

Rapport Arkeologiske utgravninger, Tønsberg
nr 66 /2007

Nedre Langgate 43, eiendommen
1002/82 Tønsberg, Tønsberg
kommune, Vestfold Fylke

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

Anna Helena Petersén



Innhold

1. INNLEDNING
2. PROBLEMSTILLING
- 2.1. Sammenfatning av tidligere kjente arkeologiske forhold på Nedre Langgt. 41 og 43
3. DOKUMENTASJON OG METODE
- 3.1. Arkeologi
- 3.2. Geokjemi
- 3.3. Geoteknikk
4. GJENNOMFØRING AV FELTARBEID
- 4.1. Boremetode og dokumentasjon av boreprofiler
- 4.2. Redegjørelse for boreprofil 1 – 5 og profil A og B
- 4.2.1. Boreprofil 1
- 4.2.2. Boreprofil 2
- 4.2.3. Boreprofil 3
- 4.2.4. Boreprofil 4
- 4.2.5. Boreprofil 5
- 4.2.6. Profil A
- 4.2.7. Profil B
- 4.3. Grunnmursfundament og forhold mellom intakte kulturlag og stående grunnmurer
5. KONKLUSJON

Figurer

1. Situasjonsskart Målestokk 1:50. Tønsberg fornminneområde med undersøkelsesområdet avmerket.
2. Innmålingskart (Ingeniørservice AS). Lokalisering av profil A og B samt boreprofil 1 – 5.
3. Faglig sammenstilling boreprofil 1
4. Faglig sammenstilling boreprofil 2
5. Faglig sammenstilling boreprofil 3
6. Faglig sammenstilling boreprofil 4
7. Faglig sammenstilling boreprofil 5
8. Tegning: Profil A
9. Tegning: Profil B

Tabeller

1. Kontekstliste boreprofil 1 – 5 med bl.a. lagnummer og kulturlagbeskrivelser

Vedlegg

1. Bioforsk Rapport vol.3. Nr. 6 2008

1. INNLEDNING

Riksantikvaren har i sin oppdragbestilling av 03.07.07 ønsket en arkeologisk forundersøkelse innenfor eiendommene Nedre Langgate 41 -43 som skal omfatte en vurdering av kulturlagsmengde sammen med en tilstandsvurdering som beskriver kulturlagenes sårbarhet/ tåleevne. Bygningsmassen på eiendommen Nedre Langgate 43 brant i 2007. Nabotomten nr. 41 har stått ubebygget i mer enn 25 år. Innen forundersøkelsen kom i gang var det skjedd endringer i utbyggingsplanene, slik at disse kom til å gjelde kun den ene av tomtene, nr. 43. Foreliggende forundersøkelse omfatter derfor utelukkende Nedre Langgate 43 (fig.1).

I de byggeplaner som er blitt presentert av tiltakshaver, er det foreslått å fundamentere på såle, men gjenbruk av eksisterende grunnmur fra det brente bygget. Tiltakshaver har også forespurt Riksantikvaren om tillatelse til fundamentering på stålkjernepeler. På det tidspunkt forundersøkelsen ble igangsatt var det ikke tatt stilling til spørsmålet.

2. PROBLEMSTILLING

Forundersøkelsen er gjort med formål å kunne besvare følgende spørsmål rundt arkeologiske forhold i tilknytning til det brente bygget:

Hvordan er kulturlagsforholdene på utsiden av kjellermurene – finnes det en byggegrop eller ligger kulturlagene like innpå grunnmuren på utsiden? Erfaringer fra lignende eldre bebyggelse på andre tomter i byen tilsier at det i liten grad har vært benyttet bred byggegrop, jfr. forundersøkelsen fra 2001 i Nedre Langgate 41.

Hvilken tilstand og karakter har kulturlagene på utsiden av eksisterende grunnmur?

Hvordan er forholdene under bygget? Hvor tykke avsetninger er bevart og hvilken karakter og tilstand har disse? Hvor står grunnvannsnivået under bygget? Forholdene på nabotomtene, henholdsvis nr. 41 og 45 tilsier at det bør være kulturlag igjen under bygningen. En grunnvannsbrønn plassert i nedkant av parkeringsplassen nord for Nedre Langgate 45, tilsier at kulturlagene under den brente bygningen står i direkte kontakt med grunnvannet.

Forhold i området som planlegges dekket av såle:

Hvor tykke er de moderne massene – hvor mye moderne masse kan fjernes før det vil kunne påvirke bevaringen av kulturlagene? Tykkelsen på moderne masser antas å variere innenfor tomtene avhengig av tiltak i moderne tid, jfr. forundersøkelse på tomten Nedre Langgate 41 i 2001. Denne undersøkelsen avdekket imidlertid hverken omfanget eller karakteren på kulturlagene under moderne masser.

2.1. Sammenfatting av tidligere kjente arkeologiske forhold fra Nedre Langgt. 41 og 43.

Utover denne sammenfatting vises det til den utførlige redegjørelse av arkeologisk informasjon som finnes i Gro Edwardsens, NIKU Tønsberg, prosjektbeskrivelse fra 04.09.07.

Tidligere arkeologiske undersøkelser på tomten Nedre Langgate 41 har vist at automatisk fredete kulturlag er bevart i nivå under kjelleren til hovedbygget som lå mot gaten, likeså innenfor gårdsrommet. Moderne bebyggelse i bakkant av tomten har gjennom ulike tiltak virket forstyrrende inn på kulturlaget, men stedvis er kulturlag og strukturer av eldre dato påtruffet bare 0,6 m under dagens overflate. Undersøkelsene har også vist at kulturlag er bevart nært inntil grunnmurene for den eldre bebyggelsen. Man må følgelig kunne påregne konflikt med kulturlag i deler av tomtene fra og med 0,6 m under dagens overflate.

Grunnen i Nedre Langgate 43 er ikke undersøkt arkeologisk. Men på bakgrunn av



Fig. 1. Tønsberg fornminneområde med undersøkelsestomten avmerket. Etter Riksantikvaren informasjon om kulturminner 7.3.8. Kartgrunnlag Tønsberg kommune.

undersøkelsene som tidligere er foretatt på tomten Nedre Langgate 41 og på nabotomten, Nedre Langgate 45, samt i tilliggende gater, må man kunne anta at det finnes bevart automatisk fredede kulturlag og levninger så vel under kjellergulvet i det nedbrente bygget som i gårdsrommet for øvrig. Forholdene på naboeiendommene tilsier at man kan forvente slike avsetninger i 3-4 m tykkelse i ubebygde områder og trolig i opp mot 2 m tykkelse under kjellergulvet. En grøfterregistrering fra 1970-årene viste overgang til organiske masser inne på gårdsplassen allerede ved ca 0,5 m dybde.

3. DOKUMENTASJON OG METODE

Riksantikvaren har i sin oppdragsbestilling ønsket at undersøkelsen og kartleggingen av kulturlag, deres tilstand og jordkjemiske analyse gjøres fra grunnboring. Riksantikvaren har i tillegg bedt om at geotekniske undersøkelser av bunnforhold på tomten ble kartlagt og dette arbeid skulle koordineres med grunnbøringsarbeidet.

Boring skal gjøres fra dagens overflate gjennom samtlige kulturlag til en dybde som også omfatter naturlig avsatt materiale. Forholdene som etterspørres undersøkt i Riksantikvarens bestilling på en arkeologisk forundersøkelse krevde geokjemiske undersøkelser i tillegg til den arkeologiske dokumentasjon og vurdering. En tilstandsanalyse/sårbarhetsvurdering av kulturlag har til hensikt å kartlegge andelen organisk materiale i kulturlagene, vurdere tilstand for dette materiale og med hjelp av geokjemiske analyseparameter vise stabile og ustabile forhold i kulturlagene. Bioforsk – Jord og miljø har, på oppdrag av NIKU, utført det geokjemiske arbeidet i felt. Det er i innberetningen blitt lagt vekt på å kunne redegjøre for resultat fra hver grunnboring, - arkeologisk så vel som geokjemisk, i samlet og oversiktlig form. NIKU ved Anna Petersén og Lars Olav Repstad har, med bistand fra Bioforsk- jord og miljø ved Ove Bergersen, utviklet en grafisk presentasjon som gir en faglig sammenstilling av hver boreprofil, se fig. 3 - 7.

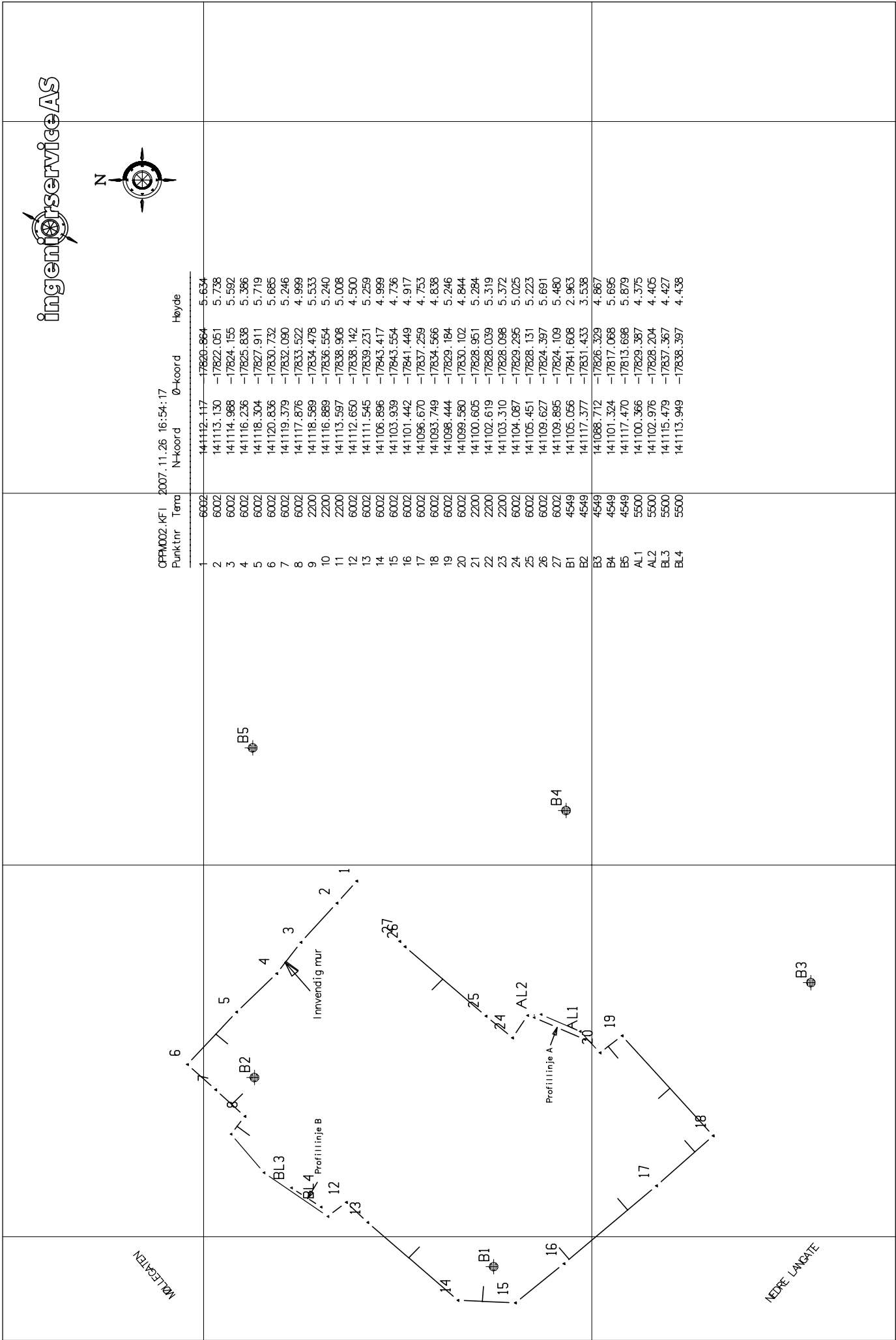
3.1. Arkeologi

Lokaliteter som utgangspunkt for karakterisering av kulturlagstilstand ble valgt ut etter de føringer som var lagt i Riksantikvarens bestilling og den prosjektbeskrivelse som Edvardsen utarbeidet. Innmålingskartet, (fig. 2) viser de koordinatfestede lokaliteter. Det ble foretatt fem borer med skovelbor til en dybde som også omfattet geologiske sedimenter under kulturlagene.

Av de fem borer som ble utført, ble to plassert i vestre del av det nedbrente bygget, parallelt med Møllegaten. De resterende tre borer ble plassert i det åpne arealet sør-øst for det brente bygget. Disse borer ble fordelt en i den sørlige delen, en i midtre del og en i den nordre delen, mot Møllegaten 1. For å kunne besvare spørsmål om kulturlagenes tilstand og karakter på utsiden av grunnmurene i det brente bygget, ble deler av de nord-sør orienterte murene tatt ned. Grunnmurene ble tatt ned med maskin til fundamentnivå, under arkeologisk overvåking. Det ble rensset inn til intakte kulturlag, tegnet profil og tatt ut jordprøver fra begge profiler. I forbindelse med dette ble byggegrop og avstand mellom murer og kulturlag dokumentert.

Fra hver boreprofil ble det tatt ut prøver for jordkjemiske analyser. Boreprøve 1 – 5, profil A og B ble dokumentert og fotografert. De forskjellige kulturlagene i både boreprøver og profiler, deres karakter og sammensetning, ble beskrevet med utgangspunkt i NIKUs lagregistreringsskjema utarbeidet av NIKU, Bergen.

Registrering og karakterisering av kulturlag bak eksisterende kjellermurer ble gjort samtidig med geotekniske undersøkelser av grunnmursfundament og underliggende tømmerflåte.



ingeniørservice AS

N

INNMÅLING BYGGGRUIN
NEDRE LANGGATE 43

1 : 200

Figur 2. Innmåling (Ingeniørservice AS) med lokalisering av profil A og B samt boreprofil 1 - 5.

Det ble tatt ut til sammen 30 prøver for tilstandbestemmelse på grunnlag av jordkjemiske analyser. Prøvene kommer fra boreprofil 1 – 5 og fra profil A (3 st.), og profil B (2 st.). Det ble tatt ut prøver fra kulturlag i de øvre, midtre og nedre delene av boresøylene. Målsetting har vært å få et representativt inntrykk av hvilke typer kulturlag som fantes innenfor området og hvordan kulturlagenes bevaringsforhold varierte innenfor den enkelte boresøyle og mellom ulike søyler. En viss individuell tilpassing av jordprøvene ble gjort etter de kulturlagsforhold som ble registrert i dokumentasjonssituasjonen. I tillegg ble det tatt ut prøver fra overflatenære masser innenfor det området som i fremtid skal dekkes med såle, for undersøkelser av porøsitet. I disse prøvene måles kornfordeling og vannmettet strømming. Det er tatt utgangspunkt i miljøveilederens¹ målestokk for bevaringstilstand av organisk materiale, (SOPS, State og Preservation Scale). Kategori "B" – *over og i grunnvann* er blitt brukt.

3.2. Geokjemi

Jordprøver fra de forskjellige kulturlag i boreprofilene er blitt analysert av Bioforsk- jord og miljø. For beskrivelse av metode vises til den fullstendige rapport (Bergersen & Hartnik 2008). Fra de utvalgte kulturlag ble det tatt to prøver, en for anaerobe forhold, en for aerobe forhold. Prøvene ble blitt målt etter følgende analyseparametere;

- ledningsevne
- pH-verdi
- redokspotensiale
- tørrstoffinnhold
- glødetap
- bestemmelse av to- og treverdige jern (Fe II, Fe III)
- sulfid
- sulfat
- nitrat
- ammonium

3.3. Geoteknikk

Bjørn Strøm Sivilingeniør AS har hatt overordnet ansvar for de geotekniske undersøkelsene. I NIKUs oppdrag inngikk å registrere hva grunnmurene var fundamentert på og deres tilstand og beskaffenhet. Under den uke feltarbeidet pågikk ble det ført diskusjoner mellom tiltakshaver og Riksantikvaren v/ Jens Rytter om etablering av miljøbrønner i noen av borehullene etter at de geotekniske sonderingsboringene var gjennomført. NIKU og Riksantikvaren har i fellesskap pekt ut tre av borehullene - nr. 1, 3 og 5 som de mest egnede for eventuell, fremtidig nedsetting av miljøbrønner.

