

Rapport

NIKU Nr. 21- 2011

Bioforsk Vol 6 Nr. 23 2011

Arkeologisk prøveboring for Jernbaneverket i forbindelse med konsekvensutredning for nytt dobbeltspor Oslo - Ski. Rapport 2

Arkeologisk forundersøkelse med kartlegging av bevaringsforhold og bevaringstilstand fra grunnboring i Gamlebyen, Oslo 2010.

Ove Bergersen - Bioforsk Jord og miljø

Petter B. Molaug, Norsk institutt for kulturminneforskning - NIKU





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

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



Tittel/Title:

Arkeologisk prøveboring for Jernbaneverket i forbindelse med konsekvensutredning for nytt dobbeltspor Oslo - Ski. Rapport 2
Arkeologisk forundersøkelse med kartlegging av bevaringsforhold og bevaringstilstand fra grunnboring i Gamlebyen, Oslo 2010.

Forfatter(e)/Autor(s):

Ove Bergersen - Bioforsk

Petter B. Molaug - NIKU

Dato/Date: 28.03.2011	Tilgjengelighet/Availability: Lukket	Prosjekt nr./Project No.: NIKU 15620164 Bioforsk 2110822	Arkiv nr./Archive No.:
Rapport nr./Report No. Bioforsk Vol 6 23 2011 NIKU Nr 21 2011	ISBN-nr.:	Antall sider/Number of pages: 35	Antall vedlegg/Number of appendix: 2

Oppdragsgiver/Employer: Riksantikvaren, Distriktskontor Oslo	Kontaktperson/Contact person: Inger Karlberg
--	--

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

Sammendrag

Jernbaneverket planlegger nytt jernbane dobbeltspor på strekningen Oslo - Ski. I den forbindelse ble det etter søknad fra Jernbaneverket fattet vedtak av Riksantikvaren om at kulturlag skulle undersøkes ved prøveboring i deler av de aktuelle traseene. I områdene Saxegårdshagen og strekningen Gamlebyen gravlund - Oslo hospital ble det i 4 boreprofiler undersøkt bevaringstilstand og bevaringsforhold i kulturlag både arkeologisk og ved jordlagsanalyse. Tilstanden varierer fra god til dårlig, mens bevaringsforholdene ble klassifisert som dårlige og elendige med unntak av et lag på ca 8moh i et av borehullene på Gamlebyen gravlund.

Land/fylke:	Norge /Oslo
Kommune:	Oslo
Sted/Lokalitet:	Oslo , Gamlebyen

Godkjent

Roald Sørheim

Prosjektleder

Petter B. Molaug
Carl Einar Amundsen

Forord

Jernbaneverket planlegger nytt jernbane dobbeltspor på strekningen Oslo - Ski (Follobanen). Boringene som er gjennomført har hatt to hovedmål. Den ene er som en del av arbeidet med konsekvensutredning for Follobanen, utarbeidet av Jernbaneverket med Asplan Viak as som hovedkonsulent. Fordi det hastet med en slik rapport, ble store deler av rapportarbeidet gjort ferdig av NIKU som oppdragsrapport NIKU 2010 nr.240, i denne rapporten referert til som del 1. Det manglet i denne rapporten deler av Riksantikvarens krav til undersøkelser i dispensasjonsvedtaket. Dette gjelder bl.a. jordlagsbeskrivelser, tegninger av boresøyler og fotolister. Dette er samlet i denne rapporten kalt del 2 og som er en felles rapport for NIKU og Bioforsk. Deler av innholdet i denne rapporten finnes også i del 1.

Graving av to prøvesjakter på østsiden av jernbaneskjæringen Klypen på Sørenga har måttet utsettes og vil kunne gjennomføres senere. Disse er en del av Riksantikvarens vedtak.

Petter B. Molaug
NIKU

Innhold

1.	Innledning	5
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Undersøkellesområdet og arkeologifaglige forhold	5
1.3	Problemstillinger	6
2.	Materiale og Metode	8
2.1	Arkeologi- og naturvitenskapelige definisjoner	8
2.2	Arkeologisk og jordfaglig dokumentasjonsmetode	9
2.3	Feltarbeide og prøvetaking	11
2.4	Kjemiske analyseparameter	12
2.5	Generelt om vurdering av bevaringsforhold i kulturlag	13
3.	Resultater	16
3.1	Område 1: Bispegata	16
3.2	Område 2: Klypen. Området vest for jernbaneskjæringen	17
3.3	Område 3: Saxegårdshagen	18
3.4	Område 4: Gamlebyen gravlund-Oslo hospital	22
3.5	Område 5: Oslo gate v.39	28
4.	Vurdering av bevaringstilstand og bevaringsforhold	30
4.1	Arkeologisk	30
4.2	Jordkjemisk	30
5.	Konklusjon	33
6.	Referanser	34
7.	Vedlegg	35

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Jernbaneverket planlegger nytt jernbane dobbeltspor på strekningen Oslo - Ski (Follobanen). Boringene er gjennomført har hatt to hovedmål. Den ene er som en del av arbeidet med konsekvensutredning for Follobanen, utarbeidet av Jernbaneverket med Asplan Viak as som hovedkonsulent. Den andre er som en del av Riksantikvarens arbeide med å få oversikt over tilstanden for de middelalderske kulturlagene i Gamlebyen og for å kunne ha et utgangspunkt for evt. miljøovervåking av jordlagene i forbindelse med inngrep i Follobaneprojektet. Resultatene av de arkeologiske undersøkelsene er beskrevet i rapport 1 for boreundersøkelsen og er også tatt med som en del av vurderingsgrunlaget i konsekvensutredningen for Follobanen.

Bevaringsforholdene ble ikke undersøkt jordfaglig i alle prøvepunktene hvor det ble boret. Dette skyldes at det ikke var automatisk fredete kulturlag i disse. Her er det bare gjort en arkeologisk dokumentasjon av jordlagene og deres tilstand.

Jernbaneverket søkte Riksantikvaren om arkeologiske undersøkelser i fem forskjellige områder, og NIKU fikk oppdragsbestilling av Riksantikvaren 6/8 2010. Undersøkelsene skulle gjøres etter NS9451/2009, med jordlagsbeskrivelse av kulturlag. NIKUs prosjektbeskrivelse ble sendt 18/8 og Riksantikvaren fattet sitt vedtak 20/8 2010.

Etter avtale med Jernbaneverket ble det inngått avtale med firma Betonmast Anlegg as og underleverandøren Hallingdal Bergboring as om gjennomføringen av boringene.

Ved miljøovervåkingsundersøkelser samarbeider NIKU med Bioforsk. Feltarbeid, prøvetaking og rapport er utført i samarbeid mellom arkeolog Petter B. Molaug og seniorforsker Ove Bergersen, Bioforsk. NIKU har foretatt arkeologfaglige vurderinger av kulturlag og Bioforsk har utført jordfaglige analyser. Feltarbeidet ble foretatt i tidsrommet 29/9 til 28/10 2010.

1.2 Undersøkelsesområdet og arkeologifaglige forhold

Området innenfor Middelalderbyen er automatisk fredet etter lov om Kulturminner §4. Riksantikvaren har markert dette området med en kartfestet avgrensning. Innenfor dette området må det gis dispensasjon fra lovens fredningsbestemmelser for ethvert inngrep i bakken, også boringer. Det er imidlertid stor forskjell mellom områdene hvor meget som er bevart, både som en følge av forhold i middelalderen og pga. senere inngrep i bakken, bl.a. jernbaneanlegg, husbygging og veianlegg.

Resultater av tidligere undersøkelser i de berørte områdene er sammenstilt i en tidligere rapport (Molaug 2010).

Område 1. Bispegata (punkt 1.1 og 1.2, figur 1). Det var ikke aktuelt å bore ute i Bispegata pga. biltrafikk. Det ble valgt å bore to hull nord for dagens veibane i et område som tidligere var en del av Bispegata.

Område 2. Vest for Klypen (punkt 2.3-2.5, figur 1). Fordi det ved graving inntil vestre del av sydveggen av bygningen "Borgen" våren 2010 var påvist 1m tykke kulturlag tolket som middelalderlag, var det viktig å finne ut om dette laget også fantes lengre øst og syd, nærmere Klypen-skjæringen. Ny Follobane er planlagt med utvidelse av skjæringen mot vest i form av en kulvert.

Område 3. Saxegårdshagen (punkt 3.1 og 3.3, figur 1). Siden det var påvist middelalder kulturlag her ved graving for fundament til dagens gangbro, var det viktig å finne ut hvor langt mot vest slike kulturlag fantes. Her er det aktuelt med utvidelse av skjæringen mot øst.

Område 4. Gamlebyen gravlund - Oslo hospital (punkt 4.1-4.5, figur 1). Her er alternativ øst for Follobanens utgående spor. I nordre del av gravlunden kan være levninger av bybebyggelse inntil Alnaelva. I søndre del av gravlunden, syd for et lite bekkedrag, ligger den eldste kirkegården, brukt som Gamlebyen kirkes gravlund tilbake til 1700-tallet, kanskje også av Oslo hospital før dette. Området inntil og øst for ruinene av fransiskanerklosterets kirke har trolig vært kirkegård i middelalderen og også noe senere. Selve ruinen er gravd frem av Gerhard Fischer i 1936.

Område 5. Oslo gate ved nr.39 (punkt 5.1 og 5.2, figur 1). Her er alternativ vest for Follobanens utgående spor. Her har det vært bebyggelse siden slutten av 1600-tallet, muligens også i middelalderen.

1.3 Problemstillinger

Målet med prøveboringene var å få mer kunnskap om kulturlag i visse områder av middelalderbyen Oslo som ville bli eller kunne bli berørt av anleggsarbeide for ny Follobane. I prøveområdene som ble valgt var det usikkert om det var kulturlag fra middelalderen og i tilfelle hvor omfattende de var. Formålet med de arkeologiske og jordkjemiske undersøkelsene var å vurdere kulturlagenes tykkelse, bevaringstilstand og bevaringsforholdene i disse områdene. Slike undersøkelser er vurdert som verdifulle for å skaffe mer kunnskap om bevaringsforholdene for kulturlag i Oslo.

I henhold til RAs bestilling ble bevaringsforholdene i kulturlag vurdert der det var slike som kunne dateres til middelalderen. Bevaringsforholdene for kulturlag der hvor det er aktuelt å grave skjæring og anlegge kulvert for nye jernbanetraseer er svært viktig for å kunne vurdere virkningen av slike inngrep i anleggsperioden og senere. Undersøkelsene av punktene 2.1 og 2.1 måtte utsettes (punktene er ikke vist i figur 1). Her vil det være aktuelt å sette ned måleinstrumenter for å kunne overvåke kulturlagene over tid.

Kjemiske analyser av kulturlag utført i denne undersøkelsen kan sammenlignes med tidligere analyser av kulturlag fra området. Særlig relevant for området Bispegata - Klypen - Saxegårdshagen er undersøkelsene gjennomført i forbindelse med etablering av nytt avløpssystem for Oslo kommune, Midgardsormen (Johansen, L. M., 2009). Anleggsvirksomhet ved bygging av nytt dobbeltspor Oslo-Ski kan påvirke kulturlag på flere måter:

Mekanisk påvirkning. Graving ned i kulturlag forårsaker skade, ikke bare på de deler av lagene som blir direkte berørt, men også indirekte ved at kulturlagene blir mer eksponert for lys, oksygen og nedbør.

