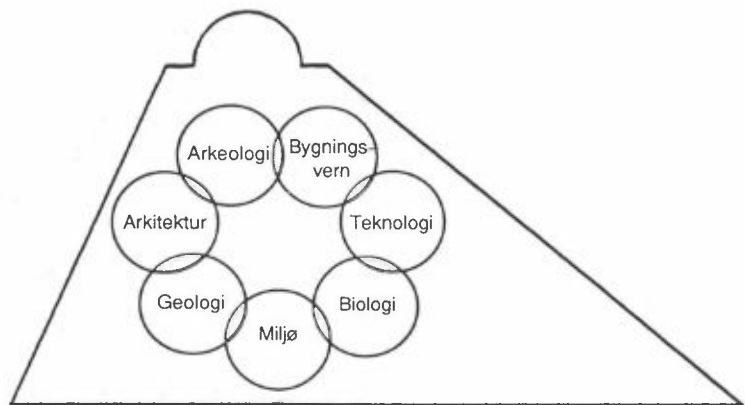


NILU OR : 65/92
REFERANSE : O-92053
DATO : AUGUST 1992
ISBN : 82-425-0407-5

EU 446 EURO CARE CAREBUILD

Arbeidsgruppe 1: Arkeologi - Bevaring av arkeologisk materiale i jord

Elin Dahlin og Ole Prestrud



NILU OR : 65/92
REFERANSE : O-92053
DATO : AUGUST 1992
ISBN : 82-425-0407-5

EU 446 EUROCARE CAREBUILD
Arbeidsgruppe 1: Arkeologi -
Bevaring av arkeologisk materiale
i jord

Elin Dahlin* og Ole Prestrud**

* Norsk institutt for luftforskning
Postboks 64, N-2001 Lillestrøm,
Norge

* Riksantikvaren
Postboks 8196 Dep, N-0034 Oslo,
Norge

** Dr.techn. Kristoffer Apeland A/S
Fagerborggt. 12, N-0360 Oslo
Norge

Innhold

		Side
	Sammendrag	3
1	Innledning	5
2	Problemfeltet	5
3	Undersøkelse av problemfeltet	7
4	Grunnforhold og bevaringsforhold	8
	4.1 Grunnforhold og jordanalyser	8
	4.2 Det arkeologiske kildematerialet	9
	4.3 Vurdering av bevaringsforhold for skjeletter og annet materiale	10
5	Konklusjon	11
6	Referanser	12
	Vedlegg 1-7: Møtereferater og brev	13
	Vedlegg 8: Referat fra møte Hedmarksmuseet	25
	Vedlegg 9: Rapport: Jordprøver fra domkirkeruinene på Hamar	31
	Vedlegg 10: Rapport fra tekn. konservator V. Vingelsgaard	39

Sammendrag

Riksantikvaren arbeider for at det skal bygges et vernebygg over Hamar domkirkeruin. I tilknytning til disse planene er det utviklet et EUREKA-prosjekt: EU 446 EURO CARE CAREBUILD - Vernebygg for ruiner og monumenter. I forbindelse med forslaget om bygging av et vernebygg over ruinene, var det også nødvendig å undersøke forholdene for det arkeologiske materialet i bakken, som er av en like stor kulturhistorisk verdi som selve ruinen.

En arbeidsgruppe ble oppnevnt og gruppens oppgave var å finne frem til de best mulige bevaringsforhold for arkeologisk materiale som fortsatt ligger bevart i jorden og som vil bli skjernet fra naturlige klimatiske forhold ved oppføring av et vernebygg. Det er så vidt oss bekjent første gang det er laget en slik utredning i Skandinavia, og det ble i den forbindelse nødvendig å ha kontakter mot både Sverige og Danmark, foruten til ulike fagmiljøer i Norge.

Resultatet av undersøkelsene viste at forholdene for det arkeologiske gjenstandsmaterialet ikke kommer til å endre seg mye i forhold til slik situasjonen er i dag, men at man vil unngå skader som tidligere har skyldtes frost. Når det gjelder en eventuell langsom uttørking av jorda, viser det seg ikke å være skadelig for gjenstandsmaterialet.

Det er diskutert ulike former for tildekking av gulvflaten inne i vernebygget og man er kommet frem til følgende forslag:

- gulvflaten inne i kirken kan dekkes med steinheller eller lignende.
- området mellom kirkemurene og ytterkanten av vernebygget kan dekkes med grønne planter.

Ved bruk av planter inne i vernebygget må man ta visse forhåndsregler med hensyn til selve beplantningen samt ved tilførsel av fukt.

EU 446 EUROCARE CAREBUILD

Arbeidsgruppe 1: Arkeologi - Bevaring av arkeologisk materiale i jord

1 Innledning

I forbindelse med EUREKA-prosjektet EU 446 EUROCARE CAREBUILD - VERNEBYGG FOR RUINER OG MONUMENTER, ble det på møtet i arbeidsgruppen for hovedprosjektet den 10. september 1991 opprettet en arbeidsgruppe for arkeologi: AG 1 med følgende medlemmer:

Elin Dahlin, NILU/Riksantikvaren
Ole Prestrud, Dr.techn. Kristoffer Apeland A/S

Arbeidsgruppen har siden april 1992 hatt et nært samarbeid med teknisk konservator Vigdis Vingelsgaard, Hedmarksmuseet og Domkirkeodden. Hun ble engasjert til å utrede bevarings-tilstanden til det arkeologiske materialet med utgangspunkt i det som ble gravd ut i 1991, samt se dette i forhold til det ikke utgravde materialet. Vingelsgaard har utarbeidet en rapport, som for en stor del er innarbeidet i kapittel 3, se for øvrig rapporten som helhet i vedlegg 10.

Arbeidsgruppens oppgave var å finne frem til de best mulige bevaringsforhold for arkeologisk materiale som fortsatt ligger bevart i jorden og som vil bli skjermet fra naturlige klimatiske forhold ved oppføring av et vernebygg.

Bakgrunnen for undersøkelsen var en henvendelse fra Riksantikvaren ved førsteantikvar Lyder Marstrander i forbindelse med bygging av et vernebygg over Hamar domkirkeruin. Marstrander viste til at det arkeologiske materialet som vil bli liggende innunder vernebygget er av like stor kulturhistorisk verdi som selve ruinene, og at kravene til styring av fukt og temperatur inne i vernebygget også må sees i sammenheng med bevaringsforholdene for det arkeologiske materialet.

Arbeidet med denne rapporten er først og fremst gjort med utgangspunkt i forholdene ved Hamar domkirkeruin. I forbindelse med utarbeiding av en "teknologipakke" for EUREKA-prosjektet EU 446 EUROCARE CAREBUILD, må det presiseres at det er nødvendig å utarbeide en tilsvarende rapport som denne for hvert enkelt tilfelle med utgangspunkt i de lokale variasjoner.

2 Problemfeltet

For å bevare Hamar domkirkeruin har Riksantikvaren besluttet at det må bygges et vernebygg over ruinene slik at disse blir beskyttet. I 1987 vant arkitektfirmaet Lund & Slaatto konkurransen om utformingen av et vernebygg. Vernebygget er tenkt oppført i glass med aluminium i bærekonstruksjonene. Bygget vil dekke over et område som utgjør ca 2500 kvm.

Med utgangspunkt i opplysninger fra skriftlige kilder og spredte arkeologiske undersøkelser, kjenner man til at det både inne i domkirkeruinen og i et område rundt omkring denne er begravelser fra middelalderen.

I et notat fra juli 1990 vurderer førsteantikvar Lyder Marstrander, Riksantikvaren, situasjonen slik:

"Området innenfor ruinens yttervegger er i realiteten et avsluttet hele, det er ingen forbindelse til området utenfor. Det vil være naturlig å tro at inneklimate i vernebygget vil innvirke på kulturlagene her i sakte tempo, dvs det vil gå lang tid før det skjer en total uttørring. Om det så skjer er det mulig å holde dette område i riktig fuktighet ad kunstig vei.

I området mellom ytterveggene til vernebygget og ruinens yttervegger vil faren for uttørring være langt større. Dette skyldes den korte avstand til fjellet. Siden det ble funnet graver her, selv så grunn, noe som ikke var ventet, må man her sikre materialet før byggingen settes igang. De gravrester som ligger i dette området, vil i løpet av kort tid være ødelagt. Det synes derfor å være nødvendig å foreta en undersøkelse i dette området før byggingen settes igang.

I tillegg til dette området, bør samtlige fundamenteringspunkter graves, dersom de ikke dekkes av området nevnt ovenfor."

Etter at dette ble skrevet er det av økonomiske grunner kun besluttet å grave ut de områder hvor fundamentene til vernebygget skal støpes. Det kan, som Marstrander nevner i sitt notat, få store konsekvenser for det materialet som ligger mellom fundamentene i vernebygget og kirkemurene. Fysisk antropolog Berit Sellevold, ved Universitetets Oldsaksamling, støtter Marstrander i dette og anbefaler at skjelettmaterialet i dette området graves ut, eventuelt etter at vernebygget er reist.

Tilstanden til ruinen ble av Riksantikvaren allerede i 1986 vurdert som så alvorlig at deler av ruinen, dvs området omkring søndre midtskipsmur, ble bygget inn i et midlertidig telt av presenning.

Ved en overdekking av området vil det skje en langsom uttørking av jorda. Spørsmålet som blir stilt i denne sammenheng, er hvilke tiltak som må utrettes for at det arkeologiske materialet skal bevares best mulig. For å kunne gi svar på dette problemet må man analysere de faktorer som påvirker nedbrytningen av det arkeologiske materialet. I følge V. Vingelsgaard er det viktig å kjenne til følgende faktorer:

- aerob eller anaerob nedbrytning
- jordas pH-verdi
- tilførsel av vann
- uttørking
- temperaturendringer

3 Undersøkelse av problemfeltet

Det er såvidt vi kan forstå første gang i Skandinavia at arkeologisk materiale vil bli dekket over på denne måten. For å få frem en oversikt over problemfeltet har det vært nødvendig med kontakter både mot Sverige og Danmark, foruten til ulike fagmiljøer i Norge.

I forbindelse med arbeidsgruppens arbeid har det vært holdt følgende møter:

- 27.08.91: Møte mellom O. Prestrud og førsteantikvar Lyder Marstrander, Riksantikvaren (vedlegg 1).
- 11.09.91: Samtaler mellom arbeidsgruppen og fysisk antropolog Berit Sellevold og arkeolog Hanne Dahlerup Koch (vedlegg 2).
- 23.09.91: Møte mellom O.Prestrud og professor Einar Myhr, Teknologisk avd. Landbrukshøgskolen, Ås (vedlegg 3).
- 14.10.91: Møte mellom E. Dahlin og førsteantikvar Erik Jondell, Riksantikvaren, utgravningskontoret i Trondheim (vedlegg 4).
- 25.10.91: Møte mellom E. Dahlin og avdelingsleder Agneta Lagerlöf, Fornminnesavdelningen, Riksantikvarieämbetet, Stockholm (vedlegg 5).
- 14.11.91: Møte mellom arbeidsgruppen og professor Bo Adamson, Tekniska Högskolan i Lund.
- 21.11.91: Møte i arbeidsgruppen AG 1.
- 09.12.91: Brev fra rektor Helge Brinch Madsen, Konservatorskolen, København (vedlegg 6).
- 13.12.91. Møte mellom E. Dahlin og professor Gunnar Jacks, Institut för Mark- och Vattenkemi, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm (vedlegg 7).