4. GJENNOMFØRING AV FELTARBEID

Feltarbeidet ble utført i uke 47/2007, fra mandag 19.11 til fredag 23.11. Arkeolog Anna Petersén, NIKU var ansvarlig for det arkeologiske arbeid i felt, etterarbeid og rapportering. Forsker Thomas Hartnik fra Bioforsk – jord og miljø, har hatt ansvar for prosjektering av den jordkjemiske fagdelen i forundersøkelsen. Dr. Scient. Ove Bergersen fra samme institutt var til stede i felt tre arbeidsdager for prøvetaking. Ove Bergersen har bistått prosjektet med sin fotofaglige kompetanse og fotografert boreprofiler og de kulturlag som ble valgt ut for prøvetaking.

Grunnboringene ble utført av geotekniker Thor Strøm, Bjørn Strøm Sivilingeniør AS. Innmåling av borehull og profiler ble utført av Ingeniørservice AS, Sem.

¹ The Monitoring Manual 2007 NIKU – Riksantikvaren.

4.1. Boremetode og dokumentasjon av boreprofiler

Ved boringene ble det brukt naverbor med diameter på 12 cm. Bruken av naver var vellykket. Kulturlagene festet seg godt og boret perforerte alle typer kulturlag som ble påtruffet. Boringene ble gjort i etapper på en meter om gangen. Hver boreprofil ble umiddelbart etter opptak rensset, fotografert og tegnet i målestokk 1:20. Deretter ble jordprøver for aerob og anaerob analyse tatt. Prøvene ble nummerert, pakket og oppbevart kjølig. De forskjellige kulturlag ble beskrevet og gitt separate kontekstnummer. Nummerering fra 1-X ble gjort for hver lokalitet. Lagnummerne skilles fra hverandre ved det prefiks som angir borehullets/ lokalitetens betegnelse. Kulturlagenes beskaffenhet og tilstand er redegjort for i tabell 1. Det ble ikke tatt ut flere jordprøver enn de som er blitt analysert av Bioforsk- jord og miljø. Hvert borehull ble fylt igjen med det kulturlagsmateriale som ble tatt opp i samband med boringen.

4.2. Redegjørelse av boreprofil 1 - 5 og profil A og B

4.2.1. Boreprofil 1 (Fig.3 og tabell 1)

X 141105.056 Y -17841,608 Z 2,963(topp)

Boreprofil 1 var plassert i sørvestre hjørne av det brente byggets kjeller. Det ble boret ned til 5,0 m dybde. Marin leire ble registrert ca 2,8 m under overflaten, på 0,26 moh. Leiren var grå, meget myk og formbar. Den var ikke helt homogen, men inneholdt enkelte treflis. Under overflaten ble det dokumentert sju forskjellige kulturlag. Samtlige oppfattes som middelalderske.

Kulturlagene var gjennomtrukne av vann og grunnvannstanden lå i nivå med kjellerens betonggulv. Kulturlagene i boreprofil 1 hadde stor innhold av organisk (botanisk) materiale, over 75 %. Treflis dannet mesteparten av disse komponentene, men det ble også registrert never, kvist, mose, nøtteskall og dyrebein. Kulturlagene var av forskjellig tykkelse, men ingen under 0,1 m. Lag B1:06 innholdt store treflis og trestykker, og kan muligens representere et konstruksjonsnivå. Bevaringsgraden for samtlige kulturlag er vurdert som meget gode, etter "SOPS" til B4/B5. Lagene var luktsterke. Lukten ble assosiert med olje/diesel og ikke tilsvarende den som sulfidholdig materiale avgir.

Det ble tatt ut fire prøver for jordkjemisk analyse fra boreprofil 1, fra B1:01, B1:02, B1:04 og B1:07.




4.2.2. Boreprofil 2 (Fig. 4 og tabell 1)

X 141117,377 Y -17831,433 Z 3,538 (topp)

Boreprofil 2 var plassert i nordvestre hjørne av det brente byggets kjeller. Det ble boret ned til 5,0 m dybde. Marin leire ble registrert ca 2,6 m under overflaten, på 1,34 moh. Leiren var grå, meget myk og formbar. Den var ikke helt homogen, men inneholdt grushorisonter og enkelte treflis. Under overflaten ble det dokumentert sju forskjellige kulturlag. Samtlige oppfattes som middelalderske. Grunnvannstanden lå ca 0,3 m under kjellerens gulvnivå. Kulturlagene var lik de i boreprofil 1 i den forstand at de hadde stort innhold av organisk materiale, over 75%. Mesteparten av det organiske materialet bestod av treflis i forskjellig størrelse. Det ble ikke registrert helt treverk og ingen av lagene ble oppfattet som del av konstruksjonsnivåer. I B2:04 ble det registrert mose og ekskrementer/gødsel. Lagene hadde forskjellig tykkelse. Ingen var under 0,1 m og to av dem (B2:01, B2:04), var mer en 0,5 m tykke. Kulturlagenes bevaringsgrad varierte. Tilstanden på treflis var best i det høyest liggende laget, (B2:01) her vurdert etter SOPS til B4/B5. I de lavere liggende lagene var treflisstanden mindre god og ble gitt vurdering fra B4 til B3. Lagene var luktsterke. Lukten ble assosiert med olje/diesel og ikke den som sulfidholdig materiale avgir.




Det ble tatt ut tre prøver for jordkjemisk analyse fra boreprofil 2, fra B2:01, B2:04 og B2:06.


Nedre Langgt. 41-43, Tønsberg, Boreprøve 1

Datering	Funksjon	Dybde	Boreprøve (Målestokk 1:20)	Lag	Jordprøve	Foto	Beskrivelse
Moderne	Fundamentering	1 m	2,96 moh	B1:00			B1:00 - Sement/løs betong(fra kjellergulv)
		2 m		B1:01	Brønn 1-1		B1:01 - Mørk, gråsvart kornete organisk masse i løs komprimering. Meget fuktig, vannrikt. Reaksjon ved trykk.utpreget lukt "diesel/olje". Inneholder mye treflis i variert størrelse, hasselnøtteskall, kvist. SOPS: F4/B5, Jordkjemisk: Bra
		3 m		B1:02	Brønn 1-2		B1:02 - Mørk grå silt/leire. Fet, tett god komprimering. Fuktig. Markert reaksjon ved trykk. Utpreget lukt "diesel/olje".Inneholder treflis oa never i små fraamenter. SOPS: F4/B5, Jordkjemisk: Bra
		4 m		B1:03			B1:03 - Mørkgrå silt/leire. Som lag B1:02 men løsere komprimert. Fuktig, markert reaksjon ved trykk. Flere og større treflis enn i lag 02, i tillegg nøtteskall.
		5 m		B1:04	Brønn 1-4		B1:04 - Lik lag B1:01. Meget stor andel treflis i forskjellig størrelse, god trekvalité, men også eksempel på mykt, mørkent treverk. Mange komponenter av ora. materiale: nøtteskall. Diesel/olie lukt SOPS: F4/B5, Jordkjemisk: Bra
		6 m		B1:05			B1:05 - Lysebrun silt. Meget våt masse,tett god komprimering. Mange komponenter av ora. materiale.
		7 m		B1:06			B1:06 - Brungrå treflislag i mørk fin sand.Store treflis/trestykker med lys farge. Nøtteskall med lys farge Meget god bevaringsgrad. Mer komprimert mot bunn av laget. i tillegg mindre treflis.
				B1:07	Brønn 1-7		B1:07 - Mørk grå silt/leire. Meget tett komprimert. Små beinfragment med god beinstruktur. annet ora. materiale ikke synlig SOPS: F4/B5, Jordkjemisk: Bra
			0,26 moh	B1:08			B1:08 - Grå leire (marine avsetninger) Smidig og formbar (plastisk) enkelte treflis i leiren.

= Omrottet masse

Nedre Langgt. 41-43, Tønsberg, Boreprøve 2

Datering	Funksjon	Dybde	Boreprøve (Målestokk 1:20)	Lag	Jordprøve	Foto	Beskrivelse
Middelalder	Bosetningsaktivitet	1 m	3,54 moh	B2:01	Brønn 2-2		B2:01 - Mørk grå sandblandet silt/fin sand. Løs komprimering, meget fuktig. Svak reaksjon ved trykk. Mange komponenter, mye treflis i forskjellig størrelse, nøtter, kvist, mose, brent tre. Større stykker treverk med myk trekvalité. Lukt "diesel/olje"
		2 m		B2:02		B2:02 - Mørk grå grovkornet sand, litt flis, nøtteskall SOPS: B4/B5, Jordkjemisk: Bra	
				B2:03		B2:03 - Mørkbrun sandig silt. Noe løs komprimering, fuktig. Mange komponenter org. materiale, små fragmenter, trekvalité mindre bra svampigt. Lukt "diesel/olje"	
		3 m		B2:04	Brønn 2-4		B2:04 - Lys grå mellomgrov sand i skikt mellom myk finsand/silt. Fuktig, godt komprimert, tett. Treflis, mørk i finsand/silt-horisonterne, myk, svampig trekvalité. SOPS: B3/B4, Jordkjemi: Bra
				B2:05		B2:05 - Lik B2:04. Mindre sand, mer homogen treflismasse med innslag av mose. Fuktig, godt komprimert	
		4 m	1,34 moh	B2:06 B2:07	Brønn 2-6		B2:06 - Mørk grå sandblandet organisk masse. Løs komprimering, meget fuktig. Svak reaksjon ved trykk. Fin fragmentert org. materiale, treflis som myk svampe. Sulfittlukt. SOPS: B3/B4, Jordkjemi: Bra
				B2:07		B2:07 - Grå finsand/silt m treflis og never.	
		5 m		B2:08			B2:08 - Grå leire (marine avsettinger) Smidig og formbar (plastisk) enkelte treflis i leiren også grus
		6 m					
		7 m					
				Grus i leira			

 = Omrottet masse

4.2.3. Boreprofil 3 (Fig. 5 og tabell 1)

X 141088,712 Y -17826,329 Z 4,867 (topp)

Boreprofil 3 lå i søndre del av det åpne arealet øst for det brente bygget. Det ble boret ned til drøye 6 m dybde. Marin leire ble registrert ca 4,6 m under overflaten, målt til 0,27 moh. Leiren var grå, meget myk og formbar. I leiren var det spredte treflis, trekull og nøtteskall som enkeltkomponenter og ikke i konsentrasjoner. De øverste 0,4 m av massene i boreprofilen bestod av grus- og sandlag og dannet utjevningmateriale fra moderne tid. Under det helt moderne materialet fantes ytterligere ca 0,6 m med oppfylling fra nyere tid, (1600 – 1800-tall). De kulturlagene som ble oppfattet som middelalderske begynte ca 1,15 m under overflaten, (B3:04, B3:05). Grunnvannstanden lå ca 1,6 m under overflaten. Sammenlagt ble det registrert 16 kulturlag i boreprofil 3. Fem av disse tilhører moderne eller nyere tid. De kulturlagene som representerer aktiviteter fra middelalder hadde stort innhold av organisk materiale, da særlig tre og treflis. Lag B3:10, B3:13 og B3:14 innholdt helt treverk og representerer sannsynligvis forskjellige konstruksjonsnivåer. Ett av lagene, B3:08, representerer sannsynligvis et brannlag *in situ*, da det innholdt mye sot, trekull og brent/svidd treflis. Lagene hadde sterk sulfidlukkt. Tilstanden på treverk var meget god og bevaringsforholdene for de middelalderske kulturlagene i boreprofil 3 var generelt sett meget gode. De er vurdert etter SOPS fra B4 - B4/B5 til B5 med overvekt på B5.

Det ble tatt ut jordprøver fra det overflatenære materialet for analyse av porøsitet og vanngjennomstrømning. Det ble tatt ut sju prøver for jordkjemiske analyser fra boreprofil 3, fra lag B3:03, B3:05, B3:07, B3:09, B3:11, B3:12 og B3:16.

4.2.4. Boreprofil 4 (Fig. 6 og tabell 1)

X 141101,324 Y -17817,068 Z 5,695 (topp)

Boreprofil 4 lå i midtre del av det åpne arealet, mellom boreprofil 3 i sør og 5 i nord. Det ble boret ned til 6 m dybde. Marin leire ble registrert ca 4,5 m under overflaten, på 1,20 moh. Leiren var grå, meget myk og formbar, den var ikke helt ren, og inneholdt enkelte treflis. De øverste 0,3 m av massene bestod av forskjellige grus- og sandlag og dannet utjevningmateriale fra moderne tid. Under det helt moderne materialet fantes ytterligere ca 0,6 m med oppfylling fra nyere tid (1600 – 1800-tall). De kulturlagene som ble oppfattet som middelalderske begynte ca 1 m under overflaten, fra B04:08 og nedover. Grunnvannstanden lå ca 2,4 m under overflaten. Det ble registrert 15 kulturlag i boreprofil 4, da er de helt moderne gruslagene i toppen ikke inkludert. B4:06 og B4:07 som tolkes som oppfyllingslag, tilhører etterreformatorisk- /nyere tid. De kulturlagene som representerer middelalderske aktiviteter hadde stort innhold av organisk materiale, da særlig treflis. Andelen organisk materiale i boreprofil 4 overstiger 70%. Det ble registrert helt tre eller trestykker som kan tolkes som deler av konstruksjonsnivåer i lag B4:18. Lag B4:14 innholdt mye latrinemateriale, mose, ekskrementer/møkk. Kulturlagenes tykkelse var varierende. De øvre delene av middelalderlagene var tykke, over 0,3 m, mens det i de lavere nivåene var større variasjon mellom tynnere og tykkere avsetninger.

Det ble tatt ut jordprøver fra det overflatenære materialet for analyse av porøsitet og vanngjennomstrømning. Det ble tatt ut sju prøver for jordkjemiske analyser fra boreprofil 4, fra lag B4:05, B4:08, B4:09, B4:10, B4:12, B4:15 og B4:19.

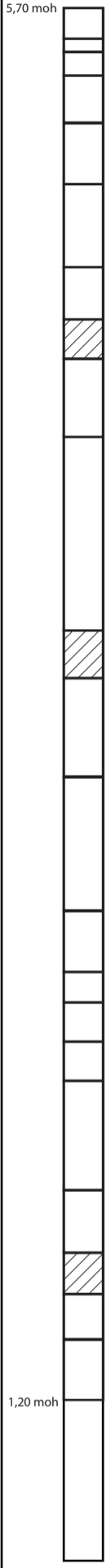

Etter SOPS er bevaringsforhold i kulturlagene fra boreprofil 4 vurdert fra B4 til B5.

