

***Bruk av ikkepigmentert
overflatebehandling ved konservering
av trebygninger, med vekt på
steinkulltjære og
steinkulltjæredrivater***

**En sammenlignende analyse av forholdet mellom
overflatebehandlinger og fuktdynamikk**

David Hauer



Masteroppgave i konservering
Institutt for arkeologi, konservering og historie
Det humanistiske fakultet

UNIVERSITETET I OSLO

Høst 2007



ii Parti fra Oscar II's samling i tåkedis. I dag en del av Norsk Folkemuseum

Sammendrag

Materialgruppen som berøres i oppgaven er kulturhistorisk bygningskultur i tre, fortrinnsvis stav- og laftekonstruksjoner. Fremstillingen tar sikte på å gi en bedre forståelse av ikke-pigmenterte overflatebehandlings fuktdynamikk som er benyttet på materialgruppen. En utbredt teori innen kulturminnevernet er at bruk av steinkulltjæreprodukter forårsaker en diffusjonstett overflate. Dette vil medføre akkumulering av fukt med påfølgende råteproblematikk. Problemstillingen for oppgaven er å verifisere eller avkrefte om dette medfører riktighet.

Det er imidlertid en avgjørende fuktdynamisk forskjell mellom steinkulltjære og steinkulltjærederivatene som er benyttet ved overflatebehandling. Grunnet innholdet av bek i steinkulltjære er denne nærmest diffusjonstett. Steinkulltjærederivater som er benyttet i stor utstrekning på materialgruppen er derimot svært diffusjonsåpne. Disse behandlingsmidlene blir ofte omtalt som om de skulle ha de samme fuktdynamiske egenskapene. En sentral del av fremstillingen er klargjøring av begrepsbruken om steinkulltjæreprodukter. Originalmaterialet som er undersøkt i oppgaven er utvalgte bygninger ved Norsk Folkemuseum.

Fem ulike metoder er benyttet for å besvare og klargjøre problemstillingen. Hvilke overflatebehandlinger som faktisk er benyttet er kartlagt ved bruk av ulikt kildemateriale og ved hjelp av FTIR-analyser av materialprøver fra overflatebehandlingene som tidligere er benyttet. Foreliggende fuktnivå er målt og sammenlignet i originalt gjenstandsmateriale på bygninger ved Norsk Folkemuseum. Fuktmålingene er foretatt både på behandlede og ubehandlede bygninger. På behandlingshistorisk grunnlag er det dessuten foretatt fuktdynamiske undersøkelser på nye reproduserte overflatebehandlinger. Forsøkene omfatter fuktdynamiske undersøkelser for vann i gass- og væskefase. I oppgaven ble det tatt sikte på å inkludere alle historisk forekomne overflatebehandlinger for å få et mest mulig komplett datagrunnlag for innbyrdes sammenligning. Undersøkelsene omfatter således også tretjære, linolje og blandinger av disse.

Resultatene viser at steinkulltjære danner en tett film, men at tjæren ikke er benyttet ved Norsk Folkemuseum. De øvrige overflatebehandlingsproduktene viste seg å være diffusjonsåpne. Det er også fremstilt et forslag til en alternativ teori på hvorfor kjerneråte ofte forekommer der det er brukt steinkulltjærederivater.

Summary

The aim of the thesis is a better understanding of the relation between moisture transport and non pigmented surface treatments on wooden buildings – especially concerning the use of coal tar products. A widely spread presumption within the cultural heritage sector, is that these products form a non permeable surface on wood, causing accumulation of moisture, followed by the development of core rot. The problem for discussion is to verify or disprove this theory.

There is a significant difference between the properties of the moisture transportation of coal tar and coal tar derivatives, such as Creosote and Carbolineum. The content of pitch makes the coal tar practically impermeable. Coal tar derivatives are on the contrary highly permeable. There is however a common mix up of the concepts of coal tar products, as they are described as having the same chemical and physical properties. A key point of the discussion is to elucidate the properties behind different common trade names. The authentic material investigation is done on a selection of buildings at Norsk Folkemuseum - the Norwegian Museum of Cultural History.

Five different methods are used to answer and elucidate the problem of discussion. What surface treatments that actually have been used are being mapped by the investigation of different sources, and the use of FTIR-analysis on samples from original surface treatments. Moisture content in the construction materials is also measured and compared between treated and non treated buildings. On the basis of historical investigations, old surface treatments are also being reproduced, and the moisture transportation properties are measured in liquid and gas phase. Not only coal tar products are included in these experiments, but all treatments mapped by historical investigations. These include linseed oil, wood tar and a mixture of the two.

The results of the experiments verify the impermeable properties of coal tar. However coal tar has not been used at Norsk Folkemuseum. The remaining products were all highly permeable. An alternative approach is also given to the fact that the use of coal tar derivatives is often connected to highly developed core rot.

Forord

Bakgrunnen for valg av oppgave er en generell interesse for eldre bygningskultur og bevaringsaspekter ved denne. Dette gjelder spesielt materialgruppen som utgjøres av trebygninger. Trebygninger er store komplekse gjenstander som ofte har en mangefasettert bruks- og behandlingshistorie, som byr på spesielle utfordringer med hensyn til bevaring. Selv om affiniteten til denne gjenstandsgruppen for undertegnede er sammensatt, er nok byggeskikkens lokale materialtilpassning, forholdet mellom hus og landskap, og bygningenes lange brukshistorie, noen av de viktigste aspektene

Veileder for oppgaven har vært Douwtje van der Meulen, universitetslektor ved konserveringsstudiet – (IAKH).

Selv om utarbeidelsen av oppgaven er gjort selvstendig og problemstillingen presisert av undertegnede, er det mange som har vært til uvurderlig hjelp. Uten denne hjelpen ville oppgaven hatt karrige vekstvilkår, og det foreliggende resultat av en annerledes karakter. Mange har velvillig svart på spørsmål, vært imøtekommende og ellers bidratt på ulike måter.

Spesielt vil jeg likevel takke:

-Jon Brønne, NIKU, for forelesningen ved konserveringsstudiet høstsemesteret 2006, og etterfølgende samtaler. Det var han som fikk meg til å ta den endelige beslutningen om å satse på en prosjektbasert oppgave på foreliggende gjenstandsmateriale.

-Mogens With, arkitekt og bygningsantikvar ved Norsk Folkemuseum. Jeg skylder Mogens stor takk for en svært god mottagelse på museet, for alltid å være positiv, hjelpsom, og legge forholdene til rette for et godt arbeidsmiljø.

-Stian Myhren, leder for bygningsantikvarisk avdeling ved Norsk Folkemuseum, for engasjement, samtaler og klarsignal for bygningsanalyser.

-Terje Planke, Norsk Folkemuseum, for positiv innstilling, kritiske innspill, og samtaler om oppgaverelaterte spørsmål.

-Else Rosenqvist, arkivleder ved Norsk Folkemuseum, for god hjelp og veiledning med arkivsøk.

-Inger Marie Egenberg, Bryggen i Bergen. Inger Marie har utstrakt erfaring med tretjære og med temaer knyttet til denne oppgaven. Hun har vist stort engasjement, og tok seg tid til å komme med verdifulle innspill i skriveprosessen.

-Arne Berg, tidligere førstekonservator ved Norsk Folkemuseum (1949-1983). Som faglig nestor på norsk bygningskultur i tre, var det svært nyttig å få svar på spørsmål, spesielt hva angår behandlingshistorie. Hans engasjement for problemstillingene i oppgaven var også til stor inspirasjon for en nykomling i faget.

-Judith Ramdin, tidligere UiO Institutt for biologi, Teknoteket ved Norsk Teknisk Museum og Botanisk Museum UiO, for å være min ubestridte realfaglige støtte gjennom hele studiet, den beste kjemilærer jeg kunne tenke meg, og for alltid å ha vært rede ved utallige klargjørende samtaler om faglige knuter.

-Stein Markussen, overingeniør ved Jotun eksteriørlab, for god mottagelse og omvisning ved Jotuns laboratorier, og svar på spørsmål.

-Phillip Sannum, Institutt for medisinske basalfag, avdeling for fysiologi UiO, for verdifulle samtaler om diffusjon og permeabilitet, og for inspirasjon til ytterligere presisering av disse feltene.

-Jørn Nilsen, billedkunstner og entusiast på bygningskultur, for sjenerøst utlån av smal kuriøs litteratur, materialprøver, og for engasjerte samtaler om sære produkter som få andre har interesse av.

-Benedikte Nes, for stor tålmodighet, personlig støtte, teknisk hjelp, for korrekturlesing og språklige råd som har hevet teksten flere hakk.

-Solveig Schytz, Mycoteam og leder av NKF-N, for samtaler omkring de berørte problemstillingene, og for å sette meg i kontakt med de riktige personene til rett tid og sted.

-Kolbjørn Mohn Jensen, daglig leder Mycoteam, for god mottagelse i et særdeles inspirerende miljø. Kolbjørn har bidratt med avgjørende innspill med hensyn til utforming av diffusjonsforsøkene, og sjenerøst latt meg benytte ressursene ved laboratoriene og lån av måleutstyr. Han har også bidratt til gode arbeidsforhold i innspurten med oppgaven.

-Hartmut Kutzke, kjemiker ved KHM, for innspill til tolkning av FTIR-analyser.

En varm takk til alle!

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
1.1	Materialgruppe.....	1
1.2	Problemstilling	1
1.3	Grunnleggende egenskaper ved overflatebehandlinger.....	2
1.4	Fuktdynamikk.....	3
1.5	Perspektiv.....	3
2	Kulturhistorisk kontekst	5
2.1	Bevaringsvilkår	5
2.2	Tradisjonell byggeskikk	6
2.3	Den tradisjonelle byggeskikken oppdages – den historiske bakgrunnen for at materialgruppen ble definert som kulturminner	7
3	Metode	9
3.1	Virkningsårsak som grunnleggende kriterium for metodevalg.....	9
3.2	Generelt om metodevalgene	10
3.3	Vurderte metoder	11
3.4	Benyttede metoder	14
3.4.1	Kildeundersøkelser.....	14
3.4.2	Sammenlignende analyse av overflatebehandlinger ved bruk av FTIR (Infrarød Fourier Transformasjonspektroskopi)	16
3.4.3	Måling av vannaktivitet i originalmateriale	17
3.4.4	Fuktdynamisk forsøk av overflatebehandling eksponert for fritt vann, med tre som overflatebehandlingsbærer. Flytetest.....	18
3.4.5	Fuktdynamisk undersøkelse av diffusjonstetthet av overflatebehandling på nøytral overflatebehandlingsbærer.	19
3.5	Overflatebehandlingene	21
4	Teknologi	23
4.1	Introduksjon	23
4.2	Sedimentære bergarter og steinkull.....	24
4.3	Steinkulltjære (Pyroleum lithanthracis).....	26
4.4	Steinkulltjæredervater brukt som overflatebehandling på bygninger i tre.....	28
4.5	Noen generelle egenskaper ved steinkulltjæredervater	29
4.6	Oversikt over noen av de vanligst forekommende steinkulltjæredervater	31
4.7	Biologisk nedbrytning av tre – råtesopper.....	33
4.8	Grunnleggende forutsetninger for råtedannelse	35
4.9	Fukttransport i materialer - fuktdynamikk.....	36
4.10	Overflatebehandling og fuktdynamikk	38
4.11	Permeabilitet.....	39
5	Resultater	41
5.1	Behandlingshistorie	41
5.1.1	Introduksjon	41
5.1.2	Eldre behandlingshistorie	42
5.1.3	Nyere behandlingshistorie.....	43
5.1.4	Mulige årsaker til den eksperimentelle utforskningen av overflatebehandlinger i perioden 1900-1950.....	44
5.1.5	Behandlingshistorie ved Norsk Folkemuseum.....	46
5.1.6	Karakteristikk av overflatebehandlingene	48
5.1.7	Evaluerings av hvorvidt steinkulltjære har vært brukt ved Norsk Folkemuseum.....	48

5.2 Forsøksresultater	49
5.2.1 Resultater av sammenlignende analyse av overflatebehandlinger ved bruk av FTIR (Infrarød Fourier Transformasjonspektroskopi)	49
5.2.2 Resultater av måling av vannaktivitet i originalmateriale	50
5.2.3 Resultater av fuktdynamisk forsøk av overflatebehandling eksponert for fritt vann, med tre som overflatebehandlingsbærer. Flytetest.	51
5.2.4 Resultater av fuktdynamisk undersøkelse av diffusjonstetthet av overflatebehandling på nøytral overflatebehandlingsbærer.	52
5.3 Samlet evaluering av resultatene - konklusjon.....	53
5.4 Alternativ teori til råtemønsteret som synes karakteristisk ved bruk av steinkulltjærededivater	56
5.5 Forslag til videre forskning.....	57
Vedlegg A	67
Behandlingshistorie med bygningsoversikt. Resultater av kildebasert behandlingshistorie (3.4.1), og oversikt over utførte FTIR-analyser (3.4.2).	67
Vedlegg B	71
Resultater av måling fuktnivå ved 12 utvalgte bygninger ved Norsk Folkemuseum (3.4.3), og sammenlignende analyse av overflatebehandlinger ved bruk av FTIR (3.4.2) ved de samme bygningene.	71
Vedlegg C	97
Resultater av fuktdynamisk forsøk av overflatebehandling eksponert for fritt vann, med tre som overflatebehandlingsbærer. Flytetest (3.4.4).....	97
Vedlegg D	109
Resultater av fuktdynamisk undersøkelse av diffusjonstetthet av overflatebehandling på nøytrale overflatebehandlingsbærere (3.4.5).....	109

Liste over figurer

Så fremt ikke annet er oppgitt er fotografier og illustrasjoner utarbeidet av undertegnede.