- *Tilførsel av oksygen.* Tilførsel av oksygen starter nedbrytningsprosesser av kulturlag og organiske og som uorganiske gjenstander. Det er derfor viktig at nedgravninger og borehull gjenfylles med tett masse, helst leire.
- *Temperaturendringer.* Økte temperaturer kan føre til høyere biologisk aktivitet og sammen med økt tilgang på oksygen føre til akselerert nedbrytning av kulturlag. Tildekking av kulturlag vil gi mindre svingninger i temperatur. .
- *Uttørring.* Hvis kulturlagene utsettes for uttørring som følge av endrete dreneringsforhold og/eller temperaturøkninger, kan dette føre til at den organiske massen i lagene brytes ned i ujevn takt. Dette kan føre til kollaps av kulturlagene som dermed går tapt som kulturminne, gjenstander går tapt som følge av endrete bevaringsforhold, og setningene kan føre til følgeskader på bygninger som står på eller nær lagene. For eksempel kan setninger i fundamentene på bygningene gi konstruksjonsskader i de bærende delene.

2. Materiale og Metode

2.1 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.

2.1.1 Arkeologifaglige definisjoner

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

Middelalder: Perioden fra ca.1030 til 1537 (reformasjonen). Alle levninger fra denne tidsperioden er automatisk fredet.

Nyere tid: Perioden fra 1537 (reformasjonen) og fremover. I Oslo behandles i praksis levninger før byflyttingen i 1624 som automatisk fredet.

Renessanse: Betegnelse på første del av nyere tid, til og med 1600-tallet.

Steril grunn: Naturlig undergrunn, upåvirket av menneskelig aktivitet

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

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

2.1.2 Jordfaglige definisjoner

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

2.2 Arkeologisk og jordfaglig dokumentasjonsmetode

Boringene ble gjort med skovelbor. Det ble boret en meter av gangen. Søylen fra hver boremeter ble rensert 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. Tilstanden og bevaringsforhold er vurdert etter bevaringsskala i henhold til Norsk Standard (NS 9451:2009), som utkom i september 2009 (se under).

Bevaringstilstand er vist over og bevaringsforhold er vist under etter Norsk Standard NS 9451:2009

Tabell 1 – Bevaringsskala som angir tilstanden i kulturlaget

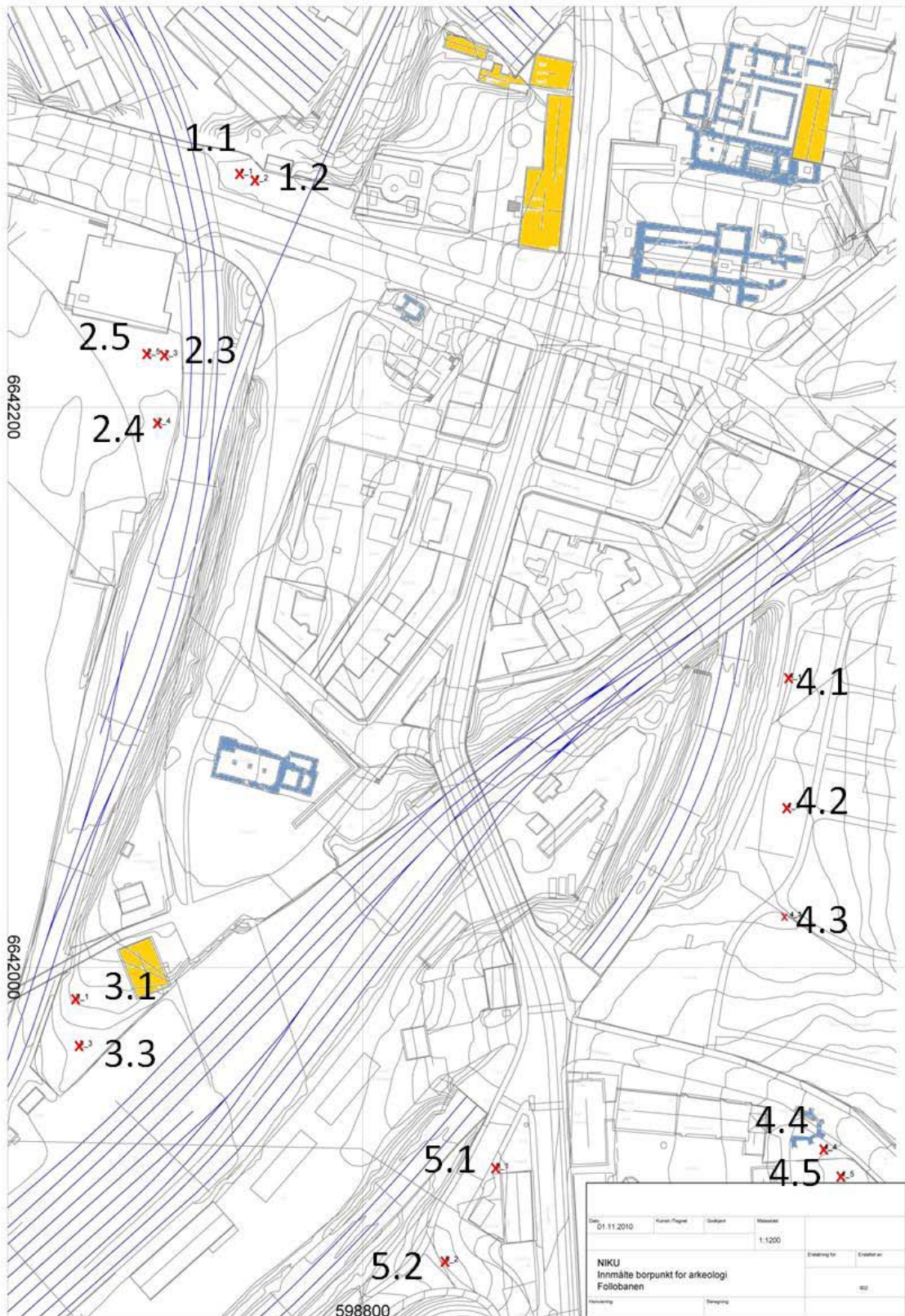
Posisjon i relasjon til grunnvann	Bevaringsgrad					
	0 (Ingen)	1 (Elendig)	2 (Dårlig)	3 (Middels)	4 (God)	5 (Utmerket)
Over grunnvann (umettet sone) = A	A0	A1	A2	A3	A4	A5
Overgangssone (fluktuerende vann) = B	B0	B1	B2	B3	B4	B5
I grunnvannet (mettet sone) = C	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Fyllmasser o.l. senere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

Tabell 2 – Skala for bevaringsforhold ved jordfaglige undersøkelser

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

Skalaen for tilstand (tabell 1) opererer med seks klasser 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 - over/i grunnvann" blitt brukt. For kulturlag med utelukkende minerogent innhold (leire, silt, sand, grus) eller kulturlag der det organiske innhold vanskelig lar seg måle visuelt, for eksempel humusholdig sand, er verdien satt til B0.

Skalaen for bevaringsforhold (tabell 2) opererer med fem klasser 1 til 5.



Figur 1: Oversikt over borehull innen undersøkelsesområdet. Prøvetaking for jordfaglig analyse ble foretatt i pkt.3.3, 4.1, 4.2 og 4.4.

2.3 Feltarbeide og prøvetaking

Oversikt og beskrivelse av borepunkter er vist i vedlegg 1 og figur 1. Boringene ble gjennomført i 3 forskjellige perioder og med 3 forskjellige borerigger. I første omgang, 29/9 2010 ble pkt. 2.3-5 boret med en stor borerigg. Samme borerigg ble brukt på pkt. 5.1-2 og pkt. 1.1-2, boret 4 - 5/10 2010. Oppholdet skyldtes tekniske problemer med hydraulikk på lastebilen for transport av boreriggen mellom borestedene.



Figur 2: Boring på pkt. 4.2 Gamlebyen gravlund.

Den store riggen var for stor til å komme inn i Saxegaardshagen, borepkt. 3.1-3 fra Saxegårdsgata, og å krysse med lastebil over jernbanesporene ved Klypen var det ikke mulig å få rask tillatelse til på så kort varsel. Det var nødvendig med ny og mindre rigg. Denne ankom 7/10 og det ble boret i pkt. 3.1 og 3.3. Dessverre hadde Jernbaneverket på dette tidspunktet ikke fått formell tillatelse fra grunneierne til boring av pkt. 4.1-5 og gav beskjed om at boringen her måtte utsettes.

Boringen på Gamlebyen gravlund og ved Oslo hospital, pkt. 4.1-5 ble gjennomført i tidsrommet 28/10-1/11, med en pause pga andre gjøremål for mannskapet på boreriggen.

Det ble ikke tatt inn jordprøver i pkt. 1.2 og pkt.2.3-5. I pkt.1.2 ble det påvist moderne gjenstander i bunnen, dvs. det var ikke forekomst av middelalder kulturlag. I pkt.2.3-5 var det også moderne masser. Også her var det moderne nedgravninger som hadde fjernet middelalderlag ned til steril bakke (leire). Det ble tatt inn jordprøver av NIKU 7/10-10 i borepkt. 3.3 i Saxegårdshagen. Prøver ble tatt av lag 5 (humusholdig kulturlag fra nyere tid) på 1,30m dyp, lag 6 (mulig middelalderlag med aske, trekull og silt/sand) på 2,06m dyp og lag 7 (naturlig avsatt sterilt leirelag) på 2,73m dyp. Prøvene ble pakket i doble plastposer med luften presset ut og oppbevart mørkt i kjøleskap før overlevering til Bioforsk. Det ble ikke samlet inn prøver i borepkt. 3.1, da lagene her jevnt over var de samme som i prøvepkt. 3.1. Pkt. 3.2 ble ikke boret.

Bioforsk var til stede ved boring i Gamlebyen gravlund 28/10 2010 og tok selv ut prøver for analyse i prøvepkt. 4.1 og pkt. 4.2, i samarbeid med NIKU. Lagene her er sannsynligvis redeponert i moderne tid, trolig i forbindelse med jernbanearbeider eller påfylling og planering på gravlundene. Det ble ikke tatt ut prøver fra prøvepkt. 4.3. Også her var lagene sannsynligvis redeponert i moderne tid.

Bioforsk tok ut prøver ved boring inntil ruinene av Fransiskanerklosteret 28/10 2010, prøvepkt. 4.4. Det ble tatt ut prøve i lag 4 og 6 (lag med trekull, sand, tegl og forråtnet tre) på 0,65m dyp. Det ble ikke tatt ut prøver i prøvepkt. 4.5 i Oslo hospitals hage. Lagene her var de samme som i pkt. 4.4.

I pkt.5.1 ble det ikke tatt ut prøver. Her var lag fra nyere tid, muligens brannen i 1624. I pkt. var det ikke kulturlag.

Prøver tatt av Bioforsk ble pakket inn i to plastposer med og uten lynlås. Innerposen ble lukket umiddelbart og luft suget ut. Denne posen ble videre oppbevart i en annen pose med lynlås og tilsatt en ampulle Anaerocult A som fjerner oksygen i posen. Dette prøvetakings- og prøveoppbevaringssystem bevarer i størst mulig grad prøvens kjemiske egenskaper. Prøvene blir åpnet på laboratoriet i oksygenfritt miljø i en såkalt hanskeboks (nitrogen-atmosfære). Ekstraksjoner for bestemmelse av redokssensitive parametere ble gjennomført under oksygenfrie forhold og ekstraktene analysert ved det kommersielle analyseselskapet Eurofins AS.