4.2.5. Boreprofil 5 (Fig. 7 og tabell 1)

X 141117,470 Y -17813,698 Z 5,879 (topp)

Boreprofil 5 lå i den nordre delen av det åpne arealet i øst, nær søndre mur i bebyggelsen på naboeiendommen Møllegaten 1. Det ble boret ned til 5 m dybde. Marin leire ble registrert ca 4,15 m under overflaten, på 1,73 moh. Leiren var grå, meget myk og formbar, helt homogen uten innblanding av organiske komponenter. Grunnvannstanden lå ca 2,6 m under overflaten. Den øverste ca 0,4 m tykke massen i boreprofilen bestod av grov homogen sand. Under sandlaget kom kulturlag som oppfattes som middelalderske. Ingen lag med datering til etterreformatorisk-/nyere tid ble registrert i boreprofil 5. Under toppmassen ble det

Nedre Langgt. 41-43, Tønsberg, Boreprøve 4

Datering	Funksjon	Dybde	Boreprøve (Målestokk 1:20)	Lag	Jordprøve	Foto	Beskrivelse
Etterreformatorisk tid Moderne	Utfylling	1 m 2 m 3 m 4 m 5 m 6 m 7 m	5,70 moh 	B4:01 B4:02 B4:03 B4:04 B4:05 B4:06 B4:07 B4:08 B4:09 B4:10 B4:11 B4:12 B4:13 B4:14 B4:15 B4:16 B4:17 B4:18 B4:19 B4:20	Brønn 4:5 Brønn 4:8 Brønn 4:9 Brønn 4:10 Brønn 4:12 Brønn 4:15 Brønn 4:19		<p>B4:01 - Grus B4:02 - Svart grus B4:03 - Rødt grus</p> <p>B4:04 - Lysegul sand</p> <p>B4:05 - Brungrå mellomgrov sand, fast komprimering, relativt tørt. Ikke synlig organisk materiale, tegl, litt stein SOPS: B2, Jordkjemi: Middels</p> <p>B4:06 - Mørkgrå mellomgrov sand. Fast komprimering, tørt. Flere komponenter, treflis i forskjellig størrelse, smuldrete konsistens</p> <p>B4:07 - Grå leire med fin mørkgrå sand, fast komprimering, tørt. Inneholder tegl rødt grus</p> <p>B4:08 - Mellombrun sand med humus, tett godt komprimert. Tørt. Flere komponenter jevnt fordelt, små flis, lær, dyrebein i god tilstand SOPS: B4, Jordkjemi: Middels</p> <p>B4:09 - Mix gråbrun sand, løst komprimert, fet meget vått. Mange komponenter av org. materiale. Stor og mindre flis, nøtteskall, mose, møkk. Tre forholdsvis god bevaring. Litt trekull. Sand i linser, litt stein SOPS: B4, Jordkjemi: Bra</p> <p>B4:10 - Mørkebrun fin sand med mye treflis 90%. Tett, fast komprimering. Treflis i god tilstand SOPS: B4/B5, Jordkjemi: Bra</p> <p>B4:11 - Lysbrun kompakt treflis med litt finsand og grå myk leire i linser. Meget godt bevart tre.</p> <p>B4:12 - Mørk brun sandblandet silt, fast komprimert. Seig masse meget fuktig. Lyse treflis og nøtteskall SOPS: B4/B5, Jordkjemi: Bra</p> <p>B4:13 - Mørk rødbrun porøst treflis og bark 95%, litt innslag av sand</p> <p>B4:14 - Lysbrun myk silt med mye treflis. Godt komprimert. Mange komponenter org. materiale, nøtteskall, mose, møkk, latrine. Relativt små fragmenter, lyse "ferske" flis. Sulfittlukt</p> <p>B4:15 - Mørkbrun mellomgrov sand med smått, finfordelt organisk materiale SOPS: B4, Jordkjemi: Bra</p> <p>B4:16 - Brun silt med mye treflis 80% små fragm. God bevaring</p> <p>B4:17 - Kompakt lyst tre med lysbrun myk siltblandet møkk. Stark sulfittlukt</p> <p>B4:18 - Mørk brun finsand/silt. Seig myk og våt masse. Helt, kompakt treverk med god fiberstruktur. Små innslag med leire</p> <p>B4:19 - Brungrå leire med treflis 40%. Tett, godt komprimert seig våt masse. Nøtteskall Gradvis overgang til mindre flis SOPS: B4/B5, Jordkjemi: Bra</p> <p>B4:20 - Grå marin leire, ikke helt ren, innslag av treflis</p>

= Omrottet masse

Nedre Langgt. 41-43, Tønsberg, Boreprøve 3

Datering	Funksjon	Dybde	Boreprøve (Målestokk 1:20)	Lag	Jordprøve	Foto	Beskrivelse
Etterreformatorisk tid Moderne	Uttylling	1 m		B3:01 B3:02 B3:03 B3:04 B3:05 B3:06 B3:07 B3:08 B3:09 B3:10 B3:11 B3:12 B3:13 B3:14 B3:15 B3:16 B3:17	Brønn 3:3 Brønn 3:5 Brønn 3:7 Brønn 3:9 Brønn 3:11 Brønn 3:12 Brønn 3:16		<p>B3:01 - Asfalt B3:02 - Rød grus</p> <p>B3:03 - Lysebrun mellomgrov sand, tett komprimering SOPS: B2, Jordkjemi: Lite oksygen</p> <p>B3:04 - Mørkebrun sandblandet jord. Fast, tett komprimering, tørr ingen reaksjon ved trøkk. Røtter og rottrær, mye tegl</p> <p>B3:05 - Mørkebrun fin sand med humus, røtter. Få komponenter, . . Fast, tett komprimering, tørr ingen reaksjon ved trøkk. Ikke tegl. SOPS: B2, Jordkjemi: Lite oksygen</p> <p>B3:06 - Grøngrå finsand med silt. Tett komprimering, tørr. Ingen synlig org. materiale</p> <p>B3:07 - Mørk brun fin sand med humus, treflis i store stykker. Over 80% treflis Tett komprimering. SOPS: B4, Jordkjemi: Middels</p> <p>B3:08 - Svart/mørkgrå sandblandet silt blandet med mellomgrov sand, mye trekull og brent treflis i forskjellige størrelse. Mvk trekvalité.</p> <p>B3:09 - Mørkbrun fet sand. Mye treflis, over 80% i forskjellig retting, mvk trekvalité. Litt kull og svidd tre. Kraftig sulfittlukt SOPS: B4, Jordkjemi: Bra</p> <p>B3:10 - Kompakt treverk, lys farge, god bevaring. Liggende, grov planke</p> <p>B3:11 - Svart myk silt mye org. materiale, mer enn 60%, forholdsvis finfordelt. Litt trekull/sot innblanding. Tett komprimert, markert reaksjon ved trvkk. Sulfittlukt. SOPS: B4/B5, Jordkjemi: Bra</p> <p>B3:12 - Mørk brun fin sand/silt, myk svampekonsistens. Mye organisk materiale over 80% Mye stor treflis med god trestruktur. Møkk, mose, synlig makrofossil, dyrebein med god beinstruktur. Intens sulfittlukt SOPS: B5, Jordkjemi: Bra</p> <p>B3:13 - Helt treverk, meget hard, meget godt bevart.</p> <p>B3:14 - Lik B3:12 men med helt treverk i bunn av laget</p> <p>B3:15 - Mørk silt/leire mykt smørig konsistens. Store treflis i forskjellig retting Meget vått</p> <p>B3:16 - Grønnbrun humusblandet leire. Meget tett komprimert, myk, smørig konsistens. Mye organisk materiale, over 80% men mye finfordelt. treflis, mose. Meget vått. Intens sulfittlukt SOPS: B5, Jordkjemi: Bra</p> <p>B3:17 - Marin grå leire, plastisk innslag av organisk materiale jevnt fordelt i leiren, treflis, trekull, nøtteskall</p>
Middelalder	Boseringsaktivitet	2 m 3 m 4 m 5 m					
Steril grunn		6 m 7 m					

Nedre Langgt. 41-43, Tønsberg, Boreprøve 5

Datering	Funksjon	Dybde	Boreprøve (Målestokk 1:20)	Lag	Jordprøve	Foto	Beskrivelse
<p>Moderne</p>	<p>Utfylling</p>	<p>1 m</p>	<p>5,88 moh</p>	<p>B5:01</p> <p>B5:02</p> <p>B5:03</p> <p>B5:04</p> <p>B5:05</p> <p>B5:06</p> <p>B5:07</p> <p>B5:08</p> <p>B5:09</p> <p>B5:10</p> <p>B5:11</p> <p>B5:12</p> <p>B5:13</p> <p>B5:14</p> <p>B5:15</p> <p>B5:16</p>	<p>Brønn 5:3</p> <p>Brønn 5:7</p> <p>Brønn 5:9</p> <p>Brønn 5:15</p>		<p>B5:01 - Grov gul sand</p> <p>B5:02 - Grå mellomgrov sand. litt småstein. enkelte treflis.</p> <p>B5:03 - Mørkgrå finsand/silt. Fast komprimert, fuktig. Enkelte sot/trekull. Sandlinsjer SOPS: B3, Jordkjemi: Bra</p> <p>B5:04 - Brun mellomgrov sand. Fast komprimering, meget tett. Enkelte trekull eneste synlige komponent.</p> <p>B5:05 - Lyst, friskt treverk store stykker øverst i laget. Mellomgrov mørkbrun grov sand i nedre del med nedbrutte, store treflis i forskjellig retning. nøtteskall. Relativt løs komprimering</p> <p>B5:06 - Gråbrun fin sand. Tett, fast komprimering. Ikke synlig organisk materiale</p> <p>B5:07 - Mellombrun silt. Tett fast komprimering. Markert reaksjon ved trykk. Trefibrer, kvist meget små fragmenter. Tydelig, hurtig oksidering. Meget kraftig sulfittlukt SOPS: B5, Jordkjemi: Bra</p> <p>B5:08 - Mørkgrå silt med sandinnblanding. Løst komprimert. Mye treverk. hart. meget god kvalitet</p> <p>B5:09 - Lysbrun silt, myk, smørig konsistens. Rask oksidering. Kraftig sulfittlukt. Mye mose, latrin, lyst treflis og bark. SOPS: B5, Jordkjemi: Bra</p> <p>B5:10 - Lysbrun sandig silt med lyse treflis 90% godt bevart</p> <p>B5:11 - Mørkgrå myk sandig silt, fuktig. Mange komponenter org. materiale: treflis, kvist, nøtteskall. Mye flis dårlig kvalitet</p> <p>B5:12 - Mørkbrun silt/sand. Løst komprimert, fuktig. Mange komponenter org. materiale, bl.a. svidde treflis.</p> <p>B5:13 - Mørk gråsvart mellomgrov sand. Mye trekull, sot og brente flis</p> <p>B5:14 - Brun mose/møkk. Godt komprimert, fuktig mose 70% Hurtig oksidering</p> <p>B5:15 - Mørkgrå/svart grov sand. Tett, fast komprimering. Fuktig. Sand øverst i laget, gradvis mer finkornete lengre ned. Ren silt i bunn. Ingen synlig organisk materiale SOPS: B4, Jordkjemi: Bra</p> <p>B5:16 - Grå marin leire, ren uten treflis eller trekull.</p>
<p>Middelalder</p>	<p>Bosetningsaktivitet</p>	<p>2 m</p> <p>3 m</p> <p>4 m</p> <p>5 m</p> <p>6 m</p> <p>7 m</p>	<p>1,73 moh</p>				
	<p>Steril grunn</p>		<p>Omrotet masse</p>				

dokumentert 14 kulturlag. Lagene hadde stort innhold av organisk materiale, da særlig treflis. Andelen organisk materiale i boreprofil 4 overstiger 70%. Det ble registrert helt tre eller trestykker som kan tolkes som deler av konstruksjonsnivåer i lag B5:05 og B5:08. Lag B5:09 og B5:14 inneholdt mye latrinemateriale, mose, ekskrementer/møkk. Flere av kulturlagene viste meget hurtig oksidering, det kom særlig godt til syne ved rensing av B5:07 og B5:09. Kulturlagenes tykkelse varierte, men mesteparten var fra 0,1 – 0,2 m tykke. Tilstanden på organisk materiale var meget god. Fra lag B5:07 og nedover var lukten av sulfid spesielt framtreddende, men det ble også registrert lukt fra B5:4 – B5:06. Det ble tatt ut fire prøver for jordkjemiske analyser fra boreprofil 5, fra lag B5:3, B5:7, B5:9 og B5:15

Etter SOPS er bevaringsforholdene i kulturlagene fra boreprofil 4 vurdert fra B4 til B5, med overvekt på B5.

4.2.6. Profil A (Fig. 8)

Profil A lå bak den øst-nord-østre grunnmur i det brente bygget, inn mot det åpne arealet. Det ble tatt ut tre prøver for jordkjemiskeanalyser i øvre-, midtre- og i bunndelen av profilen. I søndre del av profilen vistes nedgravningen for grunnmuren tydelig. Det første kulturlaget helt uten tegl eller annet materiale som stammer fra etterreformatorisk periode var lag 5. Lag 5 lå ca 1,4 m under overflaten. Fra lag 7 og nedover ble det registrert en betydelig økning i komprimeringsgrad sammenlignet med kulturlagene over lag 7. Det ble registrert ett kraftig brannlag, lag 4, i nedre del av profilen, under lag 5. Under dette, mot bunnen, fantes et tydelig konstruksjonsnivå med utstikkende stokker, innenfor nordre del av profilen samt et lag med treflis og mye annet organisk materiale sør for treverket. Stokkerne var meget godt bevart, i det nærmeste upåvirket av nedbryting. Bevaringsforholdene i øvre del, lag 15, er karakterisert etter SOPS som B2. I midtre del, i nivå med lag 7, som B4 og i nedre del, ved lag 6, som B5. Grunnvannsnivået sammenfalt med bunnen av profil A.



Profil A. Nordre del

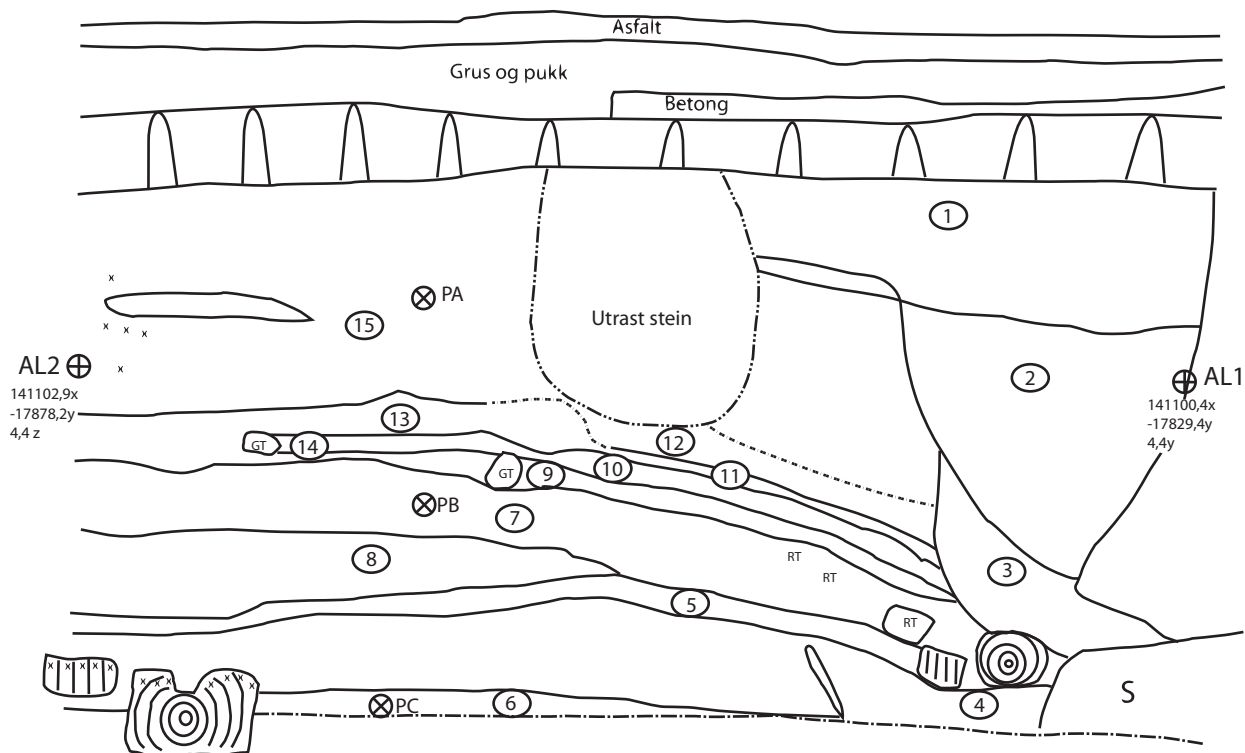


Profil A. Søndre del

4.2.7. Profil B (Fig. 9)

Profil B lå bak den vest-nord-vestre grunnmuren i det brente bygget, ut mot Møllegaten. Intakte kulturlag lå tett inntil grunnmuren, ikke mer en 0,3 m bak denne. Byggegroppen har følgelig vært meget smal. Massen i den øvre del av profil B bestod av sand- og gruslag som kan settes i samband med fundamentering i Møllegaten. I nordre del av profilen fantes en nedgraving av yngre dato, for en vannledning. Lag 1 -3 er tolket som oppfylling fra etterreformatorisk-/nyere tid. Fra lag 4 og nedover er kulturlagene tolket som levninger av middelalderske aktiviteter. Lag 6 innhold enkelte stykker helt treverk, men en relativt liten mengde treflis. Lag 7 bestod av treflis og langsgående, ubrent tre, sannsynligvis en eller flere sammenføyde planker. Lag 7 er tolket som et konstruksjonsnivå. Grunnvann steg opp over lag 7. Rikelige nedbørsmengder i slutten av uken medførte at regnvann ble stående i grøften langs profil B og vannspeilet dekket til slutt mestepart av lag 6.