- ii: Fotografi fra Oscar II's samling, Bygdø
- 3.4.5.1: Fotografi, diffusjonstest
- 4.3.1: Bethell's patentsøknad (Wilkinson 1979)
- 4.3.2: Illustrasjon: Steinkulltjærederivater
- 4.5.1: Kreosotreklame (Wilkinson 1979)
- 4.8.1: Illustrasjon: Forutsetninger for råtedannelse
- 4.9.1: Illustrasjon: Kapillærkrefter
- 4.11.1: Illustrasjon: Fasedifferensiert permeabilitet
- B1: Fotografi, Loft fra Brottveit
- B2: Tegning, Loft fra Brottveit (Norsk Folkemuseum, arkiv)
- B3: FTIR-spekter, Loft fra Brottveit
- B4: Fotografi, Stolpehus
- B5: Tegning, Stolpehus (Norsk Folkemuseum, arkiv)
- B6: FTIR-spekter, Stolpehus
- B7: Fotografi, Raulandstua
- B8: Tegning, Raulandstua (Norsk Folkemuseum, arkiv)
- B9: FTIR-spekter, Raulandstua
- B10: Fotografi, Grøslitua
- B11: Tegning, Grøslitua (Norsk Folkemuseum, arkiv)
- B12: FTIR-spekter, Grøslitua
- B13: Fotografi, Loft fra Søre
- B14: FTIR-spekter, Loft fra Søre
- B15: Fotografi, Smedstadstua
- B16: Tegning, Smedstadstua (Norsk Folkemuseum, arkiv)
- B17: FTIR-spekter, Smedstadstua
- B18: Fotografi, Gulvikstua
- B19: Tegning, Gulvikstua (Norsk Folkemuseum, arkiv)
- B20: FTIR-spekter, Gulvikstua
- B21: Fotografi, Ylistua
- B22: Tegning, Ylistua (Norsk Folkemuseum, arkiv)
- B23: FTIR-spekter, Ylistua
- B24: Fotografi, Loft fra Søndre Tveito
- B25: Tegning, Loft fra Søndre Tveito (Norsk Folkemuseum, arkiv)
- B26: FTIR-spekter, Loft fra Søndre Tveito
- B27: Fotografi, Stalløe fra Nedre Jørgedal
- B28: Tegning, Stalløe fra Nedre Jørgedal (Norsk Folkemuseum, arkiv)
- B29: FTIR-spekter, Stalløe fra Nedre Jørgedal
- B30: Fotografi, Fjøs fra Jørisdal
- B31: Tegning, Fjøs fra Jørisdal (Norsk Folkemuseum, arkiv)
- B32: FTIR-spekter, Fjøs fra Jørisdal
- B33: Fotografi, Stabbur fra Simenstua
- B34: Tegning, Stabbur fra Simenstua (Norsk Folkemuseum, arkiv)
- B35: FTIR-spekter, Stabbur fra Simenstua
- C1-22: Grafisk fremstilling av vannopptak, flytetest
- D1-12: Grafisk fremstilling av diffusjonstest

1 Innledning

1.1 Materialgruppe

Materialgruppen som er relevant for denne oppgaven er kulturhistorisk bygningskultur i tre. Innenfor denne konteksten dreier det seg hovedsakelig om stav- og laftekonstruksjoner. Dette er bygninger som i utgangspunktet var ubehandlet, eller bygninger som ble påført ikkepigmenterte behandlinger, slik som tradisjonell milebrent tretjære av furu. Det empiriske underlagsmaterialet er utvalgte bygninger ved Norsk Folkemuseum som er innenfor oppgavens materialtilfang. I Norge har vi et stort antall av denne typen bygninger både fra middelalderen og etterreformatoriske. Etter at disse bygningene på 1800-tallet ble gjenstand for interesse som kulturminner, har imidlertid en rekke ulike overflatebehandlinger blitt benyttet i vedlikeholdsarbeidet. Dette dreier seg eksempelvis om linolje, blandinger av linolje og tretjære, ulike biocider, spillolje, og steinkulltjæreprodukter.

1.2 Problemstilling

Steinkulltjæreprodukter er brukt som overflatebehandling på trevirke. Steinkulltjæreprodukter inneholder alt fra sterkt filmdannende destillasjonsrester som bek, til flyktige løsemidler som toluene og xylene. En antagelse som etter hvert har fått fotfeste innen kulturminnevernet er at steinkulltjæreprodukter kan forårsake råte. Utgangspunktet for antagelsen er at et særskilt råtemønster synes å være sammenfallende med bruken av disse produktene. Eksempelvis kan en laftestokk som visuelt synes å være godt bevart, i realiteten være fullstendig nedbrutt av råte. Den ytterste delen av stokken er bevart nærmest som et skall rundt en nedbrutt kjerneved.

Opptørking av fuktig trevirket vil alltid skje ved diffusjon. Det vil si at vann i væskefase, og fritt vann i treverket som etter faseskiftet til gassform danner et damptrykk, må kunne ha en tilstrekkelig vandringshastighet gjennom overflatebehandlingen slik at ikke et høyere fuktnivå akkumuleres. Teorien er at fukt som kommer inn i stokken, ikke oppnår en tilstrekkelig diffusjonsrate ut av materialene slik at det oppstår et damptrykk i stokken. Steinkulltjæren eller steinkulltjæredrivater danner angivelig en så tett overflate at diffusjonsraten bremses og høyt fuktnivå akkumuleres. Resultatet er angivelig at fuktnivået i stokken blir høyt nok til at råte kan utvikles og treverket nedbrytes. Problemstillingen for oppgaven er derfor å undersøke

steinkulltjæreproduktene fuktdynamiske egenskaper, slik at antagelsen omkring lav diffusjonsrate kan verifiseres eller avkreftes.

Det må understrekes at ulike steinkulltjæreprodukter er kjent under mange produktnavn. Under arbeidet med denne oppgaven har det blitt klart at det er mange upresise antagelser omkring hvilke begreper og produktnavn som dekker kjemisk ulike steinkulltjæreforbindelser og deres fuktdynamiske egenskaper. Eksempelvis blir begreper som karbolineum, kreosot og steinkulltjære brukt om hverandre med hensyn til problemområdet. Et annet hovedpunkt i oppgaven blir derfor å klargjøre begrepsbruken og kartlegge hvilke overflatebehandlingsprodukter som faktisk er benyttet historisk sett. I teknologikapitlet vil jeg gi en mer detaljert beskrivelse av steinkulltjæreproduktene kjemiske sammensetning og fysiske egenskaper, og se hvordan dette korresponderer med ulike oppfatninger om materialbegrepene. Når det gjelder behandlingshistorien har denne også fått sitt eget kapittel.

1.3 Grunnleggende egenskaper ved overflatebehandlinger

Overflatebehandlingene som har blitt brukt i vedlikeholdsarbeidet kan deles inn i hovedkategoriene filmdannende og impregnerende. En filmdannende overflatebehandling vil legge seg utenpå treverket, mens en impregnering trekker seg inn i treverket uten å avsette en hinne på overflaten. Begrepet film vil i det følgende bety barrieren overfor fukt, mellom treverket og omgivelsene. En filmbærer er et hvilket som helst medium hvorpå filmen kan dannes. Det er gradvise overganger mellom kategoriene filmdannende og impregnerende, avhengig av det foreliggende produktets egenskaper. Viktige faktorer i så måte er overflatebehandlingens partikkel- og molekylstørrelse, viskositet, graden av filmdannende egenskaper, og overflatebehandlingens absorpsjonsevne.

Generelt sett vil en filmdannende overflatebehandling, i egenskap av å være en barriere, påvirke fuktvandringshastigheten, eller graden av vanngjennomtrengelighet, mellom treverket og friluft. Denne egenskapen ved en film kalles i denne sammenheng for permeabilitet. Noen produkter, som oljer og ulike tjærefraksjoner, vil dels være filmdannende, dels impregnerende. Permeabiliteten kan forøvrig også påvirkes av overflatebehandlinger med en høyere impregneringskarakter. Permeabilitetsegenskapene ved en overflatebehandling kan være fasedifferensiert. I tilfellet med foreliggende gjenstandsmateriale, vil det si at permeabiliteten kan være fase-selektiv ved å være tett overfor vann i væskefase, men gjennomtrengelig for vann i gassfase – ofte betegnet som diffusjonsåpen.

1.4 Fuktdynamikk

Kjernepunktet i oppgaven er undersøkelser av fuktdynamiske egenskaper ved et utvalg ikkepigmenterte overflatebehandlinger. Med fuktdynamikk menes vekselvirkningen mellom fukt i gjenstandsmaterialet og omgivelsene, og overflatebehandlingenes permeabilitetsegenskaper. Disse er sentrale funksjoner med hensyn til råteutvikling. Generelt kan det sies at forutsetningen for de fleste varianter av biologisk nedbrytning i treverk er høyt fuktnivå. Vannavvisende overflatebehandlinger vil også være forebyggende mot biologisk angrep uten at disse nødvendigvis er spesifikke biocider. Impregneringsprodukter er ofte spesifikke biocider som har en toksisk virkning uten å påvirke fuktdynamikken i spesiell grad – spesielt fukt i gassfase. Dette har medført at bygninger har kunnet bli behandlet etter foreliggende behov, eventuelt ved en tottrinnsbehandling hvor begge hensyn ble ivaretatt. Alle forsøkene som ble fortatt i forbindelse med utarbeidelsen av denne oppgaven er relatert til fuktdynamikk, med unntak av identifisering av overflatebehandlinger.

1.5 Perspektiv

Tilnæringsmåten har vært ulike former for kildeundersøkelser og forsøksoppsett. Forutsetningen for å kunne nærme seg problemstillingen er å vite hvilke overflatebehandlinger som faktisk har vært benyttet. En av intensjonene med kildeundersøkelsene har vært å utarbeide en behandlingshistorie for et utvalg av bygninger ved Norsk Folkemuseum, for å kunne dokumentere foreliggende behandlingssituasjon. Ved et utvalg av bygningene er det derfor utarbeidet en mest mulig komplett behandlingshistorikk ved gjennomgang av litteratur og arkivalia. Denne oversikten over behandlingsmetoder sammenlignes så med prøver fra overflatene til de respektive bygningene og analyseres i FTIR. Samlet danner dette datagrunnlag for behandlingshistorien.

Ved ulike forsøksoppsett søkes det i oppgaven å undersøke fuktdynamikk gjennom overflatebehandlinger med steinkulltjære og steinkulltjæredrivater. Siden det ikke er gitt at steinkulltjæreproduktene har forårsaket fuktproblemene, ble i tillegg alle behandlinger som ble funnet ved de behandlingshistoriske undersøkelsene, og som lot seg oppdrive, inkludert i de fuktdynamiske undersøkelsene. Dette utvalget omfattet også produkter som i mindre grad er filmdannende for å utvide sammenligningsgrunnlaget, for å se om disse behandlingsmetodene kan forårsake fuktproblematikk. Samlet sett vil disse bli betegnet som overflatebehandlinger.

Overflatebehandlingene som benyttes i forsøkene er altså reproduksjoner av tidligere behandlinger som er basert på de behandlingshistoriske undersøkelsene. Det at forsøkene blir gjennomført på nye overflatebehandling og kvalitativt mest mulig like overflatebehandlingbærere, er viktig for å kunne sammenligne behandlingenes faktiske permeabilitetsegenskaper. Dette er fordi porøsiteten ved en behandling vil øke med tid, og dermed forrykke den foreliggende graden av permeabilitet. Porøsitet er her definert som overflatebehandlingens huller, sprekker, porer og krakeleringer samlet sett. Ved å utføre forsøkene på nye overflatebehandling isoleres uttrykket for permeabilitet og diffusjonstetthet best mulig. Forsøk på nye filmer gir derfor også en god indikasjon på om disse overflatebehandlingene kan ha forårsaket fukt med påfølgende råteproblemer tidligere, før eventuell nåværende porøsitet har gjort overflatebehandlingene mer diffusjonsåpne.

Ved omfattende litteratursøk i relevante databaser, har jeg ikke funnet noen forekomster av kildemateriale som behandler denne spesifikke problemstillingen. Det samme har vært tilfelle ved forespørsler innen ulike fagmiljøer. Dette innebærer friluftsmuseer som Norsk Folkemuseum og Maihaugen, frilandsseksjonen ved Nationalmuseet i København, konserveringsmiljøet ved institutt for arkeologi, kunst og konservering ved Universitetet i Oslo (IAKH), Fortidsminneforeningen (Foreningen til norske fortidsminnesmerkers bevaring), Riksantikvaren (Direktoratet for kulturminnevern) og Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU). Av lignende undersøkelser har særlig malingsindustrien utarbeidet fuktdynamiske undersøkelsesmetoder. Eksempelvis har Jotun A/S, Norges ledende produsent av ulike overflatebehandling, omfattende erfaring med fuktdynamiske målinger ved utvikling av maling og beis. Ved laboratoriet i Sandefjord utfører de kontinuerlige fuktdynamiske forsøk. De har imidlertid ikke utført forsøk på overflatebehandlingene som undersøkes her. Mycoteam AS, som er et konsulentfirma innenfor fagfeltet biologiske bygningsskader, har inngående erfaring med relaterte problemstillinger til denne oppgaven, blant annet fukt og biologisk aktivitet i bygningmaterialer. De har ikke jobbet med problemstillingen i denne oppgaven, men har bidratt til den eksperimentelle delen både med ideer og ved å stille laboratoriet til disposisjon ved to av forsøkene.

For å kunne utarbeide oppgaven i foreliggende form, har det vært nødvendig å bruke kilder som er relevante for problemstillingen. Generelt har dette dreid seg om kunnskapsetablering innen kulturhistorie, behandlingshistorie, basal geologi, kjemisk sammensetning av aktuelle

materialer, generell kjemi, treteknologi, biologisk nedbrytning og bygningsfysikk. Den kulturhistoriske tilnærmingen baseres i stor grad på egen faglig bakgrunn i etnologi, hvor hovedvekten av litteratur er hentet fra. Den generelle behandlingshistorien er basert på spredte kilder innenfor eldre bygningsteknisk litteratur og oppslagsverk innen råmaterialeindustri, generell historie, og trekonservering. Den spesifikke behandlingshistorien er basert på arkivalia, årsberetninger ved Norsk Folkemuseum, og muntlige meddelelser. De teknologiske sidene ved litteraturtilfanget baserer seg på grunnleggende standardverk innenfor de respektive fagfelt. Når det gjelder kildegrunnlag for forsøkene er disse inspirert av gjeldende forsøkspraksis ved Jotun, Mycoteam, og EN-standarder. I tillegg må nevnes Inger Marie Egenbergs arbeider med tjære som berører flere relevante felt for denne oppgaven (Egenberg 1993, 2000, 2003). Egenbergs arbeider omfatter blant annet dokumentasjon av tradisjonell fremstilling av milebrent tretjære, kjemiske analyser av tjærefraksjoner, nedrytning, praktiske vedlikeholdsprosedyrer ved bruk av tjære, og Riksantikvarens tjæreproblematikk og politikk. Fuktdynamiske egenskaper ved tretjære er ikke berørt særskilt. For ytterligere informasjon om kildene henvises det til referanselisten.

2 Kulturhistorisk kontekst

2.1 Bevaringsvilkår

Materialgruppen som er relevant for denne undersøkelsen er bygningskultur i tre. Selv om byggeskikken har endret seg teknisk og estetisk, dreier det seg hovedsakelig om konstruksjonsprinsippene stav og laft. En stavbygning er konstruert med et skjelett av stolper, mens laftebygningen består av bearbeidet liggende tømmer som er bygget i høyden og felt sammen i hjørnene. Dette er bygninger som i utgangspunktet var ubehandlet, eller bygninger som ble påført ikkepigmenterte behandlinger, slik som tradisjonell milebrent tretjære av furu.

Ett av dagens vilkår for bevaring av denne type bygninger er at de i all hovedsak står utendørs. I konserveringssammenheng medfører dette at kulturminnenes utvendige overflate er å regne som et fungerende objekt i sin opprinnelige funksjon. Enten bygningene er situert i sin opprinnelige landskaps plassering eller er flyttet til et friluftsmuseum, er de gjenstand for store svingninger med hensyn til lys, temperatur og fuktighet. Et hus som er utsatt for vær og vind på denne måten krever jevnlig vedlikehold, noe som er en utfordring for prinsippet om

ikke å tilføre uoriginalt materiale. Eksempelvis er takteking noe som må påregnes og fornyes ved jevne intervaller.

Ved overflatebehandling av ubemalte bygninger har ulike oppfatninger gjort seg gjeldende. Stavkirker har tradisjonelt vært breidd med milebrent tretjære. Laft har i hovedsak stått uten overflatebehandling fra de var nye (Egenberg 2003:4). En del av bygningene som på 1800-tallet ble ervervet av interesseorganisasjoner eller flyttet til museer, ble imidlertid samvittighetsfullt vedlikeholdt og konservert med moderne overflatebehandlinger, uavhengig av tidligere behandlingshistorie og hvorvidt det var stav eller laft. En rekke behandlingsalternativer til det tradisjonelle er blitt utprøvd, også noen som i ettertidens lys har vist seg å være lite fordelaktige. Før jeg kommer nærmere inn på overflatebehandlinger, skal jeg sette materialet inn i en kulturhistorisk kontekst og skissere veien fra hellige og profane brukshus til bevaringsverdige kulturminner.