Innholdet i disse møtene diskuteres ikke nærmere, men det vises til vedleggene.

Med utgangspunkt i de opplysninger som var fremkommet i løpet av 1991 forelå det den 6. mars 1992 et utkast til en foreløpig rapport. Den 27. april innkalte arbeidsgruppen til et møte på Hedmarks museet, hvor man ønsket å diskutere rapporten med fagpersoner fra ulike fagmiljøer, se referat fra møtet (vedlegg 8).

Dette møtet gav en rekke interessante opplysninger som førte til at den tidligere konklusjonen i rapporten av 6. mars 1992 ble endret. Det vil si at mens man i rapporten av 6. mars 1992 konkluderte med at det ville være best å hindre uttørking, diskuterte man på møtet 27. april 1992 om det ikke var best å holde forholdene i grunnen så tørre som mulig. Med utgangspunkt i dette ble det videre besluttet at forholdene i grunnen skulle kartlegges nærmere. Statens forskningsstasjoner i landbruk, Apelsvoll forskningsstasjon, avd. Kise, ble engasjert til å foreta følgende analyser:

- jordanalyse
- jordporøsitet
- pH-verdi
- fuktforhold

Rapport fra Apelsvoll forskningsstasjon, avd. Kise, Nes på Hedmark, forelå den 24. juni 1992 (vedlegg 9).

Notat fra Vigdis Vingelsgaard: "Hamar Domkirkeruin; arkeologisk utgravning 1991 av kirkegård. Vurderinger angående gjenstandsmaterialets bevaringstilstand. Evt. overføringsverdi i forhold til ikke utgravet materiale under kirken" forelå den 29. juni 1992 (vedlegg 10).

Den påfølgende vurdering av problemfeltet bygger på de opplysninger som har fremkommet via de ovenfor nevnte undersøkelser.

4 Grunnforhold og bevaringsforhold

Analysene av grunnforholdene bygger på observasjoner av de lokale forhold, samt for en stor del på rapporten fra Apelsvoll forskningsstasjon. Vurderingen av bevaringsforholdene for det arkeologiske materialet er for det meste hentet fra V. Vingelsgårds (V.V.) rapport (vedlegg 10).

4.1 Grunnforhold og jordanalyser

Hamar domkirke ble bygget på en odde som stikker ut i Mjøsa. Berggrunnen er ortocerkalk (i følge oppl. fra geolog Steinar Skjeseth til V.V.) som ligger i forkastninger. Over berggrunnen ligger et jordlag hvis tykkelse varierer i forhold til lommer i berggrunnen. Undersøkelser med georadar som ble foretatt i 1987, viser at det er vanskelig å få frem en nøyaktig kartlegging av grunnforholdene.

På nordsiden av kirken stikker berggrunnen opp i dagen, mens største dybde på jordlag ned til naturbakken ble målt fra 1,5-2 m ved de arkeologiske utgravninger som ble foretatt i området sommeren 1991 (Koch 1991).

Det ble ikke påvist innsig av grunnvann i forbindelse med de arkeologiske undersøkelser som er gjort i området sommeren 1991, og det er derfor grunn til å anta at jordlagene ligger over grunnvannspeilet. Grunnvannspeilet kan sees i en brønn i borggården. Ut fra dette kan man slå fast at det er aerobe bevaringsforhold på stedet.

Den 5.juni 1992 ble det tatt ut 20 stk jordprøver fra Hamar domkirkeruin for analyse ved Apelsvoll forskningsstasjon, avd. Kise. Prøvene ble tatt etter henvisning fra V. Vingelsgaard og med tillatelse fra Riksantikvaren. Prøvene merket 1-5 er tatt mellom søylerekkene innunder det provisoriske teltet, mens prøvene merket 6-9 er tatt mellom søylerekkene utenfor teltet. Prøve nr. 10 ble tatt på stedet hvor man antar det har vært en krypt. Alle prøvene er tatt i to dybder (0-20 cm og 20-40 cm) med unntak av prøvestedene 5 og 9, hvor det ikke var mulig å få opp jord fra det dypeste sjikt pga stort steinnhold (vedlegg 9).

Jordprøvene er analysert av jordforsker ved Kise, Hugh Riley. Han har kommet frem til følgende resultater, se også tabellene i vedlegg 9:

"Prøvene inneholdt en stor andel store partikler (frasikt) som besto både av grus og av "fremmedmateriale" som kalkpuss, tegl-steinfragmenter o.l. Dette tyder på at jordprofilet trolig er omgravd og dermed har det ikke naturlig lagring. Finmaterialet er ganske ensartet, med en dominerende sandfraksjon (jordartsbetegnelsen er siltig mellom-/grovsand).

Moldinnholdet er stort i toppsjiktet, og noe mindre i det nedre sjiktet. Jordfuktigheten ved uttak var også høyere i toppsjiktet, trolig pga det større moldinnholdet der. Jordreaksjonen (pH) var meget høy (basisk) i begge sjiktene (jfr. vanlig åkerjord med pH omkring 6.0)."

På møtet på Hamar den 27. april ble det foreslått at man skulle analysere svovelinnholdet i jorda. Når det gjelder analyser av jordas svovelinnhold, har dette ikke blitt utført. Riley har i en muntlig meddelelse til E. Dahlin sagt at det er oksydert svovel i jorda, men at denne ikke er av noen fare for metallgjenstandene. Arbeidsutvalget har derfor besluttet at det ikke er nødvendig å foreta en slik analyse i dette tilfellet.

Av tabell 1 (vedlegg 9) går det frem at middelverdien for pH fra prøvene i toppsjiktet var 7.7 og 7.9 fra det nedre sjiktet. Riley mener at jordas høye pH må skyldes påvirkning fra kalkstein/kalkpuss. Han skriver videre: "Det høye moldinnholdet gjør at jorda har en stor buffersevne (pH vil ikke endre seg uten store endringer i basemetningsgrad). Jorda er meget grovkornet, og derfor er den fritt drenert, men den har likevel en relativt stor vannlagringsevne pga det høye moldinnholdet."

Riley anslår jordas totale porevolum til omkring 45-50%. Jordas vannlagringsevne er trolig mellom 30-35% i toppsjiktet og ca. 20-25% i det nedre sjiktet ved dreneringslikevekt. Riley hevder videre at ved en tildekking av overflaten, så vil jordfuktigheten holde seg på omtrent samme nivå som i dag, mens jordtemperaturen trolig vil ligge omkring +5 - +10°C hele året. I en muntlig meddelelse til E. Dahlin har Riley antydnet at det er mest sannsynlig at jordtemperaturen vil ligge rundt +5°C, under forutsetning av at temperaturen i rommet ikke stiger over +30°C. Hvis så er tilfelle, vil temperaturen i jorden også stige.

Forskningsresultatene fra Apelsvoll forskningsstasjon er forelagt professor Gunnar Jacks, Inst. för Mark- och Vattenkemi, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm. Jacks støtter opp under Rileys konklusjoner.

4.2 Det arkeologiske kildematerialet

Av tidligere arkeologiske undersøkelser som er utført i området kan nevnes:

- 1845-46, ved fortidsminnesmerkeforeningens arbeider støtte man på murede kjellere - uklart hvor dette var.
- 1847-48, ved graving i koret ble det funnet en steinkiste med skjelett av en mann samt en del gjenstander.

- 1930-årene, utsjaktninger i området (rapport i Riksantikvarens arkiv.)
- 1978, utgravning i søndre tverrskip ved I.H. Vibe-Müller, fra dette arbeidet finnes foreløpig ingen rapport.
- 1988, prøvegravninger i forbindelse med reising av vernebygget, ved A.-T. Hommedal, (rapport i Riksantikvarens arkiv). Prøvegravninger foretatt på fire ulike steder: sydside, østside og to på nordsiden av kirken. Undersøkelsene på nordsiden av kirken viste at kulturlagene hadde fra 10-60 cm tykkelse og at kirken her var fundamentert på fjell.

Ved utgravningene i 1991, som ble igangsatt for å fjerne masse for fundamenter til vernebygget, ble det totalt gravd ut 110 kvm fordelt på to felt. Ved denne utgravningen ble det totalt funnet 226 graver. I tillegg ble det funnet rester av tre, tekstil, metall og litt glass.

Skjelettmaterialet kan deles inn i en organisk og en uorganisk del (vedlegg 10):

- Organisk del: kollagen, litt elastin og lipid (25%)
- Uorganisk del: kalsiumfosfat, både hydroxylapatitt og mindre mengder fluorapatitt (50%)

Det skjelettmaterialet som ble gravd ut sommeren 1991 består av de uorganiske delene, og disse er i følge V. Vingelsgaard og B. Sellevold i relativt god stand. En del sprekker skyldes hovedsakelig frostsprengning, skiftesvis uttørking og oppfuktning, samt sprengning fra planterøtter.

De tekstilfunn som er gjort, ser i følge V. Vingelsgaard ut til å være bevart fordi de har ligget tett sammen med metaller. Metallsaltene har en fugicidvirkning, samtidig som de trekker inn i tekstilet og virker avstivende på formen. Det vil si at det er blitt omdannet eller delvis omdannet organisk materiale. I tillegg er det funnet korrodert metall.

4.3 Vurdering av bevaringsforhold for skjeletter og annet materiale

Når det gjelder bevaringsforhold for skjelettmaterialet vurderer V. Vingelsgaard situasjonen slik:

"Under aerobe forhold (hvor det er oksygen tilstede), vil det skje mikrobiell nedbrytning av alt organisk materiale. I skjelettmaterialet vil det skje en gradvis nedbrytning av den organiske del. Herved oppstår porer og kanaler i knoklene som vil tillate fri passasje av vann. I nøytral og basisk periodevis gjennomluftet jord, vil det utfelles salter, især av kalsiumkarbonat, og kollagenets volum erstattes etterhvert av fremmede stoffer. Resultatet er et kalsinert ben, som er hardere, tyngre og mindre porøst enn det opprinnelige, men med den opprinnelige form.

Et kalsinert skjelettmateriale vil oppføre seg som et mineral, dvs. det vil ikke reagere ved uttørring.