Det blev tatt ut to prøver for jordkjemiske analyser i øvre del og i nedre del av profilen. Bevaringsforholdene i profil B blir bedømt som dårlige. Treflis og treverk var mykt med svampkonsistens, og vitner om fremskreden nedbrytning. Zoologisk materiale som dyrebein var bedre bevart, med fast, hard konsistens. Bevaringsforholdene i øvre del, lag 1 – 3, er etter SOPS karakterisert som B2. I nedre del, fra lag 4 til 7, er tilstanden satt til B3.



- | | | | |
|---|--|----|---|
| 1 | Grov gul sand med småstein og tegl | 8 | Som 7 men lysere. Mindre andel tegl. Treflisorisont i nedre del av laget mot lag 5. |
| 2 | Brun sandig jord. Tett, relativt godt komprimert, tørt. Røtter. Småstein, grus, tegl. Ikke synlig org.innhold | 9 | Lys grå leire med mørtel, kalk, rød og gul tegl 100% mineroqent |
| 3 | Brun mellomgrov sand. Tettere komprimering enn 2. Tegl, stein. Ikke synlig org. innhold | 10 | Lysgrå mellomgrov sand med småstein 100% mineroqent |
| 4 | Mørkgrå grov grusblandet sand. Tett, meget komprimert. Vått. Store komponenter.Mye kull, sot, brent leire, brent treflis. Brannlag | 11 | Mellombrun trehorisont. Liggende treverk. Morkent, svampereaksjon ved trykk |
| 5 | Grønbrun finsand/silt. Myk, smørig konsistens.Tett, meget godt komprimert. Vått. Mindre enn 10% treflis | 12 | Mellombrun mellomgrov/grov sand. Fast, godt komprimert. Store komponenter, i hovedsak mineroqent. Mye tegl, stein, enkelte flis. 1700- 1800 tals keramikkk. |
| 6 | Brun silt/finsand. Tett meget fast komprimert. Vått. høyt organisk innhold med mange komponenter. Treflis, mer enn 50% god bevaring.Litt svidd flis. Møkk, mose. | 13 | Som 12 men mer homogent. |
| 7 | Mørkbrun finsand/silt Ekstremt tett komprimert. Hard blokk. Vått. 20 - 30% treflis. Innslag av rød tegl. | 14 | Mørkbrun silt/fin sand. Tett, godt komprimert. Med treflis 40% |
| | | 15 | Mellombrun mellomgrov sand. Tett, fast komprimering, tørt. Ikke synlig org.innhold. Småstein, grus, tegl rotvekst |

NIKU

Norsk institutt for kulturminneforskning

Nedre Langgate 43, Tønsberg
Profil A, retning NNØ-SSV
Målestokk 1:20

Tegnet av: Anna Petersén 23.11.2007
Rentegnet av: Lars Olav Repstad 08.01.2008

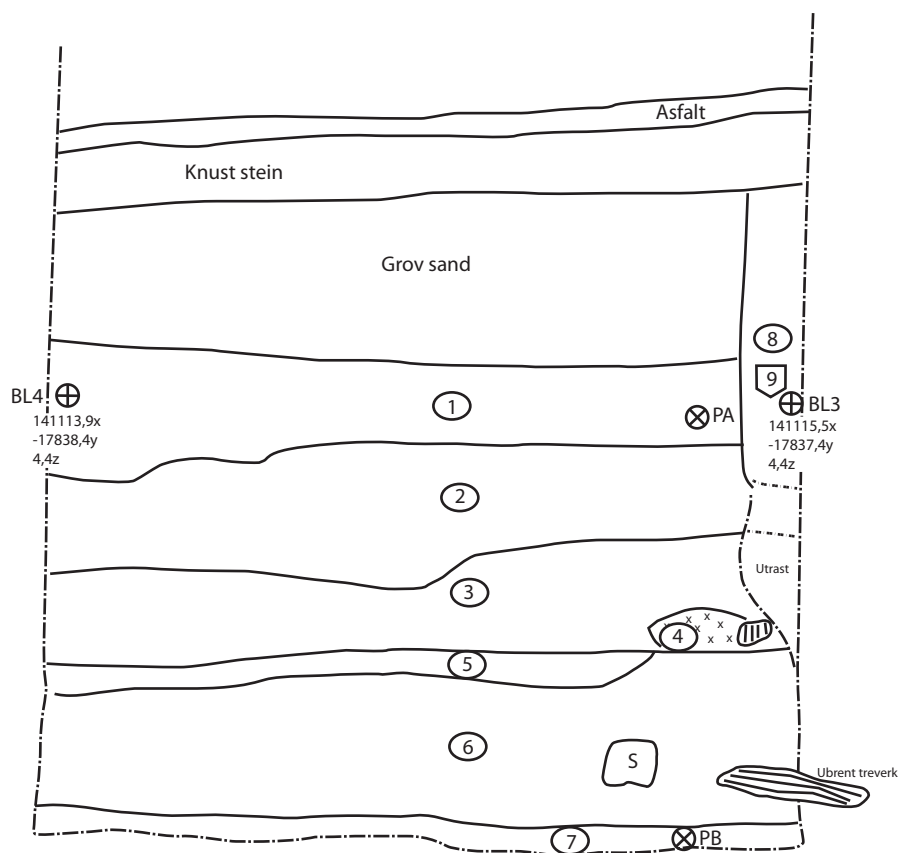


= treverk



= trekull

Figur 3: Profil A




- | | |
|---|---|
| <p>1 Mørkegrå mellomgrov sand. Innslag av silt/fin sand. Fast komprimert. Reaksjon ved trykk. Mange komponenter. Treflis 10%, trekull, teql og stein.</p> <p>2 Lys brun grov sand. Tett, fast komprimering, tørt. Intet synlig organisk materiale. Mye småstein og større stein.</p> <p>3 Mellombrun grusblandet sand med myk fin sand 60/40%. Litt fei konsistens, mindre mengde stein en i 2. Litt kull, brent leire, teql.</p> <p>4 Rødbrent sand og forkullet treverk i nordre del. Ubrente bein i god tilstand</p> <p>5 Lysgrå leire med mellomgrov sand. Tett, godt komprimert. Litt treflis mindre enn 15%. Litt sot og trekull.</p> | <p>6 Lysgrå leire med mellomgrov sand. Tett, godt komprimert. Linser med brun myk, smørig silt. Litt treflis, mindre en 15%. Enkelte små teqlfragmenter.</p> <p>7 Gråbrun leire/silt med treflis og horisont med langsgående, ubrent treverk. Godt komprimert. Dårlig trestruktur. Meget vått, myk, smørig konsistens</p> <p>8 Fyllmasse. Sand, jord, mye teql</p> <p>9 Nedgravning f vannledning</p> |
|---|---|


NIKU

Norsk institutt for kulturminneforskning

Nedre Langgate 43, Tønsberg
 Profil B, retning NNØ-SSV
 Målestokk 1:20

Tegnet av: Anna Petersén 23.11.2007
 Rentegnet av: Lars Olav Repstad 08.01.2008

 = treverk

 = trekull

Figur 4: Profil B



Profil B

4.3. Grunnmursfundament og forhold mellom intakte kulturlag og stående grunnmurer

Registrering av grunnmursfundament og eventuell underliggende tømmerflåte ble gjort i samband med riving av stående grunnmur. Murene bestod av grovt tuktet naturstein, gneis og vestfoldgranitt, murt sammen med mørtel. Grunnmurene fra det brente bygget stod i ca 2 m høyde. De ble fjernet med gravemaskin på de to stedene der kulturlagstilstand bak murer og i byggegrop skulle kartlegges. Murene hvilte på en tømmerflåte bestående av langsgående firkantete stokker. Flåten lå på nivå ca 3,0 moh. Stokkene hvilte direkte på kulturlagene. Stokkene var i god forfatning med friskt treverk. Stokkene var lett lysegrønne i fargen og var sannsynligvis blitt impregnert (ukjent stoff). Nedgravingen for grunnmuren (byggegropen) var meget smal og grunn på de steder det var mulig å registrere. Den hadde et V-formet snitt. I toppen var bredden inntil 0,4 m, men smalnet ytterligere ned mot bunnen.



Grunnmur med nedgravingsgrøft gjennom intakte kulturlag

5. KONKLUSJON

En samlet vurdering av kulturlagstilstand innenfor eiendommen Nedre Langgate 43, med grunnlag i en arkeologifaglig registrering, konkluderer med gode til meget gode bevaringsforhold. I vestre del, profil B og boreprofil 2, var andelen organisk materiale i kulturlagene merkbart lavere enn på de andre lokalitetene. Dette skyldes sannsynligvis nærheten til Møllegaten; nedgravinger og grøfter som er gjort i gatetraseén først og fremst i nyere tid (19- 21 årh).

Det finnes ikke lenger voksende trær på eiendommen, men det ble registrert røtter og rotvekst i øvre del av profil A. Trær og annen beplantning med nedovervoksende røtter oppfattes å ha en skadelig påvirkning på kulturlag. Rotvekst bidrar til å gjøre jorden porøs og rotganger gir økt mulighet for at oksygen og oksygenholdig vann kan trenge nedover i kulturlagene.

Kulturlagene fra middelalder lå beskyttet av humusholdig, relativt tett jord fra nyere tid. Tykkelsen på beskyttelseslaget varierte, men oversteg sjelden 0,5 m. Hvis det blir aktuelt å senke eksisterende overflatenivå i samband med et nybygg, bør dette gjøres med ytterste forsiktighet. Kulturlagene bør i størst mulig grad sikres mot forstyrrelser fra nedgravinger og

grøfter, for eksempel VVS og elektriske anlegg. I tillegg må kulturlagene sikres mot temperaturøkninger fra for eksempel fra en oppvarmet kjeller eller første etasje i et eventuelt nytt bygg.

Trondheim 14/02 2008

Anna Helena Petersén
NIKU Trondheim

BOREPRØVE 1. X 141105,056 Y -17841,608. NEDRE LANGGT. 41 - 43, TØNSBERG

LAG NR.	TOPPNIVÅ (MOH)	LAG-TYKKELSE (m)	BESKRIVELSE	SOPS *	FUNKSJON, DATERING	JORDKJEM PRØVER
B1:00	0 -1 M (Topp 2,96)	0,5	Sement/løs betong(fra kjellergulv)		Fundamentering / Oppfylling.Moderne.	
B1:01	0-1	0,5	Mørk, gråsvart kornete organisk masse i løs komprimering. Meget fuktigt, vannrikt. Reaksjon ved trykk.utpreget lukt "diesel/olje". Inneholder mye treflis i variert størrelse, hasselnøttskall, kvist.	B4/B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	Prøve 1 lag 1
B1:02	1 - 2	0,1	Mørk grå silt/leire. Fet, tett god komprimering. Fuktigt. Markert reaksjon ved trykk. Utpreget lukt "diesel/olje".Inneholder treflis og never i små fragmenter.	B4/B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	Prøve 1 lag 2
B1:03	1 - 2	0,3	Mørkgrå silt/leire. Som lag B1:02 men løsere komprimert. Fuktigt, markert reaksjon ved trykk. Flere og større treflis enn i lag 02, i tillegg nøtteskall.	B4/B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B1:04	1 - 2	0,35	Lik lag B1:01. Meget stor andel treflis i forskjellig størrelse, god trekvalité, men også eksempel på mykt, mørkent treverk. Mange komponenter av org. materiale; nøtteskall. Diesel/olje lukt	B4/B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	Prøve 1 lag 4
B1:05	2 - 3	0,12	Lysebrun silt. Meget våt masse,tett god komprimering. Mange komponenter av org. materiale.	B4/B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B1:06	2 - 3	0,26	Brungrå treflislag i mørk fin sand.Store treflis/trestykker med lys farge. Nøtteskall med lys farge Meget god bevaringsgrad. Mer komprimert mot bunn av laget, i tillegg mindre treflis.	B4/B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B1:07	2 - 3	0,15	Mørk grå silt/leire. Meget tett komprimert. Små beinfragment med god beinstruktur, annet org. materiale ikke synlig	B4/B5	Bosetningsaktivitet. Tidlig middelalder. Første kulturlag over steril grunn.	Prøve 1 lag 7
B1:08	2 - 4 (0,26)	MER EN 1,3	Grå leire (marine avsetninger) Smidig og formbar (plastisk) enkelte treflis i leiren,		Marin leire (steril grunn)	

* STATE OF PRESERVATION SCALE

BOREPRØVE 2. X 14117.377 Y -17831,433.NEDRE LANGGT. 41 - 43, TØNSBERG

LAG NR.	TOPPNIVA (MOH)	LAG- TYKKELSE (m)	BESKRIVELSE	SOPS *	FUNKSJON, DATERING	JORDKJEM PRØVER
B2:01	0 - 1 (3,54)	0,6	Mørk grå sandblandet silt/fin sand. Løs komprimering, meget fuktig. Svak reaksjon ved trykk. Mange komponenter, mye treflis i forskjellig størrelse, nøtter, kvist, mose, brent tre . Større stykker treverk med myk trekvalité. Lukt "diesel/olje"	B4/B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	Prøve 2 lag 1
B2:02	0 - 1	ca 0,1	Mørk grå grovkornet sand, litt flis, nøtteskall	B4	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B2:03	1 - 2	ca 0,25	Mørkbrun sandig silt. Noe løs komprimering, fuktig. Mange komponenter org. materiale, små fragmenter, trekvalité mindre bra svampigt. Lukt "diesel/olje"	B4	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B2:04	1 - 2	ca 0,65	Lys grå mellomgrov sand i skikt mellom myk finsand/silt. Fuktig, godt komprimert, tett. Treflis, møkk i finsand/silt-horisontene, myk, svampig trekvalité.	B3/B4	Bosetningsaktivitet. Middelalder	Prøve 2 lag 4
B2:05	2 - 3	ca 0,2	Lik B2:04. Mindre sand, mer homogen treflismasse med innslag av mose. Fuktig, godt komprimert	B3	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B2:06	2 - 3	ca 0,1	Mørk grå sandblandet organisk masse. Løs komprimering, meget fuktig. Svak reaksjon ved trykk. Fin fragmentert org. materiale, treflis som myk svampe. Sulfid holdig lukt.	B3/B4	Bosetningsaktivitet. Middelalder	Prøve 2 lag 6
B2:07	2 - 3	0,1	Grå finsand/silt m treflis og never.	B3	Bosetningsaktivitet. Tidlig middelalder. Første kulturlag over steril grunn.	
B2:08	2 - 4 (1,34)	Mer enn 1,8	Grå leire (marine avsetninger) Smidig og formbar (plastisk) enkelte treflis i leiren også grus		Marin leire (steril grunn)	