2.4 Kjemiske analyseparametere

I rapporten beskrives bevaringsforholdene i kulturlagene ut i fra generell analyse: Grunnleggende parameter (S1) og miljøparameter (S2) i henhold til Norsk Standard (NS 9451:2009). Alle prøver ble analysert etter S2 analyseparametere.

2.4.1 S1 Grunnleggende parameter

Ledningsevne og pH verdi: 25 ml oksygenfritt vann ble tilsatt 10g 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.

2.4.2 S2 Miljøparameter

Analyser i henhold til analysepakke S2 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 ferrozin til bestemmelse av jern (II). Jordprøven ekstraheres med 0,5 molar saltsyre i anaerobt miljø. Jern(II) som lager en fargekompleks med ferrozin 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 Eurofins Norsk Miljøanalyse AS (se vedlegg 2).

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 Eurofins Norsk Miljøanalyse AS (se vedlegg 2).

2.5 Generelt om vurdering av bevaringsforhold i kulturlag

Gode bevaringsforhold for kulturlag karakteriseres av stabile kjemisk fysiske forhold, og at mikrobiologisk og kjemisk aktivitet er relativt lav. Stabile kjemisk-fysiske forhold fører til at naturlige gradienter (f.eks. hydrauliske gradienter eller konsentrasjonsgradienter), som ofte holder naturlige kjemiske prosesser i gang, avtar. Dette medfører langsommere nedbrytning av kulturlag.

I naturen foregår nedbrytning av organisk materiale eller korrosjon av metaller parallelt med reduksjon av andre forbindelser. Mikroorganismer får energi fra slike reaksjoner og bruker denne energien til bl.a. oppbygging av biomasse. Mest energi får mikroorganismer hvis de kan bruke oksygen til å oksidere organisk materiale. Noe mindre energi genereres hvis det brukes nitrat (NO_3^-) og enda mindre ved å bruke treverdige jern, Fe(III), fireverdige mangan (Mn(IV)), sulfat (SO_4^{2-}) eller oksidert organisk materiale (figur 3). I naturen kan vi derfor observere at aerobe forhold med oksygen til stede, går over til nitratreduserende forhold når all oksygen er brukt opp. Deretter følger mangan-, jern- og sulfatreduserende forhold, før en får metanogene forhold.

Under metanogene forhold observerer man den langsamste nedbrytningen av organisk materiale, og minst oksidering av metallgjenstander. Raskest foregår nedbrytning av organiske gjenstander under aerobe forhold. Nedbrytningshastigheten vil som oftest avta i rekkefølge nitrat-, mangan-, jern-, sulfatreduserende til metanogene forhold. Oksidative og nitratreduserende forhold kan som regel karakteriseres som dårlige bevaringsforhold, mens sulfatreduserende og metanogene forhold kjennetegnes bra til utmerkete bevaringsforhold. Imidlertid må stedsspesifikke forhold tas i betraktning. I tabell 3 er det illustrert en enkel oversikt som viser hvordan bevaringsforholdene vurderes i kulturlagene. I flere tilfeller vil man få grenseoverganger. I det oransje markerte område vises nivåer av målte kjemiske parametre for typisk oksiderende forhold, men reduserende forhold er vist med blått.

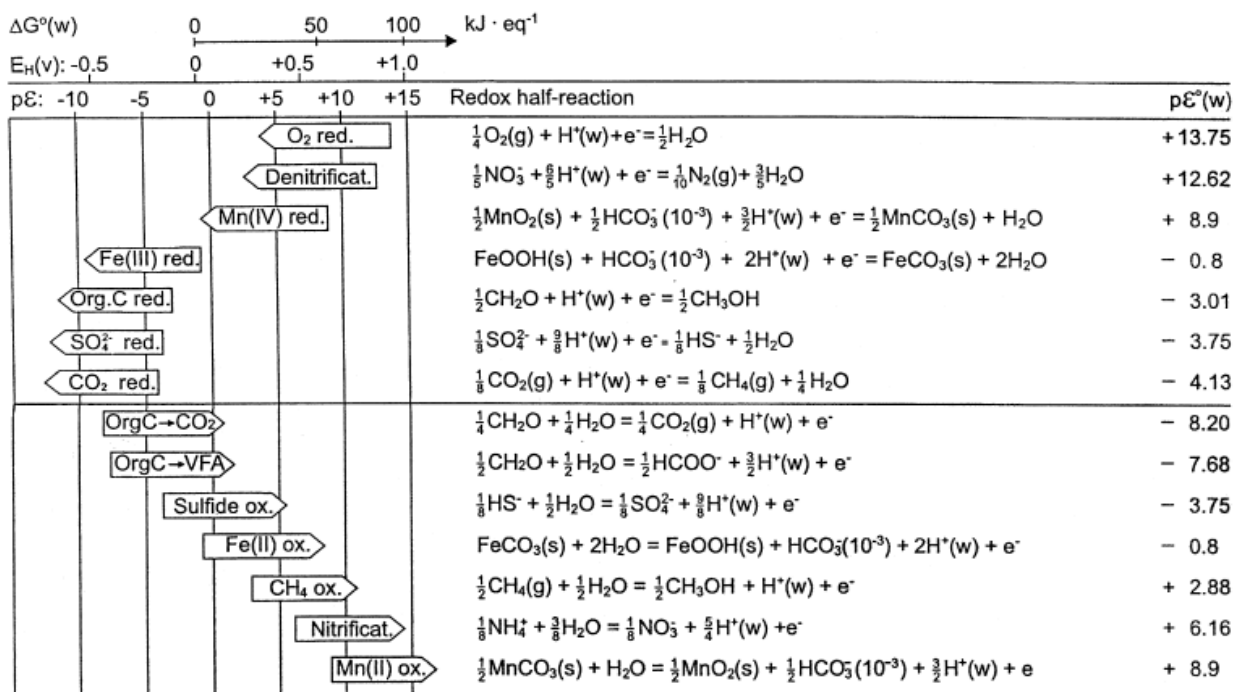
Redoksforhold i grunnen kan karakteriseres ved å måle redokssensitive komponenter i jord og porevann (oksygen, nitrat, ammonium, mangan (II), mangan (IV), jern (III), jern (II), sulfat, sulfid, metan): Høye oksygenkonsentrasjoner indikerer for eksempel at forholdene er oksidative og at mikroorganismene bruker oksygen til å bryte ned organisk materiale. Ved slike forhold kan vi forvente at nitrogen foreligger i stor grad som nitrat og ikke som ammonium, jern foreligger som oksidert jern (III) og konsentrasjon av sulfid vil som regel være svært lavt. Hvis forholdene derimot er jernreduserende, vil all oksygen og nitrat allerede vært brukt opp av mikroorganismer og nitrogen vil foreligge som ammonium. Det vil kunne måles høyere konsentrasjoner av jern (II) i porevann og jord, men det er ikke ventet høye sulfidkonsentrasjoner.

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

Tabell 3: Konsentrasjonsnivåer for parameter fra S2 analysepakke som danner grunnlag for vurdering av bevaringsforhold.

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

Reduserende forhold
 Oksiderende forhold



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

Figur 3: Redoksforhold og ulike kjemiske forhold ved standard aktivitet ved pH 7 (Stumm and Morgan 1996)

3. Resultater

Det ble boret til sammen borehull i prosjektet (tabell 4). En nærmere beskrivelse av prøvepunktene og når disse ble boret er gitt i vedlegg 1.

Tabell 4: Borehull i fra fem områder (se kap. 1.2, figur 1) som ble undersøkt i forbindelse med arkeologisk prøveboring for nytt dobbeltspor Oslo-Ski. Bevaringsforholdene ble vurdert i enkelte jordprøver fra fem borehull (fet).

Antall	Omr.	Navn	Gnr	Bnr	Punkter	Koordinater		
						Nord	Øst	H.o.h.
1	1	Bispegata	250	45	1.1	6642283.361	598756.067	11.16
2					1.2	6642281.008	598761.529	11.01
3	2	Vest for Klypen	234	7	2.3	6642218.516	598729.243	5.49
4					2.4	6642194.267	598726.795	5.62
5					2.5	6642219.008	598723.002	5.44
6	3	Saxegårdshagen	233	473	3.1	6641988.670	598697.566	7.62
7					3.3	6641971.930	598698.841	6.69
8	4	Gamlebyen gravlund - Oslo hospital	233	9	4.1	6642103.241	598951.856	11.51
9					4.2	6642056.842	598951.229	11.88
10				105	4.3	6642019.300	598951.480	10.52
11		Fransiskanerklosteret			4.4	6641935.009	598964.419	15.01
12		Oslo Hospitals hage		103	4.5	6641925.364	598970.491	15.17
13	5	Oslo gate ved nr.39	999	155	5.1	6641928.322	598847.378	10.97
14					5.2	6641894.967	598829.327	19.85

3.1 Område 1: Bispegata

3.1.1 Borepunkt 1.1

Boringen ble gitt opp etter boring 3,5m ned i steinfylte, moderne masser. Dette var punktet nærmest Klypen. Massene kan være fra Bispegata og derunder fra skjæringen inntil Klypen.

3.1.2 Borepunkt 1.2

Det ble boret med foringsrør ned til ca.1,9m. Det var delvis kompliserte lag å bore i og vanskelig å komme ned pga. stein i massene. Det ble boret helt ned til 7,75m dyp (tabell 5).

Ned til 3,75m under overflaten var det moderne med stein, grus, sand og ubrent leire. Det var i deler av laget resente røtter.

Under 3,75m var det et kompakt mørkt brunt lag med sot, kull, silt, noe sand og biter av brent leire eller tegl. I laget ble det foruten tegl også funnet klart glass. Ved ca.6m under overflaten lå en avlang jerngjenstand med hull, trolig fra jernbanetiden (dvs. moderne).

Fra 6,30 til 7,10 var det lys grått lag med fin sand og silt, under dette naturbakkeleire (tabell 5). Sannsynligvis er sandlaget topp av naturbakken, og lite eller ingen ting av naturbakken er blitt fjernet her. Nivået er 4,71moh, mens toppen av leiren er på kote 3,91moh.

Tabell 5: Dybde (meter), beskrivelse og SOPS for ulike lag i borepunkt 1.2. i Bispgata.

Lag nr.	Topp dybde	Moh.	Farge	Konsistens	SOPS
1	0,0-3,75	11,01-7,26		Tørr, løs	E0
2	3,75-4,60	7,26-6,41	Mørk brun, grå	Kompakt	A2
3	4,60-4,95	6,41-6,06	Mørk brun	Kompakt	A2
4	4,95-6,30	6,06-4,71	Gråbrun	Kompakt	C3
5	6,30-7,10	4,71-3,91	Lys grå	Kompakt	C4
6	7,10-7,75	3,91-3,26	Gråblå	Kompakt	C4

3.2 Område 2: Klypen. Området vest for jernbaneskjæringen

Det ble boret to punkter, pkt.2.3 og 2.4, som planlagt, samt et tredje punkt (2.5) for å få bedre sikkerhet for observasjonene gjort i de to øvrige. Foringsrør var antatt ikke nødvendig, men det viste seg ikke å være tilfelle. I pkt.2.4 var det stor motstand i dybde mellom 0,40 og 0,70m i et minst 2,5 x 2,5m stort område. Det ble her brukt foringsrør og slagbor ned til 0,75m for å komme gjennom dette, trolig en konstruksjon. I pkt.2.3 ble det brukt foringsrør ned til 0,5m. I pkt. 2.5 var det ikke nødvendig med foringsrør. De tre boringene var alle mindre enn 3m dype.