2.2 Tradisjonell byggeskikk

Lafteteknikken er i hovedsak knyttet til de store barskogområdene i Europa, da det generelt sett er gran og furu, med sine rette stammer, som er best egnet til lafting. På 1800-tallet trodde bygningsforskerne at lafteteknikken hadde eksistert i Norge så lenge man hadde bygd i tre. I følge nyere forskning ser det imidlertid ut som at lafteteknikken bare har vært kjent i området fra noe før vikingtid. Den norske lafteteknikken er del av et nordeuropeisk lafteområde som strekker seg østover til Russland via Sverige og Finland. Karakteristisk for dette lafteområdet er bruken av medrag, et redskap for å bearbeide stokkene slik at de slutter tett sammen (Christensen 1995:52). Inntil vikingtid regnes stavkonstruksjonen som den dominerende byggeteknikken. Når det gjelder stavbygde konstruksjoner som er bevart i dag dreier dette seg i hovedsak om stavkirkene, stavløer, og i kombinasjon med laft i loftsbygninger.

Grunntrekkene ved stavkonstruksjon var en videreføring av tradisjoner helt tilbake fra steinalderen med stolpehusene, og som i middelalderen ble videreutviklet ved byggingen av stavkirkene. Et av utviklingstrekkene var at stavkirkene ble bygd på syllstokker som igjen lå an på steinfundamentering. I forhold til de tidligere stavkonstruksjonene som hadde jordgravde stolper, betydde denne innovasjonen et stort fremskritt med hensyn til å forhindre råte i bærekonstruksjonen, hvorpå bevaringen av bygningen som helhet ble radikalt forbedret. Stavkirkene, den vestnorske stavløa, og loftet kan allikevel regnes som eksempler på en kontinuerlig byggetradisjon fra jernalderen. På Vestlandet og i Nord-Norge var stavkonstruksjoner som løer, skur og naust sterkt befestet også etter lafteteknikkens inntog i

middelalderen. Noe av årsaksforholdet til dette ligger i mangel på barskog, slik at den materialkrevende lafteteknikken kun ble benyttet i bygninger som trengte oppvarming (Ibid:78ff). Stavkirkene og loftene er eksempler på kontinuitet av stavkonstruksjonen også i innlandet.

Før reformasjonen ble de fleste kirker oppført i stavverk. Konstruksjonsmåten oppfylte, på en bedre måte enn laft, idealet om det himmelstrebende gudshus. I Norge regnes stavkirkene som en spesielt verdifull del av den norske bygningsarven, og er eksempler på noe av det fremste håndverket vi har når det gjelder materialvalg, konstruksjoner, dekor og inventar. Det antas at det har vært i underkant av 2000 stavkirker i Norge, men hvor bare 28 av disse er bevart (Riksantikvaren 2007). Ved konstruksjon av bolighus og driftsbygninger, var det en endring i bygningskulturen fra det funksjonsdelte langhuset i jernalderen, til etableringen av tun med flerbyggningsanlegg og mer funksjonsspesifikke laftede tømmerhus i tidlig middelalder (Brekke, Nordhagen, Lexau 2003:52f). Laftede tømmerhus fikk sin dimensjonering til en viss grad gitt av tømmerstokkenes lengde, i motsetning til det stavbygde langhuset som ikke hadde noen lengdeavgrensning i relasjon til materialbruken. Selv om bildet av oppdelingen av langhuset er nyansert, kan det generelt sies at det lange fellehuset i løpet av vikingtid og middelalder ble delt opp i mindre funksjonsbygg. Med laft ble dessuten boligrommet bedre isolert enn det stavbygde huset, og kan forstås som den nyskapende teknologien som introduserte stua. Blant mange tunvarianter som gjorde seg gjeldende i middelalderen, utgjorde stua, eldhuset, buret (eventuelt med loft), og uthus en vanlig grunnstamme av funksjonsbygg (Berg 1989).

2.3 Den tradisjonelle byggeskikken oppdages – den historiske bakgrunnen for at materialgruppen ble definert som kulturminner

I dag finnes det i Norge rundt 260 bevarte laftede tømmerhus fra middelalderen som sammen med stavkirkene utgjør en viktig del av verdens eldste bygningsarv i tre. Dette betyr at Norge nest etter Japan er det landet i verden som har flest bevarte trehus fra middelalderen (Christensen 1995: 51). Med hensyn til bevaring er det derfor av største betydning at den eventuelle overflatebehandlingen optimaliseres. Middelalderens bygningskultur ble ”oppdaget” under nasjonalromantikken på 1800-tallet i forbindelse med nasjonaliseringsprosessene rundt om i Europa. Dette kan forstås som en vekselvirkning mellom nostalgien for det ekte og opprinnelige, gryende sivilisasjonskritisk refleksjon rundt opplysningstidens rasjonalistiske moderniseringsbevegelse, og streben etter å bygge opp en

nasjonal felleskultur. Konsekvensen ble et ideologisk spenningsfelt mellom en rasjonalistisk moderniseringsbevegelse og opphøyelsen av den historiske arven. Man begynte å se med interesse på folkekulturen som noe opphøyet, identitetsskapende og bevaringsverdig (Anshelm 1993:10f). I nasjonaliseringsprosessen var symboler fra denne historiske bygningsarven noe som kunne bidra til å skape den nødvendige nasjonale legitimering. For Norges del ble dette i enda større grad et uttalt behov etter at landet fikk anledning til å skrive sin egen nasjonale konstitusjon i 1814. I likhet med nasjonsbygging rundt om i Europa, ble det også i Norge viktig å identifisere og skape nasjonale kulturelle elementer som kunne opphøye det særegne nasjonale, fremme en samlingsfølelse, og dermed underbygge en selvstendighet fra unionsfellen Sverige.

Norge var i europeisk sammenheng tidlig ute med å konstituere interessen for den førreformatoriske bygningsarven, ved for eksempel kunstneren J. C. Dahls (1788-1857) utgivelse av et plansjeverk om de norske stavkirkene i 1830-årene, og etableringen av stiftelsen *Foreningen til norske fortidsminnesmerkers bevaring* i 1844. Dahl var, antagelig som resultat av å være maler, forut for sin tid hva gjelder restaureringssyn. Han var emosjonelt engasjert i kulturminnene, og så dem som en del av et helhetlig landskap, som burde bevares der de sto uten omfattende inngrep. På denne måten var han en forløper for koblingen mellom kulturminnevern og bevaring av deres kontekstuelle miljø (Lidén 1991:27f). Snart ble interessen også utvidet til å gjelde profanbygninger og etterreformatoriske bygninger, særlig bevirket av engasjementet til den kulturhistoriske pioneren Eilert Sundt og arkeologen Nicolay Nicolaysen. Interessen for den eldre byggeskikken førte etter hvert til at bygninger ble ervervet av Fortidsminneforeningen og bevart i sitt kontekstuelle miljø, eller ble overført til friluftsmuseer (Berg 1989:10). I lys av dette kan man si at fremveksten av kulturminnevernet ble tuftet på de behov og strømninger som lå latente i de da gjeldende samfunnsendringer. Kulturminnene fikk en særegen rolle, og vernet av disse fikk sin begrunnelse.

I 1881 så Oscar II's samlinger på Bygdø dagens lys. Her hadde han samlet eksempler på den norske bygningsarven fra middelalderen. Samlingen blir i dag regnet som verdens første friluftsmuseum, og inspirasjonskilde til nye etableringer nasjonalt og internasjonalt. Snart så flere friluftsmuseer dagens lys. Banebrytere som Arthur Hazelius ved Nordiska Museet, Bernard Olsen ved Frilandsmuseet i København, Anders Sandvig ved Maihaugen, og Hans Aall ved Norsk Folkemuseum anla i årene rundt århundreskiftet pionèrmuseene i det man kan

kalle friluftsmuseumsbevegelsen (Rentzhog 2007:48ff). I 1907 ble Oscar II's samlinger innlemmet i Norsk Folkemuseum. Norsk Folkemuseum ble etablert av Hans Aall i 1894, planmodell vist på verdensutstillingen i 1900 i Paris, og åpnet på Bygdø 1902. Insitamentet kom, i følge Hans Aall, som en reaksjon på at norsk gjenstandsmateriale ble samlet inn og sendt til Nordiska museet i Stockholm. I en tid hvor unionen med Sverige sto under press fra agitatorer for et selvstendig Norge, var et norsk folkemuseum en idé som fikk støtte i brede samfunnslag (Hegard 1994:38ff). Det empiriske underlaget av originalmateriale i denne oppgaven, er utvalgte bygningers behandlingshistorie ved dette friluftsmuseet.

3 Metode

3.1 Virkningsårsak som grunnleggende kriterium for metodevalg

Anslagsvis er rundt 75% av skader i bygninger, direkte eller indirekte, forårsaket av fukt (Bygningsfysikk.no 2007) Fukt i trevirke er en medvirkende årsak blant annet til soppvekst og annen biologisk aktivitet. I tillegg kan nevnes hydrolyse, svelling, deformasjon, saltvandring og frostsprengning. Historiske bygninger er heller ikke unntatt fra disse problemene. Fuktproblematikk må sies å være blant de største utfordringer til bevaring i friluftsmuseets kontekst. Likevel er fukt også den virkningsfaktor til nedbrytning som mest effektivt kan kontrolleres ved bygninger som står utendørs. Hovedkildene til fukt i trekonstruksjoner er luftfuktighet, nedbør (spesielt i kombinasjon med vind, slagregn), lekkasje i tak, kapillært opptak fra grunnen/fundamenteringen og vann som bibeholdes av biologisk vekst som sopp, lav og mose. På bygninger i friluftsmuseer vil dette i hovedsak gi tre mekanismer for fukttransport; diffusjon (transport av vanndamp), væskestrøm, eksempelvis ved vannlekkasjer og slagregn, og vanntransport ved kapillærkrefter i trevirket. I tillegg kan nevnes transport i gassfase ved luftlekkasjer (fuktkonveksjon) fra områder med høyt lufttrykk til områder med lavere. Dette er imidlertid en fukttransport som i hovedsak foregår i isolerte og oppvarmede bygg.

Forutsetningene for råtedannelse og mange andre former for biologisk nedbrytning i tre er sammensatte. Virkningsårsakene til biologisk aktivitet vil bli grundigere gjennomgått i teknologikapittelet. Det samme gjelder en mer inngående beskrivelse av nøkkelbegrep som fuktdynamikk, fuktopptak og transport, permeabilitet, fasedifferensiering, diffusjon og

porøsitet. Mugg- og råtedannelse er blant de mest vanlige former for biologisk aktivitet i bygningstre. Ved utvikling over tid kan særlig utvikling av råtesopper forårsake betydelige og irreversible skader. I et konserveringsetisk perspektiv er dette spesielt alvorlig siden det ofte vil måtte være nødvendig å fjerne originalmateriale. En grunnleggende forutsetning for de fleste former for biologisk aktivitet i trevirke er tilstedeværelsen av vann. Fukt er altså en avgjørende faktor med hensyn til råteutvikling. Problemstillingen om hvorvidt overflatebehandlinger kan forårsake råte, kan derfor undersøkes ved en kartlegging av overflatebehandlingers fuktdynamiske egenskaper.

3.2 Generelt om metodevalgene

Problemstillingen i denne oppgaven er om bruken av steinkulttjæreprodukter spesielt, og andre ikkepigmenterte overflatebehandlingsprodukter generelt, kan forårsake økt fuktgehalt i tre med påfølgende råteproblemer. Målet med undersøkelsene er derfor å kunne kvantifisere fuktdynamikken ved ulike overflatebehandlinger. Permeabilitetsgraden gjennom overflatebehandlingen vil være et uttrykk for fuktpotensialet i trevirket.

Det finnes standard materialdata for vanntransport beskrevet i Byggforsks serie om bygningsfysikk. Siden ingen av disse dataene omfatter overflatebehandlingene i denne oppgaven, har det vært nødvendig å utarbeide forsøk på foreliggende materiale. For å ha en kjent permeabilitetsreferanse for forsøkene, omfatter forsøkene også et kommersielt malingsprodukt; Drygolin (Jotun). Forsøkene med overflatebehandlingenes permeabilitet overfor $H_2O(g)$ og $H_2O(l)$ kan således sammenlignes med denne referansen. Fremfor å bruke standardmetoder for kalkulasjon av permeabilitet, ble det for denne oppgaven satt opp relevante forsøk for å kunne besvare problemstillingen. Dette ble gjort siden de fysiske egenskapene ved noen av produktene er svært sammensatte, samtidig som det hersker en usikkerhet med hensyn til permeabilitet. Forsøkene ble derfor satt opp for å kunne gi en kvalitativt god vurdering av kvantifiserte data.

Ulike representative tilnæringsmetoder er valgt for å kunne besvare problemstillingen. For det første ble overflatebehandlinger reproduisert på basis av behandlingshistoriske undersøkelser. Dette ble gjort for å kunne undersøke hvilke egenskaper overflatebehandlingene hadde da de var nye. Disse er så blitt påført overflatebehandlingsbærere, og de fuktdynamiske egenskapene undersøkt i laboratoriet. Overflatebehandlingsbærerne ble valgt for å kunne isolere problemstillingen på en

hensiktsmessig måte. For å kunne måle permeabilitet på overflatebehandlingen i seg selv var kriteriet for bærerene at de hadde høy permeabilitet for vann i gass- og væskefase. Det at forsøkene blir gjennomført på nye overflatebehandlinger og kvalitativt mest mulig like overflatebehandlingsbærere, er viktig for å kunne sammenligne behandlingenes faktiske permeabilitetsegenskaper. Dette fordi porøsiteten ved en behandling vil øke med tid, og dermed forrykke den foreliggende graden av permeabilitet. Ved å utføre forsøkene på nye overflatebehandlinger isoleres uttrykket for permeabilitet best mulig. Forsøk på nye overflatebehandlinger gir derfor også en god indikasjon på om disse overflatebehandlingene kan ha forårsaket fuktproblemer tidligere.

Utvelgelsen av overflatebehandlingene som ble inkludert i forsøkene ble gjort på grunnlag av behandlingshistoriske undersøkelser med særlig vekt på steinkulltjære og steinkulltjæredrivater. Ved utvelgelsen ble det altså ikke tatt hensyn til hvorvidt overflatebehandlingen er filmdannende eller impregnerende. Dette ble gjort for å få et mest mulig nøytralt fuktdynamisk sammenligningsgrunnlag mellom ulike behandlingsmetoder, uten at forutinntatte antagelser omkring en overflatebehandlings fuktdynamiske egenskaper ble tatt i betraktning.

For det andre ble det utført undersøkelser på originalt gjenstandsmateriale. Dette utgjør et begrenset antall relevante bygninger ved Norsk Folkemuseum. Ut fra de behandlingshistoriske undersøkelsene ble fuktnivået i bygninger med ulike behandlingshistorikk sammenlignet for å se om det kunne påvises sammenheng mellom ulike behandlingsformer og fuktnivå. Ved et utvalg av bygningene ble det derfor utarbeidet en mest mulig komplett behandlingshistorikk ved gjennomgang av litteratur og arkivalia. Oversikten over behandlingsmetoder ble sammenlignet med prøver fra overflatene fra de respektive bygningene, og analysert i FTIR. Samlet danner dette datagrunnlag for fuktmålinger, slik at eventuelle fuktdynamiske forskjeller i trevirket kunne påvises mellom ulike overflatebehandlinger. Dette blir et uttrykk for dagens fuktdynamiske egenskaper ved summen av de tidligere overflatebehandlingene, og foreliggende nedbrytningsgrad (porøsitet) av trevirke og overflatebehandling.