Et skjelettmateriale hvor noe av det organiske materialet er tilbake, vil "slå seg" ved for rask, eller ujevn uttørring. Dette fordi det vil oppstå spenninger mellom den stive fosfatdelen og kollagenet, som tørker inn og tar mindre plass. Det er derfor uheldig med rask tørring, f. eks. fra 100 til 60% RF på kort tid.

Dette har først og fremst konsekvenser for hvordan vi skal behandle nyutgravde funn, den relative luftfuktighet i jord vil ikke bli så lav iflg. H. Riley. Det øverste tørre lag vil virke isolerende på det lengre ned."

Når det gjelder forholdene for organisk materiale, skriver V. Vingelsgaard følgende: "Under aerobe bevaringsforhold, med nøytral til alkalisk pH, kan vi gå ut fra at det vil være dårlige bevaringsforhold for organisk materiale."

Videre skriver hun: "De kjemiske kreftene kan deles inn i de fysiske, de kjemiske og de biologiske krefter."

Og videre: "Mikroorganismenes virksomhet har størst betydning for nedbryting av organisk materiale.

Vesentlig for oss er å legge merke til at prosessen først stopper opp når RF kommer under ca. 70%, samt at de fleste sopper og bakterier arbeider best ved en temperatur mellom 20-40°C."

Når det gjelder bevaringsforhold for metaller, så er disse i følge V. Vingelsgaard relativt godt bevart fordi jorden er basisk. Hun skriver videre: "Korrosjon er en elektrokjemisk prosess, den er avhengig av fuktighet for å forløpe. I tørre perioder ved aerobe grunnforhold, vil metalloverflaten være tørr, det vil ikke foregå noen vesentlig ionetransport, men størstedelen av tiden er overflaten fuktig, med god oksygentilførsel, så over grunnvannspeilet vil metaller, spesielt jern korrodere."

Når det gjelder spørsmålet om det er forskjell på bevaringsforholdene i og utenfor kirken pga at kirken har stått med tak i ca 400 år, så er V. Vingelsgaard av den oppfatning at forholdene må være nokså like tatt i betraktning den lange tiden nedbrytningsfaktorene har virket.

5 Konklusjon

Det er foreslått at gulvflaten inne i kirken skal dekkes med steinheller eller lignende, og at området mellom kirkemurene og ytterkanten av vernebygget skal dekkes med grønne planter. Det er viktig å være klar over dette når man skal vurdere bevaringsforholdene for det arkeologiske materialet i bakken.

Jordfuktigheten vil ved en tildekking av overflaten holde seg på omtrent samme nivå som i dag, dvs tilnærmet 100% (relativ fuktighet). Jordtemperaturen vil ligge rundt +5°C hele året (vedlegg 9).

Forholdene for det arkeologiske gjenstandsmaterialet vil ikke komme til å endre seg så mye i forhold til slik situasjonen er pr. i dag, men man vil unngå skader som tidligere har skyldtes frost. Når det gjelder en eventuell langsom uttørking av jorda, viser det seg ikke å være skadelig for gjenstandsmaterialet, men for stor uttørking vil føre til fysisk slitasje på de øverste jordlagene og det er ikke bra.

På grunn av at det er flere eksempler på at gjenstandsmaterialet ligger like under torva, er det ikke tilrådelig å plante i dette jordlaget. Det bør ikke tilføres fukt samtidig med at temperaturen heves; dette vil føre til økt mikrobiell aktivitet.

Hvis det allikevel er ønskelig med grønne planter i området utenfor kirkemurene, vil arbeidsutvalget anbefale at jordoverflaten dekkes til før man eventuelt setter ut planter. Det må i denne sammenheng understrekes at en tildekking av jordoverflaten ikke må være så tett at høyt fuktnivå vil gi muggdannelser på jordoverflaten. Muggdannelse kan unngås ved at de aerobe forhold opprettholdes, samt at fuktighet og temperatur holdes under kontroll. Beplantningen bør settes i vanntette kasser og det må sørges for tilstrekkelig utlufting under kassene. Plantene som velges bør være av en slik art at de behøver minimalt med fukt i vinterhalvåret. I følge en forespørsel til Landbrukshøgskolen på Ås, vil planter som krypeiner, krekling eller melbær være egnet.

6 Referanser

Koch, H.D. (1991) Resultater fra de arkeologiske utgravningene på kirkegården omkring domkirkeruinene på Hamar 1991. I: *Fra Kaupang og Bygd*. Hamar, Hedmarksmuseet og Domkirkeodden.

Vedlegg 1-7

Møtereferater og brev i sakens anledning

Notat fra møte vedr.
 VERNEBYGG HAMAR DOMKIRKERUIN
 mellom
 Lyder Marstrander og Ole Prestrud

B-notat nr. 4

Dato: 27.08.91
 Sted: Riksantikvaren, Dronningens gt. 13

Problemstilling

Arkeologiske lag i grunnen krever at det holdes et visst fuktnivå i jorden. Formålet med møtet var derfor å komme fram til hvilke typer "gulv" som kunne legges i Vernebygget, og nærmere spesifisering av kravet til fukt, evt. også lufttilgang i jordbunnen.

Krav

Marstrander var skeptisk til å belegge hele arealet under Vernebygget. Det er sannsynlig at det under domkirkeruinen er en bergrygg, slik at det blir lite vanntilførsel utenfra og inn i grunnen under Vernebygget.

Hvis det forutsettes at ikke hele arealet under Vernebygget skal utgraves før Vernebygget reises, bør det ikke legges et permanent belegg. gangveier med belegningsstein eller gangbruer over terreng kan aksepteres. De arkeologiske lagene ligger nokså høyt oppe, og det er begrenset (sterkt) hvor dypt det kan graves uten at de arkeologiske lag forstyrres.

Marstrander vil undersøke hva som tidligere er gjort av utgravninger innenfor den gamle kirkens murer.

Marstrander mente at det beste ville være å la grunnen ligge urørt, og å tilføre vann slik at grunnen ble holdt fuktig. Han regner med at utgravningene vil fortsette inne i Vernebygget etter at bygget er ferdig.

Forslag til løsning

Det etableres et anlegg for spredning av vann over hele flaten. Dette vannet kan spres gjennom nedgravde rør eller overrislingsanlegg. Vanntilførselen kan styres etter et visst grunnvannspeil. Det må bestemmes hvor høyt dette skal være. Videre må det vurderes om et definert grunnvannspeil automatisk gir et riktig fuktnivå i jorden over grunnvannspeilet.

Det forutsettes at avdunstningen fra fukt i grunnen benyttes som befuktning av luften i Vernebygget.

Det må foretas en beregning av hvor mye vann som kan fordampes fra grunnen. Fordampningen vil kunne variere sterkt med varierende solbelastning.

Det må i tillegg foregå en styring av fukten ved installerte luftbefuktere og -avfuktere.

De endelige toleransegrenser for fuktnivået i luften i Vernebygget må fastsettes med utgangspunkt i kravet til fukt i grunnen som viktig parameter.

Videre vurderinger

De parametere som vil ha betydning for fuktstyring i Vernebygget:

1. Fuktnivået i grunnen skal bibeholdes.
2. Ruinen må ha et kontrollert fuktnivå. Viktige hensyn her:
 - a) Skademuligheter i overflaten ved uttransport av salter - saltsprengning. (Det er ikke sannsynlig at dette er et stort problem for Vernebygget).
 - b) Skademuligheter ved uttørking av kjernemateriale.
 - c) Fuktfordampning fra ruinen som middel for å holde temperaturen på overflaten nede ved periodisk solbelastning.
3. Luftfuktigheten må kontrolleres slik at kondens på glass unngås eller holdes nede på et akseptabelt nivå.

Forslag til aktivitetsplan

1. Ved studie av de utgravninger som nå foregår, og i samarbeid med antikvariske myndigheter fastsettes et akseptabelt grunnvannsnivå.
2. Det må foretas en bestemmelse av jordarten - tetthet, kapillær stighøyde, avdunstning osv.
3. Materiale i ruinen må kontrolleres. Fuktinnehold, likevektsfuktighet av steinmaterialet. Formålet er å komme fram til toleransegrenser for fuktnivået i inneluften.
4. Glassets egenskaper må fastlegges. Hvor mye isolasjon gir glasset. Kondensfare.

Oslo 09.09.1991
for DR. TECHN. KRISTOFFER APELAND A/S


Ole Prestrud

CAREBUILD - HAMAR DOMKIRKERUIN

AG 1 - Arkeologi

Deltakere i denne gruppen er:

Elin Dahlin (ED) - Riksantikvaren
Ole Prestrud (OP) - DR. TECHN. KRISTOFFER APELAND A/S

I forbindelse med at referansegruppen for restaureringsarbeidene hadde befaring og møte på Hamar 11.09.1991, ble det også foretatt intervju med arkeologene som holder på med arkeologiske utgravninger rundt domkirkeruinene:

Berit Sellevold - Oldsakssamlingen
Hanne Koch - Oldsakssamlingen tlf. Hamar 065 31350

Funn i grunnen

Det er gravet ut over hundre skjeletter. Noen av skjelettene ligger rett under terrengoverflaten. De fleste gravene ligger mindre enn en meter under terreng.

Det har tydeligvis vært en avgravning av de øverste jordlagene da restaureringsarbeidene begynte i 1880-årene. Dette har gått ut over noen av de høyest liggende skjelettene.

Det er funnet lite tekstiler og treverk. Det synes som de rester av dette som finnes ligger i kalkholdige jordlag.

Krav til fukt i grunnen

Berit Sellevold mente at de arkeologiske lag i grunnen burde ha ca. 50% RF og ideelt 18 - 20°C, men at det ikke spilte noen stor rolle om fuktnivået varierte mellom 40 og 60% RF. Hvis det er for fuktig i grunnen, vil det være fare for mugg og sopp. Hvis det er for tørt, vil beinrester ha lett for å smuldre opp.

Forhold under det provisoriske teltet

Den delen av grunnen som ligger innenfor det provisoriske teltet har ligget uten vanntilførsel ved direkte regn i fem år. Arkeologene er interessert i å få tatt en prøvegraving i denne delen for å studere hvordan forholdene er her, og hvordan forholdene for det arkeologiske materialet her.

Det er sett på et område for mulig utgravning inne i teltet, beliggende i SØ del - nær det område som blir gravet nå. Det antas at det er tilstrekkelig med en utgravning 1,0 x 1,0 m eller noe større avhengig av hva slags funn som blir gjort. Det regnes med at det går med ca. fire ukesverk til dette

arbeidet, eller to personer i to uker. ED tar opp med Riksantikvaren om det kan skaffes midler til dette.

Forhold etter at Vernebygget er reist

Ved siden av de hensyn som må tas til de arkeologiske verdier i grunnen inne i Vernebygget, var Berit Sellevold opptatt av at vann som renner ned over glassveggen når det regner. Hvis dette ikke tas vare på, kan det gå ut over de arkeologiske verdier som ligger igjen utenfor Vernebygget.