3.2.1 Borepunkt 2.3

Under moderne/nyere tids overflatemasse med humus, sand og kalkmørtel ned til 0,5m under overflaten var det et løst lag med kalkmørtel, antagelig rivingslag fra en bygning. Det var hele 40cm tykt. Under dette var et svart, tørt lag med grus og brent materiale, tolket som kull eller koks fra jernbanetiden. Dette lå oppå kompakt brungrå, tørr leire, topp 1,05m under overflaten, kote 4,44moh, tolket som naturbakkeleire, men delvis redeponert ut fra enkelte forekomster av teglbiter (tabell 6).

Fra 1,80m under overflaten, dvs. kote 3,69moh, til bunnen av boringen ved 2,20m dyp var det kompakt brungrå leire med noen lyse brune flekker, trolig naturlige oksiderte jernutfellinger (tabell 6).

Tabell 6: Dybde (meter), beskrivelse og SOPS for ulike lag i borepunkt 2.3. ved Klypen.

Lag nr.	Topp dybde	Moh.	Farge	Konsistens	SOPS
1	0-0,5	5,49-4,99	Gråbrun	Løs	E0
2	0,50-0,90	4,99-4,59	Lys grå	Løs	E0
3	0,90-1,05	4,59-4,44	Svart	Løs	A1
4	1,05-1,80	4,44-3,69	Brungrå	Kompakt	A2
5	1,80-2,20	3,69-3,29	Grå, brune spetter	Kompakt	A3

3.2.2 Borepunkt 2.4

Under foringsrøret på 0,75m var det et moderne, løst, brungrått lag med humus, sand og kalkmørtel ned til 0,98m under overflaten (tabell 7). I dette var det en del teglbiter og noe klart planglass som viser at dette her er levninger av en bygning eller annen konstruksjon, etter alt å dømme noe som har med jernbanen å gjøre. Under dette var det et tørt, kompakt brungrått leire/siltlag med brune flekker, topp 4,64moh. Dette tolkes som naturbakke, men kan delvis være redeponert. Under dette, fra 2,35m dyp, dvs. fra kote 3,27moh, men med gradvis overgang, var det grå, plastisk, kompakt leire, naturbakke (tabell 7).

Tabell 7: Dybde (meter), beskrivelse og SOPS for ulike lag i borepunkt 2.4. ved Klypen.

Lag nr.	Topp dybde	Moh.	Farge	Konsistens	SOPS
1	0-0,75	5,62-4,87	Grå, gråbrun	Hard	E0
2	0,75-0,98	4,87-4,64	Brungrå	Kompakt	A1
3	0,98-2,35	4,64-3,27	Brungrå	Kompakt	A2
4	2,35-2,75	3,27-2,87	Brungrå	Blokk, plastisk	A3

3.2.3 Borepunkt 2.5

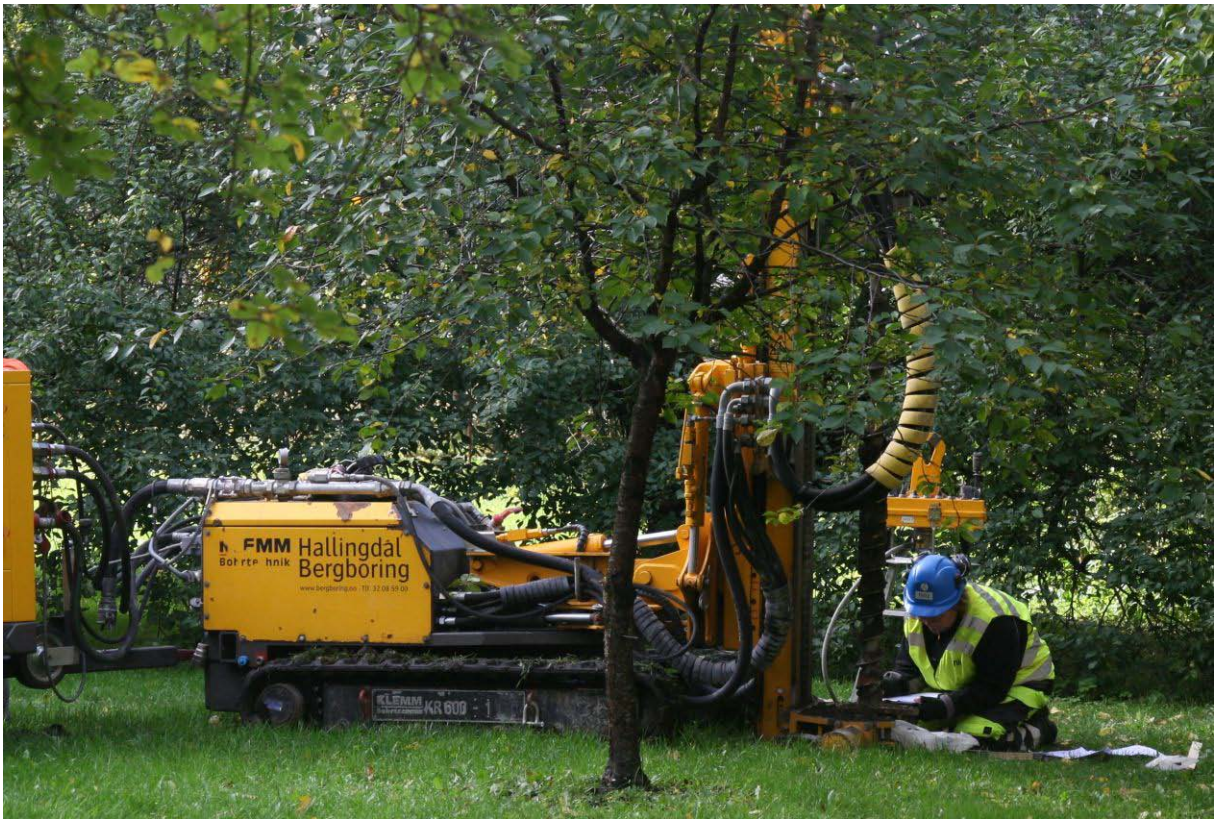
Overflatemassen var et brungrått, blandet lag med sand, humus, grus og leire. Leiren var særlig dominerende underst. Dette laget lå oppå et nesten rent lag med rød tegl 0,48m under overflaten (tabell 8). Dette er tolket som del av en nedrevet bygning, gulv eller vegg. Denne lå 1,0m under overflaten rett på naturbakkeleire av samme type som i pkt.2.3. Toppen av naturbakken var altså her på 4,44moh.

Tabell 8: Dybde (meter), beskrivelse og SOPS for ulike lag i borepunkt 2.5. ved Klypen.

Lag nr.	Topp dybde	Moh.	Farge	Konsistens	SOPS
1	0-0,48	5,44-4,96	Grå, gråbrun	Løs blokk	E0
2	0,48-1,00	4,96-4,44	Brunrød	Løs blokk	A1
3	1,00-2,00	4,44-3,44	Brungrå	Kompakt	A3

3.3 Område 3: Saxegårdshagen

Det ble boret på to steder, 3.1 og 3.3. Det ble besluttet ikke å bore ved punkt 3.2. I 2009 ble det boret 2 punkter noe lengre ned i Saxegårdshagen. Disse punktene fikk betegnelsen 511 og 512. Det ble ikke funnet middelalderlag i noen av disse to borehullene (Molaug 2009).



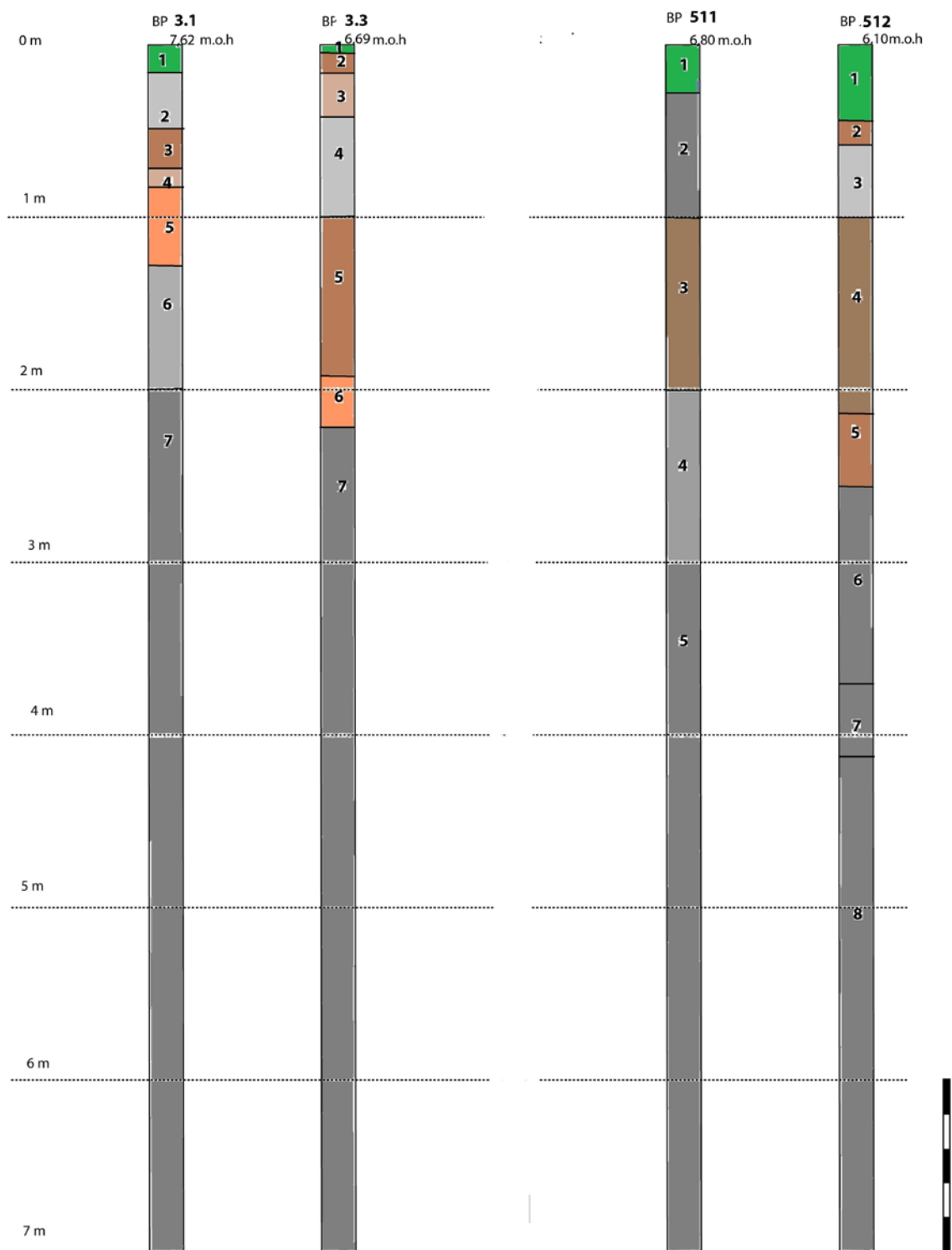
Figur 4: Borerigg i Saxegårdshagen, pkt. 3.1. Undersøkelse av jordlag v/Hilde Amundsen, NIKU

3.3.1 Borepunkt 3.1

Under gresstorv og plenjord var det grått blandet lag med noen trestykker og aske/sot ned til 50cm under overflaten (tabell 9, figur 5). Derunder var det et homogent 20cm tykt mørkebrunt lag med noe sand, brent leire, tegl og aske. Dette kan være iblandet fra brannlaget under. Dette er 10cm tykt. I tillegg til trekull og aske er det også tegl. Under dette var det lys grå sand og en konsentrasjon av stein og en av rød tegl. Dette kan tolkes som brannlag over en delvis fjernet steinbrolegning, utvendig eller et gulvlag i en kjeller. Dette kan være senmiddelalder eller mer sannsynlig nyere tid. Laget fortsetter i 50cm tykkelse ned til 1,30m under overflaten (tabell 9), og det er muligens fra middelalder. Men det kan like gjerne være fra nyere tid, 15- eller 1600-tallet. Under dette er det et 70cm lag med sand, silt og leire, grått med brune spetter. Dette er antagelig øvre del av naturbakken. Under var det grå plastisk naturbakkeleire.