3.3 Vurderte metoder

Omfanget av prøvemateriale og metoder kunne vært større og gitt et mer helhetlig bilde av problemstillingen, men ble vurdert som for tids- og ressurskrevende innenfor oppgavens

rammer. Noen metoder ble også prøvd ut og senere forkastet idet de viste seg lite hensiktsmessige, og gav lite tilfredsstillende svar på den spesifikke problemstillingen.

Blant forkastede forsøksmetoder er en såkalt kopptest, hvor permeabilitet ved diffusjon undersøkes. I korte trekk går denne ut på å påføre overflatebehandling på filtrepapir, hvorpå filtrepapiret legges på en kopp med vann. Filtrepapiret, som må være noe større enn koppens diameter, brettes over kanten på koppen og festes med eksempelvis parafilm slik at overgangen mellom kopp og film blir tett tilsluttet. Koppen veies så på analysevekt før den settes i ønsket i romtemperatur eller i varmeskap. Ved å veie koppen ved regelmessige intervaller får man så et uttrykk for diffusjonsraten gjennom overflatebehandlingen i filtrepapiret. Ved å sammenligne ulike overflatebehandlinger får man så et uttrykk for det permeable diffusjonsforholdet mellom behandlingsmetodene. Grunnen til at denne metoden ikke ble benyttet er at den passer dårlig på ulike lagtykkelser, spesielt ved tykke påføringslag. Ved test av konvensjonelle malings- og beisprodukter er lagtykkelsen såpass tynn, typisk 125-300 ml per m², at metoden kan være hensiktsmessig. Tradisjonell bruk av tretjære kan medføre et forbruk på 500-1000 ml per m². I forsøkene som ble utført ble det derfor valgt en metode hvor større lagtykkelser kunne påføres, for også å kunne få med tykkelsesparametere i sammenligningsgrunnlaget.

En annen test som ble vurdert, men funnet for tidkrevende, var diffusjonstest i tåkekammer. Dette kunne vært et godt supplement til valgte metoder. Denne metoden går ut på å påføre overflatebehandling på trevirke – i denne sammenheng ville gran og furu vært representative. Klosser på eksempelvis 15x7cm behandles med ønsket mengde og type overflatebehandling på fem av seks sider. Klossene settes så i klimakammer hvor relativ luftfuktighet og temperatur kan reguleres. Elektroder settes inn i treverket på den ubehandlede siden, og de fuktdynamiske forholdene i klossen kan avleses ved varierende temperatur og relativ luftfuktighet forhold. Styrken med denne testen er at man også kan se hvilken effekt overflatebehandlingen har på den faktiske bæreren. Svakheten er imidlertid at tre er et lite homogent materiale, særlig på historisk materiale som innebærer grad av nedbrytning som et tilleggspareter, slik at resultatene kun i begrenset grad blir generaliserbare. Dette er grunnen til at ikke denne metoden ble prioritert i denne omgang.

Det finnes også en rekke standard testmetoder for opptak av fritt vann gjennom overflatebehandlinger. For å danne et mer helhetlig bilde av opptak av fritt vann burde

metodevalget utvides. For å bedre tilfanget burde oppsettet av metoder inkludere en homogen overflatebehandlingsbærer, samt gran og furu. På gran og furu burde også ulike flater testes isolert sett. Tangential-, radial- og tverrsnitt har svært ulikt fuktopptak selv med samme overflatebehandling. Særlig tverrsnittet, eller endeveden, er utsatt for kapillærtransport. I dag anbefales det derfor å forsegle endeveden ved flertrinns behandlingsmetoder (Jacobsen 2004:26). Siden både stav- og laftebygninger ikke har fått en moderne form for forsegling, og har en stor andel av værekspanert endeved, ble utprøving av denne faktoren tatt med i forsøket. På grunn av tidsmessig begrensning ble det besluttet å gjøre et kompromiss med én test som kombinerer tangential- og tverrsnitt på gran og furu.

Det ble også vurdert å måle fuktdynamiske transportegenskaper direkte på overflaten på bygningene ved Norsk Folkemuseum. Ingen metoder viste seg her å være tilstrekkelig pålitelige. Ved forespørsel ved laboratoriet på Jotun ble det også gitt uttrykk for at dette vanskelig lar seg gjennomføre (Markussen 2007). De har tidligere brukt store ressurser på slike forsøk blant annet ved Holmenkollen Park Hotel Rica, uten å lykkes med pålitelige målinger. Problemet ligger blant annet i at en lite homogen og nedbrutt behandling ikke gir et helhetlig bilde av overflatebehandlingens foreliggende egenskaper.

For å omgå denne problemstillingen ble det derfor valgt å måle det foreliggende fuktnivået dypere i treverket ved et utvalg av bygninger med ulik behandlingshistorikk. Dette vil ikke utjevne usikkerhetsparameterne, men kan gi en indikasjon på om fukt akkumuleres ved forliggende situasjon. Det konserveringsetiske dilemmaet ved denne metoden, er at den eneste tilgjengelige metoden ved dette prosjektet var bruk av hammerelektroder, som vil medføre små hull i treverket. Det finnes i dag ikke-destruktive metoder for fuktmåling med mikrobølger, men denne typen instrumentering var ikke tilgjengelig. Metoden med hammerelektroder ble valgt siden informasjonsverdien ved en slik undersøkelse er høy, og av avgjørende betydning for utbedrende tiltak med hensyn til eventuelle fuktproblemer. Fordelen med denne metoden i forhold til mikrobølgemetoden er også at fuktnivået kan måles ved spesifikk dybde i treverket, noe som er hensiktsmessig ved måling på relativt stordimensjonert laftetømmer. Det er også dypere inn i treverket, hvor fuktfluktuasjonen er mindre, at akkumulering av fukt som kan medføre råte er spesielt problematisk.

Massespektroskopi og gasskromatografi er analyseverktøy som ville gitt mer nøyaktige måleresultater ved identifisering av prøvene fra originalmateriale, og bedre referansespektre

for overflatebehandlingene som inngikk i forsøkene. Egenberg har blant annet brukt disse metodene ved detaljert analyse av tretjære (Egenberg 1993, 2003). Metodene er imidlertid ressurskrevende og var ikke tilgjengelige metoder under analyseprosessen ved utarbeidelsen av denne oppgaven. Selv om ikke FTIR er en like nyansert analysemetode, kan den likevel skille mellom tretjære, linolje og steinkulltjæreprodukter (Crawshaw 1997:198f). Siden den overordnede intensjonen med analysene var å skille disse behandlingsformene fra hverandre ble FTIR funnet hensiktsmessig.

3.4 Benyttede metoder

3.4.1 Kildeundersøkelser

Et sentralt punkt i denne oppgaven ble å kartlegge bruken av steinkulltjæreprodukter ved Norsk Folkemuseum. Foruten kjemisk analyse av overflatebehandlinger, kan en gjennomgang av skriftlig kildemateriale være til stor hjelp. Gamle overflatebehandlinger kan praktisk talt være slitt bort og ikke gi utslag ved kjemiske påvisningsmetoder. En overflatebehandling, som kan ha vært årsak til problemer tidligere, kan dermed bli oversett og komplisere årsaksbildet ved foreliggende tilstand. Ved hjelp av en oversikt utarbeidet på grunnlag av skriftlig kildemateriale og muntlige meddelelser, kunne bygninger ved friluftsmuseet med ulik behandlingshistorie sammenlignes med hensyn til nåværende tilstand.

Siden mulighetene var åpne for at andre overflatebehandlingsprodukter kunne være årsak til problemene, ble det valgt å inkludere forekomster av alle typer overflatebehandlinger i oversikten. Dette arbeidet er samlet i en oversikt over aktuelle hus og deres behandlingshistorie (Vedlegg A og B). Kildene som er blitt brukt ved utarbeidelsen av oversikten er Norsk Folkemuseums årsberetninger fra nummer I, 1894, til XLVII, 1942. Fra 1943 inngikk årsberetningene i Norsk Folkemuseums årbok By og Bygd. Alle årbøkene fra nummer I, 1943, til siste utgivelse er gjennomgått. Etter gjennomgåelsen av årsberetningene fant jeg de første beskrivelser av behandling fra 1911. For å sammenligne behandlingsmetoder gikk jeg derfor også gjennom registrene for årsberetningene til Fortidsminneforeningen fra første utgivelse i 1844 til i dag. For perioden 1900 til 1945 ble årgangene gjennomgått i sin helhet med tanke på overflatebehandling. Noe av vedlikeholdsarbeidet ved Norsk Folkemuseum viste seg også beskrevet i Fortidsminneforeningens årbøker, samtidig som de inneholdt noen generelle beskrivelser av overflatebehandlinger.

Regnskapsbøkene for Norsk Folkemuseum fra samme periode ble også gjennomgått, men uten nevneverdig resultat. I det store og hele var overflatebehandlingsproduktene kategorisert under fellesposten for vedlikehold. Unntaket var regnskap for Oscar II samling gjeldende Berdalsloftet (NF bygningsnummer 183) fra 1885, hvor det er beskrevet kjøp av kreosot fra S. Amundsen & Co.s Fravehandel.

Grunnen til den spesielle vektleggingen av perioden 1900-1945, er at denne skiller seg ut med hensyn til utprøving av ulike behandlingsmetoder. Før århundreskiftet var kulturminnevernet i en tidlig fase, særlig når det gjelder friluftsmuseer, og dokumentasjonen på bruk av overflatebehandlinger begrenset. De eneste indikasjonene på bruk av overflatebehandling har dreid seg om kreosot, som også er tatt med i oppgavens eksperimentelle del. Fra tiden rundt 1940 og fremover ble det gradvis lagt mer vekt på å minimalisere overflatebehandlingen, med unntak av bruk av biocider. Samtaler med Arne Berg (Berg 2007) bekrefter dette. I følge Berg, var overflatebehandling ved museet i hans tid (1949-1983) holdt på et minimum, og begrenset til bruk av biocider.

Siden det empiriske grunnlaget for originalt gjenstandsmateriale er bygninger ved Norsk Folkemuseum, er bruken av arkivalia hentet derfra. Det ble spesielt lagt vekt på å gå gjennom arkivmateriale hvor arkivnøkkelen indikerte mulige funn. Dette var under stikkord som; *vedlikehold, konservering og friluftsmuseet*. Samtlige dokumenter ble også gjennomgått i bygningsarkivet. I tillegg ble det gjort relevante funn av arkivmateriale fra administrasjonsarkivet under stikkordet *korrespondanse*. Folkemuseet var tydeligvis ansett som øverste autoritet på vedlikehold av trebygninger, noe som gjenspeiles i en rekke brev fra privatpersoner, andre friluftsmuseer og Riksantikvariatet, med forespørsler om overflatebehandling av gammel bygningskultur i tre. Svarene på disse forespørslene gir et godt bilde av hva som var praksis ved museet til ulike tider. Av spesiell interesse er korrespondansen mellom Hans All og kjemiker Dr. J. Gram. Hvis Aall vurderte å ta i bruk et nytt overflatebehandlingsmiddel ble det sendt til Gram for kjemisk analyse. Svarene fra Gram er derfor unike samtidskarakteristikker av produkter som ble brukt ved museet. Mer nøyaktige henvisninger til dette materialet finnes i kapittelet om behandlingshistorie. PRIMUS, gjenstandsdatabase ved Norsk Folkemuseum, ble også gjennomgått. Siden denne i hovedsak baserer seg på bygningsarkivet for friluftsmuseets del, ble det ikke gjort supplerende funn her. Ved databasens bygningsbeskrivelse er heller ikke overflatebehandlinger spesielt vektlagt.

3.4.2 Sammenlignende analyse av overflatebehandlinger ved bruk av FTIR (Infrarød Fourier Transformasjonspektroskopi)

Molekyler vibrerer ved bøying og strekking av de kovalente bindingene. De fleste molekyler har en eller flere vibrasjoner som ligger i den infrarøde delen av det elektromagnetiske spektrum. Ved bruk av FTIR blir hele det infrarøde spektrum tatt opp samtidig, i motsetning til bruk av IR. Ved å sende infrarød stråling i frekvensområdet $4000-600\text{ cm}^{-1}$ gjennom prøven, kan en måle intensitetsendringer ved strålingen. Siden enhver forbindelse har sitt unike infrarøde område kan forbindelsen således identifiseres. Differensiering mellom svært like stoffer, som ulike tretjærer, er ikke mulig. Siden dette heller ikke var hensikten med forsøket ble metoden funnet hensiktsmessig. På denne måte kan en derimot få en stoffdifferensiering mellom steinkulltjære, steinkulltjæredervater, tretjære, og linolje, slik at disse kan skilles fra hverandre og identifiseres. Apparatet som ble benyttet var PerkinElmer precisely, ved konserveringsstudiets laboratorium.

Forsøket ble utført ved først å avlese referansespektre fra de kjente produktene som ble benyttet i forsøkene **3.4.4** og **3.4.5**, og som er utvalgt på grunnlag av utarbeidelsen av behandlingshistorien og oppgavens problemstilling. I tillegg ble det også opptatt referansespektre av tre, gran og furu. De ulike tretjærene gav imidlertid svært likt spekter, noe som også gjaldt kokt og rå linolje, gran og furu, og til dels kreosot og karbolineum. Det ble derfor satt opp felles referansespektre med tretjære, linolje og tre. Siden ble det tatt prøver fra overflaten ved utvalgte bygninger med ulik behandlingshistorie. På denne måten kunne FTIR-spektre av originale overflatebehandlinger tolkes og sammenlignes med utgangspunkt i referansespektrene.

Der overflatebehandlingen lå på treverket som en film, ble det tatt ut prøver ned til første lag med trefibere. Der det kun var benyttet impregnerende overflatebehandlinger ble det tatt skrapeprøver fra overflaten. Ved bygninger som ikke hadde overflatebehandlingshistorie ble det også tatt skrapeprøver som sammenligningsgrunnlag og eventuell påvisning av behandling. Prøvene ble for øvrig tatt steder der behandling trolig ville påtreffes og der værslitasjen var minst. Bygningene hvor det ble tatt prøver av overflaten er markert med X i bygnings- og behandlingsoversikten, vedlegg A. Samlet ble det tatt 85 prøver, ved de 54 bygningene. Kommentarer til FTIR-spektrene til de 12 bygningene hvor det ble foretatt

fuktmålinger forefinnes i vedlegg B. Forsøkene på originalmateriale ble på forhånd avklart med Stian Myhre og bygningsantikvar Mogens With, ved Norsk Folkemuseum.

3.4.3 Måling av vannaktivitet i originalmateriale

Biologisk nedbrytning av tre forutsetter normalt tilgang på vann. Fuktinneholdet i treverk kan derfor gi en indikasjon på potensialet for råteutvikling og annen biologisk aktivitet. I det foreliggende gjenstandsmaterialet kan høyt fuktnivå forefinnes kontinuerlig eller forekomme i perioder. Hensikten med dette forsøket er imidlertid å sammenligne fuktnivå ved forskjellige bygninger med ulik behandlingshistorie. Forsøk berører slik sett ikke permeabilitet alene, men nåværende porøsitet ved overflatebehandlingen (se teknologikapittelet **4.9**). Siden porøsiteten, her definert som overflatebehandlings huller, sprekker, porer og krakeleringer samlet sett, vil øke over tid, kan nåværende fuktnivå i treverket gi en generell indikasjon på om bygninger med ulik behandlingshistorie har ulike fuktverdier. Usikkerheten ved forsøket ligger i ulik grad av nedbrytning ved de forskjellige bygningene, og at foreliggende fuktnivå kan ha andre fukttransporterende årsaker enn egenskaper ved overflatebehandlingene.