En mulig løsning kan være å lage en steinsatt grøft med drenering på utsiden langs Vernebygget. I bunn av grøften kan det legges inn drensledninger for bortledning av vann. Dette må vurderes videre av prosjekteringsgruppen for Vernebygget.

Videre arbeid

ED undersøker om det er andre i Norden som kjenner noe til problemet med å bevare arkeologiske verdier i grunnen.

Tidsplan

NTNF har budsjett-termin fram til 01.01.1992. Innen dette tidspunkt bør gruppen ha avgitt rapport. Det er derfor ikke mye tid som står til disposisjon. Notater (delrapporter) kan derfor med fordel sendes ut i god tid før neste møte.

Neste møte holdes etter nærmere avtale, senest i forbindelse med møtet på Hamar 07.10.1991.

Oslo 12.09.1991
for DR. TECHN. KRISTOFFER APELAND A/S

Ole Prestrud

B-notat nr. 5

EUROCARE - CAREBUILD

NNEUBA 25954 VERNEBYGG FOR RUINER OG MONUMENTER

Befuktning av grunnen. Metoder for fordeling av fukt og registrering av fuktnivå.

Dette notat er satt opp etter en samtale mellom Professor Einar Myhr ved Landbrukshøgskolen på Ås, Teknologisk avdeling, og Ole Prestrud 23.09.1991.

Tema for samtalen var:

1. Hvordan måles fukt i jord
2. Hvordan tilføres jorden den riktige fuktmengde

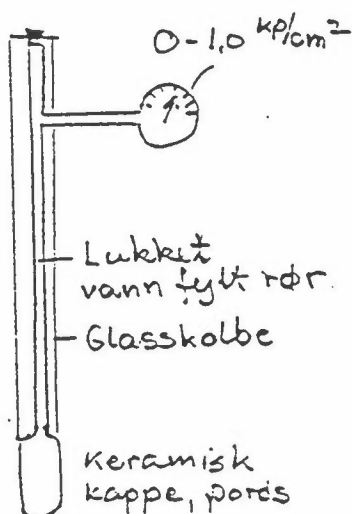
MÅLING AV FUKT I JORD

Einar Myhr la fram tre forskjellige metoder for å måle fukt i jord.

1. To elektrodenett støpes inn i en gipskake. Nettene er forbundet til ledninger, hvor det kan tilføres strøm. Måleren graves ned i jorda, og det registreres hvordan elektrisk motstand varierer med varierende jordfuktighet.

Metoden ble lansert i 50-årene, og er i dag delvis forlatt. Årsaken til det er at måleren har liten følsomhet i det mest aktuelle fuktområdet, og det har vist seg at gipsføleren har liten holdbarhet i fuktig jord.

2. Tensiometer består av en keramisk porøs kappe forbundet med et vannfylt lukket rør. Når jorda blir tørr, trekkes det fukt ut av den keramiske kappen. Trykket i det lukkede vannrøret synker. Trykkes måles med et manometer, og trykkfallet er et mål for hvor mye vann jorden trekker til seg. Når trykket er fallt til et visst nivå, er det tid for vanning.



Utstyret kan skaffes gjennom Sunde & Co, v/Sæther, tlf. 72 55 00. Prisen er ca. kr. 1500.- pr. stk. eks. mva.

3. Den metode som benyttes mest nå i landbruket, referer seg til avdampning fra en fri vannflate. Ved å sammenlikne med

nedbøren på stedet, og å ta hensyn til fasktor for vegetasjonsart og årstid, beregnes tidspunktet for når vanning er nødvendig.

Metode nr. 2, tensiometer, synes godt egnet for vårt formål. Ulempen med metoden er at den bare måler på et sted, og at det vil være behov for flere målere. Fordelen er at instrumentet kan avleses elektronisk, og at det derved er mulig å benytte dette til direkte styring av vanntilførselen.

Alternativt vil metode nr. 3 kunne benyttes hvis avdampet fukt måles (= fukt som trekkes ut gjennom ventilasjonsluften?). Jorden må tilføres samme fuktmengde som den som avdampes.

VANNSPREDNING

Metode 1: Perforerte rør legges i avstand 0,5 - 1,0 m. Vannet må filtreres godt for at ikke rørene skal tettes seg til. Hvis rørene ligger eksponert for sollys, må de være svarte for å unngå algevekst som tetter rørene.

Metode 2: Vannspredning med små dyser fordelt bortover en vannslange. Dysene kan ligge over terreng eller nedgravd. Ved nedgravde dyser vil dysene komme opp i vanneposisjon når vanntrykket settes på.

Perforerte rør og dryppvanningssystemer forhandles gjennom

Miljø Irrigation System Technology Int. v/Michael Stickleby
Fagertun 3F, 1500 Moss. Tlf. 09 27 29 34
Fax. 02 26 77 82

Dryppvanning A/S - v/ Audun Stølen
Nesodden Tlf. 09 91 60 30

Stavanger Rørhandel (med filial Vestby)
Tlf. 09 95 17 65

Oslo 24.09.1991
for DR. TECHN. KRISTOFFER APELAND A/S

Ole Prestrud
Ole Prestrud

M Ø T E R E F E R A T

SAK: EU 446 EUROCARE CAREBUILD, Hamar domkirkeruin, AG 1

ARKEOLOGI

MØTESTED: Riksantikvaren, utgravningskontoret i Trondheim,
befaring til Olavsruinen i Trondheim Folkebibliotek

TID: 14 oktober 1991

DELTAKERE: Erik Jondell, (EJ), Riksantikvaren
Elin Dahlin, (ED), NILU

1. INNLEDNING

Møtet kom i stand på bakgrun av en henvendelse fra ED med ønske om å diskutere problemer omkring det å bygge inn kulturlag med rester av skjelletmateriale bevart.

2. ORIENTERING OM FORHOLDENE I TRONDHEIM

EJ fortalte om bakgrunnen for bevaringen av kulturlagene i Folkebiblioteket:nybygget for Trondheim Folkebibliotek sto ferdig i 1988. Bygget var da bygget inntil det gamle biblioteket som opprinnelig hadde hatt funksjon som rådhus helt siden 1712. Under det gamle rådhuset ligger ruinene av en steinkirke fra middelalderen:Olavskirken. I forbindelse med bygging av det nye biblioteket har det vært foretatt utgravninger av store deler av kirkegården nord for Olavskirken. Under rehabiliteringsarbeidet med det gamle biblioteket /rådhuset ble hele ruinene av Olavskirken gravet frem og tilrettelagt for publikum. Et lite område av kirkegården som lå urørt ble delvis gravet ut. Man besluttet i midlertid å bevare en liten del av de gjenstående kulturlagene (2,50 x 1,90 m) med fire skjeletter utstilt. Skjelettene ble tatt opp og rensset og det ble lagt ned en fuktspærre (gummimembran) for å beskytte underliggende kulturlag mot uttørking i det som nå er et innendørs klima. Mellom den nye biblioteksbygningen og det gamle rådhuset er det bygget et glasstak.

3. DISKUSJON

Riksantikvaren i Trondheim har ikke engasjert seg spesielt mye i problemene omkring bevaring av det arkeologiske materiale i forbindelse med innbygging av kulturlagene. I og med at det er bevart et så lite område med kulturlag er dette et lite relevant sammenligningsgrunnlag for vernebyggprosjektet.

I en samtale omkring problemene foreslo EJ at den beste løsning ut fra hans vurdering måtte bli å måle fuktighet i jorda over en lengre tid (både før og etter at vernebygget er ført opp).

M Ø T E R E F E R A T

SAK: EU EUROCARE CAREBUILD, Hamar domkirkeruin, AG 1,
ARKEOLOGI

MØTESTED: Riksantikvarieämbetet, Stockholm

TID: 25 oktober 1991

DELTAKERE: Agneta Lagerlöf, (AL), Fornminnesavdelningen,
Riksantikvarieämbetet, RAA
Elin Dahlin, (ED), NILU

1 INNLEDNING

Møtet kom i stand på bakgrunn av en henvendelse fra ED med ønske om en orientering om prosjektet "Nedbrytning av arkeologisk material i jord".

2. ORIENTERING OM PROSJKETENE

ED startet med å orientere om EUROCARE samt om prosjektet EUROCARE CAREBUILD, med spesiell vekt på problemene omkring bevaring av det arkeologiske materialet i bakken ved en overbygging av domkirkeruinen.

AL fortalte om bakgrunnen for prosjektet "Nedbrytning av arkeologisk material i jord". RAA har i forbindelse med bevilgninger til "Luftforeningsprosjektet" valgt å satse på forskning omkring ulike tema angående luftforurensningers innvirkning på ulike typer kulturminner. Hittil har forskningen omkring dette tema omhandlet kulturminner over bakken, men i løpet av den senere tiden har arkeologene begynt å bekymre seg over hva luftforurensninger og sur nedbør kan forårsake av nedbrytning på arkeologisk materiale som ligger i bakken. Med utgangspunkt i dette problemet ble det utarbeidet en søknad. Det ble bevilget kr. 481 000 til dette prosjektet i juli i år. Prosjektet har derfor ikke kommet skikkelig i gang enda. I forbindelse med prosjektet er det planer om å etablere et laboratorium for jordanalyser ved den tekniske institusjonen på RAA.

3. DISKUSJON

Det ble enighet om at det vil være interessant å få igang et samarbeid mellom de to prosjektene. Fra svensk side har det vært fremmet ønske om å utvikle et samarbeid med de nordiske landene og eventuelt senere også på europeisk plan. Forholdene vil derfor ligge godt til rette for et samarbeid med vernebyggprosjektet. Det må i så fall taes opp til diskusjon innen de svenske og norske styringsgruppene.



DET KONGELIGE DANSKE KUNSTAKADEMI
KONSERVATORSKOLEN
REKTOR

Nilu
Fax. 681 92 47

Den 12. dec. 1991

Kære Elin Dahln

Det er noget af en opgave du har sat mig på angående hvad der sker med udgravede oldsager under Domkirkeruinen, når den overdækkes. Og med så kort varsel, midt i en eksamenstid. Det kan derfor kun være meget grove betragtninger og med forbehold for fejlvurderinger, da jeg jo ikke kender baggrundsmaterialet.

Men ud fra dine oplysninger forstår jeg, at der er fundet grave med knogler og tekstiler bevaret. Dette må skyldes at de ligger i anaerobe forhold, hvor vand forhindrer iltens tilgang, hvor mikrobielle og korrosive aktiviteter vil være væsentligt nedsat.

Hvis I ønsker ikke at udgrave og samtidig bevare, hvad der ligger af oldsager i jorden, må I ikke ændre på vandstanden. Hvis det sker vil der gå en kold forbrænding igang, alt organisk materiale vil blive omsat, der vil dannes forskellige syrer som kan angribe metaller. Jord vil synke sammen. Hvis ruinerne ikke står på fjeldet eller er ordentligt fundamenteret vil de slå revner.