Tabell 9: Dybde (meter), beskrivelse og SOPS for ulike lag i borepunkt 3.1. ved Saxegårdshagen.

Lag nr.	Dybde	Moh.	Farge	Konsistens	SOPS	Karakter
1	0-0,18	7,62-7,44			E1	Gresstorv
2	0,18-0,50	7,44-7,12	grå	blokk	A2	Redep. Utjev.
3	0,50-0,70	7,12-6,92	brun, mørk	løs	A2	Utjev.
4	0,70-0,80	6,92-6,82	brun, lys	løs	A1	Brent, redep.
5	0,80-1,30	6,82-6,32	grå, lys	løs	A1	Brent, redep.
6	1,30-2,15	6,32-5,47	grå, brunsp.	blokk	A3	Naturlig akk.
7	2,15-3,00	5,47-4,62	grå	blokk	A4	Naturbakkeleire



	Prosjektnavn	Follobanen prøveborina	BP = borepunkt nummer	F = funn nummer
	Rapportnr/Årstall	2010	○ = lagnummer	S = Prøvetype

Figur 5: Skjematiske søylediagram av boresøyer i Saxegårdshagen, pkt. 3.1 og 3.3 fra 2010 og 511 og 512 fra 2009. Grønt: gresstorv, overflate, brunlige farger: humusholdig, grå farger: leire eller leirholdig, oransje farge: innhold av brennt materiale

3.3.2 Borepunkt 3.3



Under 43cm med brunt blandet kulturlag fra nyere tid var det et 55cm tykt påført leire- og siltlag (tabell 10, figur 6). I det mørke brune kulturlag under dette ble det funnet planglass og 3 stk. hvitgods, noe som viser at også dette laget var fra nyere tid, 17- 1800-tallet. Under dette, fra 2m under overflaten var det et lag med sot, brent sand, trekull og noe silt. Dette kan være brannrester fra brann på 15- 1600-tallet. At det ligger rett over lag med blåleire kan tyde på at dette er lag i en nedgravning, kanskje en kjeller. Om det er middelalderlag her er mer tvilsomt.

Figur 6: Detalj av boreprøve pkt. 3.3 Saxegaardshagen. Lag 6. Foto Hilde Amundsen, NIKU.

Tabell 10: Dybde (meter), beskrivelse og SOPS for ulike lag i borepunkt 3.3. ved Saxegårdshagen.

Lag nr.	Dybde	Moh.	Farge	Konsistens	SOPS	Karakter
1	0-0,05	6,69-6,64			E1	Gresstorv
2	0,05-0,20	6,64-6,49	brun, mørk	løs	A2	Utvjevning
3	0,20-0,43	6,49-6,26	brun, lys	løs	A2	Utvjevning
4	0,43-0,98	6,26-5,71	grå	løs blokk	A3	Redep., utjev.
5	0,98-1,89	5,71-4,81	brun, mørk	løs blokk	A2	Redep., utjev.
6	1,89-2,24	4,80-4,45	grå, mørk	løs	A1	Brent, redep.
7	2,24-3,00	4,45-3,69	grå	blokk	A4	Naturbakkeleire

De to boreprøvene viser at det er kulturlag her, men dateringen på disse er usikker. Brannlag kan være fra brannen i 1624 eller før. Det underste kulturlaget i pkt. 3.1 er muligens fra middelalderen. På den skjematiske tegningen av boresøylene pkt. 3.1 og 3.3 er også pkt.511 og 512 fra 2009 tatt med (figur 5).

Kulturlagsprøvene fra borehull 3-3 hadde et lavt innhold av organisk materiale (glødetap <10 %). Prøven viste svak basisk karakter øverst og svakt surt i de nedenforliggende lag (tabell 16)

Konsentrasjonene av oksidert jern og svovel (jern(III) og sulfat) er betydelig høyere enn de reduserte formene (jern(II) og sulfid, mens det er mer ammonium enn nitrat i prøvene fra lag 5-7 i borehull 3-3 ved Saxegården (tabell 17). Basert på dette karakteriseres bevaringsforholdene som dårlig til elendig (se tabell 15).

Bevaringsforholdene i lag 5-7 fra borehull 3-3 vurderes som dårlig til elendig (tabell 15).

3.4 Område 4: Gamlebyen gravlund-Oslo hospital

3.4.1 Borepunkt 4.1

Punktet ble boret i kanten av gravlund, mellom trærne nær toppen av skråningen ned mot skjæringen til Østfoldbanen. Under 10cm overflatehumus var det flere påførte sterkt leirholdige lag. Trolig er alle fra nyere tid, kanskje 1800-tallet eller senere ut fra forekomst av noe teglflis og alunskifer. Ved 2,15-2,20m under overflaten var det et trekull-lag og noe organisk materiale, delvis nedbrutt. Dette kan være redeponert. Mellom 3 og 3,10m under overflaten var en konsentrasjon av rød tegl og noe kalkmørtel, iblandet leire (tabell 11). Under dette var det plastisk, grå leire, men dette må være naturbakkeleire som er flyttet på fordi det under dette, fra 4,10m under overflaten var mørk blandet masse med sand, humus og innslag av alunskifer. Alunskifer finnes i berggrunnen, men er først vanlig i fyll-lag fra slutten av 1700-tallet, etter opprettelsen av Alunverket ved Konows gate/Mosseveien. Enda lengre under var det lys brun masse med mest leire, men også noe stein, tegl og organisk materiale. Først mellom 5m og 5,15m under overflaten var det overgang til plastisk leire tolket som naturbakke (tabell 11).

Tabell 11: Dybde (meter), beskrivelse og SOPS for ulike lag i borepunkt 4.1. ved Gamlebyen gravlund.

Lag nr.	Topp dybde	Moh.	Farge	Konsistens	SOPS
1	0-0,20m	11.51-11.31	Brun, mørk	Kompakt	E2
2	0,20-1,20	11.31-10,31	Brungrå, lys	Blokk, tørr	A3
3	1,20-1,40	10,31-10,11	Brungrå, lys	Blokk, tørr	A3
4	1,40-3,00	10,11-8,51	Brungrå, mørk, lyse brune soner	Blokk, tørr	A4
5	3,00-3,10	8,51-8,41	Brungrå, rød	Blokk, tørr	A4
6	3,10-3,90	8,41-7,61	Brungrå, mørk, lyse brune soner	Blokk, tørr	B4
7	3,90-4,10	7,61-7,41	Grå	Blokk, plastisk	C4
8	4,10-4,15	7,41-7,36	Brungrå, mørk	Løs blokk,	C3
9	4,15-5,15	7,36-6,36	Brungrå, lys	Løs blokk, tørr	C4
10	5,15-6,00	6,36-5,51	Grå, mørk grå	Blokk, plastisk	C5

Innholdet av organisk materiale og vanninnholdet i kulturlagsprøvene fra borehull 4-1 øker med dybden (fra lag 4 til 9) (tabell 16). Innholdet av organisk materiale er generelt lavt. Som i borehull 3-3 ved Saxegården er konsentrasjonene av oksidert jern og svovel (jern(III) og sulfat) er betydelig høyere enn de reduserte formene (jern(II) og sulfid) (tabell 17). Konsentrasjonene av nitrat og ammonium er relativt like og bevaringsforholdene i kulturlagene i borehull 4-1 karakteriseres som nitrat til oksiderende med dårlige bevaringsforhold.

Basert på geokjemiske analyser av kulturlag karakteriseres bevaringsforholdene i borehull 4-1 som dårlige (tabell 15).

3.4.2 Borepunkt 4.2

Under overflatetorv og humus var det forskjellige lag med leire og innslag av annet materiale som viser at lagene var påført ned til 3,50m under overflaten der kompakt, homogen plastisk leire begynte. Mellom 1,75 og 2,40m var det leire med dårlig bevart organisk materiale og noe tegl. Mellom 3 og 3,40m var det sand, stein og noe

kalkmørtel i leiren. Mellom 3,40 og 3,50m var det plastisk leire med noe trekull og lyst organisk materiale (tabell 12). Dette kan være påført, men kan også tenkes å være brent lag på stedet. Imidlertid ble det ikke funnet noe humus eller sand som ville vært naturlig dersom det var en original gammel overflatehorisont.

Tabell 12: *Dybde (meter), beskrivelse og SOPS for ulike lag i borepunkt 4.2. ved Gamlebyen gravlund.*

Lag nr.	Topp dybde	Moh.	Farge	Konsistens	SOPS
1	0-0,35m	11,89-11,54	Brun, mørk	Kompakt	E1
2	0,35-0,50	11,54-11,39	Brungrå	Blokk, tørr	A2
3	0,50-1,20	11,39-10,69	Brungrå, lys brune spetter	Blokk, noe plastisk	A4
4	1,20-1,75	10,69-10,14	Grå	Blokk, plastisk	B4
5	1,75-2,40	10,14-9,49	Brungrå, grå	Blokk, tørr	B2
6	2,40-3,00	9,49-8,89	Grå	Blokk, plastisk	C3
7	3,00-3,40	8,89-8,49	Brungrå	Blokk, plastisk	C3
8	3,40-3,50	8,49-8,39	Grå	Blokk, plastisk	C4
9	3,50-4,50	8,39-7,39	Grå	Blokk, plastisk	C4

Kulturlagsprøvene fra borehull 4-2 hadde et lavt innhold av organisk materiale, nøytral pH og et lavt saltinnhold (tabell 16).

Lag 5 i borehull 4-2 hadde betydelig høyere innhold av oksidert jern og svovel enn reduserte former og et lavt innhold av ammonium og nitrat. Bevaringsforholdene karakteriseres derfor som dårlige (iht. tabell 3). I lag 8 (1 meter dypere i profilet) var konsentrasjonene av redusert jern og svovel høyere enn de oksiderte formene (tabell 17) og bevaringsforholdene karakteriseres som gunstige.

Basert på geokjemiske analyser av jordprøver fra borehull 4-2 ble bevaringsforholdene i lag 5 karakterisert som var elendige, mens forholdene i lag 8 ble karakterisert som bra (tabell 15).

3.4.3 Borepunkt 4.3

Boreriggen var plassert i en av gangstiene på gravlundene for å minimere skadene på gressplenen. Punktet ble boret ned til 7,5m (tabell 13, figur 9). Det ble ikke funnet klare middelalderlag og ikke tatt prøver for jordlagsanalyse.