Grunnen til at forsøket likevel ble valgt er for å se om det kunne påvises sammenheng mellom ulike behandlingsformer og fuktnivå. På grunnlag av behandlingshistorikken ble det valgt ut 12 bygninger til dette forsøket. Seks av bygningene hadde ingen registrert behandlingshistorikk, ingen funn av behandling ved FTIR-analyse, og bar dessuten visuelt sett preg av å være ubehandlet. De seks andre bygningene ble utvalgt for å kontrastere de seks foregående. Ved disse husene gav behandlingshistorien, FTIR-analyser og visuell observasjon, klare holdepunkter for omfattende overflatebehandling. Samlet danner dette datagrunnlag for fuktmålinger, slik at eventuelle fuktdynamiske forskjeller i treverket kunne påvises mellom summen av ulike overflatebehandlinger. Dette blir et uttrykk for dagens fuktdynamiske egenskaper ved de ulike overflatebehandlingene, og foreliggende nedbrytningsgrad (porøsitet) av trevirke og overflatebehandling. Hvis de tyngst overflatebehandlede bygningene, med hensyn til de behandlingsformene som angivelig skaper fuktproblemer, ikke gir høyere fuktkvoter enn ubehandlede bygninger, indikerer dette at behandlingene i dag ikke er fuktakkumulerende. Fukt i materialer kan måles både ved absolutt fuktinnehold og ved relativ luftfuktighet. Ved vurdering av kritisk nivå for råteutvikling benyttes som regel absolutt fuktinnehold oppgitt i vektprosent.

Fuktmålingene ble utført ved hjelp av en elektrisk motstandsmåler. Målingene ble utført ved å slå to elektroder inn i treverket (hammer Elektroder), slik at den elektriske motstanden mellom elektrodene kunne måles. Instrumentet må kalibreres for riktig treslag og temperatur. Ved måling kan dermed vektprosent fuktinnhold avleses direkte (Sæter 2004:31). Permanent høyt fuktinnhold i treverket, > 20 vektprosent, vil være en klar indikasjon på høyt potensiale for utvikling av råte. For øvrig er avleste verdier over 30 vektprosent upålitelige. Instrumentet brukt ved målingene var av typen AB, FMD moisture meter. Bortsett fra spissene var elektrodene isolerte slik at fuktinnholdet kunne måles ved forskjellige dybder. Det ble valgt to måledybder; 1 og 3 cm. Det finnes også ikke-destruktive måleapparater, hvor en ikke trenger å drive elektroder inn i treverket, såkalte dielektriske eller kapasitive målere. Disse instrumentene setter store krav til jevnt underlag, og er derfor mindre egnet til foreliggende gjenstandsmateriale (Bøhlerengen, Mattsson 1996:60f). Utvalget av bygninger og måleresultater er beskrevet i vedlegg B. Forsøkene på originalmateriale ble på forhånd avklart med Stian Myhre og bygningsantikvar Mogens With ved Norsk Folkemuseum.

3.4.4 Fuktdynamisk forsøk av overflatebehandling eksponert for fritt vann, med tre som overflatebehandlingsbærer. Flytetest.

Utarbeidelsen av forsøket er basert på ”Test av vannopptak, EN 927-5”, en standardtest for opptak av fritt vann. Denne testen baseres på opptak av fritt vann gjennom overflatebehandling på tre på den konvekse siden av årringene. Forutsetningen for prøvematerialet er at det er mest mulig homogent med hensyn til tettheten på årringer og at de ulike prøvene er avklimatisert. Testen tar ikke hensyn til opptak gjennom overflatebehandlet endeved. Ved preparering av trevirke for EN 927-5 skal derfor endeveden forsegles med et ikke-permeabelt materiale, eksempelvis epoksy eller polyuretan. Selv om endeveden blir behandlet med ordinær overflatebehandling, vil kapillæropptaket spille en stor rolle for det totale vannopptaket. Ved utarbeidelsen av dette forsøket ble det imidlertid besluttet å ta med faktoren som kapillæropptaket fra endeveden, siden dette utgjør en viktig side i praksis ved stav- og laftekonstruksjoner.

Forsøket ble utført med gran og furu som overflatebehandlingsbærere. Det ble skåret opp klosser i størrelse 70x70mm, tykkelse 19mm. For å oppnå størst mulig homogenitet ved materialet ble alle klossene av henholdsvis gran og furu skåret fra samme løpelenger. Klosser med kvist ble sortert ut. Tettheten på årringene var omtrentlig 11 pr cm for furu og 10 pr cm for gran. Bredsidene på furu var tangentialskåret, gran var radialsåret. For å kunne håndtere

klossene lettere ved påføring av overflatebehandling og veiing ble det skrudd inn en skrue i sentrum på den ene breidsiden. Etter at klossene var skåret ut ble de oppbevart i samme klima ca fire uker. Klossene ble så preparert på fem av seks sider med overflatebehandlingene som er beskrevet nedenfor. Den upreparerte siden er den som vender opp ved flytetesten. De hadde en høvlet og en ru bredside, og overflatebehandlingen ble påført den ru siden.

De ferdigpreparerte klossene ble lagt i vann slik at de fløt på vannet. Ettersom klossene trekker til seg vann vil de synke noe. Mengden vann er imidlertid irrelevant så lenge klossene flyter gjennom hele forsøket. I dette tilfellet ble karene fylt slik at vannstanden ble ca 2,5 cm, altså noe større enn tykkelsen på klossene. I begynnelsen ble klossene veid hver time, men ettersom vannopptaket avtok ble veieintervallene økt til to og fire timer. Forsøket pågikk totalt i 48 timer. Ved veiing ble klossene tørket med trekkpapir for overflødig vann. Det ble også vektlagt at klossene var ute av vannet kortest mulig tid ved veiing. For hver veiing var klossene ute av vannet ca. 30 sekunder. Vekten ble ført inn i et Excel-ark i gram med to desimaler. Siden vekten på klossene i utgangspunktet ikke var like, grunnet unøyaktigheter ved fremstilling og ulike overflatebehandlinger, ble vekten regnet om i vektprosent økning og grafisk konvertert (vedlegg C).

3.4.5 Fuktdynamisk undersøkelse av diffusjonstetthet av overflatebehandling på nøytral overflatebehandlingsbærer.

Utarbeidelsen av forsøket er basert på en testmetode som brukes ved laboratoriet til Mycoteam, og brukes ved måling av diffusjonstetthet på ulike filmer. En del av overflatebehandlingene ved foreliggende forsøk er for øvrig ikke filmdannende, men tatt med i forsøksoppsettet for å undersøke om disse også kunne ha innvirkning på diffusjonsraten. Denne testen er utarbeidet med hensyn til måling av gjennomtrengning av vann i gassfase. Overflatebehandlingsbæreren som ble valgt ved gjennomføringen av forsøket var 6mm kartonggips. Denne er praktisk talt helt diffusjonsåpen slik at den ikke forrykker måleresultatene for dampgjennomtrengningen. Gipsplater er forøvrig et svært homogent materiale, og en god filmbærer idet filmen vil avsettes på kartongoverflaten. Ved å velge en 6mm gipsplate er den heller ikke for tykk, slik at overflatebehandlingene av impregneringskarakter trekker uforholdsmessig langt inn i materialet.

Ved forberedelsene til forsøket ble 12 gipsplater skåret ut i størrelse 60x30 cm, etterfulgt av opptegning av 12 felt på platene i størrelse 25x5 cm. På annen hvert felt ble det påført overflatebehandlinger av ulike typer og lagtykkelser, slik at hver plate hadde seks preparerte felt a 125 cm². Etter denne prepareringen ble den preparerte siden maskert med butylteip, slik at kun feltene som var overflatebehandlet ble eksponert. Ved nøyaktig teiping ble det sikret at arealet ble likt – en forutsetning for sammenligning. Selv om butylteipen skulle være diffusjonstett, ble to av de totalt 72 feltene teipet for kontrollmåling av teipen, og en eventuell diffusjonstett referanse. To av feltene fikk dessuten ikke overflatebehandlet for å ha en nullreferanse.

To akvarier ble fylt med tolv liter vann i hver før forsøksstart. Akvariene målte 60x30cm, slik at gipsplatene lå an på toppen av akvariet. Høyden på akvariene var 35 cm. En tetningslist var festet til toppen av akvariet for å få en god tilslutning. I hvert av akvariene ble det festet to termostatstyrte varmekolber som ble innstilt på 32°C.



Fig. 3.4.5.1 Oppsett av diffusjonsforsøk.

Etter at vannet hadde oppnådd stabil temperatur ble gipsplatene lagt med den preparerte siden ned på toppen av akvariene. På siden som vendte opp var det markert hvor de preparerte feltene befant seg. På denne måten kunne kamre på 30x7 cm, med en høyde på 2 cm, settes rett over hvert av de preparerte feltene. To akvarier med to gipsplater gav ved dette forsøksoppsettet tolv parallelle målinger. I kamrene ble det så satt inn kalibrerte sensorer for måling av temperatur og relativ luftfuktighet.

Sensorene var i sin tur tilkoblet dataloggere av typen rotronic hygrolog.

Dataloggerne ble innstilt med fem minutters måleintervall. Måletid var 48 timer for hver plate, og innebar seks måleperioder i rekke for å dekke totalt 72 prøvefelt. Total forsøksstid for alle platene ble 12 dager. Etter måleperioden ble datamaterialet fra loggerne nedlastet og konvertert til en grafisk fremstilling (vedlegg D). Forsøket ble utført i et klimastyrt rom med relativ luftfuktighet $\approx 20\%$, temperatur $\approx 23^\circ\text{C}$.

3.5 Overflatebehandlingene

Valg av overflatebehandlinger som ble benyttet i forsøket er gjort på grunnlag av behandlingshistoriske undersøkelser ved Norsk Folkemuseum. De fleste vil også være representative for bruk andre steder. Mengden overflatebehandling som er brukt tidligere var ukjent. Prøvene ble derfor strøket opp i ulike lagtykkelser. Lagtykkelsene er valgt på grunnlag av et normalforbruk, og opp til det som oppfattes som praktisk maksimalgrense. For tjære vil dette dreie seg om 0,5-1 l/m² (Egenberg 2000:46). Siden fuktgjennomgang er dels avhengig av tykkelsen på behandlingen er det lagt vekt på også å inkludere tykke lag. Dette er gjort for i større grad å unngå å gjøre målinger på lagtykkelser som er tynnere enn på gjenstandsmaterialet. Alle beregninger på lagtykkelser ble gjort i volum per areal. Når lagtykkelsen i det følgende er oppgitt i l/m² er dette beregnet ut fra arealet på foreliggende prøve. For å kunne gjøre en kvantitativ sammenligning med hensyn til fuktdynamiske egenskaper ved ulike behandlinger, ble det besluttet å bruke likest mulig mengde. Ved utmåling av mengde ble det brukt analysevekt for å få en relativt nøyaktig mengde på prøvene. For å få likt volum på prøvene må det derfor kompenseres for de ulike produktenes spesifikke vekt (vekt på volum). Overflatebehandlingene ble påført med pensel. Det finnes spesialapplikatorer for å få en jevn fordeling av overflatebehandlinger. Da valget likevel falt på bruk av pensel skyldes dette tilgjengelighet og at dette er en av metodene som er blitt brukt på det originale gjenstandsmateriale.

Steinkulltjære

Steinkulltjære er fremstilt ved pyrolyse av steinkull (se teknologikapittelet **4.3**). Ved forsøkene som ble gjort i forbindelse med denne oppgaven er det benyttet en såkalt rå høytemperaturtjære med 10% xylene-tilsetning. Xylene er tilsatt for senke viskositeten slik at påføring blir lettere. Tilsetningen fordampes under tørkeprosessen. Dette er altså steinkulltjære som ikke er fraksjonert ved destillasjon, kun raffinert ved rensing. Typen rå-tjære er av merke BITMAC 10 GX (se vedlegg for datablad). Steinkulltjære dekker svært godt, og det virker usannsynlig å bruke en lagtykkelse tilsvarende 1 l/m². Lagtykkelsene som ble valgt ved denne behandlingen var 0,25, 0,50, 0,75, og 1 l/m².

Tretjære

Tretjæren som ble brukt er av milebrent type. Det ble brukt fire ulike typer, som alle ble gitt fra testlaboratoriet for milebrent tjære hos NIKU. I dag foreligger det anbefalinger om innkoking av tjæren før breiing. Ingen tjærer som ble brukt i forsøkene ble innkokt. Dette skyldes dels tidsmessige hensyn, og dels at jeg ikke har funnet innkoking som dokumentert praksis ved Norsk Folkemuseum ved den delen av behandlingshistorien som er vektlagt i denne oppgaven. Det må imidlertid også presiseres at det ikke vites om disse er milebrente eller retortetjærer. Grunnen til at fire forskjellige milebrente tjærer ble utprøvd, er at det i de senere år har vært økt oppmerksomhet omkring tradisjonell tjærebruk, og ulike tjærediffraksjoners egenskaper. Det er flere faktorer som påvirker tjærekvaliteten, men den

viktigste er de ulike fraksjonene som blir produsert fra start til slutt ved milebrenning. Når eksempelvis 220 liters plastfat blir fylt ved en brenning som totalt gir 2200 liter, vil den kjemiske sammensetningen være ulik mellom de forskjellige fatene. Generelt sett vil de tidligere fraksjonene ha høyere viskositet og lavere andel av flyktige stoffer enn senere fraksjoner. De tidlige fraksjonene vil ha en høyere grad av filmdannelse, og de senere vil ha en større inntrengningsevne (Egenberg 1993, 2000, 2003). Ved oppstryk av tjæreprøvene ble det derfor valgt tjærer med ulike brenningsfraksjoner og fra forskjellige produsenter. I forsøkene ble de fire tjæreprøvene benevnt som A, B, C, og D.

A: Produsent: Terje Aamodt, 200 liters fat nummer 5 av totalt 11 (2200 l).

B: Produsent: Terje Aamodt, 200 liters fat nummer 11 av totalt 11 (2200 l).

C: Produsent: Jon Oddbjørn Lien, 200 liters fat nummer 3 av totalt 7 (1300 l).

D: Produsent: Maihaugen, 25 liters fat nummer 3 av totalt 7 (160 l).

Lagtykkelsene som ble valgt ved denne behandlingen var for hver av tjærene 0,50, 0,75, og 1 l/m², alle i to paralleller.

Kreosot

Kreosot har vært fremstilt både av tretjære og steinkulltjære. Kreosoten som er benyttet i forsøkene er et steinkulltjærederivat, som også er det desidert vanligste. Påføringsmengdene som ble benyttet ligger i overkant anbefalt forbruk og var 0,50, 0,75, og 1 l/m². Øvrig informasjon om kreosot finnes i teknologikapittelet; **4.7**.

Karbolineum

Karbolineum er et steinkulltjærederivat. Karbolineum er også det steinkulltjæreproduktet som uten sammenligning er mest brukt ved Norsk Folkemuseum. Under forberedelsene til forsøkene var det stor frustrasjon over at produktet ikke lot seg oppdrive, tross iherdige forsøk. Ved tilfeldigheter fant jeg to spann karbolineum, hvorav ett uåpnet, bortgjemt på Folkemuseet. Spannene var gamle, men ikke mulige å datere. Siden dette var karbolineum som sannsynligvis var av en type brukt ved museet, antas det at produktet er representativt. Se for øvrig spesifikasjoner for karbolineum i teknologikapittelet; **4.7**. Påføringsmengdene som ble benyttet ligger i overkant av anbefalt forbruk og var 0,50, 0,75, og 1 l/m².