Du nævnte at I vil holde en luftfugtighed på 70% inde i huset, som skal fundamenteres helt ned til fjeldet. Hvorfor så høj en RF? det er alt for gunstigt for alger, svampe og lignende.

Jeg forstod at I regner med at kunne styre fugtigheden i jorden ved at den vil komme i ligevægt med luftfugtigheden i huset. Men hvad så når luftfugtigheden stiger? Her vil I vel foretage en udluftning til I får den ønskede luftfugtighed. I så fald drejer det sig ikke om et lukket system og I vil derfor fjerne fugt fra jorden. Hvad der jo helst ikke må ske.

Der er nok meget mere der kan siges. For det er et pokkers svært problem.

Jeg beklager hvis jeg lyder noget pessimistisk, men en glædelig jul og et godt nytår vil jeg ønske dig.

Med venlig hilsen

Helge Brinch Madsen

M Ø T E R E F E R A T

SAK: EU 446 EUROCARE CAREBUILD, Hamar domkirkeruin, AG1.
ARKEOLOGI.
MØTESTED: Inst. för Mark- och Vattenkemi, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm.
TID: 13. desember 1991.
DELTAKERE: Gunnar Jacks (GJ) Inst. för Mark- och Vattenkemi
Elin Dahlin (ED) Norsk institutt for luftforskning

Ifølge professor Gunnar Jacks vil en uttørking av kalkholdig jord ikke være så alvorlig for de arkeo-logiske gjenstandene, men forholdene vil være forskjellig for organisk og uorganisk materiale. Når det gjelder f.eks. metaller, er nedbrytningshastigheten avhengig av oksygeninnholdet i jorda. I veldrenert jord ligger oksygeninnholdet som regel over 15-20%.

- Man kan måle oksygeninnholdet i jorden ved å ta jordluftsprøver.

I en del markområder er det sulfider i jorden som kan danne svovelsyre. Dette vil virke nedbrytende på organisk materiale. For vernebygget mente GJ at risikoen for sulfider var liten fordi området ligger i et ferskvannsmiljø.

- Man kan analysere en jordprofil for å vurdere det totale svovelinnholdet. En slik prøve bør taes der det finnes organisk materiale.

Jacks mente at ved oppføring av det planlagte vernebygget ville det komme til å bli meget tørt i bakken, men han vurderte det som en gunstig situasjon for bevaring av skjelettmaterialet.

Mikroorganismer som bryter ned materialet er avhengig av fukt, stoppes fukttilførselen vil opp-løsningen også stoppe opp.

- Man bør kontrollere fuktinnholdet innenfor det området som har vært overdekket av teltet for å se hva som har skjedd der i løpet av de siste 6 årene, og sammenligne med verdier i området som har ligget åpent.

For å måle fuktinnholdet foreslår Jacks at man bruker en neutronsonde, med denne kan man måle fuktforholdene ned til 2-3m.

Jacks mente at en neutronsonde var sikrere og bedre enn et tensiometer, som man konkluderte med var en bra løsning etter samtalen med Einar Myhr.

Vedlegg 8

**Referat fra møtet Hedmarksmuseet og
Domkirkeodden 27.04.1992**

DR. TECHN. KRISTOFFER APELAND

27

EUROCARE**NNEUBA 25954 VERNEBYGG FOR RUINER OG MONUMENTER****HOVEDPROSJEKT - ARBEIDSGRUPPE AG-1**

Referat fra møte 27.04.1992

Sted: Hedmarksmuseet, Domkirkeodden, Hamar

Til stode:

Elin Dahlin	(ED)	- NILU/Riksantikvaren
Lyder Marstrander	(LM)	- Riksantikvaren
Jan Henriksen	(JH)	- NILU
Vigdis Vingelsgård	(VV)	- Hedmarksmuseet
Berit Sellevold	(BS)	- Universitetets Oldsaksamling
Ole Prestrud	(OP)	- DR. TECHN. KRISTOFFER APELAND A/S

Forfall:

Gunnar Jacks	(GJ)	- Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm
Lars Bakken	(LB)	- Landbrukshøgskolen, Ås
Eva-Bet Astrup	(EBA)	- Universitetets Oldsaksamling

1. Innledning

Presentasjon av deltakerne.

2. Foreløpig rapport fra arbeidsgruppen

ED presenterte rapporten.

LM nevnte at de i Trondheim hadde hatt det for tørt, noe som førte til fysisk slitasje på stein. For høy luftfuktighet i glassbokser hadde ført til muggdannelse på skjeletter. Dette bør diskuteres nærmere med Jondell.

3. Forhold i grunnen på Hamar.

Domkirkeruinen ligger på en fjellknoll. Ved gravinger i fjor ble det ikke stående vann i gropene. Det antas at grunnvannet ligger dypt, og at det er aerobe forhold i grunnen.

Uorganiske deler av bein er i god stand. Organiske deler av bein er nedbrutt. Ph-verdier er ikke kontrollert.

Det er funnet et brikkevevd bånd som er bevart. Årsaken til det er at det har vært innvevd sølv- og gulltråder. Det er silke og lin som er best bevart. På grunn av metalltrådene er det blitt metallisert tekstil, noe som holder seg godt i grunnen.

Det er funnet en del rester av trekister.

Forholdene er ujevne over området. Det er usikkert om ruinene bare er fundamentert på fjell.

Mange graver ligger grunt. Frost vil øke nedbrytningen.

Det skal ha vært en krypt i kirken, men det vites ikke nå hvor den kan ha vært.

Det beste ville være å grave ut hele området mellom Vernebygget og kirkens yttervegger, men dette er det ikke tid eller penger til nå.

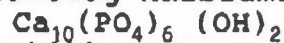
4. Nedbrytningsprosesser

De verdier som ligger i grunnen vil vesentlig bli brutt ned av mikroorganismer. Hvis jordfuktigheten blir over ca. 70%, vil det skje en hurtig nedbrytning. Mikroorganismer krever fukt og oksygen, og nedbrytningen går fortere ved høyere temperaturer.

Området ligger under den øvre marine grense. Havavsetninger. Det kan være svovel, sulfater - sulfider. Under anaerobe forhold vil det dannes sulfitt, men det er neppe tilfelle her.

LB har i sitt notat gitt uttrykk for at øket temperatur i grunnen under Vernebygget kan være det største problemet. Når området dekkes over vil gjennomsnittlig lufttemperatur bli høyere enn før. Jordvarmen vil i en viss dybde stille seg inn på årets middeltemperatur, som vil bli høyere enn tidligere. Dette vil bety høyere nedbrytningstempo. Bein vil ha lett for å sprekke opp hvis de tørker ut for fort. Det anbefales en kontrollert og langsom uttørking. Ved et tilfelle under kontrollerte forhold ble fuktnivået senket fra 80% RF til 60% RF over lengre tid. Derved unngikk man oppsprekking av knoklene.

Bein består av en organisk og en uorganisk del. Knoklenes uorganiske del er hovedsakelig kalsiumfosfat (hydroxylapatit):



og en mindre del fluorapatitt:



Det som er igjen av knoklene er hovedsaklig de uorganiske delene. Ved uttørking vil det kunne foregå en krystallisasjon av salter, noe som kan gi en sprengvirkning. Det er funnet lite saltdannelser på det materialet som ble gravet ut i fjor.

Nedbrytning vil foregå ved at jordlagene vaskes ut ovenfra og nedover. Ved bygging av Vernebygg vil overgangsfasene

(uttørking - temperaturstigning) være det mest interessante. Fuktmembran vil ikke løse noe problem.

Metaller vil korrodere ved elektrokjemiske prosesser. Prosessen krever fukt og oksygen. Tørre forhold vil gi minst korrosjon. Det har vært god tilgang på oksygen i grunnen, og det er derfor lite igjen av metaller i grunnen.

For tre er den mikrobiologiske prosess som for bein. Tørre forhold og langsom uttørking vil være en fordel.

5. Anbefaling

Forholdene i grunnen bør kartlegges nærmere. Kise forsøksgård kan ta "stikk" for å foreta

jordanalyse - vannløslig avovel

jordporøsitet

ph-verdi

fuktinnhold

VV tar kontakt med Kise med spørsmål om antall prøver, hva som prøves og kostnader. Kostnader sendes LM. Kostnadene belastes gravebudsjettet.

LM undersøker hva som tidligere er utført av utgravninger innenfor den gamle kirkes murer.

Det synes best å holde forholdene i grunnen så tørre som mulig. Uttørking bør foregå langsomt, selv om det ikke er mulig å få til en kontrollert uttørking.

6. Annet

Dette referatet sendes til GJ, LB og EBA og ber dem om kommentarer.

Oslo 03.05.1992

for DR. TECHN. KRISTOFFER APELAND A/S

Ole Prestrud

Ole Prestrud

Referat sendt:

Riksantikvaren v/ Ibenholdt, Marstrander

NILU v/Henriksen, Dahlin

Lund og Slaatto arkitekter A/S v/ Tjønneland

Dr. techn. Kristoffer Apeland A/S v/ Prestrud

Fuktgruppen i Lund v/ Adamson

Erichsen & Horgen A/S v/ Langli

Hedmarksmuseet v/ Vingelsgård

Universitetets Oldsaksamling v/ Sellevold, Astrup

Gunnar Jacks, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm

Lars Bakken, Landbrukskøleskolen, Ås

Vedlegg 9

**Rapport fra Apelsvoll forskningsstasjon, avd. Kise:
Jordprøver fra domkirkeruinene på Hamar**

Apelsvoll forskingsstasjon, avd. Kise, 2350 Nes på Hedmark.

JORDPRØVER FRA DOMKIRKERUINENE PÅ HAMAR

Prøvestedene:

Prøver ble tatt mellom søylene av kirkeruinene i to dybder, 0-20 cm og 20-40 cm, med fem prøvesteder i hver rekke (se kartskisse). Hver prøve består av materiale fra flere jordborstikk. På to av prøvestedene (5 og 9) var det ikke mulig å få opp jord fra dypeste sjikt pga. stort steininnhold.

Analyser:

Prøvene ble først tørket for å bestemme vektprosent vanninnhold ved uttak, og deretter ble de såldet for å fjerne frasi >2mm. På finmaterialet ble det målt pH i vann, glødetap og kornstørrelsesfordeling. Moldinnholdet (humus) er beregnet ut fra glødetapet, korrigert for leirinnhold (økende leirinnhold gir økende glødetap).

Resultater:

Analysetallene for de enkelte prøvestedene er gitt i tabellen nedenfor, sammen med middeltall for sjiktene. Se også analysebeviset for ytterligere detaljer.

Tabell 1. Analyseresultater av jordprøver fra domkirkeruinene.