På dette punktet ble det boret helt ned til 6,35m under overflaten før det ble konstatert naturbakkeleire. I en dybde av 5,95m under overflaten ble det i et lag med sand, litt småstein, teglbiter og kalkmørtel funnet et skår av engelsk creamware som tidligst kan være fra midten av 1700-tallet. Mange av lagene var imidlertid våte i dette hullet, og det skal ikke utelukkes at det har vært vandring av masse i borehullet. Imidlertid var det ingen indisier på middelalderlag på stedet. Mellom 2,68 og 3,00m under overflaten var det et nesten rent lag av rød tegl, med noe kalkmørtel og litt stein (tabell 13). Dette er sannsynligvis ikke rest av en bygning på stedet, men heller rivningsmasser som er dumpet her. For rett under var det et kompakt, seigt lag med leire og grus, men også med tegl, kalkmørtel og trekull, hele 1,05m tykt (tabell 13, figur 9). Det ble ikke tatt jordprøver her.

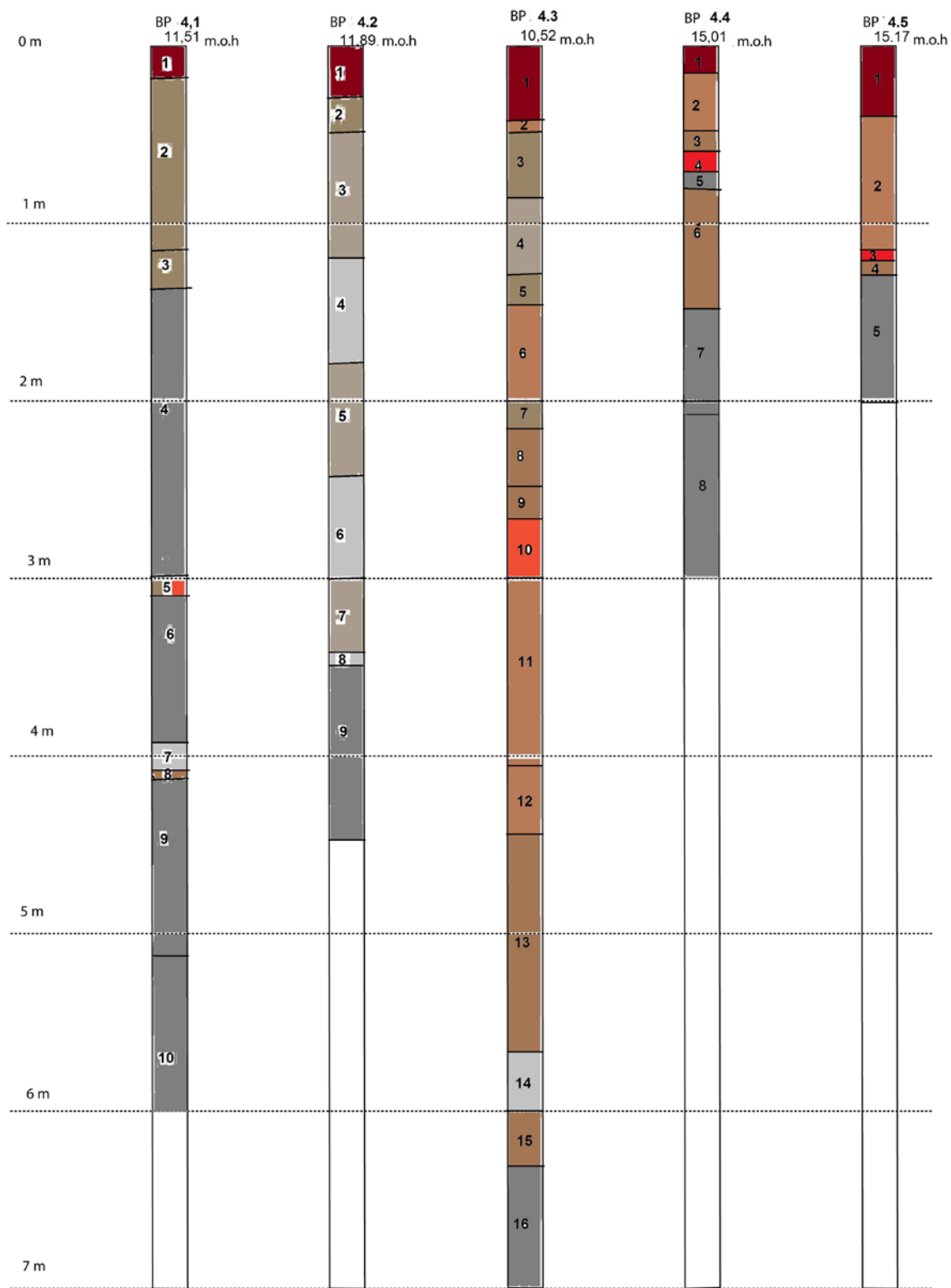


Figur 7: (til venstre). 2 - 3m dybde. Lag med teglsteinsmasser.

Figur 8: (til høyre). 6 - 7,5m dybde. Overgang til naturbakkeleire.

Tabell 13: Dybde (meter), beskrivelse og SOPS for ulike lag i borepunkt 4.3. ved Gamlebyen gravlund.

Lag nr.	Dybde	Moh.	Farge	Konsistens	SOPS
1	0-0,40m	10,52-10,12	Brun, brungrå	Blokk, fet	E2
2	0,40-0,54	10,12-9,98	Brungrå	Løs blokk	A2
3	0,54-0,85	9,98-9,67	Brungrå, lys brun	Blokk, noe tørr	A2
4	0,85-1,30	9,67-9,22	Brungrå, lys brun	Blokk	A3
5	1,30-1,55	9,22-8,97	Brungrå, lys brun	Blokk, tørr	A2
6	1,55-2,00	8,97-8,52	Brungrå	Løs blokk	A2
7	2,00-2,15	8,52-8,37	Brungrå, lys brun	Blokk, tørr	A2
8	2,15-2,55	8,37-7,97	Gråbrun, mørk	Blokk	A2
9	2,55-2,68	7,97-7,84	Gulbrun, mørk	Blokk, fuktig	B3
10	2,68-3,00	7,84-7,52	Rødbrun	Løs blokk	B3
11	3,00-4,05	7,52-6,47	Brungrå	Blokk, seig	B3
12	4,05-4,50	6,47-6,02	Brungrå	Løs blokk, våt	C2
13	4,50-5,70	6,02-4,82	Gråbrun, mørk	Blokk, våt	C2
14	5,70-6,00	4,82-4,52	Grå	Blokk, plastisk	C3
15	6,00-6,35	4,52-4,17	Gråbrun, mørk	Blokk, våt	C2
16	6,35-7,50	4,17-3,02	Grå	Blokk, plastisk	C4



 Norsk institutt for kulturminneforskning	Prosjektnavn Follobanen prøveboring	BP = borepunkt nummer	F = funn nummer
	Rapportnr/Årstall 2010	○ = lagnummer	S = Prøvetype

Figur 9: Skjematisert fremstilling av lag i boresøyler 4.1-4.5, Gamlebyen gravlund, Fransiskanerklosteret og Oslo hospital.

3.4.4 Borepunkt 4.4 (Fransiskanerklosteret)

Det ble påvist lag med organisk materiale som det ble tatt prøver av for analyse v/Ove Bergersen, Bioforsk. Dårlig vær med regn og vanskelige lysforhold gjorde at boringen ble avsluttet da naturbakken var nådd på dette punktet.



Under gresstorven var det et brunt, tørt lag med mest humus, men også noe sand, grus, teglflis og stedvis en del kalkmørtel. Under dette var det et tørt brunt blandet lag med humus, noe tegl og sand ned til kote 14,31moh. Dette laget er trolig fra nyere tid, etter 1624. Humusen kan være dyrkingsjord eller sterkt humifisert treverk og annet organisk materiale. Fra 0,70m under overflaten var det et 10-12cm tykt lag med påført grå naturbakkesilt (tabell 14). Dette kan være påført masse fra gravearbeider i nærheten, muligens fra Fischers utgravninger i 1935-6. 1,40m ned var det et blandet lag med noe bedre bevart organisk materiale, trekull, tegl og noe sand. En knokkel ble antatt å være fra kirkegården her, men er trolig heller fra dyr (muntlig meddelelse Berit Sellevold, NIKU). Laget var ca.20cm tykt og lå oppå et tørt silt/leirelag, lyst brungrått med brune flekker av jernutfelling 1,50m under overflaten. Dette gikk ved ca. kote 12,90moh over i jevn gråbrun leire. Begge deler er naturbakke.

Figur 10: Boresøyle 1 - 2m. Midt i boreprøven lag med trekull, tegl og sand

Tabell 14: Dybde (meter), beskrivelse og SOPS for ulike lag i borepunkt 4.4. Fransiskanerklosteret.

Lag nr.	Topp dybde	Moh.	Farge	Konsistens	SOPS
1	0-0,15	15,01-14,86	Brun, mørk	lett adskilt	E2
2	0,15-0,50	14,86-14,51	Gråbrun, mørk	løs blokk	A2
3	0,50-0,60	14,51-14,41	Gråbrun, mørk	løs blokk	A2
4	0,60-0,70	14,41-14,31	Brun, mørk	løs blokk	A3
5	0,70-0,80	14,31-14,21	Grå, brune spetter	hard blokk	A3
6	0,80-1,50	14,21-13,51	Grå, brun	blokk	A3
7	1,50-2,10	13,51-12,91	Brungrå, mørk	blokk	A4
8	2,10-3,00	12,91-12,00	Brungrå	Blokk, plastisk	B4

Prøven fra borehull 4-4 (lag 3 og 6) hadde lavt et svært lavt innhold av organisk materiale, var svakt basiske og hadde et lavt saltinnhold (tabell 16). Konsentrasjonene av oksidert jern og svovel (jern(III) og sulfat) er høyere enn de reduserte formene (jern(II) og sulfid). Selv om konsentrasjonen av ammonium er betydelig høyere enn nitrat (forhold ammonium/nitrat >10) (tabell 17), karakteriseres bevaringsforholdene i begge lagene fra borehull 4-4 som elendige (tabell 15).

Bevaringsforholdene i lag 4 og 6 i borehull 4-4 karakteriseres som elendige.

Tabell 15: Kortfattet vurdering av bevaringsforholdene fra ulike prøver etter S2 analyse.

Prøve meter	Lag	Moh	Organisk innhold og vanninnhold	Surhet og salinitet	Redoksforshold	Bevaringsforhold
B 3-3 L5	5	5,4	Lavt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og middels	Oksiderende	Elendig
B 3-3 L 6	6	4,6	Lavt org. og middels vanninnh.	Svakt surt og lav	Nitrat til Oksiderende	Dårlig
B 3-3 L 7	7	4,0	Lavt org. - og vanninnh.	Svakt surt og lav	Oksiderende	Elendig
B 4-1 L 4	4	8,9	Lavt org. - og vanninnh.	Svakt surt og lav	Nitrat til Oksiderende	Dårlig
B 4-1 L 8	8	7,4	Lavt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Nitrat til Oksiderende	Dårlig
B 4-1 L 9	9	7,1	Lavt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Nitrat til Oksiderende	Dårlig
B 4-2 L 5	5	9,4	Lavt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Oksiderende	Elendig
B 4-2 L 8	8	8,4	Lavt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
B 4-4 L 4	4	14,3	Lavt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav	Oksiderende	Elendig
B 4-4 L 6	6	13,9	Lavt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav	Oksiderende	Elendig

Tabell 16: Fysiske forhold i prøver hentet fra de ulike borehull etter S2 analyse..