* STATE OF PRESERVATION SCALE

BOREPRØVE 3. X 141088.712 Y -17826,329. NEDRE LANGGT. 41 - 43, TØNSBERG

LAG NR.	TOPPNIVÅ (MOH)	LAG-TYKKELSE (m)	BESKRIVELSE	SOPS *	FUNKSJON, DATERING	JORDKJEM PRØVER
B3:01	0 - 1 (4,87)	ca 0,05	Asfalt		Overflatedekke. Modern	
B3:02	0 - 1	0,15	Rød grus			
B3:03	0 - 1	0,2	Lysebrun mellomgrov sand, tett komprimering.	B2		Prøve 3 lag 3
B3:04	0 - 1	0,2	Mørkebrun sandblandet jord. Fast, tett komprimering, tørr ingen reaksjon ved trøkk. Røtter og rottråer, mye tegl.		Oppfylling, 1800-1900-tall	
B3:05	0 - 1	ca 0,4	Mørkebrun fin sand med humus, røtter. Få komponenter, . . Fast, tett komprimering, tørr ingen reaksjon ved trøkk. Ikke tegl.	B2	Oppfylling/utjevning. Sein middelalder/ etterreformatorisk	Prøve 3 lag 5
B3:06	1 - 2	0,15	Grønngå finsand med silt. Tett komprimering, tørr. Ingen synlig org. Materiale.	B2	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B3:07	1 - 2	0,1	Mørk brun fin sand med humus, treflis i store stykker. Over 80% treflis Tett komprimering.	B4	Bosetningsaktivitet. Middelalder	Prøve 3 lag 7
B3:08	1 - 2	0,15	Svart/mørkgrå sandblandet silt blandet med mellomgrov sand, mye trekull og brent treflis i forskjellig størrelse. Myk trekvalité.	B4	Bosetningsaktivitet. Middelalder. Brannlag.	
B3:09	1 - 2	0,45	Mørkbrun fet sand. Mye treflis, over 80% i forskjellig retting, myk trekvalité. Litt kull og svidd tre. Kraftig sulfid lukt.	B4		Prøve 3 lag 9
B3:10	1 - 2	0,15	Kompakt treverk, lys farge, god bevaring. Liggende, grov planke.	B4/B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder . Konstruksjonsnivå	
B3:11	2 - 3	0,15	Svart myk silt mye org. materiale, mer enn 60%, forholdsvis finfordelt. Litt trekull/sot innblanding. Tett komprimert, markert reaksjon ved trykk. Sulfid lukt.	B4/B5	Bosetningsaktivitet	Prøve 3 lag 11
B3:12	2 - 3	0,7	Mørk brun fin sand/silt, myk svampekonsistens. Mye organisk materiale over 80% Mye stor treflis med god trestruktur. Møkk, mose, synlig makrofossil, dyrebein med god beinstruktur. Intens sulfid lukt.	B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder. Avfallslag/latrine.	Prøve 3 lag 12
B3:13	3 - 4	0,22	Helt treverk, meget hard, meget godt bevart.	B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder. Konstruksjonsnivå.,	
B3:14	3 - 4	0,8	Lik B3:12 men med helt treverk i bunn av laget	B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder. Konstruksjonsnivå.	
B3:15	4 - 5	0,2	Mørk silt/leire mykt smørig konsistens.Store treflis i forskjellig retting Meget vått.	B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B3:16	4 - 5	0,4	Grønnbrun humusblandet leire. Meget tett komprimert, myk, smørig konsistens. Mye organisk materiale, over 80% men mye finfordelt, treflis, mose. Meget vått. Intens sulfid lukt.	B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder. Konstruksjonsnivå. Første lag over marine avsetninger, steril grunn	Brunn 3 lag 16
B3:17	4 - 6 (0,27)	mer enn 2 m	Marin grå leire, plastisk innslag av organisk materiale jevnt fordelt i leiren, treflis, trekull, nøtteskall		Marin leire (steril grunn)	

* STATE OF PRESERVATION SCALE

BOREPRØVE 4. X 141101,324 Y -17817,068. NEDRE LANGGT. 41 - 43, TØNSBERG

LAG NR.	TOPPNIVÅ (MOH)	LAG-TYKKELSE (m)	BESKRIVELSE	SOPS *	FUNKSJON, DATERING	JORDKJEM PRØVER
B4:01	0 - 1 (5,7)	0,1	Grus		Toppmasse	prøve
B4:02	0 - 1	0,4	Svart grus		Toppmasse	prøve
B4:03	0 - 1	0,6	Rødt grus		Toppmasse	prøve
B4:04	0 - 1	0,18	Lysegul sand			
B4:05	0 - 1	0,2	Brungra mellomgrov sand, fast komprimering, relativt tørt. Ikke synlig organisk materiale, tegl, litt stein	B2	Oppfylling. Etterref.	Prøve 4 lag 5
B4:06	0 - 1	0,3	Mørkgrå mellomgrov sand. Fast komprimering, tørt. Flere komponenter, treflis i forskjellig størrelse, smuldrete konsistens	B2	Oppfylling. Etterref.	
B4:07	0 - 1	0,18	Grå leire med fin mørkgrå sand, fast komprimering, tørt. Inneholder tegl rødt grus	B2	Oppfylling. Etterref.	
B4:08	1 - 2	0,28	Mellombrun sand med humus, tett godt komprimert. Tørt. Flere komponenter jevnt fordelt, små flis, lær, dyrebein i god tilstand	B4	Bosetningsaktivitet. Middelalder	Prøve 4 lag 8
B4:09	1 - 2	0,6	Mix gråbrun sand, løst komprimert, fet meget vått. Mange komponenter av org. materiale. Stor og mindre flis, nøtteskall, mose, møkk. Tre forholdsvis god bevaring. Litt trekull. Sand i linser, litt stein	B4	Bosetningsaktivitet. Middelalder	Prøve 4 lag 9
B4:10	2 - 3	ca 0,3	Mørkebrun fin sand med mye treflis 90%. Tett, fast komprimering. Treflis i god tilstand	B4/B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	Prøve lag 10
B4:11	2 - 3	0,4	Lysbrun kompakt treflis med litt finsand og grå myk leire i linser. Meget godt bevart tre.	B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B4:12	3 - 4	0,1	Mørk brun sandblandet silt, fast komprimert. Seig masse meget fuktig. Lyse treflis og nøtteskall	B4/B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	Prøve 4 lag 12
B4:13	3 - 4	0,1	Mørk rødbrun porøst treflis og bark 95%, litt innslag av sand	B4	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B4:14	3 - 4	0,1	Lysbrun myk silt med mye treflis. Godt komprimert. Mange komponenter org. materiale, nøtteskall, mose, møkk, latrine. Relativt små fragmenter, lyse "ferske" flis. sulfid holdig lukt	B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B4:15	3 - 4	0,15	Mørkbrun mellomgrov sand med smått, finfordelt organisk materiale	B4	Bosetningsaktivitet. Middelalder	Prøve 4 lag 15
B4:16	3 - 4	0,35	Brun silt med mye treflis 80% små fragm. God bevaring	B4/B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B4:17	3 - 4	0,2	Kompakt lyst tre med lysbrun myk siltblandet møkk. Stark sulfid holdig lukt	B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B4:18	4 - 5	0,18	Mørk brun finsand/silt. Seig myk og våt masse. Helt, kompakt treverk med god fiberstruktur. Små innslag med leire	B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B4:19	4 - 5	0,2	Brungrå leire med treflis 40%. Tett, godt komprimert seig våt masse. Nøtteskall. Gradvis overgang til mindre flis	B4/B5	Bosetningsaktivitet. Tidlig middelalder. Første kulturlag over steril grunn.	Prøve 4 lag 19
B4:20	4 - 6 (1,2)	over 1,6	Grå marin leire, ikke helt ren, innslag av treflis		Marin leire (steril grunn)	

* STATE OF PRESERVATION SCALE

BOREPRØVE 5. X 141117,470 Y -17813,698. NEDRE LANGGT. 41 - 43, TØNSBERG

LAG NR.	TOPPNIVÅ (MOH)	LAG-TYKKELSE (m)	BESKRIVELSE	SOPS *	FUNKSJON, DATERING	JORDKJEM PRØVER
B5:01	0 - 1 (5,88)	ca 0,4	Grov gul sand			
B5:02	0 - 1	ca 0,25	Grå mellomgrov sand, litt småstein, enkelte treflis.			
B5:03	0 - 1	ca 0,25	Mørkgrå finsand/silt. Fast komprimert, fuktig. Enkelte sot/trekull. Sandlinser	B3		Prøve 5 lag 3
B5:04	1 - 2	ca 0,12	Brun mellomgrov sand. Fast komprimering, meget tett. Enkelte trekull eneste synlige komponent.		Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B5:05	1 - 2	ca 0,25	Lyst, friskt treverk store stykker øverst i laget. Mellomgrov mørkbrun grov sand i nedre del med nedbrutte, store treflis i forskjellig retting, nøtteskall. Relativt løs komprimering	B4/B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B5:06	1 - 2	ca 0,22	Gråbrun fin sand. Tett, fast komprimering. Ikke synlig organisk materiale		Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B5:07	1 - 2	ca 0,25	Mellombrun silt. Tett fast komprimering. Markert reaksjon ved trykk. Trefibrer, kvist meget små fragmenter. Tydelig, hurtig oksidering. Meget kraftig sulfid holdig lukt	B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	Prøve 5 lag 7
B5:08	2 - 3	ca 0,2	Mørkgrå silt med sandinnblanding. Løst komprimert. Mye treverk, hart, meget god kvalitet	B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B5:09	2 - 3	ca 0,3	Lysbrun silt, myk, smørig konsistens. Snabb oksidering. Kraftig sulfid holdig lukt. Mye mose, latrin, lyst treflis og bark.	B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	Prøve 5 lag 9
B5:10	2 - 3	ca 0,25	Lysbrun sandig silt med lyse treflis 90% godt bevart	B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B5:11	2 - 3	ca 0,15	Mørkgrå myk sandig silt, fuktig. Mange komponenter org. materiale; treflis, kvist, nøtteskall. Myke flis dårlig kvalitet	B4	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B5:12	3 - 4	ca 0,1	Mørkbrun silt/sand. Løst komprimert, fuktig. Mange komponenter org. materiale, bl.a. svidde treflis.	B4	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B5:13	3 - 4	ca 0,2	Mørk gråsvart mellomgrov sand. Mye trekull, sot og brente flis	B4	Bosetningsaktivitet. Middelalder. Brannlag	
B5:14	3 - 4	ca 0,3	Brun mose/møkk. Godt komprimert, fuktig mose 70% Hurtig oksidering	B4/B5	Bosetningsaktivitet. Middelalder	
B5:15	3 - 4	ca 0,25	Mørkgrå/svart grov sand. Tett, fast komprimering. Fuktig. Sand øverst i laget, gradvis mer finkornete lengre ned. Ren silt i bunn. Ingen synlig organisk materiale		Bosetningsaktivitet. Tidlig middelalder. Første kulturlag over steril grunn.	Prøve 5 lag 15
B5:16	4 - 6 (1,73)	mer enn 2 m	Grå marin leire, ren uten treflis eller trekull.	B4	Steril grunn, marine avsetninger	

* STATE OF PRESERVATION SCALE

Bioforsk Rapport

Vol. 3 Nr. 6 2008

Bevaringsforhold i kulturlag ved Nedre Langgate 41-43, Tønsberg

Jordfaglig vurdering av miljøforhold på bakgrunn av laboratorieanalyser

Ove Bergersen og Thomas Hartnik

Bioforsk Jord og miljø



Hovedkontor
Frederik A. Dahls vei 20,
1432 Ås
Tlf: 03 246
Fax: 63 00 92 10
post@bioforsk.no

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

Tittel/Title:
Bevaringsforhold i kulturlag ved Nedre Langgate 41-43, Tønsberg. Jordfaglig vurdering av miljøforhold på bakgrunn av laboratorieanalyser.

Forfatter(e)/Autor(s):
Ove Bergersen og Thomas Hartnik

Dato/Date: 15.01.2008	Tilgjengelighet/Availability: Lukket	Prosjekt nr./Project No.: 2110177 05	Arkiv nr./Archive No.:
Rapport nr./Report No.: Vol 3 (6) 2008	ISBN-nr.:	Antall sider/Number of pages: 16	Antall vedlegg/Number of appendix: 3

Oppdragsgiver/Employer: NIKU Tønsberg NIKU Trondheim	Kontaktperson/Contact person: Gro Edvardsen Anna H. Petersén
---	---

Stikkord/Keywords: Bevaringsforhold, kulturlag, redoksforhold Preservation, cultural heritage, redox conditions	Fagområde/Field of work: Jordkvalitet Soil quality
--	---

Sammendrag
Miljøforholdene i prøver etter boring ned i kulturlag ved Nedre Langgate 41-43, Tønsberg ble undersøkt og bevaringsforholdene karakterisert. Vurderingene er basert på laboratorieanalyser av 30 jordprofilprøver fra 2 oppgravete grøfter og 5 boreprofiler. Det ble målt grunnleggende kjemiske parametere, samt redokssensitive forbindelser. I tillegg er det utført vurdering av kornfordeling og oksygeninntrengeligheten fra overdekksmasse.
Vurderingen for de prøvetatte lagene viser at bevaringsforholdene er bra i boreprofil 1 og 2, graderende dårlig i øvre lag til bra i nedre lag for boreprofil 3 og 5, middels (øvre lag) til bra (nedre lag) for boreprofil 4. Oppgravet grøft viste sistnevnte tendens dårlig bevaring i øvre kulturlag mens bra i nederste lag.
Fjerning av de grusholdige overflatenære masser til en dybde på 30 - 50cm vil ikke påvirke bevaringsforholdene i kulturlag på en negativ måte.

Land/fylke:	Norge / Vestfold
Kommune:	Tønsberg
Sted/Lokalitet:	Tønsberg

Godkjent / Approved

Roald Sørheim, forskningssjef

Prosjektleder / Project leader

Thomas Hartnik, forsker

Innhold

1.	Innledning.....	2
1.1	Bakgrunn	2
1.2	Definisjoner	2
2.	Materiale og Metode	3
2.1	Innhenting av prøver	3
2.2	Analyseparameter.....	3
2.3	Analyse på kornfordelingen av jord - sand materialer	5
3.	Resultater og vurdering av bevaringsforholdene	6
3.1	Generelt om vurdering av bevaringsforhold i kulturlag.....	6
3.2	Vurdering av bevaringsforholdene.....	7
3.3	Betydning av overflatenære masser for bevaringsforholdene i middelalderske kulturlag.....	13
4.	Konklusjon	14
5.	Referanser	15
6.	Vedlegg.....	16

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Bioforsk - Jord og Miljø har på oppdrag fra NIKU, avd Tønsberg blitt bedt å kartlegge kulturlagenes omfang og tilstand ved Nedre Langgate 41 og 43. Dette innebærer blant annet en jordfaglig undersøkelse av miljøforholdene i og rundt kulturlagene. Det er foretatt kjemiske og fysiske målinger av jordprøver som er tatt i forbindelse med kartlegging av kulturminner i samråd med NIKU. Målingene skal brukes til å vurdere bevaringsforhold for kulturminner i grunnen.