Nr.	ØVRE SJIKT (0 - 20 cm)						NEDRE SJIKT (20 - 40 cm)						
	Fra-sikt	Vann	pH	Mold	Sand	Silt	Fra-sikt	Vann	pH	Mold	Sand	Silt	Leir
Nr.1													
30	22	7.7	11	79	13	8	41	19	7.8	7	83	11	6
Nr.2													
25	17	7.7	11	81	10	9	30	14	7.8	7	84	10	6
Nr.3													
28	12	7.5	8	85	10	5	33	14	8.0	5	88	8	4
Nr.4													
35	21	7.5	11	79	12	9	28	19	7.7	9	85	10	5
Nr.5													
34	13	7.9	9	81	12	7	-	-	-	-	-	-	-
Nr.6													
30	20	7.8	8	83	12	5	44	16	8.4	4	76	16	8
Nr.7													
29	18	7.9	8	78	14	8	38	14	7.9	4	81	12	7
Nr.8													
20	27	7.9	11	81	12	7	38	16	8.2	4	85	9	6
Nr.9													
30	22	7.8	12	81	11	8	-	-	-	-	-	-	-
Nr.10													
36	25	7.5	14	78	13	9	35	15	7.9	7	82	11	7
Middel													
30	20	7.7	10	81	11	8	36	12	7.9	6	83	11	6

Prøvene inneholdt en stor andel store partikler (frasikt) som bestod både av grus og av "fremmedmateriale" som kalkpuss, teglsteinfragmenter o.l. Dette tyder på at jordprofilen trolig er omgravd og dermed har det ikke naturlig lagring. Finmaterialet er ganske ensartet, med en dominerende sandfraksjon (jordartsbetegnelsen er siltig mellom-/grovsand).

Moldinnholdet er stort i toppsjiktet, og noe mindre i det nedre sjiktet. Jordfuktigheten ved uttak var også høyere i toppsjiktet, trolig pga. det større moldinnholdet der. Jordreaksjonen (pH) var meget høy (basisk) i begge sjiktene (jfr. vanlig åkerjord med pH omkring 6.0).

Vurdering:

Jordas høye pH skyldes påvirkningen av kalkstein/kalkpuss. Det høye moldinnholdet gjør at jorda har stor bufferevne (pH vil ikke endre seg uten store endringer i basemetningsgrad). Jorda er meget grovkornet, og derfor er den fritt drenert, men den har likevel en relativt stor vannlagringsevne pga. det høye moldinnholdet.

Jordas totale porevolum kan anslås til omkring 45-50%, og vannlagringsevnen er trolig ca. 30-35% i toppsjiktet og ca. 20-25% i det nedre sjiktet ved dreneringslikevekt ("feltkapasitet"). Vanninnholdet ved uttak var noe mindre enn dette (hhv. ca. 25% og 15% på volumbasis). På dette nivået er jordluftas metningsgrad (relativ fuktighet) tilnærmet 100%. Den vil først synke ved en betydelig uttørking av jorda (vanninnhold <ca.3%). Ved tildekking av overflaten med betonggulv vil jordfuktigheten holde seg på omtrent samme nivå som idag.

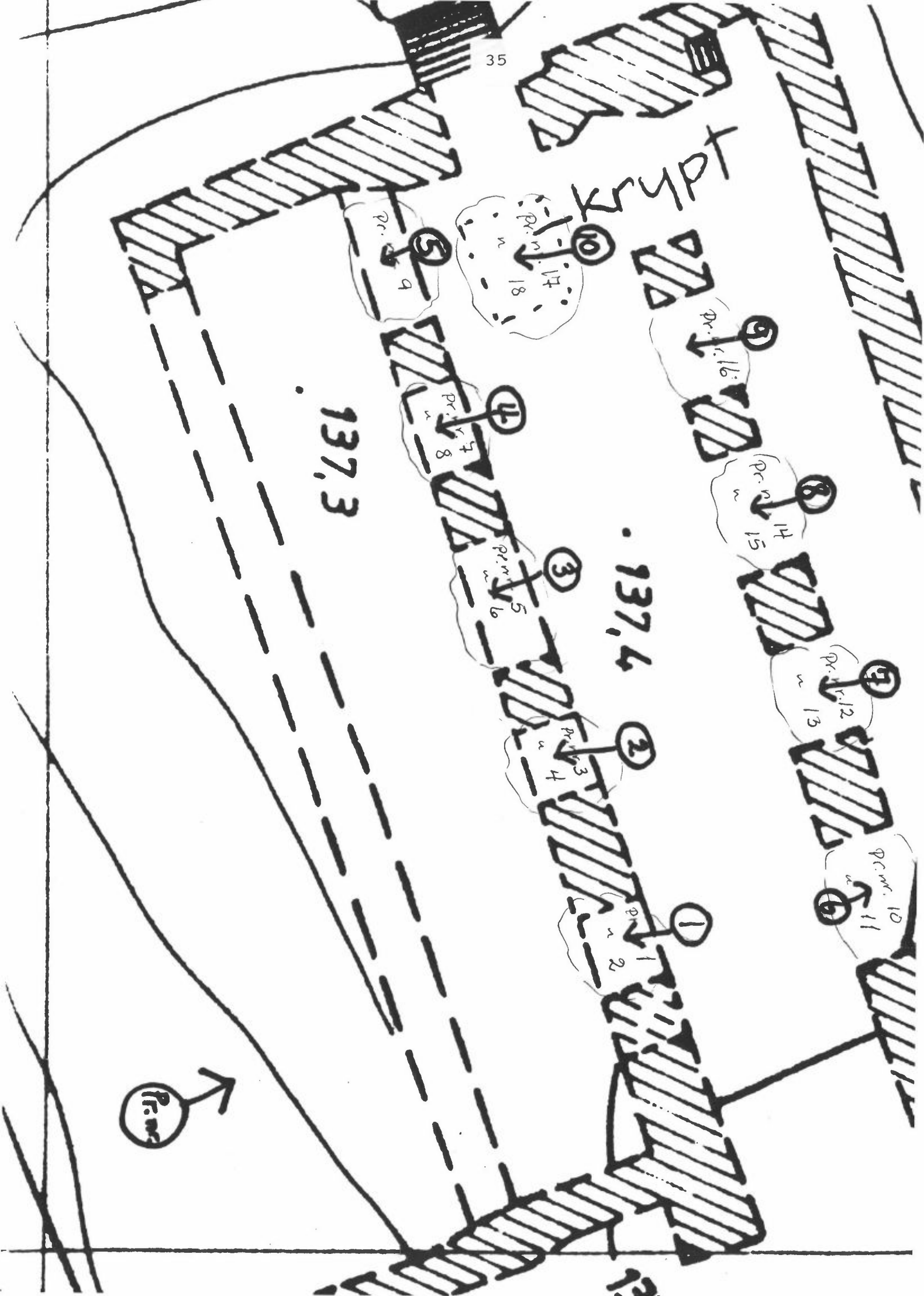
Årlige svingninger i jordtemperatur i ulike dybder er vist i fig. 1 for omtrent tilsvarende jord på Kise. Temperaturen i det øvre sjiktet stiger til ca. +15°C om sommeren og synker til ca. -5°C om vinteren. Tilsvarende tall i dypere sjikt er ca. +12°C og +1°C. Ved tildekking med et isolert gulv vil jordtemperaturen trolig ligge omkring +5°-10°C hele året.

Med hilsen,

Hugh Riley

Hugh Riley (forsker)

24. juni 1992



35

105

137,3

137,4

Pr. n.