Brønn	Lag	Moh	Glødetap %	TS %	Vann innh %	pH	Ledn.evne mScm -1
B 3-3 L5	5	5,4	0,7	77	23	7,4	2,2
B 3-3 L 6	6	4,6	3	67	33	6,4	1,1
B 3-3 L 7	7	4,0	0,4	76	24	6,5	0,7
B 4-1 L 4	4	8,9	7	83	17	6,5	0,4
B 4-1 L 8	8	7,4	8	84	16	7,3	0,8
B 4-1 L 9	9	7,1	13	74	26	6,9	0,4
B 4-2 L 5	5	9,4	4	78	22	7,1	0,2
B 4-2 L 8	8	8,4	0,6	74	26	7,3	0,7
B 4-4 L 4	4	14,3	0,5	77	23	7,6	0,4
B 4-4 L 6	6	13,9	0,5	76	24	7,7	0,3

Tabell 17: Kjemiske forhold i prøver hentet fra ulike borehull etter S2 analyse.

Brønn	Lag	Moh	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)
B 3-3 L 5	5	5,4	< 0,6	5	838	31	103	303
B 3-3 L 6	6	4,6	1,8	15	751	18	95	259
B 3-3 L 7	7	4,0	< 0,6	25	451	17	167	245
B 4-1 L 4	4	8,9	3,2	6	432	12	57	463
B 4-1 L 8	8	7,4	4,8	4	441	15	93	322
B 4-1 L 9	9	7,1	2,2	5	164	11	19	286
B 4-2 L 5	5	9,4	< 0,6	4	39	5	19	318
B 4-2 L 8	8	8,4	< 0,6	9	17	34	358	25
B 4-4 L 4	4	14,3	< 0,5	8	26	42	13	319
B 4-4 L 6	6	13,9	< 0,6	10	33	10	15	210

3.4.5 Borepunkt 4.5 (Oslo Hospitals hage)

Punktet ble boret på innsiden av hagemuren til Oslo hospital. Rekkefølgen av lag tilsvarte den i pkt. 4.4. Overflatelaget med mørk, løs humus, teglbiter og resente røtter gikk ned til ca. 0,40m under overflaten (tabell 18). Derunder var det tørr, løs gråbrun fin masse, mest med humus, men også med noe leire, silt og grus. Også her var det noen røtter fra nålevende trær. I laget ble det funnet skår av keramikk av hvitt gods, datert til slutten av 1700-tallet og opp til moderne tid. Det ble også funnet små teglflis. Laget fortsatte ned til 1,15m under overflaten. Her var det rester av et brannlag med rødlig aske, trekull, sand og grus, men også noe humus. Det var 5cm tykt. Under dette var det et lag dominert av sand, leire og grus, men også med organisk materiale og humus. Overgangen fra laget over var gradvis. Derimot var det skarp overgang til naturbakkelaget under, dybde 1,4m, kote 13,61moh. Det var grått, tørt og bestod mest av silt, men også noe leire.

Tabell 18: Dybde (meter), beskrivelse og SOPS for ulike lag i borepunkt 4.5 ved Oslo Hospitals hage.

Lag nr.	Topp dybde	Moh.	Farge	Konsistens	SOPS
1	0-0,40m	15,17-14,77	Brun, mørk	Lett adskilt	A2
2	0,40-1,15	14,77-14,02	Gråbrun, mørk	løs blokk	A2
3	1,15-1,20	14,02-13,97	Gråbrun, rødbrun	blokk	A2
4	1,20-1,30	13,97-13,87	Gråbrun	blokk	A2
5	1,30-2,00	13,87-13,10	Grå, brunspettet	blokk	A3

3.5 Område 5: Oslo gate v.39

Ut fra kunnskap om lagene på stedet ble det for pkt. 5.1 anvendt foringsrør ned til 2m dybde. Her var stein og grov pukk. Det ble boret ned til 4m dybde. I pkt. 5.2 ble det boret ned til snaut 3m.

3.5.1 Borepunkt 5.1

Med foringsrør ble det boret gjennom moderne masser med stein, betongbrokker, sand og noe leire (lag 1). Under dette laget var det mellom 2,02 og 2,18m under overflaten kulturlag med sterkt innslag av organisk materiale (lag 2) (tabell 19). En treflis ca.2cm tykk viste at bevaringsforholdene var middels gode. Nivået her er mellom 8,80 og 8,95moh. Både over og under treflisen var det trekull, sot og aske, samt noe fin sand.

Etter alt å dømme er dette del av et brannlag etter en brann som har brent på stedet. Tegflis i laget tyder på at dette er fra renessansen, kanskje brannen i 1624. Dette laget lå rett over et kompakt brungrått, tørt leirelag med noen brune flekker av jernoksid. Derunder var mer plastisk, homogen leire.

Tabell 19: *Dybde (meter), beskrivelse og SOPS for ulike lag i borepunkt 5.1. ved Oslogt. 39.*

Lag nr.	Topp dybde	Moh.	Farge	Konsistens	SOPS
1	0-2,02	10,97-8,95			E0
2	2,02-2,18	8,95-8,79	Gråbrun, grå	Løs blokk	B4
3	2,18-3,00	8,79-7,97	Lys grå, brune flekker	Blokk, tørr	B4
4	3,00-4,00	7,97-6,97	Brungrå	Blokk, plastisk	C4

3.5.2 Borepunkt 5.2

Punktet var i området for vei, og det var i utgangspunktet antatt at sannsynligheten for funn av kulturlag var liten. Under stein og pukkmasse var det 1,75-1,80m under overflaten, dvs. ca. kote 9moh, moderne fiberduk. Under denne var det kompakt, noe tørr, brungrå leire med noen brune prikker og spetter. Det har her vært gravd ned i naturbakken og den opprinnelige overflaten var fjernet.

4. Vurdering av bevaringstilstand og bevaringsforhold

4.1 Arkeologisk

De arkeologiske observasjonene omfatter både borehullene som er jordkjemisk analysert av Bioforsk og de hvor det ikke har vært jordfaglig analyse. Borehull 1.2 hadde bare redeponerte masser og masser påfylt i nyere tid. Lagene under grunnvannsnivå var middels til godt bevart, mens lagene over var dårlig. Samtlige kulturlag i borehull 2.3-2.5 var elendig eller dårlig bevart og lå over grunnvannstanden. Også kulturlagene i borehullene i Saxegårdshagen, 3.1 og 3.3 var elendig eller dårlig bevart og over grunnvannstanden. I borehullene 4.1, 4.2 og 4.3 i Gamlebyen gravlund er kulturlagene tolket som stort sett som redeponert og delvis sterkt leirblandet. Bevaringstilstanden er stort sett middels til dårlig, noen få steder god. I borehull 4.4 og 4.5 ved Fransiskanerklosteret er kulturlagene dårlig til middels bevart. Alle ligger over grunnvannstand, også toppen av naturbakkeleiren.

4.2 Jordkjemisk

Analyseresultatene av prøver fra borehull 3-3, 4-1 og 4-4 definerte bevaringsforholdene i de lagene hvor det ble tatt ut prøve som dårlige til elendige. I borehull 4-2 ble bevaringsforholdene i et av kulturlagene definert som bra (lag 8). Alle kulturlagsprøvene som ble analysert hadde et lavt innhold av organisk materiale og et lavt vanninnhold. Det lave innholdet av vann i prøvene viser at prøvene ligger i umettet sone.

pH- og saltforholdene i lagene vil ikke ha en negativ effekt på bevaring av metallgjenstander og bein på nåværende tidspunkt.

Bore hull 3-3

X 6641971.930 Y 598698.841







Toppnivå moh.	(MOH)	Materiale	Prøver	Bevaring	
				Tillstand	Forhold
6,7		Toppmasse			
B 3-3 L5	5,4	Kulturlag	Lag 5	A2	Elendig
B 3-3 L6	4,6	"	Lag 6	A1	Dårlig
B 3-3 L7	4,0	"	Lag 7	A4	Elendig

 S1	Analyse
 S2	Analyse
	Lavt organisk materiale 10%
	Middels organisk materiale 10-20%
	Høyt organisk materiale 20-30%
	Grunnvannspeil (Kote)

Bore hull 4-1

X 6642103.241 Y 598951.856

Toppnivå (MOH)	(MOH)	Materiale	Prøver	Bevaring	
				Tillstand	Forhold
11,5		Toppmasse			
B 4-1 L4	8,9	Kulturlag	Lag 4	A4	Dårlig
B 4-1 L8	7,4	"	Lag 8	C3	Dårlig
B 4-1 L9	7,1	"	Lag 9	C4	Dårlig

 S1	Analyse
 S2	Analyse
	Lavt organisk materiale 10%
	Middels organisk materiale 10-20%
	Høyt organisk materiale 20-30%
	Grunnvannspeil (Kote)

Bore hull 4-2 X 6642056.842 Y 598951.229

Toppnivå (MOH)	Materiale (MOH)	Prøver	Bevaring	
			Tilstand	Forhold
11,9	Toppmasse			
B 4-2 L 5	9,4	Kulturlag Lag 5	B2	Elendig
B 4-2 L 8	8,4	" Lag 8	C4	Bra

S1	Analyse
S2	Analyse
	Lavt organisk materiale 10 %
	Middels organisk materiale 10-20%
	Høyt organisk materiale 20-30%
	Grunnvannspeil

Bore hull 4-4 X 6641935.009 Y 598964.419

Toppnivå (MOH)	Materiale (MOH)	Prøver	Bevaring	
			Tilstand	Forhold
15,0	Toppmasse			
B 4-4 L4	14,3	Kulturlag Lag 4	A3	Elendig
B 4-4 L 6	13,9	" Lag 6	A3	Elendig

S1	Analyse
S2	Analyse
	Lavt organisk materiale 10%
	Middels organisk materiale 10-20%
	Høyt organisk materiale 20-30%
	Grunnvannspeil

Figur 11: Oppsummering av bevaringstilstand og bevaringsforhold for enkelte lag i borehull 3.1, 4.1, 4.2 og 4.4.

5. Konklusjon

- Alle prøver fra ulike kulturlag i ulike boreprofiler viser elendig og dårlige bevaringsforhold med unntak av lag 8 på 8,39 moh i boreprofil 4-2, som ble påvist å ha bra bevaringsforhold. Bevaringstilstanden i borehull 3-3, 4-2 og 4-4 ble karakterisert som dårlig til middels og stemmer noenlunde godt overens med karakteriseringen av bevaringsforholdene (dårlig til elendig). For borehull 4-1 var det mindre god overensstemmelse mellom karakteriseringen av bevaringstilstand (middels til god) og bevaringsforhold (dårlig).
- De arkeologiske og geokjemiske analysene viser at kulturlagene i de undersøkte områdene er utsatt for negativ påvirkning og at kulturlagene er utsatt for nedbrytning.
- Bevaringsverdien for kulturlagene i de undersøkte områdene er liten. Kulturlag som fortsatt er bevart og som blir berørt av inngrepene som er planlagt ved bygging av dobbeltspor Oslo-Ski, kan beskyttes bedre enn i dag ved tildekking med tett masser. Det stedet hvor det vil være mest opplagt med beskyttelsestiltak er i skjæringen hvor det er planlagt grøfter 2.1 og 2.2. Her har det vært vannutstrømming siden 1870-tallet som kan stanses i forbindelse med bygging av kulvert.