Linolje

Linolje fremstilles ved kald- eller varmpressing av linplantefrøene. Det skilles grovt sett mellom to typer linolje; kokt og rå. Fremstilling av kokt linolje gjøres ved oppvarming til ca 300°C, og ved tilsetning av sikkativer for å bedre tørkeegenskapene. Det er derfor den kokte linoljen som benyttes som bindemiddel i linoljemaling. Rå linolje er kjent for ikke å tørke på samme måte som kokt. Den har lang tørketid, liten molekylstørrelse med dertil god inntrengningsevne, og egner seg derfor best til impregnering (Brønne 1998:38f). Det ble brukt både kokt og rå linolje i forsøkene. Dette ble gjort både på grunnlag av skriftlige kilder til behandlingshistorien, og samtaler med Arne Berg (Berg 2007), som mente at både kokt og rå linolje var blitt brukt – dog ikke blandet. Linoljen som ble brukt i forsøkene var kokt og rå linolje fra Jotun (se vedlegg E). Siden spesifikasjonene for den opprinnelig brukte linoljen ikke er kjent, ble disse lett tilgjengelige produktene benyttet, selv om disse ikke nødvendigvis representerer den nøyaktige sammensetningen til tidligere benyttede oljer. Ved oppstryk av oljeprøvene var de valgte lagtykkelsene 0,50, 0,75 og 1 l/m².

Linolje og tretjære

Ved utarbeidelsen av behandlingshistorien ble det funnet forekomst av linolje og tretjære i blanding. Blandingsforholdet mellom de to komponentene var imidlertid ukjent inntil Arne Berg ble forespurt. Han kunne fortelle at blandingsforholdet var 1/1 (Berg 2007). Et annet

blandingsforhold som er oppgitt, men tilsynelatende mindre brukt, er én del olje til to deler tretjære (Kjellberg 1953:Nf/Ark-1001/D/247/7). Kokt og rå linoljen ble blandet med tretjære C i forhold 1/1. Ved oppstryk av blandingen på prøvene var lagtykkelsene 0,50, 0,75, og 1 l/m². I alle tilfellene hvor denne blandingen var blitt brukt, kom det frem forbehandlingen var gjort med karbolineum. Bygningene ble altså først behandlet med karbolineum, etterfulgt av olje og tjæreblanding. Det samme ble gjort ved forsøkene, da med 0,5 l/m² karbolineum – det doble av anbefalt forbruk.

Drygolin

Drygolin er en moderne alkydoljemaling for utvendig treverk, produsert av Jotun AS (se vedlegg E). Denne overflatebehandlingen ble benyttet som referanse for de andre overflatebehandlingene. Så lenge denne ikke forandrer sammensetning kan den derfor brukes som referanse ved eventuelle senere forsøk slik at en har et sammenligningsgrunnlag. Min kontaktperson hos Jotun, Stein Markussen, oppga at diffusjonsgjennomgangen til en overflatebehandling ikke bør overskride Drygolin vesentlig, ca 50%. Hvis en overflatebehandling overskrider denne verdien vil det være en indikasjon på for stor grad av diffusjonstetthet, og dermed kunne skape fuktproblemer i seg selv. Lagtykkelsene som ble valgt ved denne behandlingen var 0,125, 0,20, 0,25, og 0,5 l/m². De tre tynneste lagtykkelsene ligger innenfor normalforbruket, mens lagtykkelsen på 0,5 l/m² ble tatt med for å ha en parallell til de øvrige overflatebehandlingene. Ved evaluering av faresone for andre overflatebehandlingers diffusjonsrate må en imidlertid sammenligne med største anbefalte lagtykkelse på 0,25 l/m².

I det følgende kapittel vil noen av de sentrale begrepene som er benyttet i oppgaven bli forklart nærmere. Dette er gjort av to hensyn. For det første for å klargjøre hva som menes steinkulltjære og steinkulltjæredrivater, og hvilke kjemiske sammensetninger som skjuler seg bak produktnavn og betegnelser. De ulike kjemiske sammensetningene ved ulike steinkulltjæreprodukter har dessuten mye å si for produktens fuktdynamiske egenskaper. Det er derfor av avgjørende betydning å inneha denne kunnskapen hvis en skal evaluere eventuell risiko og utføre vedlikeholdsarbeid, relatert til tidligere behandlingshistorie. For det andre vil neste kapittel øke forståelsen for grunnleggende trekk ved fuktdynamikk. Grunnlaget for metodevalget vil dermed utdypes, og forståelsen av forsøksresultatene vil bli bedre.

4 Teknologi

4.1 Introduksjon

Måten overflatebehandlingene forholder seg til fukt og fuktdynamikk, og hvordan dette i sin tur kan medføre råteproblematikk i trekonstruksjoner, er oppgavens kjerneområde. I dette kapitlet blir noen av de sentrale begrepene i oppgaven beskrevet mer inngående. For hvert

av disse underpunktene er det et stort litteraturtilfang som kan utdype tematikken ytterligere. Referansene som er benyttet her kan være en god start hvis man ønsker å undersøke de ulike feltene som beskrives. Grunnen til å samle denne informasjonen er å kunne gi en mer helhetlig presentasjon av sentrale temaer, i lys av oppgavens problemstilling. Dette er relevant også fordi oppgaven trekker veksler på fagdisipliner utenfor det konserveringsfaglige. Innlånte begreper må derfor defineres innenfor en relevant konserveringsfaglig kontekst.

Avsnittene om steinkull, steinkulltjære og steinkulltjærederivater, er de eneste som gir en nærmere beskrivelse av overflatebehandlingsproduktene som er omtalt i oppgaven. Det er flere grunner til dette. For det første er de omtalte produktene, tretjære og linolje, generelt bedre kjent, og godt beskrevet i annen konserveringsfaglig litteratur. For det andre er det steinkulltjære og steinkulltjærederivater som er utgangspunktet for oppgavens problemstilling. Det har også vist seg under arbeidet at det som er skrevet om steinkulltjære er relativt begrenset, spredt på ulike fagområder, og mest i eldre, lite tilgjengelig kildemateriale. Ved de ulike fagmiljøene jeg har vært i kontakt med har det også vært en viss uklarhet angående forståelsen av hva steinkulltjæreprodukter egentlig er, og begrenset forståelse for kvalitative forskjeller mellom ulike derivater, spesielt hva angår fuktdynamiske egenskaper. Samlet sett har dette vært til inspirasjon for vektleggingen av dette temaet.

4.2 Sedimentære bergarter og steinkull

Som det fremgår av ordet steinkulltjære, forespeiles produktet å inneha tre karakteristiske trekk; at det er en tjære, med en forbindelse til kull, og at kullet har en steinlignende substans. For å sette steinkull og steinkulltjære i en kontekst, blir noen grunnleggende geologiske trekk beskrevet nærmere. Anslagsvis er det beregnet at jordskorpen i sin helhet består av 90-95% magmatiske og metamorfe bergarter. Sedimentære bergarter kan således synes å utgjøre en beskjeden prosentandel. Hvis en imidlertid ser på det øverste laget av jordskorpen er prosenttallet for sedimentære bergarter på betydelige 70% (Prestvik 2001:113ff). Sedimenter er dannet av ansamlede masser av forvitrede magmatiske og metamorfe bergarter, og organisk materiale. Innholdet av organisk materiale i de fleste sedimentære bergarter er relativt lavt, gjennomsnittlig 1,5%. Lokalt kan det derimot være en høy ansamling av organisk materiale som gir spesielt karbonrike sedimenter. Eksempelvis kan nevnes svartskifer med 3-10% organisk materiale, oljeskifer kan ha 25% eller mer, og kull mer enn 55% organisk materiale. Det er to hovedtyper organisk materiale det dreier seg om her: sapropel og humus. Sapropel er finkornet organisk materiale som plankton, alger og annet animalsk organisk materiale som

akkumuleres i marint miljø med lavt oksygeninnivå. Humus er planterester som akkumuleres i jordsmonn. Ved dannelse av torv og kull akkumuleres humus i ferskvann eller brakkvann under anaerobe forhold slik at massene ikke oksideres. Dannelsesprosessen er betinget av ulike faktorer ved avsetningsforholdene og klima. Det er likevel en grunnleggende forutsetning at de organiske avsetningene blir overleiret slik at materialet ikke blir gjenstand for en normal forråtnelsesprosess under oksiderende forhold. Ved en slik ufullstendig nedbrytning av plantematerialet blir cellulosen først omdannet til torv av sopp og anaerobe bakterier (Teichmüller 1987:127ff). Ved videre overleiring skjer en gradvis forkullingsprosess fra torv til brunkull, steinkull og til slutt antrasitt. Den kjemiske endringen ved forkullingsprosessen er i hovedsak forårsaket av trykk, temperatur og tid. I prosessen blir det frigitt H₂O slik at prosentandelen karbon øker. Brunkull inneholder således 55-70% karbon, steinkull 70-85%, og antrasitt mer enn 90% karbon. Steinkull, som også er kalt bitumenøse kull, er altså en type kull med 70-85 % karbon, og har en relativt sprø konsistens. Steinkull er som oftest svart, og finnes som lag av varierende tykkelse i skifere og sandsteiner (Stach 1982:45f). Aldersmessig er steinkull i hovedsak dannet i den geologiske perioden karbon. Steinkull klassifiseres i mange undergrupper avhengig av forkullingsgrad, opprinnelig plantemateriale, tjæreprosent og andre lokalt betingede forhold. I denne sammenheng blir det for omfattende å komme inn på detaljer, samtidig som det har liten relevans for de kjemiske egenskapene til steinkulltjærederivatene som berøres i problemstillingen. Kjemisk relevans for problemstillingen blir beskrevet i avsnittet om steinkulltjære.

Bruken av steinkull er mangesidig. Blant annet har den vært en viktig råstoffkilde for industrien ved fremstilling av gass, koks, steinkulltjære og bek. Under industrialiseringen i Norge på 1800-tallet ble steinkull en viktig importvare fra England, Nederland, Tyskland og Canada (Meyer 1904:974). Ved store nye industrier ble steinkullet den primære kraftkilden. Også i den private husholdningen ble steinkull i form av koks, blant de viktigste energikilder til oppvarming. 1800-tallet er ofte omtalt som jernets århundre – også takket være rasjonaliserte reduksjonsprosesser ved hjelp av koks. Blant andre storbrukere av steinkull var gassverket i Christiania som spredte sine gassledninger til omegn. Det samme gjaldt de tidlige private elektrisitetsverkene, og det meste dampkraften som drev stadig flere maskiner. Dette førte til at importen av steinkull økte med 11 ganger fra begynnelsen av 1860-årene til århundreskiftet (Myhre 2000:419f). Steinkullets viktige posisjon gjenspeiles også i en lang rekke betegnelser som oppsto avhengig av kulletts kvalitet og anvendelsesområde. I datidens avisannonser og oppslagsverk finnes en lang rekke av disse beskrevet. Eksempelvis kan

nevnes bagekul, sinterkul, sandkul, glanskul, matkul, grovkul, skiferkul, sribekul, cannelkul, bogheadkul, sodkul, trævlekul og begkul. I tillegg kunne kullet benevnes som av mager, halvfet, eller fet type. Bak hvert disse ordene lå det en innovativ teknologisk praksis. Etter at vannkraft og olje tok over som energileverandør i Norge de første tiårene av 1900-tallet, ble bruken av steinkull sterkt redusert. De ovennevnte ord og begrep som var innarbeidet i dagligtalen, fremstår derfor nå for de fleste som uforståelig arkaiske. I industrien, særlig internasjonalt, er imidlertid steinkull fremdeles en viktig ressurs.

4.3 Steinkulltjære (Pyroleum lithanthracis)

Det er den tyske kjemiker og økonom Johann Joachim Becher (1635-1682) som har fått æren av først å ha fremstilt steinkulltjære. De tidligst påtrufne kilder angående bruk av steinkulltjære som konserveringsmiddel på tre, er fra midten av 1700-tallet ved engelskmennene Clayton og Watson. Men det var først ved innføring av gassproduksjon fra steinkull til belysning på begynnelsen av 1800-tallet, at steinkulltjæren ble fremstilt i større mengder. I begynnelsen var tjæren et biprodukt til besvær, men ble etter hvert et ettertraktet råstoff i den kjemiske industrien. I 1836 tok Moll i bruk kreosot som konserveringsmiddel for tre, og i 1838 ble engelskmannen Bethell den første til å patentere steinkulltjærederivatet for trykkimpregnering. (Larsen 1942:372; Zabel 1992:413). I 1850-årene fant den engelske kjemikeren William H. Perkin en måte å fremstille fiolett fargestoff av steinkulltjære, og i de følgende årene fant han og andre kjemikere en lang rekke nye anvendelsesområder for syntetiserte kjemikalier fra tjæren. Sammen med mange syntetiske fargestoffer og et tilsynelatende ubegrenset antall karbonforbindelser, ble det også utviklet syntetiske duftstoffer som ble anvendt i den kosmetiske industrien. Det samme gjaldt nyvinninger innen farmasi, syntetiske produksjonsmaterialer som nylon og plastiske stoffer, insektmidler og treimpregnering (Gardner 1915; Mills, White 1996:153).

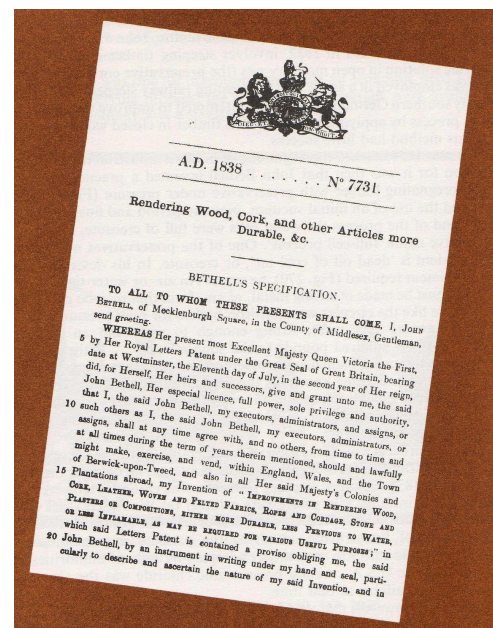


Fig 4.3.1 Bethell's patent for trykkimpregnering med kreosot

Steinkulltjære utvinnes av steinkull ved prosesser omtalt som tørrdestillasjon, retortefremstilling og pyrolyse. Denne prosessen innebærer at steinkullet blir oppvarmet i temperaturområdet 450°C til over 1000°C uten tilgang på oksygen slik at oksidering unngås. De vanligste prosessene hvor dette skjer er ved gass- og koksproduksjon, henholdsvis kalt avgassing eller forkoksing av steinkull. Tjæren utvinnes som et biprodukt ved denne prosessen, med et typisk vektutbytte på 3-5%. Temperaturen ved en slik tørrdestillasjon eller pyrolyse av steinkull er vanligvis i temperaturområdet 800-1000°C (Stach 1982:457f). Den kjemiske sammensetningen av tjæren avhenger av produksjonstemperaturen og omtales som lav- og høytemperaturtjære. Lavtemperaturtjæren (<600°C) er ved romtemperatur en lettflytende olje med rødgul til portvinsaktig fargekarakter. Høytemperaturtjæren (>600°C) er ved samme temperatur mer tyktflytende, svart og med en karakteristisk lukt av naftalin, og med en høy prosentandel bek. Ved produksjon av treimpregnering er det høytemperaturtjæren som benyttes. De viktigste forskjellene i oppgavens sammenheng er høytemperaturtjærens innhold av bek, og en høy grad av aromatisering av de organiske forbindelsene (Tideström 1957:1413f). Innholdet av bek er sentralt fordi det danner en svært tett film overfor fukt uavhengig av fasetilstand. De aromatiserte organiske forbindelsene utgjør hovedbestanddelene i derivater som kreosot og karbolineum. Før videre bearbeiding av denne råttjæren må den imidlertid raffineres ved dehydrering.