Pr. n.
9

Pr. n.
17
18

Pr. n.
16

Pr. n.
14
15

Pr. n.
12
13

Pr. n.
11
10

Pr. n.
7
8

Pr. n.
5
6

Pr. n.
3
4

Pr. n.
2

KISE FOREKINGSSTASJON

Rekv. nr.:920013

2350 NES PÅ HEDMARK

HEDMARKSMUSEET, DOMKIRKEODDEN

2300 HAMAR

Prøver fra kirkeruinene v.Vigdis Vingelsgaard

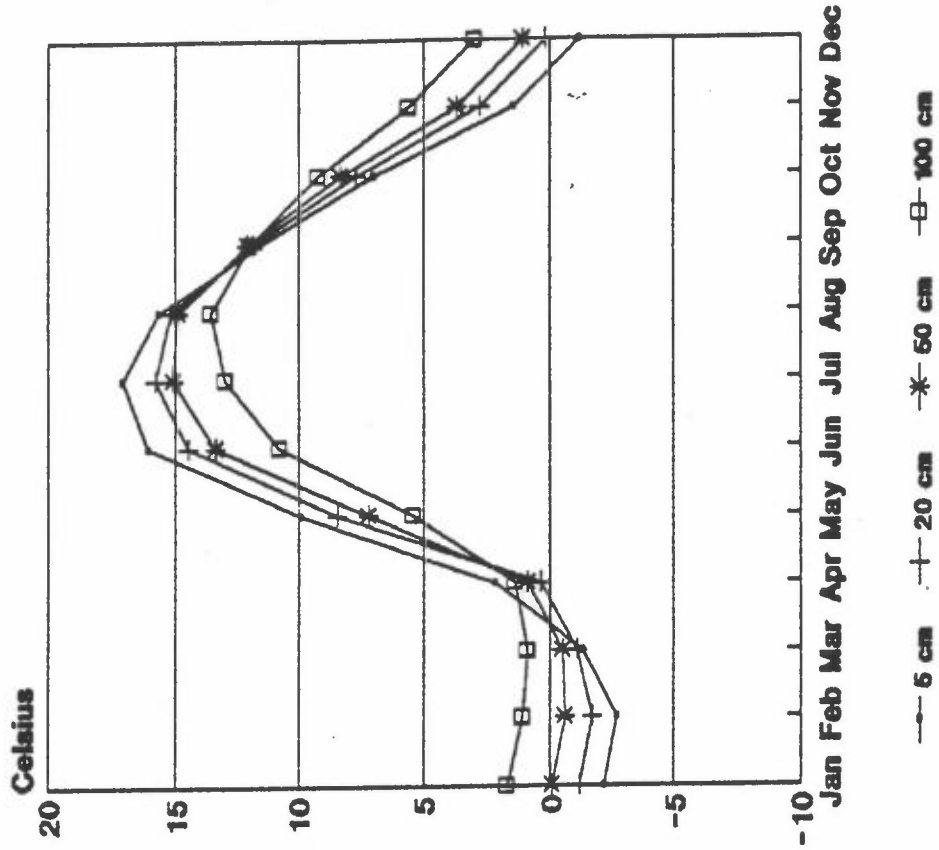
Side Nr. 1

24/06/92

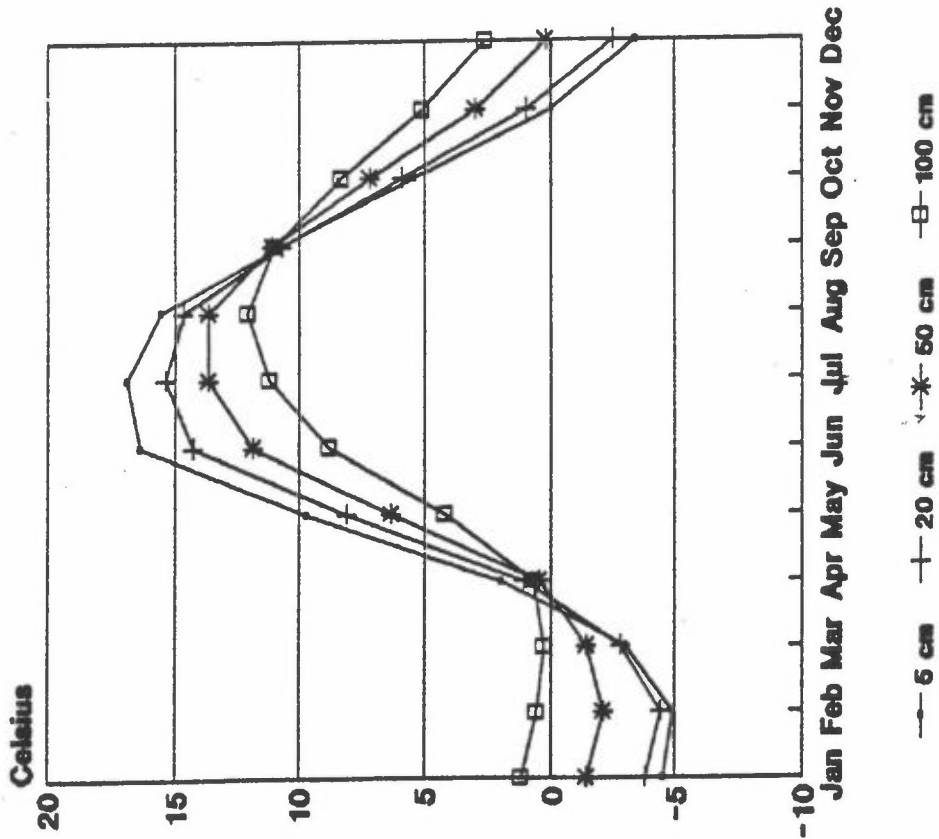
KORNFORDELING, ANALYSEBEVIS

Løpnr	Prøve/forsøk/sted/dybde	Jordart	Frasikt % av h. >2.0 mm	Grov 2.0-0.60	Mid. 0.60-0.20	%S a 0.20-0.06	n d 0.06-0.020	Fin 0.020-0.006	Tot. 0.06-0.002	% S i l t . Mid. .02- .006	Fin .006- .0020	Tot. 0.06- .002	% Leir <0.002	Gløde- tap %	Beregnet mold- innhold
92469	1 0-20 cm	siltig grovsand	30.3	28	41	11	79	4	6	3	13	8	13.04	11.06	
92470	2 20-40 cm	siltig grovsand	41.1	35	39	9	83	5	3	2	11	6	8.87	7.39	
92471	3 0-20 cm	siltig grovsand	24.9	28	42	11	81	7	2	1	10	9	12.69	10.71	
92472	4 20-40 cm	siltig mellomsand	30.0	25	49	11	84	5	3	3	10	6	8.89	7.41	
92473	5 0-20 cm	grovsand	28.3	38	39	9	85	4	2	4	10	5	9.71	8.15	
92474	6 20-40 cm	mellomsand	33.1	26	53	9	88	4	2	2	8	5	6.54	5.33	
92475	7 0-20 cm	siltig grovsand	34.9	27	44	9	79	5	4	3	12	8	13.18	11.17	
92476	8 20-40 cm	siltig mellomsand	27.8	23	53	9	85	4	3	3	10	5	10.76	9.09	
92477	9 0-20 cm	siltig mellomsand	34.3	27	44	10	81	7	3	3	13	7	10.96	9.23	
92478	10 0-20 cm	siltig mellomsand	30.0	14	53	16	83	5	4	3	12	5	9.36	7.81	
92479	11 20-40 cm	siltig mellomsand	43.6	17	49	10	76	9	5	4	16	8	4.90	3.79	
92480	12 0-20 cm	siltig mellomsand	29.4	25	41	12	78	8	3	4	15	8	9.47	7.84	
92481	13 20-40 cm	siltig grovsand	37.9	27	42	11	81	6	4	2	12	7	5.56	4.39	
92482	14 0-20 cm	siltig mellomsand	20.2	23	50	8	81	7	2	2	12	7	12.71	10.75	
92483	15 20-40 cm	mellomsand	38.1	22	56	8	85	5	1	3	9	6	5.52	4.40	
92484	16 0-20 cm	siltig grovsand	30.2	33	39	9	81	6	3	2	11	8	13.65	11.57	
92485	17 0-20 cm	siltig grovsand	36.3	37	33	7	78	6	5	3	13	9	15.99	13.66	
92486	18 20-40 cm	siltig grovsand	35.1	29	44	10	82	5	4	3	11	7	8.44	6.97	

ÅS 1961-1970



KISE 1961-1970



Vedlegg 10

**Rapport fra tekn. konservator V. Vingelsgaard:
Hamar domkirkeruin; arkeologisk utgravning 1991 av kirkegård.
Vurderinger angående gjenstandsmaterialets bevaringstilstand.
Evt. overføringsverdi i forhold til ikke utgravd materiale under kirken.**

HAMAR DOMKIRKERUIN; ARKEOLOGISK UTGRAVNING 1991 AV KIRKEGÅRD.
VURDERINGER ANGÅENDE GJENSTANDSMATERIALETS BEVARINGSTILSTAND.
EVT. OVERFORINGSVERDI I FORHOLD TIL IKKE UTGRAVET MATERIALE
UNDER KIRKEN.

Jeg ble stilt spørsmålet : hva vil skje med det organiske materiale som ligger i jorda ved overbygg av ruinene. Det krevde en del tid og overveielser og konsultasjoner for å komme fram til at vi i liten grad har med organisk materiale å gjøre. Derfor blir utredningen mer omfattende enn man kanskje tenkte seg.

Dette er skrevet for å belyse problemet: hva vil skje med det arkeologiske materiale som fortsatt blir liggende i jorda når Domkirkeruinene får overbygg, hva kan vi gjøre for å hindre aksellerert nedbryting av det pga. endrede klimatiske forhold med overbygg.

For å kunne si noe generelt om dette, må vi kjenne faktorer som påvirker nedbrytingen som f.eks. jordas pH verdi, om det er anaerob eller aerob nedbrytning og vi må vurdere hva som vil skje ved oppfukning, evt. uttørring av jorda eller endring av jordtemperatur.

Jeg tar utgangspunkt i det gjenstandsmateriale som framkom ved fjorårets utgravning, skjeletter, tekstil og metall.

Det er foretatt analyser av jorda mellom søylene i og utenfor teltet, samt over en formodet krypt. Analysene er utført ved Apelsvoll Forsøksstasjon, avd. Kise, se vedlagt rapport. Vurderingene er foretatt av forsker Hugh Riley.

Rapporten viser at jorda har høy pH, snitt på 7,7, mens vanlig åkerjord i området har pH på 6.0. Dette skyldes påvirkning av kalkstein og mørtelrester.

Kirken er bygget på kalkholdig fjell, såkalt Orthocerkalk (oppl. geolog Steinar Skjeseth), hvor det er lommer av jord i varierende dybde.

Kirkegården befinner seg over grunnvannspeilet, hvilket kunne sees ved at det ikke samlet seg vann på noe sted på utgravningen sist sommer (Selleveld). Grunnvannspeilet kan sees i brønn i borggården. Dette vil si at vi kan slå fast at det er aerobe bevaringsforhold.

SKJELETTENE.

Generelt om bevaringsforhold for skjeletter.

Skjelettet hos levende mennesker har i hovedsak følgende kjemiske sammensetning:

Organisk del: kollagen, litt elastin og lipid (25%)
Uorganisk del: calciumfosfat, både hydroxylapatitt og mindre mengder fluorapatitt (50%)

i tillegg kommer vann (25%)

Bevaringstilstand ved utgravning er avhengig av mange faktorer:

Tilstand før begravelse, (organisk del).
 Nedbryttingsfaktorer i jorda:
 miljø, geografi og geologi på stedet
 lokal flora og fauna
 menneskers aktivitet

De faktorer som hele tiden har innvirkning er vann, jord, temperatur og luft.

Viktigste nedbryttingsfaktor, jordas pH verdi.

Variasjoner i jordtype har stor innvirkning på bevaringstilstanden for skjelettmateriale.
 Det bevares best i nøytral eller svakt alkalinsk jord.

Den uorganiske bestanddel av ben, vil oppløses av selv svak syre. Sluttproduktet vil være en slags form av benet som vil bli deformert og stenhard ved uttørring. (1, Janet Henderson 5.2.2. s 46)

Under aerobe forhold (hvor det er oksygen tilstede), vil det skje mikrobiell nedbrytning av alt organisk materiale. I skjelettmaterialet vil det skje en gradvis nedbrytning av den organiske del. Herved oppstår porer og kanaler i knoklene som vil tillate fri passasje av vann. I nøytral og basisk periodevis gjennomluftet jord, vil det utfelles salter, især av kalsiumkarbonat, og kollagenets volum erstattes etterhvert av fremmede stoffer. Resultatet er et kalsinert ben, som er hardere, tyngre og mindre porøst enn det opprinnelige, men med den opprinnelige form. (2, Jorgensen & Botfeldt s.31)

Et kalsinert skjelettmateriale vil oppføre seg som et mineral, dvs. det vil ikke reagere ved uttørring.

Et skjelettmateriale hvor noe av det organiske materiale er tilbake, vil "slå seg" ved for rask, eller ujevn uttørring. Dette fordi det vil oppstå spenninger mellom den stive fosfatdelen og kollagenet, som tørker inn og tar mindre plass. Det er derfor uheldig med rask tørring, f. eks. fra 100 til 60 %RF på kort tid. (2, Jorgensen & Botfeldt s.48)

Dette har først og fremst konsekvenser for hvordan vi skal behandle nyutgravede funn, den relative luftfuktighet i jord vil ikke bli så lav iflg. H. Riley. Det øverste tørre lag vil virke isolerende på det lengre ned.

Bevaringstilstand for skjelettmaterialet utgravet 1991.

Skjelettmaterialet utgravet sommeren 1991 fra kirkegården utenfor domkirken, er i relativt god stand, iflg. Sellevolds og egne observasjoner.
 Sprekker skyldes hovedsaklig frostsprengning, skiftevis uttørring og oppfuktning, samt sprengning fra planterøtter.

De pH-analyser som er foretatt av jorda inne i kirken, viser at det er basisk jord, med gjennomsnittlig pH på 7.7. som fører til kalsinering av skjelettmaterialet, dette forklarer den gode tilstand materialet har.