En vurdering av bevaringsforholdene gjennomføres på bakgrunn av laboratorieanalyser av 30 jordprøver fra 5 ulike boreprofiler og 2 oppgravede profiler. I tillegg er det utført kornfordeling analyse av overflate masse på tomten. Jordprøvene ble tatt og vurdert av Niku og Bioforsk sammen. Foto og profilkart av de ulike kulturlaga inneholder informasjon fra de arkeologiske undersøkelsene.

1.2 Definisjoner

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

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 Innhenting av prøver

En borerigg boret flere profiler ned i kulturlagene i Nedre Langgate 41-43, Tønsberg. I tillegg er det gravet ut to profiler på hver side av tomten. Oversikt og beskrivelse av kulturlagprofilene er vist i tabell 1. Foto av alle kulturlag som det er utført analyser på er vist i vedlegg 1.

Jordprøvene ble tatt i samarbeide NIKU og Bioforsk den 19.11-21.11. 2007. Prøver ble pakket inn i to plastposer med og uten lynlås. Prøvene ble tatt horisontalt i grøft og boreprofilene. Den delen av prøven som ble tatt lengst inn i profilet ble fylt i en pose som 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. Når prøvene ankom Bioforsk ble prøvene inkubert på kjølerom. De anoksiske prøver ble bearbeidet i anarob kammer direkte før videre analyser. Resultat rapport fra AnalyCen er vist i vedlegg 2

2.2 Analyseparameter

Følgende analyseparameter ble målt i prøvene:

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 [1] for å estimere ledningsevnen i jordmettet ekstrakt. Deretter ble pH-verdien målt i samme prøven

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.

Bestemmelse av to- og treverdig jern (Fe II, Fe III): Jern (II) og jern (III) bestemmes i henhold til en metode utviklet av [2] 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 estimere den andelen av sulfid som relativt raskt oksideres til sulfat i nærvær av oksygen [3]. 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.

Tabell 1 Oversikt over prøvene tatt fra de ulike kulturlag. fra borehull (1-5) og oppgravet profil (A og B) Se også foto i vedlegg 1

Kulturlag	Beskrivelse av lag (utdrag fra Niku)
Brønn 1 lag 1	Mørk, gråsvart kornete organisk masse. Mye treflis, hasselnøttskall, kvist.
Brønn 1 lag 2	Mørk grå silt/leire. Fet, tett god komprimering. Inneholder treflis og never.
Brønn 1 lag 4	Treflis, god og dårlig trekvalité. Div org. materiale; nøtteskall.
Brønn 1 lag 7	Mørk grå silt/leire. Beinfragment med god beinstruktur.
Brønn 2 lag 1	Mørk grå sandblandet silt/fin sand. Myk treflis i, nøtter, kvist, mose, brent tre.
Brønn 2 lag 4	Lys grå mellomgrov sand og finsand/silt. Treflis, møkk, svampig trekvalité.
Brønn 2 lag 6	Mørk grå sandblandet organisk masse. Org. materiale, myk treflis. Sulfidlukt.
Brønn 3 lag 3	Lysebrun mellomgrov sand, tett komprimering
Brønn 3 lag 5	Mørkebrun fin sand med humus, røtter. Ikke tegl.
Brønn 3 lag 7	Mørk brun fin sand med humus, treflis i store stykker. Over 80%
Brønn 3 lag 9	Mørkbrun fet sand. Mye treflis i myk trekvalité. Litt kull og svidd tre. Sulfid lukt
Brønn 3 lag 11	Svart myk silt mye org. materiale. mer enn 60%. Litt trekull/sot. Sulfidlukt.
Brønn 3 lag 12	Mørk brun sand/silt, treflis. Møkk, mose, synlig makrofossil, dyrebein, sulfidlukt.
Brønn 3 lag 16	Grønnbrun humusblandet leire. Treflis, mose. Sulfidlukt
Brønn 4 lag 5	Brungrå mellomgrov sand, tegl, litt stein
Brønn 4 lag 8	Mellombrun sand med humus. Flis, lær, dyrebein i god tilstand
Brønn 4 lag 9	Gråbrun sand. Flis, nøtteskall, mose, møkk. god bevaring, trekull. Sand i linser,
Brønn 4 lag 10	Mørkebrun fin sand med mye treflis 90%. Treflis i god tilstand
Brønn 4 lag 12	Mørk brun sandblandet silt. Lyse treflis og nøtteskall
Brønn 4 lag 15	Mørkbrun mellomgrov sand med smått, finfordelt organisk materiale
Brønn 4 lag 19	Brungrå leire med treflis 40%. Nøtteskall .
Brønn 5 lag 3	Mørkgrå finsand/silt. Enkelte sot/trekull. Sandlinser
Brønn 5 lag 7	Mellombrun silt. Trefibrer, kvist. Tydelig, hurtig oksidering. Sulfidlukt
Brønn 5 lag 9	Lysbrun silt, Rask oksidering. sulfidlukt. Mose, latrin, lyst treflis og bark.
Brønn 5 lag 15	Mørkbrun silt/sand. Org. materiale, bl.a. svidde treflis.
Profil A - A	Mellombrun grov sand. Småstein, grus, tegl rotvekst
Profil A - B	Mørkbrun finsand/silt. 20 - 30% treflis. Innslag av rød tegl.
Profil A - C	Brun silt/finsand. Treflis, god bevaring. Svidd flis. Møkk, mose.
Profil B - A	Mørkgrå mellomgrov sand. Innslag av silt/fin sand. Treflis, trekull, tegl, stein.
Profil B - B	Gråbrun leire/silt med treflis, ubrent treverk. Dårlig trestruktur.

Sulfat: Jordprøven ble ekstrahert med vann og ekstrahert sulfat analysert ved hjelp av ionekromatografi. Analysen ble gjennomført ved AnalyCen (se vedlegg 1).

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 1).

2.3 Analyse på kornfordelingen av jord - sand materialer

For å vurdere betydningen av overflatenære masser på bevaringsforholdene i kulturlag, ble det tatt 3 jordprøver fra de øverste jordlagene som ble analysert for kornstørrelsesfordeling. Prøvene ble tatt i det øverste jordlag ved borebrønn 4 som hadde en mektighet på ca. 10 cm og besto av grå-svart sand, og fra toppen av borebrønn 3 i det underliggende røde lag med en mektighet på ca 7 cm og i det gult - brune laget under som hadde en mektighet på ca. 30 cm. Vurderingen skal brukes til å avgjøre hvor mye av de overflatenære massene som kan fjernes i forbindelse med fremtidige bygningsarbeider uten å forverre bevaringsforholdene i kulturlag i vesentlig grad. Kornfordelingsanalysen er utført ved AnalyCen og vurdert videre av Bioforsk, Jord og Miljø. Analyserapport er vist i vedlegg 3.

3. Resultater og vurdering av bevaringsforholdene

3.1 Generelt om vurdering av bevaringsforhold i kulturlag

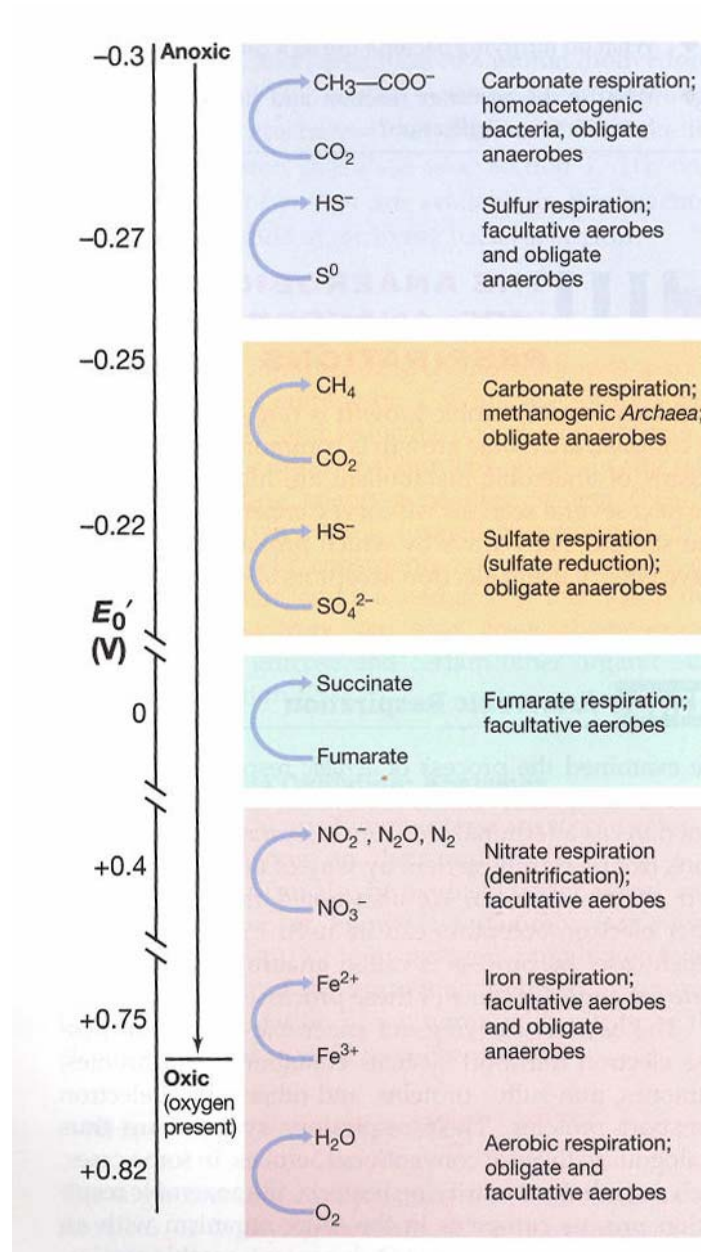
Gode bevaringsforhold for kulturminner karakteriseres av stabile kjemisk fysiske forhold, og at mikrobiologisk og kjemisk aktivitet er relativt lav. Stabile kjemisk fysiske forhold fører til at naturlige gradienter (f.eks. hydrauliske gradienter eller konsentrasjonsgradienter), som ofte holder naturlige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

I naturen foregår nedbrytning av organisk materiale eller korrosjon av metaller parallelt med reduksjon av andre forbindelser. Mikroorganismer får energi fra slike reaksjoner og bruker denne energien til bl.a. oppbygging av biomasse. Mest energi får mikroorganismer hvis de kan bruke oksygen til å oksidere organisk materiale. Noe mindre energi genereres hvis det brukes nitrat (NO_3^-) og enda mindre ved å bruke treverdige jern, Fe(III), fireverdige mangan (Mn(IV)), sulfat (SO_4^{2-}) eller oksidert organisk materiale, se også figur 4. I naturen kan vi derfor observere at aerobe forhold med oksygen til stede, går over til nitratreduserende forhold når all oksygen er brukt opp. Deretter følger mangan-, jern- og sulfatreduserende forhold, før en får metanogene forhold. Under metanogene forhold observerer man den langsamste nedbrytningen av organisk materiale, og minst oksidering av metallgjenstander. Raskest foregår nedbrytning av organiske gjenstander under aerobe forhold. Nedbrytningshastigheten vil som oftest avta i rekkefølge nitrat-, mangan-, jern-, sulfatreduserende til metanogene forhold. Oksidative og nitratreduserende forhold kan som regel karakteriseres som dårlige bevaringsforhold, mens sulfatreduserende og metanogene forhold kjennemerket gode bevaringsforhold. Imidlertid må stedsspesifikke forhold tas i betraktning.

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 være 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 kulturminner 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.

Syreog løslige salter medfører korrosjon av metalloverflater. Økende surhet og saltkonsentrasjon vil framskynde korrosjon av metallgjenstander og forvitring av bein og betong.



Figur 1: Reaksjoner som gir energi til mikroorganismer (4)

3.2 Vurdering av bevaringsforholdene

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

Tabell 2: Kortfattet vurdering av bevaringsforholdene i prøver hentet fra de ulike kulturlagene fra borehull (1-5) og oppgravet profil (A og B)

Kulturlag	Organisk innhold og vanninnhold	Surhet og salinitet	Redoksforhold *	Bevaringsforhold **
Brønn 1 lag 1	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 1 lag 2	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 1 lag 4	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 1 lag 7	Middels org. - høyt vanninnh.	Basisk og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Bra
Brønn 2 lag 1	Høyt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 2 lag 4	Lavt org. - middels vanninnh.	Svakt basisk og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Bra
Brønn 2 lag 6	Middels org. høyt vanninnh.	Svakt basisk og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Bra
Brønn 3 lag 3	Lavt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav	Oksiderende	Dårlig
Brønn 3 lag 5	Lavt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav	Oksiderende	Dårlig
Brønn 3 lag 7	Middels org. høyt vanninnh.	Nøytral og lav	Heterogent sulfat og jernreduserende	Middels
Brønn 3 lag 9	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 3 lag 11	Høyt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Bra
Brønn 3 lag 12	Høyt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 3 lag 16	Høyt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav	Sulfatreduserende -metanogene	Bra
Brønn 4 lag 5	Lavt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav	Jernreduserende	Middels
Brønn 4 lag 8	Middels org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Jernreduserende	Middels
Brønn 4 lag 9	Middels org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 4 lag 10	Høyt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 4 lag 12	Høyt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 4 lag 15	Høyt org. - og vanninnh.	Middels basisk og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 4 lag 19	Middels org. - og vanninnh.	Middels basisk og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 5 lag 3	Lavt org. middels vanninnh.	Nøytral og lav	Oksiderende	Dårlig
Brønn 5 lag 7	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 5 lag 9	Høyt org. - og vanninnh.	Nøytral og lav	Sulfatreduserende	Bra
Brønn 5 lag 15	Lavt org. - og vanninnh.	Svakt basisk og lav	Sulfatreduserende	Bra
Profil A - A	Lavt org. - og vanninnh.	Middels sur og lav	Oksiderende	Dårlig
Profil A - B	Høyt org. - og vanninnh.	Middels sur og lav	Heterogent nitrat til sulfatreduserende	Middels
Profil A - C	Høyt org. - og vanninnh.	Middels sur og lav	Sulfatreduserende	Bra
Profil B - A	Lavt org. middels vanninnh.	Middels sur og lav	Oksiderende	Dårlig
Profil B - B	Middels org. - og vanninnh.	Svakt sur og lav	Sulfatreduserende	Bra

* se figur 1

** Bevaringsforhold i henhold til NIKUs bevaringsskala

Boreprofil 1 prøver fra lag 1-1 til 1-7.

Måling av glødetap i prøvene tyder på høyt organisk innhold i de analyserte lag. Lag 1-1 til 1-4 som ble karakterisert som mørkbrune humuslag hadde en middels høyt innhold av organisk materiale, mens det nederste laget 1-7 hadde middels innhold. Vanninnholdet i alle lagene var høyt og tyder på at porene i profilene er fylt med vann. pH-verdien er nøytral og lav ledningsevne vil virke positivt på bevaring av metallgjenstander og bein. Lag 1-7 var basisk men dette vil ikke virke negativt på bevaringen av metall- og organiske gjenstander.

Redoksforholdene i alle undersøkte lag er preget av forhøyete konsentrasjoner av ammonium, sulfat, jern(II) og sulfid og lave konsentrasjoner av nitrat, og jern(III). Disse forholdene tyder på sulfatreduserende eller metanogene redoksforhold.

Redoksforholdene er gunstig for bevaring av kulturlagene. Hvis oksygen skulle nå kulturlagene, ville den bli brukt til å oksidere jern(II) til jern(III) istedenfor til nedbrytning av organisk materiale.

Bevaringsforholdene vurderes som bra i boreprofil 1

Boreprofil 2 prøver fra lag 2-1 til 2-6.