Steinkulltjære inneholder et tusentalls kjemiske forbindelser (BIOFORSK 2007). Ved produksjon av impregneringsmidler for tre forholder man seg imidlertid til egenskapene ved noen av hovedkomponentene. Disse fraksjonerer vanligvis fra den raffinerte råttjæren ved destillasjon. Hovedgruppene en får ved fraksjonert destillasjon av en typisk høytemperaturtjære er; ved 80-170°C flyktige aromatiske hydrokarboner som benzen, toluen, xylen, ved 170-230°C karbolsyrer (fenoler, kresoler), pyridin, naftener(sykloalkaner) og antracener, ved 230-280°C naftener, antracener, indol, ved 280-400°C antracenolje. Destillasjonsintervallenes primære fraksjoner er også omtalt som lettolje (<200°C), mellomolje (200-240°C), tungolje (240-270°C), og antracen (>270°C). Destillasjonsresten bek utgjør vel 50%. Temperaturene som er oppgitt for destillasjonsintervallene baserer seg på destillasjon ved én atmosfæres trykk. De oppgitte overgangstemperaturene mellom de ulike fraksjonene er ikke absolutte, og i litteraturen oppgis noe ulike tall. Grunnen til dette er at diffusjonsraten også øker for stoffer med høyere kokepunkt. Dampen fra stoffer med høyere kokepunkt vil dermed også anrike dampen fra stoffer med lavere kokepunkt, og stoffene med lavere kokepunkt vil finnes i små mengder i de tyngre fraksjonene. En annen faktor som

spiller inn er at ulike produsenter fremstiller stoffer under samme betegnelse, men med ulike og overlappende diffraksjonsintervaller. Renheten av de ulike fraksjonene avhenger av destillasjonsapparatene, og for å optimalisere en fraksjon kan det desstuen være nødvendig med redestillasjon og kjemisk raffinering. De oppgitte tall vil likevel gi et godt bilde av hovedtrekkene ved fraksjonering av steinkulltjære. (Betts 1991:138, Bjørlykke 2001:240ff, Larsen 1942:375, Speight 1983:382ff; Tideström 1957: 1416).

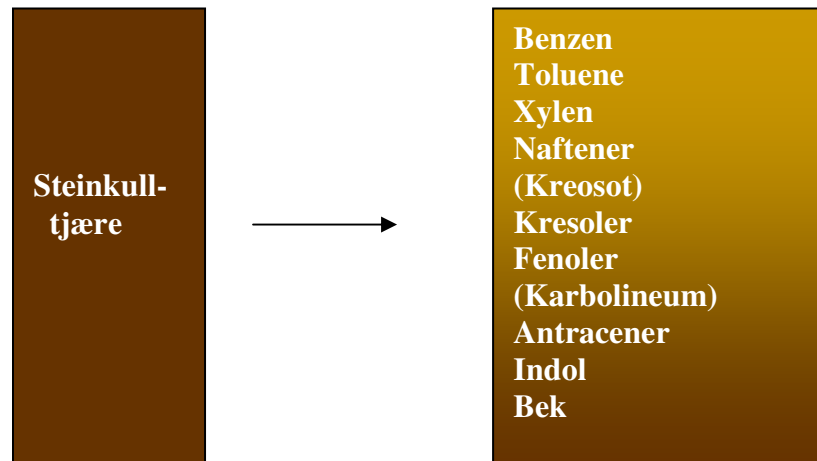


Fig. 4.3.2 Noen av hovedbestanddelene ved fraksjonert destillasjon

4.4 Steinkulltjæredrivater brukt som overflatebehandling på bygninger i tre

Som det fremgår av ovenstående er det spesielt én avgjørende forskjell mellom steinkulltjære og steinkulltjæredrivatene; innholdet av bek. Ved å bruke rå steinkulltjære som overflatebeholdningsmiddel smører man i realiteten 50 vektprosent bek på overflaten. I følge forsøkene i denne oppgaven danner bek en svært tett film som er tilnærmet diffusjonstett, mens derivatene av steinkulltjære nærmest er helt diffusjonsåpne. Hvis ikke steinkulltjæredrivatene i ettertid blir tilsatt steinkulltjære eller bek, som for eksempel Fibrosithe som er beskrevet nedenfor, sannsynliggjør dette at alle disse produktene vil være diffusjonsåpne. Samtidig som de er diffusjonsåpne senker de permeabiliteten overfor fritt vann, og vil dermed bedre fuktdynamikken i treverket.

Fra første halvdel av 1800-tallet kom det gradvis en lang rekke steinkulltjæredrivater på markedet for bruk på tre. Ulike produktnavn ble brukt, noen først som varemerker som siden ble brukt som generelle termer på folkemunnet. Spesifikasjonene til de ulike produktene har ikke vært de samme opp gjennom årene, men blitt utviklet på grunnlag av ulike nasjonale

retningslinjer, erfaring med effektivitet og økt kjennskap omkring kjemiske egenskaper. En annen variabel er ulik kjemisk komposisjon ved de forskjellige former for steinkull. Dette har imidlertid underordnet betydning ved videre destillasjon, ettersom normene for destillasjonsintervaller er det avgjørende. Når det gjelder påføring av steinkulltjæredrivater har ulike metoder vært brukt. Særlig har trykkimpregnering vunnet terreng. I oppgavens kontekst er det imidlertid påføring uten trykk som er relevant, noe som innebærer en lavere grad av inntrengning.

4.5 Noen generelle egenskaper ved steinkulltjæredrivater

En generell egenskap ved steinkulltjæredrivater som er relevant ved overflatebehandling, er at viskositeten reduseres ved temperaturøkning. Lavere viskositet vil bedre inntrengningsevnen. For eksempel vil viskositeten ved en typisk kreosotfraksjon reduseres fra 16 til 4 c S ved en temperaturøkning fra 40°C til 80°C (Richardson 1978:119).

Steinkulltjæredrivater har to egenskaper ved trekonservering. For det første vil de virke som en ekstra beskyttelse overfor inntrengning av fritt vann, slik at trevirket blir mer stabilt med hensyn til fuktnivå og dermed også deformering (j.fr. resultatene av forsøk 3.4.4). De er lite vannløslige, samtidig som de tyngre derivatfraksjonene gir ekstra stabilitet til de lettere mer toksiske mot uvasking og fordampning. For det andre har de en toksiskvirkning overfor en rekke former for biologiske nedbrytningsagenter. En viktig kjemisk fellesnevner i så måte er at de inneholder anrikninger av aromatiske hydrokarboner, delvis som resultat av retortetemperaturen. Dette er som oftest seksleddete ringformete molekyler med delokaliserte elektroner. I tillegg til vanlig enkeltbinding mellom de seks C-atomene i benzenringen er det en spesiell type binding der et elektron fra hvert C-atom deltar som et felleseie for alle C-atomene og binder dem sammen. De aromatiske hydrokarbonene er dessuten ofte polysykliske. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) har molekyler som består av 3-10 aromatiske ringer med to eller flere felles hjørner på ringene. Flere av PAH-ene er karsinogene (STAMI 2007).

I en del tilfeller ble steinkulltjære og steinkulltjæredrivater tilsatt flyktige løsemidler for å senke viskositeten. Dette vil definitivt lette påføringen av mer høyviskøse produkter, spesielt ved lavere temperaturer. I eldre litteratur synes det også å ha vært en utbredt oppfatning at det også vil bedre inntrengningsevnen. Riktignok vil de lavviskøse væskene trenge lengre inn, men det er viktig å påpeke at dette ikke reduserer molekylstørrelsen, eksempelvis til

stormolekylært bek, slik at disse fremdeles ikke vil trenge inn men polymerisere som en overflatefilm (Richardson 1978:123). Steinkulltjærederivater har historisk sett hatt den største utbredelsen blant trekonserverende midler. Den utstrakte utvinningen av steinkull fra begynnelsen av 1800-tallet er en medvirkende årsak til dette. Stor tilgang på billig steinkulltjære kombinert med

steinkulltjærederivatenes gode bevarende egenskaper har selvfølgelig også vært avgjørende for suksessen.

Et massivt erfaringsgrunnlag med eksempelvis bruk av kreosot på jernbanesviller og lednings- og bryggestolper, underbygger denne effektiviteten.

Dette er treprodukter som er spesielt værutsatt men som til gjengjeld har vist svært god holdbarhet gjennom mange tiår (Wilkinson 1979:132f).

Derivatenes uløselighet i vann, som motvirker utvasking, vannavvisende egenskaper og høy toksisitet er de viktigste effektårsakene. Et ideelt produkt er de likevel ikke. Ved soleksponering har de en tendens til utblødning og kondensering på overflaten, samtidig som de øker brannfaren. Økt antennelsesfare gjelder bare ved nybehandlet trevirke i avdampingsfasen av de lettere fraksjonene. Når

eksempelvis kreosotbehandlingen er tørr kan behandlingen derimot øke antennelsestemperaturen med 50-100°C i forhold til ubehandlet trevirke. Når antennelse først har funnet sted vil på den annen side behandlet materiale ha en raskere forbrenningsutvikling enn ubehandlet (Betts 1991:140) De er uakseptable ved bruk i forbindelse med næringsmidler, i og med høy toksisitet. De fleste produktene har dessuten en sjenerende lukt og gir treverket en mørk brun til sort farge. Grunnet stor helsefare for mennesker er bruk og avfallshåndtering i dag ilagt strenge restriksjoner og retningslinjer (STAMI 2007, SFT 2007). I relasjon til toksisitet bør det også nevnes at visse bakterier og sopparter ikke bare har toleranse overfor steinkulltjærederivater, men har det som næringsgrunnlag. Ved forurensningssanering er det derfor i de senere år satt i gang prosjekter for å undersøke mikroorganismers mulige nytte på dette området (Zabel 1992:434f, BIOFORSK 2007).



Fig. 4.5.1 Et vanlig reklameinnslag i dagspressen fra steinkulltjærens gullalder

4.6 Oversikt over noen av de vanligst forekommende steinkulltjærederivater

I det følgende gis en kort oversikt over noen av de mest benyttede steinkulltjærederivater, deres vanligste fraksjonsområde og kjemiske modifikasjoner. Grunnen til å utarbeide en slik oppramsende oversikt er et forsøk på å klargjøre de misforståelser som forekommer med hensyn til hvilke produktnavn som dekker de ulike materialsammensetningene. Ettersom rå steinkulltjære inneholder ca 50% bek og danner en svært tett film med hensyn til fuktdynamiske egenskaper, må denne ikke forveksles med steinkulltjærederivatene som ikke innehar disse egenskapene. Oversikten er utarbeidet etter følgende referanser; Larsen 1942; Richardson 1978; Speight 1983; Tideström 1957; Unger 2001; Wilkinson 1979; Zabel 1992; NF/Ark-1001/D/247/, /249/, og /251/. For ordens skyld bør det nevnes at dette ikke er en brukerveiledning for gjeldende produkter ettersom de er ilagt strenge restriksjoner, og må regnes som uakseptable å bruke innen kulturminnevernet.

Kreosot og *Kreolin*, omtalt som kreosotoljer, er fraksjonert i området 200-320°C. Utvunnet både fra tretjære og senere også steinkulltjære. I denne sammenheng omtalt kun som steinkulltjærederivat. Et raffinert produkt hovedsakelig bestående av fenoler (bifenyl og isomeriske difenylnaftalener) med kokepunkt 250-300°C. Anbefalt forbruk: 4-6m²/l. I motsetning til Europa har det i USA vært vanlig praksis å bruke en blanding av steinkulltjære og kreosot som overflatebehandling.

Karbolineum, også omtalt som antracenolje, er en avfenolert fraksjon som ofte er destillert ved noe høyere temperatur enn kreosot, 280-360°C. Et raffinert produkt hovedsakelig bestående av antracener, derav høyere kokepunkt. Et vanlig spesifikasjonskrav er et maksimalt innhold på 10% fenoler. Karbolineum må derfor ikke forveksles med karbolsyre da dette er en eldre betegnelse på nettopp fenol. Selv om karbolineum skal være avfenolert oppgis ofte kreosotoljer og fyringsoljer som ingredienser. Dette kan skyldes endrede spesifikasjonskrav, eller at benyttede kreosotdestillasjoner er avfenolert. Ved påføring med sprøyte eller kost er karbolineum spesielt egnet. Siden kreosot er utvunnet ved lavere destillasjonsintervall vil denne lettere være utsatt for avdamping og utvasking ved påføring med sprøyte eller kost. Som nevnt ovenfor vil de tyngre fraksjonene, som i tilfellet med karbolineum, egne seg bedre i så måte ved å være mer motstandsdyktig mot avdamping og utvasking på overflaten. Anbefalt forbruk: 4-6m²/l.

Solignum er karbolineum tilsatt pigmenter, og er dermed en mer dekorativ variant. *Solignum* kom på markedet rundt 1920.

Karbolineum Avenarius ble utviklet i 1888. Karbolineum Avenarius var, som første i sitt slag, klormodifisert for å øke biosideeffekten. Klorbehandling av organiske trekonserverende midler ble senere brukt i stor utstrekning, eksempelvis xylamon.

Barol er karbolineum som opprinnelig var tilsatt kobbersalter. Den ble utviklet rundt 1900, og ble senere også produsert i varianter tilsatt sinksalter.

Arsenkreosot er et produkt av nyere dato, ca 1965. Arsenkreosot er kreosot tilsatt ca 0,45% arsenetrioksid, og er utviklet for økt toksisk virkning.

Créosite ble utviklet i Belgia i 1922. Naftalen (naftener) var det som tradisjonelt ble regnet som det viktigste virkestoffet i kreosot for å oppnå gode konserverende egenskaper. I motsetning til dette ble *Créosite* utviklet på bakgrunn av at dette ble regnet som feilaktig, og at det var nøytrale hydrokarboner som var essensielt. *Créosite* er kreosot hvor naftalen er fjernet og erstattet med hydrokarboner med høyt kokepunkt.

Creofixol ble utviklet i Belgia i 1919. Dette er kreosot som er destillert ved lavere temperaturintervall, for å oppnå lavere viskositet og dermed bedre inntrengningsevne.

Cornelisol ble utviklet i Nederland i 1935. Dette er kreosot hvor fenoler og kresoler er fjernet, for å gi kreosoten en lysere farge.

Transote ble introdusert i USA i 1917 som transparent kreosot. Denne besto av 25-30% raffinert kreosot blandet med volatile løsemidler. Dette gav et fargeløst produkt med lav viskositet som, i motsetning til kreosot, kunne overmales.

Fibrosithe ble introdusert i USA i 1923. Dette var en blanding av 70% kreosot tilsatt 9,5% steinkulltjære, for å utnytte det filmdannende bekinholdet i tjæren til bedret tetting av overflaten. 6% fenoler ble tilsatt for økt toksisitet, og 8% naftener og 6,5% benzener for lavere viskositet.