Det er foretatt analyser av jord mellom søylene, innenfor og

utenfor teltet, samt over en formodet krypt, i to nivåer (0-20 cm og 20 -40 cm dybde).

Konklusjon:

Ved å studere det materiale som er utgravet, kan vi danne oss en mening om hvilken tilstand evt. skjelettmateriale under kirken vil være i.

Vi vet nå at jorda inne i kirken er basisk, noe som iflg.tidligere siterte J. Henderson gir gode bevaringsbetingelser for den uorganiske (formgivende) del av ben.

Et kalsinert materiale vil tåle uttørring, spesielt hvis den går langsomt.

OMDANNET ORGANISK MATERIALE

Generelt om nedbryting av organisk materiale.

Vi har slått fast at vi har med aerobe forhold å gjøre rundt ruinene. Under aerobe bevaringsforhold, med nøytral til alkalisk pH, kan vi gå ut fra at det vil være dårlige bevaringsforhold for organisk materiale.

Dette kan utdypes nærmere:

De nedbrytende kreftene kan deles inn i de fysiske, de kjemiske og de biologiske krefter.

De fysiske krefter er:

- temperatursvingninger
- frostvirkninger
- trykk fra planterøtter

De kjemiske krefter er:

- oksydasjon forårsaket av oksygen i jorda
- jordvannets oppløsning av uorganiske stoffer og gjenutfelling under andre forhold

De biologiske krefter er:

- insektgnag, mark etc.
- mikroorganismer

Mikroorganismenes virksomhet har størst betydning for nedbryting av organisk materiale.

Vesentlig for oss er å legge merke til at prosessen først går i stå når RF kommer under ca 70 %, samt at de fleste sopper og bakterier arbeider best ved en temperatur mellom 20 -40 C (3 Jørgensen s. 73, Nissen 1963).

Det skal til en meget kraftig uttørring av jorda før RF kommer under 100 %, så dette er en prosess som vil fortsette selv om vi får tak over ruinene, se H. Rileys rapport, s. 2.

Det vil si at nedbrytingsprosessen går hurtig i den varme årstid, når det er tilgang på vann, pga. sopp og bakterier, og at det i tillegg skjer nedbryting om vinteren pga. frost som sprenger cellene i organisk vev (3 Jørgensen s 76)

Ut fra disse kjennsgjerninger burde det være sparsomt med funn av organisk materiale ved disse utgravningene.

Organisk materiale, kirkegårdsgravingen 1991.

Bortsett fra noe kistetre, er det lite organisk materiale bevart. De tekstilfunn som er gjort ser ut til å være bevart, fordi de har ligget tett sammen med metaller. (1, R.C.Janaway, 11.1., s. 127.)

Metallsaltene har en fungicidvirkning, samtidig som de trekker inn i tekstilet og virker avstivende på formen.

HKH 7774 Brikkevevede bånd, samt broderier.

Metallomspunnet silke (av proteinet fibroin)
Silke nedbrytes normalt ved oksydasjon og under aerobe forhold, der pH er over 6 eller under 4,5.
(3, Jørgensen, s.64)

HKH 8054 Metallfragment, grønt, dvs. kobberlegering, med hår, evt. pelsbit.

HKH 8019 Spenne, kobberlegering omsluttet av tekstilfragment.

HKH 8230 Tekstiltråd omspunnet med kobberlegeringstråd med rest av forgyldning

HKH 8154 Tekstiltråd omspunnet med kobberlegeringstråd.

Vi kan etter min mening gå ut fra at vi har med omdannet eller delvis omdannet organisk materiale å gjøre. Det er dette materialet, samt korrodert metall vi må ha i tankene når vi skal vurdere fysiske eller miljømessige endringer ved overbygg.

METALLER

Korrosjon av metaller og dens avhengighet av jordbundstyper er et komplisert emne, men i hovedtrekk kan man si at jordas pH har betydning, dess surere jord dess dårligere bevaringsgrad. Vår jord er basisk, metaller er relativt godt bevart.

Korrosjon er en elektrokjemisk prosess, den er avhengig av fuktighet for å forløpe. I tørre perioder ved aerobe grunnforhold, vil metalloverflaten være tørr, det vil ikke foregå noen vesentlig ionetransport, men størstedelen av tiden er overflaten fuktig, med god oksygentilførsel, så over grunnvannspeilet vil metaller, spesielt jern korrodere.
(5, Hansen, metalkonservering s.17)

Konklusjon:

Det vil være en fordel for metallene at jorda ble så tørr som mulig for at ionetransporten skal hemmes så mye som mulig.

BEGREPENE TØRR OG FUKTIG OG ANDRE NEDBRYTINGSFAKTORER.

Hva ville skje med denne type materiale hvis det lå i gulvet under kirken og jordsmonnet fikk tørre ut?

Det er lite sannsynlig at bevaringsforholdene er annerledes i og utenfor kirken sjøl om kirken stod med tak i ca 400 år. Man kan gå ut fra at den lange tiden nedbrytningsfaktorene har virket, har utjevnet forskjellene.

Mine overveielser til nå peker i en retning: det gjør ikke noe om jorda tørrer ut, nedbrytningsprosessene går istå eller hemmes når omgivelsene er tørre. Begrepet tørr når vi snakker om jord er "fuktigere" enn hvis vi tenker luft.

Dette mener jeg kan forklares ved å se på hva jordluft er til forskjell fra den luft vi puster i.

Mellom grunnvannspeil og jordoverflate er porer og hulrom delvis vannfylte, og vanninnholdet er underkastet svingninger betinget av stedets klima.

Det vil alltid eller periodevis være jordluft tilstede, som er en blanding av atmosfærisk luft og luftarter dannet ved de biologiske prosesser i jorda. Jordlufta avviker fra vanlig atmosfære ved at den har mindre innhold av oksygen, mer av kuldioksyd. Atmosfærisk luft kan ha ca 21 volum% oksygen, mens jordlufta kan ha ned til 10 volum% oksygen. (3, Jørgensen, s.70)

Jordlufta vil ha en relativ fuktighet i balanse med lufta over jorda. Den relative luftfuktighet defineres som en viss mengde vann i en given mengde luft, i prosent av hva den samme mengde luft maksimalt kan holde på ved samme temperatur. (4, Thomson, s.65)

Jordlufta vil ha en relativ luftfuktighet på tilnærmet 100 % selv på meget tørre somre. Den gjennomsnittlige vannmengde i jorda i teltet, 0 til 20 cm, er 25% på volumbasis, mens den har evne til å holde på 30-35%. Først når vannmengden kommer ned mot 3% vil relativ luftfuktighet komme under 100%. (H. Rileys rapport.)

Hvis jorda ikke får tilført fuktighet, vil den avgi fuktighet til rommet over til det blir balanse. Det øverste laget vil virke isolerende for videre avgivelse av vann, så man skal ikke grave langt ned før man treffer på fuktig jord i tørre områder.

Det er imidlertid viktig å legge merke til at det øverste jordlag forstoves der det ikke er vegetasjon, eller det sprekker der det utsettes for sterk solvarme (egne observasjoner).

KONKLUSJON:

For å bevare det arkeologiske materiale som kommer inn under vernebygget best mulig, må følgende hensyn tas:

1. ikke tilføre fukt samtidig med at temperaturen heves, dette vil føre til økt mikrobiell aktivitet.
2. uttørring er bra, men fysisk slitasje på de øverste jordlag er negativt.
3. ikke tilføre mere planterøtter, bra hvis veksten til de som er stanses.

Jeg vil tilrå at man dekker til jorda i overbygget med f.eks. steinheller eller teglstein etc. Dette vil virke beskyttende for de funn som ligger tettest på jordoverflaten. Det er flere eksempler på at gjenstander ligger like under torva. Det er derfor ikke tilrådelig å ha planter i dette jordlaget.

I tilfelle det er organisk materiale tilbake, bør det få en gradvis uttørring. Et gulv bør hindre heving av jordtemperaturen.

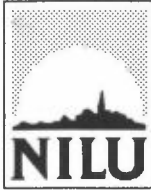
Litteratur:

- 1 Death, decay and reconstruction. Approaches to archeology and forensic science. Boddington, Garland, Janaway m.fl. Manchester University Press 1987.
5. Factors determining the state of preservation of human remains. Janet Henderson.
11. The preservation of organic materials in association with metal artifacts deposited in inhumation graves. R.C. Janaway.
- 2 Knogler, tak, tænder, skaller og hornmaterialer. Struktur, nedbryting og konservering. Grethe Jørgensen og Knud Botfeldt. Konservatorskolen, Kbh. 1986.
- 3 Organiske materialer og deres bevaringsmuligheter i forskjellige jordbundstyper i Danmark. Grethe Jørgensen. Upublisert eksamensoppgave ved Konservatorskolen i Kbh. 1981.
- 4 The Museum environment. Garry Thomson. 1978, Butterworth & Co.
- 5 Metalkonservering. Nils Hjelm-Hansen. Konservatorskolen 1986.

Hamar 29.6.92.

Vennlig hilsen

Vigdis Vingelsgaard
Vigdis Vingelsgaard.



Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norwegian Institute for Air Research
Postboks 64, N-2001 Lillestrøm

RAPPORTTYPE OPPDRAKSRAAPPORT	RAPPORT NR. OR 65/92	ISBN-82-425-0407-5	
DATO 21.9.92	ANSV. SIGN. <i>Kristoffer Apeland</i>	ANT. SIDER 46	PRIS NOK 75,-
TITTEL EU 446 EUROCARE CAREBUILD Arbeidsgruppe 1: Arkeologi - Bevaring av arkeologisk materiale i jord.		PROSJEKTLEDER E. Dahlin	
		NILU PROSJEKT NR. O-92053	
FORFATTER(E) Elin Dahlin, NILU Ole Prestrud, Dr. techn. Kristoffer Apeland A/S		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF.	
OPPDRAKSGIVER Dr. techn. Kristoffer Apeland Fagerborggt. 12 0360 OSLO			
STIKKORD EUROCARE	Vernebygg	Arkeologi	
REFERAT I forbindelse med EUREKA-prosjektet EU 446 EUROCARE CAREBUILD er det planlagt å bygge et vernebygg over Hamar domkirkeruin. En arbeidsgruppe fikk i oppdrag å finne frem til de best mulig bevaringsforhold for arkeologisk materiale som fortsatt ligger bevart i jorden. Resultatene av undersøkelsen viser at ved en overdekking vil forholdene ikke endre seg mye i forhold til slik situasjonen er pr i dag. En eventuell langsom uttørking av jorda vil ikke være skadelig for gjenstandsmaterialet.			
TITLE EU 446 EUROCARE CAREBUILD Working group 1: Archaeology - Preservation of archaeological materials in the ground.			
ABSTRACT			

* Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU A
 Begrenset distribusjon B
 Kan ikke utleveres C