottak	09.09.2008	Side 7 (13)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	15.09.2008	
Oppdragsmarking	Ove Bergersen (NO3+NH4)			

Lab.nr.	NOV035220-08	NOV035221-08	NOV035222-08	NOV035223-08
Sted for prøvetaking				
Tatt ut	11-4 KCL	12-3 KCL	12-5 KCL	12-7 KCL
Merket				

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

Nitrat, Traacs	mg N/L	<0.2	<0.2	<0.2	0.35
Ammonium, Traacs	mg N/L	44.0	22.1	37.3	42.5

Analyserapport

Moss

Bioforsk
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1348814	Prøvemottak	09.09.2008	Side 8 (13)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	15.09.2008	
Oppdragsmarking	Ove Bergersen (NO3+NH4)			

Lab.nr.	NOV035224-08	NOV035225-08	NOV035226-08	NOV035227-08
Sted for prøvetaking				
Tatt ut	13-3 KCL	13-4 KCL	S 55 KCL	S 57 KCL
Merket				

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

Nitrat, Traacs	mg N/L	<0.2	<0.2	0.64	0.95
Ammonium, Traacs	mg N/L	7.80	25.4	0.50	0.31

Analyserapport

Moss

Bioforsk
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1348814	Prøvemottak	09.09.2008	Side 9 (13)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	15.09.2008	
Oppdragsmarking	Ove Bergersen (NO3+NH4)			

Lab.nr.	NOV035228-08	NOV035229-08	NOV035230-08	NOV035231-08
Sted for prøvetaking				
Tatt ut	S 60 KCL	S 62 KCL	S 63 KCL	MB 1 KCL
Merket				

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

Nitrat, Traacs	mg N/L	0.57	2.56	1.20	<0.2
Ammonium, Traacs	mg N/L	1.84	0.36	0.30	<0.2

Analyserapport

Moss

Bioforsk
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1348814	Prøvemottak	09.09.2008	Side 10 (13)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	15.09.2008	
Oppdragsmarking	Ove Bergersen (NO3+NH4)			

Lab.nr.	NOV035232-08	NOV035233-08	NOV035234-08	NOV035235-08
Sted for prøvetaking				
Tatt ut	MB 2 KCL	MB 3 KCL	MB 4 KCL	3-73/81 KCL
Merket				

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

Nitrat, Traacs	mg N/L	<0.2	<0.2	2.18	<0.2
Ammonium, Traacs	mg N/L	<0.2	0.20	1.11	<0.2

Analyserapport

Moss

Bioforsk
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1348814	Prøvemottak	09.09.2008	Side 11 (13)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	15.09.2008	
Oppdragsmarking	Ove Bergersen (NO3+NH4)			

Lab.nr.	NOV035236-08	NOV035237-08	NOV035238-08	NOV035239-08
Sted for prøvetaking				
Tatt ut	3-116/123 KCL	5-67/79 KCL	6-64/81 KCL	6-80/94 KCL
Merket				

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

Nitrat, Traacs	mg N/L	0.35	0.22	1.58	0.21
Ammonium, Traacs	mg N/L	<0.2	<0.2	0.25	0.49

Analyserapport

Moss

Bioforsk
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1348814	Prøvemottak	09.09.2008	Side 12 (13)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	15.09.2008	
Oppdragsmarking	Ove Bergersen (NO3+NH4)			

Lab.nr.	NOV035240-08	NOV035241-08	NOV035242-08	NOV035243-08
Sted for prøvetaking				
Tatt ut	6-120/136 KCL	6-166/174 KCL	6-220/230 KCL	6-265/275 KCL
Merket				

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

Nitrat, Traacs	mg N/L	1.27	<0.2	8.63	2.65
Ammonium, Traacs	mg N/L	0.54	26.8	0.68	1.91

Analyserapport

Moss

Bioforsk
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Kundenummer	8184150-1348814	Prøvemottak	09.09.2008	Side 13 (13)
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	15.09.2008	
Oppdragsmarking	Ove Bergersen (NO3+NH4)			

Lab.nr. NOV035244-08 NOV035245-08

Sted for prøvetaking

Tatt ut 58-59 KCL 64 KCL

Merket

Parameter	Enhet	Måleu.	Ref/Metode basert på	Lab
Nitrat, Traacs	mg N/L	1.07	<0.2	Autoanalysator O
Ammonium, Traacs	mg N/L	1.64	12.7	Autoanalysator O

Analysereport

Moss

Bioforsk
Ove Bergersen
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Oppdragsnr.	8184150-1348857	Prøvemottak	09.09.2008	Side 1 (2)
Kundenr.	8184150	Analysereport klar	16.09.2008	
Prøvetype	Vannprøve			
Oppdragsmerking	Ove Bergersen (SO4)			

Sulfat, IC
mg SO4/L

Lab.nr.	Merket		Lab
NOV035312-08	1-3	151	○
NOV035313-08	1-5	210	○
NOV035314-08	1-9	39.0	○
NOV035315-08	2-4	12.2	○
NOV035316-08	2-8	205	○
NOV035317-08	2-14	40.8	○
NOV035318-08	2-17	33.7	○
NOV035319-08	3-4	98.4	○
NOV035320-08	3-8	23.3	○
NOV035321-08	4-1	25.6	○
NOV035322-08	4-5	38.0	○
NOV035323-08	5-2	55.8	○
NOV035324-08	5-10	46.1	○
NOV035325-08	6-2	88.1	○
NOV035326-08	6-3	89.0	○
NOV035327-08	6-5	84.8	○
NOV035328-08	7-3	129	○
NOV035329-08	8-2	60.0	○
NOV035330-08	8-6	182	○
NOV035331-08	9-3	28.3	○
NOV035332-08	9-7	79.4	○
NOV035333-08	10-5	79.8	○
NOV035334-08	10-8	121	○
NOV035335-08	10-11	165	○
NOV035336-08	11-4	141	○
NOV035337-08	12-3	72.7	○
NOV035338-08	12-5	155	○
NOV035339-08	12-7	162	○
NOV035340-08	13-3	26.2	○
NOV035341-08	13-4	57.4	○

Kopi til:
Thomas Hartnik

Analyserapport

Moss

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Oppdragsnr.	8184150-1348857	Prøvemottak	09.09.2008	Side 2 (2)
Kundenr.	8184150	Analyserapport klar	16.09.2008	
Prøvetype	Vannprøve			
Oppdragsmerking	Ove Bergersen (SO4)			

Sulfat, IC
mg SO4/L

Lab.nr.	Merket		Lab
NOV035342-08	S 55	77.9	○
NOV035343-08	S 57	43.8	○
NOV035344-08	S 60	252	○
NOV035345-08	S 62	22.5	○
NOV035346-08	S 63	40.3	○
NOV035347-08	MB 1	60.3	○
NOV035348-08	MB 2	376	○
NOV035349-08	MB 3	715	○
NOV035350-08	MB 4	427	○
NOV035351-08	3-73/81	4.6	○
NOV035352-08	3-116/123	3.5	○
NOV035353-08	5-67/79	6.8	○
NOV035354-08	6-64/81	17.8	○
NOV035355-08	6-80/94	18.6	○
NOV035356-08	6-120/136	106	○
NOV035357-08	6-166/174	62.5	○
NOV035358-08	6-220/230	164	○
NOV035359-08	6-265/275	310	○
NOV035360-08	58/59	101	○
NOV035361-08	64	44.2	○
Målusikkerhet		± 10-20%	
Ref/Metode basert på		NS-EN ISO 10304-2 m	

Anna A Kubberød

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