Lagene i boreprofil 2 hadde et varierende innhold av organisk materiale fra lavt til høyt innhold. Innholdet av organisk materiale fordelte seg fra høyt i lag 2-1 via lavt i lag 2-4 til middels i lag 2-6. Et middels til høyt vanninnhold i lagene indikerer at porene er i stor grad fylt med vann, noe som begrenser transport av oksygen ned til kulturlagene. pH-verdien i alle lagene er svakt basisk og det ble målt lav ledningsevne. pH- og saltforholdene i lagene vil ikke ha en negativ effekt på bevaring av metallgjenstander og bein.

Redoksforholdene er preget av høyere konsentrasjoner av ammonium, jern(II), sulfat og sulfid og lave konsentrasjoner av nitrat, og jern(III). Disse forholdene tyder på det er lite oksygen som når de undersøkte lagene. Redoksforholdene er sulfatreduserende eller metanogene, og under disse forholdene vil nedbrytning av organisk materiale foregår svært langsomt. Forholdene er således gunstig for bevaring av kulturlagene.

Bevaringsforholde vurderes som bra i boreprofil 2

Boreprofil 3 prøver fra lag 3-3 til 3-16.

I dette profilet er det organisk innholdet relativt lavt til tross for synlige røtter i de øverste lagene (3-3 og 3-5). I tillegg ble det målt lavt vanninnhold som er typisk for sandholdige mineralske masser.

Vanninnholdet i forhold til organisk materiale tyder på at en god del av de middelstore porene i jord er fylt med luft, noe som muliggjør diffusjon av oksygen i massene. Når det gjelder redoksforholdene er de oksiderende. I disse høyereliggende lag indikerer at oksygen har vært til stedet siden det ble funnet høyere konsentrasjoner av oksydert jern (III). pH-verdien i øvre lagene er nøytral og det ble målt lav ledningsevne.

Observasjonene nedover i boreprofilen indikerer reduserende forhold fra jern til sulfatreduserende forhold fordi både jern og svovel foreligger som redusert forbindelse. pH-verdien i de nedre lagene er svakt basisk og det ble målt lav ledningsevne. pH- og saltforholdene i lagene vil ikke ha en negativ effekt på bevaring av metallgjenstander og bein.

På grunn av heterogene redoksforhold vurderes bevaringsforholdene som dårlige for lag 3 og 5 øvre del og bra i nedre del 3-7 til 3-16.

Boreprofil 4 prøver fra lag 4-5 til 4-19.

Profil 4 ble karakterisert ved en gradient fra lavt - middels til høyt organisk innhold og vanninnhold. Dette indikerer at porene i jorda er fylt med vann lenger ned i kulturlagene. Når det gjelder redoksforholdene er resultatene jernreduserende i øvre lag 4-5 - 4-8 og sulfatreduserende i lagene 4-9 til 4-19. Det er funnet lave konsentrasjoner av nitrat. Ammonium og sulfid konsentrasjoner var betydelig lavere i de to øvre lag enn de dypere lag og samtidig påvist høye konsentrasjoner av jern(II), noe som indikerer jernreduserende forhold. Under disse to øvre lag ble redoksforholdene betydelig mer sulfat reduserende som indikeres av forhøyede konsentrasjoner av sulfid og jern (II). Observasjonene indikerer at forholdene i alle disse lag fra boreprofil 4 er heterogene og at flere ulike redoksforhold foreligger ved siden av hverandre. pH-verdien i de nedre lagene er svakt basisk og det ble målt lav ledningsevne. pH- og saltforholdene i lagene vil ikke ha en negativ effekt på bevaring av metallgjenstander og bein.

På grunn av heterogene redoksforhold vurderes bevaringsforholdene som middels for lag 4-5 og 4-8 og bra for lagene 4-9 til 4-19.

Boreprofil 5 prøver fra lag 5-3 til 5-12.

Det øverste og nederste laget i boreprofil 5 hadde et lavt organisk innhold mens lagene i midten hadde et høyt organisk innhold. Vanninnholdet i lagene er middels til høyt og må sees i sammenheng med organisk innhold. Generelt har det organiske materialet en stor evne til å binde vann på grunn av et stort antall av små og middelstore porer. pH fra nøytralt i de øverste lagene og svakt basisk i det nederste laget. Ledningsevne er lav i alle lagene. pH- og saltforholdene forventes ikke å fremme forvitring av bein eller korrosjon av metallgjenstander. Når det gjelder redoksforholdene er resultatene ikke helt entydige i de øverste lagene. Det ble målt høyere konsentrasjoner av jern(III) og mindre innhold av ammonium, sulfid og redusert jern (II) i lag 5-3. Dette indikerer luft har blitt tilført dette kulturlag.

Både jern (II) og sulfid er ustabil under aerobe eller nitratreduserende forhold og vi går derfor ut i fra at redoksforholdene i dette laget er heterogene og varierer mellom aerobe og sulfatreduserende. I det nederste laget tyder høye ammonium, jern (II) og sulfidkonsentrasjoner på at forholdene er sulfatreduserende.

På grunn av heterogene redoksforhold vurderes bevaringsforholdene som middels for lag 5-3 og bra for 5-7 til 5-12.

Åpen grøft identifisert som A og B med prøver fra kulturlag A-A, A-B A-C og B-A og B-B.

De to undersøkte profilene A og B på hver side av tomte viste dårlig bevaring av kulturlaga i øvre sjikt og bra i dypere lag.

Begge grøfter hadde lavt organisk og vanninnhold i øverste lag. Lenger ned økte vann og det organiske innholdet. pH i begge profilers lag ble identifisert som middels til svak sur med lav ledningsevne.

Surt miljø kan virke negativt på bevaring av metallgjenstander og bein.

Alle lag med unntak av lag A-B i profil A hadde lav nitrat konsentrasjon.

Begge øverste lag i profilene er preget av høy konsentrasjon med oksidert jern (III) og lave konsentrasjoner av sulfid. Dette tyder på oksiderende eller nitratreduserende forhold som vil være negativt for bevaring av kulturlag. Lag A-B ble identifisert som nitrat til sulfatreduserende pga heterogeniteten.

Begge grøfters nedre lag ble identifisert som sulfatreduserende pga høyere konsentrasjoner av redusert jern(II) og sulfid som er gunstig for bevaring av kulturlagene.

Bevaringsforholdene vurderes som dårlig i øvre lag A-A og B-A, middels i A-B og bra i nedre lag A-C og B-B

Tabell 3 Viser fysiske forhold i prøver hentet fra de ulike kulturlagene fra borehull (1-5) og oppgravet profil (A og B)

Kulturlag	Glødetap %	TS %	Vann innh %	pH	Ledn.evne uScm -1
Brønn 1 lag 1	61,3	30,4	69,6	6,8	208
Brønn 1 lag 2	58,7	27,7	72,3	7,1	306
Brønn 1 lag 4	56,3	30,2	69,8	7,4	318
Brønn 1 lag 7	25,3	42,6	57,4	8,1	278
Brønn 2 lag 1	61,0	27,2	72,8	7,7	150
Brønn 2 lag 4	11,0	62,5	37,5	7,7	84
Brønn 2 lag 6	23,3	48,5	51,5	7,7	76
Brønn 3 lag 3	3,1	85,7	14,3	7,6	70
Brønn 3 lag 5	8,0	75,5	24,5	7,6	39
Brønn 3 lag 7	34,3	52,1	47,9	7,1	237
Brønn 3 lag 9	41,6	33,5	66,5	7,3	82
Brønn 3 lag 11	31,2	42,9	57,1	7,6	127
Brønn 3 lag 12	46,2	34,0	66,0	7,6	198
Brønn 3 lag 16	26,1	38,3	61,7	7,7	358
Brønn 4 lag 5	5,4	81,5	18,5	7,5	139
Brønn 4 lag 8	12,4	66,3	33,7	7,2	246
Brønn 4 lag 9	15,8	56,5	43,5	7,3	212
Brønn 4 lag 10	44,9	32,6	67,4	7,5	236
Brønn 4 lag 12	59,7	29,4	70,6	7,4	375
Brønn 4 lag 15	35,9	39,8	60,2	7,7	256
Brønn 4 lag 19	16,5	52,1	47,9	7,9	167
Brønn 5 lag 3	8,3	65,9	34,1	7,4	134
Brønn 5 lag 7	56,3	29,7	70,3	7,1	204
Brønn 5 lag 9	63,9	25,1	74,9	7,3	206
Brønn 5 lag 15	1,4	79,2	20,8	7,7	84
Profil A - A	5,6	76,5	23,5	5,7	100
Profil A - B	35,6	36,3	63,7	5,7	93
Profil A - C	27,8	42,8	57,2	6,0	97
Profil B - A	8,5	67,0	33,0	6,1	69
Profil B - B	13,7	55,2	44,8	6,5	174

Tabell 4 Viser kjemiske forhold i i prøver hentet fra de ulike kulturlagene fra borehull (1-5) og oppgravet profil (A og B).

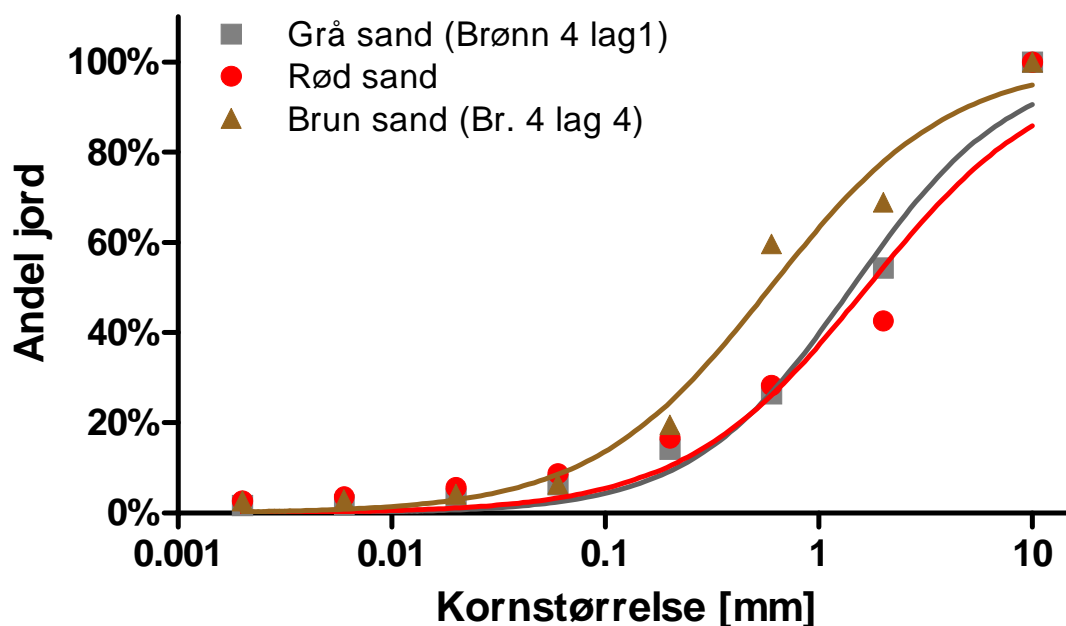
Kulturlag	Nitrat - N (mg/kg TS)	Ammonium (mg/kg TS)	Sulfat (mg/kg TS)	Sulfid (mg/kg TS)	Jern (II) (mg/kg TS)	Jern (III) (mg/kg TS)
Brønn 1 lag 1	<0,2	610	540	233	77	2
Brønn 1 lag 2	<0,2	731	1020	421	57	0
Brønn 1 lag 4	<0,2	664	568	391	44	3
Brønn 1 lag 7	<0,2	744	346	212	142	6
Brønn 2 lag 1	<0,2	332	821	230	67	4
Brønn 2 lag 4	<0,2	59	534	164	137	2
Brønn 2 lag 6	<0,2	90	468	130	105	7
Brønn 3 lag 3	<0,2	<0,2	8	1	5	169
Brønn 3 lag 5	2	6	11	1	5	149
Brønn 3 lag 7	<0,2	69	7	76	181	7
Brønn 3 lag 9	<0,2	51	172	99	40	6
Brønn 3 lag 11	<0,2	511	775	1683	316	<0,1
Brønn 3 lag 12	<0,2	503	605	549	50	0
Brønn 3 lag 16	1	611	384	1248	105	13
Brønn 4 lag 5	<0,2	11	251	12	478	7
Brønn 4 lag 8	<0,2	20	261	1	239	23
Brønn 4 lag 9	<0,2	50	240	157	109	4
Brønn 4 lag 10	<0,2	340	909	398	48	1
Brønn 4 lag 12	<0,2	375	716	194	41	7
Brønn 4 lag 15	<0,2	381	1042	437	80	5
Brønn 4 lag 19	<0,2	252	323	122	93	0
Brønn 5 lag 3	<0,2	<0,2	129	34	11	133
Brønn 5 lag 7	<0,2	172	86	124	19	1
Brønn 5 lag 9	<0,2	197	333	307	24	1
Brønn 5 lag 15	<0,2	31	219	87	98	<0,1
Profil A - A	<0,2	3	50	13	2	204
Profil A - B	28	22	512	10	35	11
Profil A - C	<0,2	70	451	70	90	<0,1
Profil B - A	<0,2	<0,2	56	12	6	110
Profil B - B	<0,2	24	190	89	43	4

3.3 Betydning av overflatenære masser for bevaringsforholdene i middelalderske kulturlag.

Kornstørrelsesfordeling i de tre jordprøvene viser at de overflatenære lagene består av grus og sandholdige masser (se figur 2). Andel grus og sand i alle prøver er mer enn 90% og dette indikerer en stor andel av store porer i jorden. Disse porene binder vann kun i liten grad og er luftfylte. Under disse forholdene kan oksygen trenger inn i jorden både med nedbørsvann og med luft og på denne måten kunne virke skadelig for kulturlagene.

I forhold til tette masser virker grove masser imidlertid varmeisolerende. Tette masser som har en stor evne til å binde vann, leder varme mye bedre og fører til at varme som stråler fra bygninger kan øke temperaturen i nærliggende kulturlag. Økt temperatur fører ofte til at biologiske og kjemiske prosesser som f.eks. nedbrytning av organisk materiale og korrosjon av metallgjenstander vil foregå raskere enn under naturlige betingelser. Et grovt anslag er at nedbrytningen av organisk materiale dobles ved en temperaturøkning på 10°C.

Når det gjelder fjerning av masser på tomten, vil fjerning av de grusholdige overflatenære masser til en dybde på 30cm antagelig ikke påvirke bevaringsforholdene i middelalderske kulturlag på en negativ måte. Dette fordi de grove sand- og grusholdige masser på overflaten ikke reduserer inntrengning av oksygen med luft og nedbørsvann i merkbar grad. Forsegling av jordoverflaten med asfalt eller bygninger vil redusere inntrengning av luft og i dette tilfellet kan det være forsvarlig å tillate fjerning av opp til 50 cm. Imidlertid vil bygging og asfaltering ofte fører til en økning i temperatur (om sommeren absorberer mørke asfaltarealer mye varme, om vinteren slippes varmen ut fra bygninger). Hvis det fjernes mer enn 30 cm av overflatenære masser i forbindelse med asfaltering eller bygging av hus, anbefales det derfor å etablere godt isolerende lag mot grunnen. I tillegg skal det sikres at det tilbakefylles tette masser ved endring av arealbruken og at godt drenerende masser (f.eks. i forbindelse med drenering rundt hus) ikke brukes dypere enn 30 cm fra nåværende jordoverflate.



Figur 2 Viser kornfordeligstørrelse som funksjon av andel jord på tre ulike sandprøver som overflatenære massen.