6. Referanser

Johansen, L.M.B, Bergersen, O. & Hartnik, T. 2009. Grunnundersøkelse i forbindelse med bygging av ny avløpsledning under Middelalderparken og Sørenga. NIKU nr 102/Bioforsk RAPPORT 4(186):56s.

Molaug P. 2010. Arkeologisk prøveboring for Jernbaneverket i forbindelse med konsekvensutredning for nytt dobbeltspor Oslo - Ski. NIKU Oppdragsrapport nr. 240/2010

Norsk Standard 9451:2010. Kulturminner. Krav til miljøovervåking og undersøkelse av kulturlag. Standard Norge 2010.

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.

7. Vedlegg

Oversikt over vedlegg

Nr Emne

- 1 Oversikt over prøveboringsstedene
 - 2 Analyseresultater fra Eurofins Norsk Miljøanalyse AS NO3 NH4 SO4
-

Vedlegg 1: Oversikt over boringene. Noen boringer ble ikke gjennomført. Grøftene pkt. 2.1 og 2.2 er utsatt.

Bornr.	Sted	Påviste lag	Dato	Bioforsk i felt	Analysert av Bioforsk
1.1	Mellom N tomters spor og Klypen N for Bispegata	Ikke fullført. Boret stoppet i moderne levn på -3,5m	4/10 2010		
1.2	Mellom N tomters spor og Klypen N for Bispegata	Kulturlag under 4,5m dyp, moderne	5/10 2010		
2.3	Bispegata 16, V for Klypen	Moderne lag	29/9 2010		
2.4	Bispegata 16, V for Klypen	Moderne lag	29/9 2010		
2.5	Bispegata 16, V for Klypen	Moderne lag, teglsteinsbygn	29/9 2010		
3.1	Saxegaardshagen	Renessanselag og ma-lag under	7/10 2010		X
3.2	Saxegaardshagen	Ikke boret	Sløyfet		
3.3	Saxegaardshagen	Renessanselag og ma-lag under	7/10 2010		X
4.1	Gamlebyen gravlund	N.T. lag, påfylt naturbakkellag	28/10 2010	X	X
4.2	Gamlebyen gravlund	N.T. lag, påfylt naturbakkellag	28/10 2010	X	X
4.3	Gamlebyen gravlund	N.T. lag, påfylt naturbakkellag	1/11 2010		
4.4	Ekebergveien ved Oslo hospital	Ma. lag, skjelett-del, N.T. lag	28/10 2010	X	X
4.5	Oslo hospital, hage	N.T. lag.	1/11 2010		
4.6	Oslo hospital, hage	Ikke boret			
5.1	V. for Oslo gate, ved nr. 39	Renessanselag	4/10 2010		
5.2	V. for Oslo gate, ved nr. 39	Moderne veilag	4/10 2010		
5.3	V. for Oslo gate, ved nr. 39		Sløyfet		

Grøft Dato	Sted Måles inn	Antatte lag	Påviste lag		
2.1	Bispegata 16, Ø for Klypen	Ma-lag			
2.2	Bispegata 16, Ø for Klypen	Ma-lag			

Vedlegg 2: Analyseresultater fra Eurofins: Sulfat, nitrat og ammonium



Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Fax: +47 69 27 23 40

Bioforsk Jord og Miljø
Frederik A. Dahls vei 20
1432 ÅS
Attn: Ove Bergersen

AR-10-MM-017827-01


EUNOMO-00023604

Prøvemottak: 05.11.2010
Temperatur:
Analyseperiode: 05.11.2010-12.11.2010
Referanse: Follobanen / 2110822

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2010-11050197	Prøvetakingsdato: 05.11.2010
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: B3-3 L5 Vann	Analysestartdato: 05.11.2010
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
Sulfat (SO4)	144 mg/l 20% NS 10304-2 0.1

Prøvenr.: 439-2010-11050198	Prøvetakingsdato: 05.11.2010
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: B3-3 L6 Vann	Analysestartdato: 05.11.2010
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
Sulfat (SO4)	112 mg/l 20% NS 10304-2 0.1

Prøvenr.: 439-2010-11050199	Prøvetakingsdato: 05.11.2010
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: B3-3 L7 Vann	Analysestartdato: 05.11.2010
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
Sulfat (SO4)	77.3 mg/l 20% NS 10304-2 0.1

Prøvenr.: 439-2010-11050200	Prøvetakingsdato: 05.11.2010
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: B4-1 L4 Vann	Analysestartdato: 05.11.2010
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
Sulfat (SO4)	81.5 mg/l 20% NS 10304-2 0.1

Prøvenr.: 439-2010-11050201	Prøvetakingsdato: 05.11.2010
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: B4-1 L8 Vann	Analysestartdato: 05.11.2010
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
Sulfat (SO4)	84.5 mg/l 20% NS 10304-2 0.1

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2



Prøvenr.: 439-2010-11050202	Prøvetakingsdato: 05.11.2010
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: B4-1 L9 Vann	Analysestartdato: 05.11.2010
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
Sulfat (SO ₄)	27.8 mg/l 20% NS 10304-2 0.1

Prøvenr.: 439-2010-11050203	Prøvetakingsdato: 05.11.2010
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: B4-2 L5 Vann	Analysestartdato: 05.11.2010
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
Sulfat (SO ₄)	7.05 mg/l 20% NS 10304-2 0.1

Prøvenr.: 439-2010-11050204	Prøvetakingsdato: 05.11.2010
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: B4-2 L8 Vann	Analysestartdato: 05.11.2010
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
Sulfat (SO ₄)	2.84 mg/l 20% NS 10304-2 0.1

Prøvenr.: 439-2010-11050205	Prøvetakingsdato: 05.11.2010
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: B4-4 L4 Vann	Analysestartdato: 05.11.2010
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
Sulfat (SO ₄)	4.36 mg/l 20% NS 10304-2 0.1

Prøvenr.: 439-2010-11050206	Prøvetakingsdato: 05.11.2010
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Ove Bergersen
Prøvemerkning: B4-4 L6 Vann	Analysestartdato: 05.11.2010
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
Sulfat (SO ₄)	5.72 mg/l 20% NS 10304-2 0.1

Moss 12.11.2010

Rannveig Kvalvik

 Rannveig Kvalvik
 Kjemiingeniør

Teorforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Sterre enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 2 av 2



Bioforsk Jord og Miljø
Frederik A. Dahls vei 20
1432 ÅS
Attn: Ove Bergersen

Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Fax: +47 69 27 23 40

AR-10-MM-018413-01



EUNOMO-00023605

Prøvemottak: 05.11.2010
Temperatur:
Analyseperiode: 05.11.2010-23.11.2010
Referanse: Follobanen / 2110822

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2010-11050210	Prøvetakingsdato: 05.11.2010				
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Oppdragsgiver				
Prøvemerkning: B3-3 L5 KCL	Analysestartdato: 05.11.2010				
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Ammonium-N					
Ammonium (NH ₄ -N)	0.77	mg/l	15%	EN 11732:2005	0.01
a) Nitrat-N					
Nitrat (NO ₃ -N)	<0.1	mg/l	20%	SS 028133	0.1

Prøvenr.: 439-2010-11050211	Prøvetakingsdato: 05.11.2010				
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Oppdragsgiver				
Prøvemerkning: B3-3 L6 KCL	Analysestartdato: 05.11.2010				
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Ammonium-N					
Ammonium (NH ₄ -N)	2.2	mg/l	15%	EN 11732:2005	0.01
a) Nitrat-N					
Nitrat (NO ₃ -N)	0.26	mg/l	20%	SS 028133	0.1

Prøvenr.: 439-2010-11050212	Prøvetakingsdato: 05.11.2010				
Prøvetype: Vann	Prøvetaker: Oppdragsgiver				
Prøvemerkning: B3-3 L7 KCL	Analysestartdato: 05.11.2010				
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Ammonium-N					
Ammonium (NH ₄ -N)	4.4	mg/l	15%	EN 11732:2005	0.01
a) Nitrat-N					
Nitrat (NO ₃ -N)	<0.1	mg/l	20%	SS 028133	0.1

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 3



Prøvenr.:	439-2010-11050213	Prøvetakingsdato:	05.11.2010		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	B4-1 L4 KCL	Analysestartdato:	05.11.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Ammonium-N					
Ammonium (NH ₄ -N)	1.1	mg/l	15%	EN 11732:2005	0.01
a) Nitrat-N					
Nitrat (NO ₃ -N)	0.57	mg/l	20%	SS 028133	0.1

Prøvenr.:	439-2010-11050214	Prøvetakingsdato:	05.11.2010		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	B4-1 L8 KCL	Analysestartdato:	05.11.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Ammonium-N					
Ammonium (NH ₄ -N)	0.74	mg/l	15%	EN 11732:2005	0.01
a) Nitrat-N					
Nitrat (NO ₃ -N)	0.92	mg/l	20%	SS 028133	0.1

Prøvenr.:	439-2010-11050215	Prøvetakingsdato:	05.11.2010		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	B4-1 L9 KCL	Analysestartdato:	05.11.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Ammonium-N					
Ammonium (NH ₄ -N)	0.88	mg/l	15%	EN 11732:2005	0.01
a) Nitrat-N					
Nitrat (NO ₃ -N)	0.36	mg/l	20%	SS 028133	0.1

Prøvenr.:	439-2010-11050216	Prøvetakingsdato:	05.11.2010		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	B4-2 L5 KCL	Analysestartdato:	05.11.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Ammonium-N					
Ammonium (NH ₄ -N)	0.70	mg/l	15%	EN 11732:2005	0.01
a) Nitrat-N					
Nitrat (NO ₃ -N)	<0.1	mg/l	20%	SS 028133	0.1

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Sterre enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2010-11050217	Prøvetakingsdato:	05.11.2010		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	B4-2 L8 KCL	Analysestartdato:	05.11.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Ammonium-N					
Ammonium (NH ₄ -N)	1.6	mg/l	15%	EN 11732:2005	0.01
a) Nitrat-N					
Nitrat (NO ₃ -N)	<0.1	mg/l	20%	SS 028133	0.1

Prøvenr.:	439-2010-11050218	Prøvetakingsdato:	05.11.2010		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	B4-4 L4 KCL	Analysestartdato:	05.11.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Ammonium-N					
Ammonium (NH ₄ -N)	1.6	mg/l	15%	EN 11732:2005	0.01
a) Nitrat-N					
Nitrat (NO ₃ -N)	<0.1	mg/l	20%	SS 028133	0.1

Prøvenr.:	439-2010-11050219	Prøvetakingsdato:	05.11.2010		
Prøvetype:	Vann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	B4-4 L6 KCL	Analysestartdato:	05.11.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Ammonium-N					
Ammonium (NH ₄ -N)	1.6	mg/l	15%	EN 11732:2005	0.01
a) Nitrat-N					
Nitrat (NO ₃ -N)	<0.1	mg/l	20%	SS 028133	0.1

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) ISO/IEC 17025 SWEDAC - Eurofins Environment Sweden AB Lidköping

Moss 23. november 2010

Marianne Isebakke

ASM

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Sterre enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 3 av 3