4. Konklusjon

Kulturlagene i fra Nedre Langgate 41-43, Tønsberg inneholder mørk jord, mye trevirke, kull og sand. Det er tatt totalt 30 prøver fordelt fra 2 oppgravete profiler og 5 ulike boreprofilnummerert fra 1- 5. I tillegg er det utført vurdering av kornfordeling og oksygeninntrengeligheten fra overdekkmasse. Vurderingene om bevaringsforhold bygger på laboratorieundersøkelser av de analyserte prøvene. Alle boreprøver har pH-verdier og saltkonsentrasjoner som ikke virker negativt inn på bevaring av bein og metallgjenstander.

Redoksforhold i 22 prøvetatte lag indikerer reduserende forhold. og med unntak av overflatenære lag ble det påvist forhøyete konsentrasjoner av jern (II) og sulfid. Delvis ble det også målt forhøyete konsentrasjoner av ammonium.

Resultatene indikerer at det er og har vært anoksiske miljøforhold som ansees å være bra for bevaring av kulturlagene. I de fleste tilfellene var redoksforholdene jern- eller sulfatreduserende. Dette betyr at oksygen som eventuelt når kulturlagene, trolig blir brukt til oksidasjon av jern(II) istedenfor til nedbrytning av organisk materiale.

Det konkluderes med at bevaringsforholdene er bra i boreprofil 1 og 2. I boreprofil 3 og 5 forbedres bevaringsforholdene med økende dybde fra dårlig til bra i, boreprofil 4 fra middels til bra. Oppgravet grøft viste den samme gradienten fra dårlige bevaringsforhold i øvre kulturlag til gode i nederste lag.

For videre bevaring og for å hindre ytterligere nedbrytning av lagene bør lagene beskyttes mer for vann og luft igjennomtrenging. Til det kan tett leire benyttes sammen med for eksempel jernrikt materiale som vil effektivt forbruke oksygen i yttersonen til leira.

Fjerning av de grusholdige overflatenære masser til en dybde på 30 - 50cm ikke vil påvirke bevaringsforholdene i kulturlag på en negativ måte.

5. Referanser

- [1] 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.
- [2] Stookey LL. 1970. Ferrozine - A New Spectrophotometric Reagent for Iron. *Analytical Chemistry* 42:779-781.
- [3] Rickard D, Morse JW. 2005. Acid volatile sulfide (AVS). *Marine Chemistry* 97:141-197.
- (4) Brock, T.D. *Biology of microorganisms*. 11ed. Prentice Hall International editions, London, UK, 992 pp. 2006.

6. Vedlegg

Oversikt over vedlegg

Nr	Emne
1	Foto av kulturlagene som er analysert og vurdert
2	Analyseresultater fra AnalyCen
3	Kornfordeling analyse fra AnalyCen

Vedlegg 1

Foto av de ulike bore og profilprøver
analysert av Bioforsk Jord og Miljø

Boreprofil 1



Prøve 1-1 Bevaringsgrad: Bra



Prøve 1-7 Bevaringsgrad: Bra



Prøve 1-2 øverst og 1-4 nederst
Bevaringsgrad: Bra

Boreprofil 2



Prøve 2-1 Bevaringsgrad: Bra



Prøve 2-4 Bevaringsgrad: Bra



Prøve 2-6 Bevaringsgrad: Bra

Boreprofil 3



Prøve 3-3 og 3-5 Bevaringsgrad: Bra Dårlig



Prøve 3-11 øvre og 3-12 nedre Bevaringsgrad: Bra



Prøve 3-7 Bevaringsgrad: Middels



Prøve 3-16 Bevaringsgrad: Bra



Prøve 3-9 Bevaringsgrad: Bra

Boreprofil 4



Prøve 4-5 Bevaringsgrad: Middels



Prøve 4-8 Bevaringsgrad: Middels



Prøve 4-9 Bevaringsgrad: Bra



Prøve 4-10 Bevaringsgrad: Bra



Prøve 4-12 Bevaringsgrad: Bra



Prøve 4-15 Bevaringsgrad: Bra



Prøve 4-19 Bevaringsgrad: Bra

Boreprofil 5



Prøve 5-3 Bevaringsgrad: Bra



Prøve 5-9 Bevaringsgrad: Bra

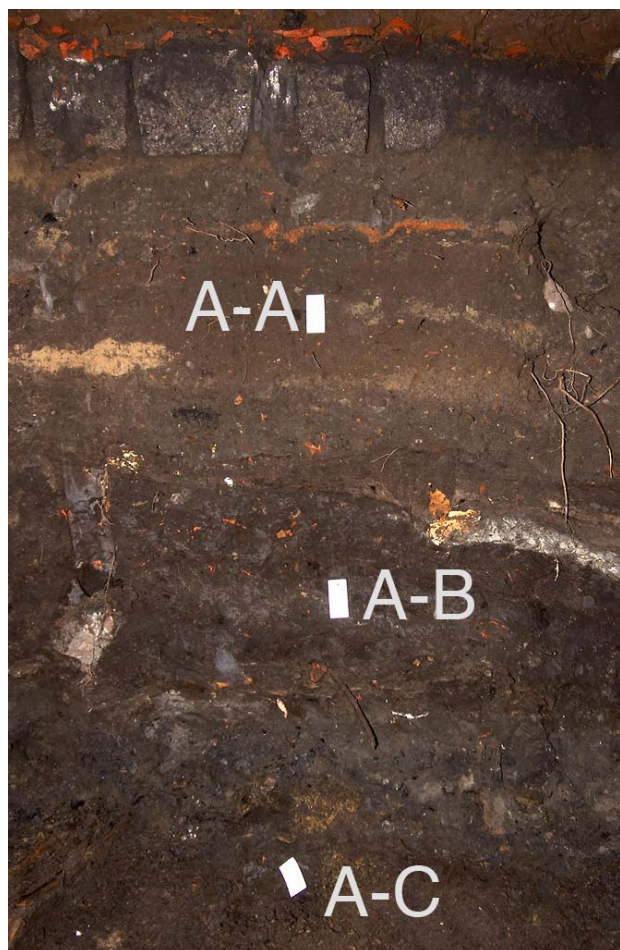


Prøve 5-7 Bevaringsgrad: Bra



Prøve 5-15 Bevaringsgrad: Bra

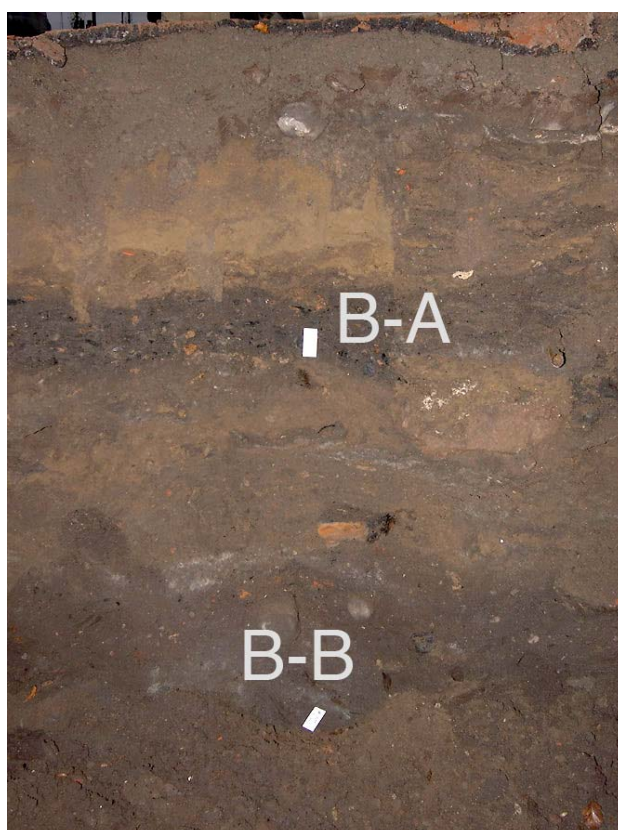
Oppgravet grøft profil A og B



Prøve A-A Bevaringsgrad: Dårlig

Prøve A- B Bevaringsgrad: Middels

Prøve A-C Bevaringsgrad: Bra



Prøve B-A Bevaringsgrad: Dårlig

Prøve B-B Bevaringsgrad: Bra

Toppdekk materiale
Foto Boreprofil 4 (0-1meter)



Svart og grå sand lag 1 og 2

Rød sand lag 3

Gul sand lag 4

Analyserapport

Moss

Bioforsk
Thomas Hartnik
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Oppdragsnr.	8184150-1195238	Tatt ut	28.11.2007	Side 1 (2)
Kundenr.	8184150	Prøvemottak	28.11.2007	
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	05.12.2007	
Oppdragsmerking	KCL prøver til nitrat/ammonium v/ Thomas Hartnik			

Lab.nr.	Merket	Ammonium, Traacs mg N/L	Nitrat, Traacs mg N/L	Lab
NOV038977-07	A-A KCL	0.50	0.20	○
NOV038978-07	A-B KCL	1.78	<0.2	○
NOV038979-07	A-C KCL	6.73	<0.2	○
NOV038980-07	B-A KCL	<0.2	<0.2	○
NOV038981-07	B-B KCL	2.93	<0.2	○
NOV038982-07	1-1 KCL	40.3	<0.2	○
NOV038983-07	1-2 KCL	48.6	<0.2	○
NOV038984-07	1-4 KCL	44.5	<0.2	○
NOV038985-07	1-7 KCL	65.8	0.22	○
NOV038986-07	2-1 KCL	20.4	<0.2	○
NOV038987-07	2-4 KCL	7.86	<0.2	○
NOV038988-07	2-6 KCL	9.60	<0.2	○
NOV038989-07	3-3 KCL	<0.2	<0.2	○
NOV038990-07	3-5 KCL	1.02	0.20	○
NOV038991-07	3-7 KCL	8.27	<0.2	○
NOV038992-07	3-9 KCL	3.69	<0.2	○
NOV038993-07	3-11 KCL	47.6	<0.2	○
NOV038994-07	3-12 KCL	39.1	<0.2	○
NOV038995-07	3-16 KCL	49.2	<0.2	○
NOV038996-07	4-5 KCL	2.02	<0.2	○
NOV038997-07	4-8 KCL	2.94	<0.2	○
NOV038998-07	4-9 KCL	6.07	<0.2	○
NOV038999-07	4-10 KCL	24.8	<0.2	○
NOV039000-07	4-12 KCL	24.3	<0.2	○
NOV039001-07	4-15 KCL	32.6	<0.2	○
NOV039002-07	4-19 KCL	29.8	<0.2	○
NOV039003-07	5-3 KCL	<0.2	4.13	○
NOV039004-07	5-7 KCL	11.1	<0.2	○
NOV039005-07	5-9 KCL	11.1	<0.2	○

Analyserapport

Moss

Oppdragsnr.	8184150-1195238	Tatt ut	28.11.2007	Side 2 (2)
Kundenr.	8184150	Prøvemottak	28.11.2007	
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	05.12.2007	
Oppdragsmerking	KCL prøver til nitrat/ammonium v/ Thomas Hartnik			

Lab.nr.	Merket	Ammonium, Traacs mg N/L	Nitrat, Traacs mg N/L	Lab
NOV039006-07	5-15 KCL	5.37	<0.2	O
Målusikkerhet				
Ref/Metode basert på		Autoanalysator	Autoanalysator	

Anna A Kubberød

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

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

Bioforsk
Thomas Hartnik
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Oppdragsnr.	8184150-1195262	Tatt ut	27.11.2007	Side 1 (2)
Kundenr.	8184150	Prøvemottak	29.11.2007	
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	08.01.2008	
Oppdragsmerking	vann analyser analyse for Sulfat. Att: Thomas Hartnik			

Sulfat, IC
mg SO₄/L

Lab.nr.	Merket		Lab
NOV039010-07	A-A VANN	8.43	○
NOV039011-07	A-B VANN	40.3	○
NOV039012-07	A-C VANN	41.8	○
NOV039013-07	B-A VANN	8.54	○
NOV039014-07	B-B VANN	22.5	○
NOV039015-07	1-1 VANN	35.5	○
NOV039016-07	1-2 VANN	59.7	○
NOV039017-07	1-4 VANN	38.3	○
NOV039018-07	1-7 VANN	33.1	○
NOV039019-07	2-1 VANN	48.0	○
NOV039020-07	2-4 VANN	74.0	○
NOV039021-07	2-6 VANN	50.7	○
NOV039022-07	3-3 VANN	1.43	○
NOV039023-07	3-5 VANN	1.93	○
NOV039024-07	3-7 VANN	0.79	○
NOV039025-07	3-9 VANN	13.5	○
NOV039026-07	3-11 VANN	71.4	○
NOV039027-07	3-12 VANN	44.7	○
NOV039028-07	3-16 VANN	31.7	○
NOV039029-07	4-5 VANN	46.9	○
NOV039030-07	4-8 VANN	39.1	○
NOV039031-07	4-9 VANN	30.9	○
NOV039032-07	4-10 VANN	63.5	○
NOV039033-07	4-12 VANN	46.8	○
NOV039034-07	4-15 VANN	89.0	○
NOV039035-07	4-19 VANN	36.6	○
NOV039036-07	5-3 VANN	19.0	○
NOV039037-07	5-7 VANN	5.73	○
NOV039038-07	5-9 VANN	17.7	○

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Oppdragsnr.	8184150-1195262	Tatt ut	27.11.2007	Side 2 (2)
Kundenr.	8184150	Prøvemottak	29.11.2007	
Prøvetype	Vannprøve	Analyserapport klar	08.01.2008	
Oppdragsmerking	vann analyser analyse for Sulfat. Att: Thomas Hartnik			

Sulfat, IC
mg SO₄/L

Lab.nr. Merket
NOV039039-07 5-15 VANN

38.5

Lab

○

Målusikkerhet
Ref/Metode basert på

± 10-20%
NS-EN ISO 10304-2 m

Grethe Arnestad
Cand.Mag

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

Analyserapport

Moss

Bioforsk
0 0

Kundenummer	8184150-1200716	Prøvemottak	07.12.2007	Side 1 (1)
Prøvetype	Miljøprøve	Analyserapport klar	21.12.2007	
Oppdragsmarking	Att: Thomas Hartnik. Mottatt 7/12-07			

Lab.nr.	NOV040261-07	NOV040262-07	NOV040263-07
Sted for prøvetaking			
Tatt ut	06.12.2007	06.12.2007	06.12.2007
Merket	Rød Sand	Brønn 4 Lag 1 Grå	Brønn 4 Lag 4 Brun

Parameter	Enhet	Måleu.	Ref/Metode basert på	Lab	
Fin silt (0,002 - 0,006 mm)	%	2.2	0.4	0.4	Analycen Ås
Finsand (0,06 - 0,2 mm)	%	18.5	14.5	19.2	Analycen Ås
Grov silt (0,02 - 0,06 mm)	%	7.3	5.7	3.1	Analycen Ås
Grovsand (0,6 - 2 mm)	%	33.5	51.3	13.5	Analycen Ås
Leir (< 0,002 mm)	%	6.3	3.1	3.9	Analycen Ås
Middels sand (0,2 - 0,6 mm)	%	27.4	22.6	58.1	Analycen Ås
Middels silt (0,006 - 0,02 mm)	%	4.7	2.4	1.8	Analycen Ås

Kommentar:

NOV040261-07 Siktekurve: 57.4% av totalprøven er frasikt >2mm, og er dermed ikke med i beregningen.

NOV040262-07 Siktekurve: 45.7% av totalprøven er frasikt >2mm, og er dermed ikke med i beregningen.

NOV040263-07 Siktekurve: 31.1% av totalprøven er frasikt >2mm, og er dermed ikke med i beregningen.

Rannveig Kvalvik

Lab.ing

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

Oppdragsgiver:

Bioforsk
Thomas Hartnik
Frederik A. Dahlsvei 20
1432 Ås