Xylamon er et produkt som er basert på destillerte fraksjoner av naftener. Disse er modifisert til mono- og dikloronaftalen for økt toksisitet. *Xylamon* kom på markedet i 1923, men har gjennomgått en rekke modifiseringer opp gjennom årene, og de ulike produktsammensetningene er ikke tilgjengelig. Den norske kjemikeren Dr J. Gram gjorde analyser av stoffet i 1930-årene, og kom frem til at sammensetningen da var klornaftalin blandet med kreosot. Innholdet av bundet klor var 23% (Gram 1938:Nf/Ark-1001/D/251/8)

Bernakré er et produkt som ble produsert hos William Nagel A/S i Oslo. Dette skulle være et norsk alternativ til karbolineum. Norsk Folkemuseum gikk over fra karbolineum til såkalt lys *Bernakré* i midten av 1930-årene. Denne inneholdt like deler kreosot og fargeløs ”antiparasitt”, som var en sinknaftenatoppløsning (Kjemisk teknisk Komité, Norsk Folkemuseum, ca 1950: NF/Ark-1001/D/247/9).

4.7 Biologisk nedbrytning av tre – råtesopper

Den kjemiske sammensetningen av tre varierer mellom ulike treslag, men hovedkomponentene er til en viss grad generelle. Hovedsakelig består tre av 40-50% cellulose, 20-35% hemicellulose, 15-35% lignin, 2-10% ekstraktstoffer eller harpikser, og 0,1-1% aske. Harpiksene er komplekse organiske forbindelser som dannes i kjerneveden, og siden de i stor del kan ekstraheres uten å endre vedens struktur er de omtalt som ekstraktstoffer (Desch, H. E. and J. M. Dinwoodie 1996:37ff). Noen av ekstraktstoffene som er råstoffer ved utvinning av tjære, for eksempel pinosylvinforbindelser i kjerneveden hos furu, er giftige for flere insektslarver og sopper. Llikevel er biologisk nedbrytning av organisk materiale en prosess som er en del av det naturlige kretsløp, som under normale omstendigheter vil finne sted (Evan og Klem 1992:18ff). Ved biologisk nedbrytning av tre vil organismene spalte de ovennevnte hovedkomponentene til enklere organiske forbindelser og på den måten tjene som næringsgrunnlag. Spaltingen skjer ved mikroorganismenes selvproduserte enzymer.

Tre er ikke et generaliserbart materiale med hensyn til nedbrytning, og materialkvaliteten er av stor betydning for bevaringen. Den relativt sett gode bevaringen av gamle trehus i Norge kan dels forklares ut fra gunstige klimatiske forhold, men må også sees i sammenheng med konstruksjonenes bortvisende egenskaper overfor vann, og materialkvalitet. Trevirke som er brukt i de forholdsvis godt bevarte husene fra middelalderen vitner om bruk av gamle, utmalmede trær – virke med en stor andel kjerneved. Ved dagens skogforvaltning hugges de fleste trær ved en alder av 70-80 år (Kaila 1988:23). Det kan også synes som at det er en svært

utviklet og nyansert materialforståelse og skogforvaltning, som ligger til grunn for det kvalitativt gode trevirket i tidligere tider, med dertil god naturlig bevaring. Ofte brukte man bare den nederste stokken i treet til laftetømmer, idet man fikk innfridd de fleste av kravene til et kvistfritt og kvalitativt best mulig trevirke (Godal 1994:52ff). Stor andel kjerneved var spesielt viktig, og ble vektlagt for fuktutsatte materialer som syllstokken – den nederste stokken i et laft. Denne tyriveden kunne også bli fremstilt ved intendert utmalming, ved barking eller topping av trærne på rot (Godal 1996:63ff). På denne måten ble treet naturlig impregnert ved ovennevnte ekstraktstoffer.

Sopper er planter som ikke har klorofyll og kan derfor ikke produsere næringsstoffer ved fotosyntese slik som grønne planter og trær. De utnytter derfor næringsstoffer hos andre planter eller dyr. Sopp formerer seg ved å danne sporer i store antall. Soppsporer finnes nær sagt over alt og vil spire når livsbetingelsene er oppfylt. Når soppsporene spirer dannes mikroskopiske soppceller som danner tråder kalt hyfer. Hyfene kan både vokse på og inne i treverket. Hyfer danner i sin tur et tett nettverk kalt mycel. Mycelet, som kan være synlig uten forstørrelse, er grunnlaget for dannelsen av soppens fruktlegeme – det en i dagligtalen kaller sopp. Det er på fruktlegemet nye soppsporer dannes og sprer seg videre (Mattsson 1995:30).

Sopper er blant de organismer som produserer enzymer som spalter organiske forbindelser til enkle sukkerarter. De som kan produsere enzymer som bryter ned cellulose og lignin kalles ofte råtesopper. Sopper som har tre som næringsgrunnlag deles i to hovedgrupper; råtesopp og fargeskadesopp, også kalt svertesopp. I motsetning til råtesopp vil fargeskadesopp ikke svekke treverkets mekaniske struktur. Den vil imidlertid farge treverkets overflate med fruktlegemer, og kan være en indikasjon på mulig råteutvikling ved at fuktnivået er tilstrekkelig høyt for sopp utvikling. Råtesoppens næringsgrunnlag er celleveggene i treverket, og det er resultatet av denne nedbrytningen som kalles råte (Unger 2001:90ff). Ved soppangrep på trevirke av bartrær, er det først og fremst cellulosen som blir nedbrutt. Fargen på treverket ved slike råteangrep er brunt etter fargen på det gjenværende ligninet. Etter hvert som fargen blir mørkere vil treverket sprekke opp på langs og på tvers av fiberretningen og danne karakteristiske kubuslignende klosser (Zabel 1992:170f). Materialene mister da raskt sin strukturelle styrke, og etter et vekttap på 5% vil materialenes bruddstyrke svekkes med 50%. Disse skadene kan naturlig nok være svært alvorlige, irreversible, og kreve dels omfattende utskiftninger i de historiske bygningene for å bevare sikkerhet ved konstruksjonene. Et tegn på denne type råte på et tidlig stadium kan en se hvis en stikker en

knivspiss litt ned i materialet og bryter fibrene opp. Ved råteangrep vil en få et tverrbrudd i fibrene, i motsetning til lange skarpe fliser ved frisk ved (Bøhlerengen og Mattsson 1996:40ff).

4.8 Grunnleggende forutsetninger for råtedannelse

Det finnes en lang rekke råtesopper som kan opptre i trebygninger. Noen påvises oftere enn andre, deriblant ekte hussopp, tømmeropper, kjellersopp og tåresopp. De ulike soppene skal ikke beskrives i denne sammenheng, i stedet gis en grunnleggende innføring i forutsetningene for utvikling av soppangrep. Betingelsene for soppangrep er avhengig av sopptype men grunnleggende kriterier kan skisseres. Generelt vil sopp spire ved tilstrekkelig næringsgrunnlag, tilgang på fritt vann, og ved en temperatur på 10-30°C. Den nedre grensen for utvikling for de fleste råtesopper er normalt rundt 5°C, en optimal sone mellom 20-25°C og en letal grense ved 35-40°C. En annen viktig faktor er at betingelsene opprettholdes over tid (Mattsson 1995:27f).

Utviklingen fra spore til omfattende nedbrytning av trevirket forutsetter relativt lange perioder med gode vekstbetingelser. Om bygningen står i et friluftsmuseum eller ved en annen utendørslokalitet er det lite som kan gjøres ved temperaturen. Kjerneområdet for temperatur vil heller ikke unngås om bygningen er oppvarmet eller ikke, spesielt i tyngre konstruksjoner hvor temperaturen vil være mer stabil. Tidsfaktoren vil dog i de fleste tilfeller utgjøre lengre intervaller i kjerneområdet for temperatur i en oppvarmet bygning.

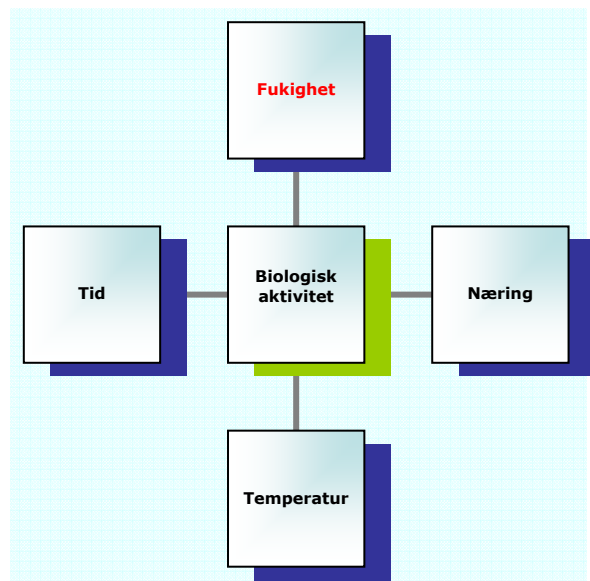


Fig. 4.8.1 Grunnleggende forutsetninger for biologisk aktivitet

I en bygning som ikke er oppvarmet vil kjerneområdet i grove trekk være oppfylt i sommerhalvåret. Næringsgrunnlaget til råtesopper er cellulose og/eller lignin. I en trebygning er derfor næringsgrunnlaget tilstede ved materialet i seg selv. Oksygentilførselen er en faktor som ikke tas i betraktning siden tilgang på fukt i bygninger forutsetter en åpenhet også for gass (Se avsnittet om permeabilitet 4.11). Den faktoren som lettest kan påvirkes er dermed fuktigheten.

Ulike sopptyper har bestemte grenser for hvor tørt og fuktig det kan være for at utvikling skal finne sted. En fellesnevner er at vann er en av reaktantene som må være tilstede når sopp frigjør hydrolytiske enzymer ved nedbrytningsprosessen av karbohydrater i celleveggene. For at sopputviklingen skal komme i gang kreves en trefuktighet på 28% - det som tilsvarer fibermetningspunktet (Zabel 1992:91f). Hvis etableringen først har funnet sted, antas det at videreutvikling kan skje ved lavere fuktnivå. Selv om noen sopparter dør ved uttørking, kan arter som ekte hussopp, kjellersopp og tømmeropper også, etter at etablering har funnet sted, overleve i flere år uten tilgang på vann. Hvis så fuktforholdene blir høyere kan de senere fortsette veksten (Mattsson 1995:27ff). Tilstedeværelse av vann er derfor en grunnleggende forutsetning for råteutvikling, og den faktor som kan en kan rette oppmerksomheten mot for å indikere råteutviklingspotensialet, unngå etablering og videre nedbrytning (Byggforsk 2007, Mattsson 1995, Nevander 1994, Thue et al 1998, Unger 2001, Zabel 1992).

4.9 Fukttransport i materialer - fuktdynamikk

Med fuktdynamikk menes i denne sammenheng vekselvirkningen mellom fukt i treverket og omgivelsene, og overflatebehandlingenes permeabilitetsegenskaper. Dette er sentrale funksjoner med hensyn til råteutvikling. I henhold til ovenstående kan det sies at den kontrollerbare forutsetningen for de fleste varianter av biologisk nedbrytning i treverk er fuktnivå. Andre uønskede konsekvenser ved fuktaktivitet i treverk kan være svelling, deformasjon, sprekkdannelser, frostsprengning, saltvandring og hydrolyse.

Fukt kan bindes til trevirke på flere måter. Fukt kan være kjemisk bundet til veden eller befinne seg i hulrom eller porer. Ved fuktmåling i tre refereres det som oftest til fukt i porer og hulrom. Måleresultatene kan angis på flere måter, men den vanligste er å bruke vektprosent som er et uttrykk for vektforholdet mellom vann og tørt materiale. Andre måter å angi fuktnivå er ved volumprosent eller vekt per volum (kg/m^3). De sistnevnte metodene kan være nyttige for å få et fuktuttrykk uavhengig av materialets densitet (Edwardsen og Ramstad 2007:84).

Fuktopptak i hygroskopiske materialer som tre kan skje ved opptak av $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ og $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$. Hovedkildene til fukt i trekonstruksjoner er; luftfuktighet, nedbør (spesielt i kombinasjon med vind; slagregn), lekkasje i tak, kapillært opptak grunnen/fundamenteringen og vann som bibeholdes av biologisk vekst som sopp, lav og mose. På bygninger i friluftsmuseer vil dette i

hovedsak gi tre mekanismer for fukttransport; diffusjon (transport av vanndamp), væskestrøm, eksempelvis ved taklekkasjer og regn, og vanntransport ved kapillærkrefter i trevirket. I tillegg kan nevnes transport i gassfase ved luftlekkasjer (fuktkonveksjon), fra områder med høyt lufttrykk til områder med lavere. Dette er imidlertid en fukttransport som i hovedsak gjør seg gjeldende i isolerte og oppvarmede bygg.

Opptak av vann i gassform skjer ved sorbsjon direkte fra friluft. Den relative luftfuktigheten (RF) vil alltid søkes å gå mot likevekt mellom fuktnivået i trevirket og omkringliggende luft, ved sorbsjon eller diffusjon av fukt.

Kapillærdiameter (millimeter)	Sugehøyde (millimeter)
20	1,5
2	15
0,2	150
0,02	1500
0,002	15000

Fig. 4.9.1 Skjematisk fremstilling av forholdet mellom kapillærdiameter og sugehøyde

Opptaket og avgivelse av fukt skjer altså i denne sammenheng ved vann i gassfase. Et hygroskopisk materiale som er gjenstand for konstant RF og temperatur vil dermed etter hvert komme i likevekt med omgivelsene (Desh, Dinwoodie 1996:87f). Hvis en overflatebehandling ikke er tilstrekkelig diffusjonspermeabel vil dette i praksis hindre likevekt. Dette vil medføre akkumulasjon av vanndamp i treverket, slik at vann i gassfase vil kunne nå metningspunktet/duggpunktet (100% RF) ved en gitt temperatur, og dermed kondensere som fritt vann.

Opptak av fritt vann, vann i væskeform, vil typisk forekomme i forbindelse med slagregn, opptak fra grunnen eller fundamenteringen, og ved kondensering. Kondensering av vann på en overflate vil finne sted hvis temperaturen på bygningsmaterialene er lavere enn lufttemperaturen, og RF i luften ved en gitt temperatur er høyere enn duggpunktet for temperaturen på overflaten av et materiale. Opptaket av fritt vann henger sammen med porestørrelsen i et materiale, og er drevet av kapillære krefter. Endeved er spesielt utsatt for kapillæropptak av vann, noe som betyr at nedre ende på stående kledning og endeveden på laftestokker potensielt kan ha høyt fuktopptak. Kapillærkreftene er større jo mindre porestørrelsen eller kapillærdiameteren er, mens fukttransporten går raskere i materialer med større kapillærdiameter (Edwardsen og Ramstad 2007:84). Dette betyr at opptak, av eksempelvis vannansamlinger på grunnmuren, vil suges høyere opp i en trevegg jo mindre porene er, men ha lavere permeabilitet for fallende slagregn. I motsatt fall vil et mer porøst treverk, eksempelvis med høyere grad av nedbrytning, ikke transportere vannet fra grunnmuren like høyt opp i veggen, men slippe slagregn desto raskere inn.

4.10 Overflatebehandling og fuktdynamikk

Den viktigste faktoren for å unngå fuktopptak er konstruktiv beskyttelse. Det vil si at de bygningstekniske elementene optimaliseres med hensyn til å unngå fuktopptak.

Nøkkelpunkter i så måte er å minimalisere fuktopptak til syllstokker og andre materialer som kommer i kontakt med grunnen eller fundamenteringen, tett tak og tette takgjennomføringer og tilstrekkelige takutstikk (Uvsløkk 1998:103f). Overflatebehandlingen spiller i sin tur også en viktig fuktdynamisk rolle. Vekselvirkningen mellom fukt i treverket og omgivelsene avhenger av overflatebehandlingenes gjennomtrengelighet overfor vann i væske- og gassfase, og omtales her som overflatebehandlingenes permeabilitetsegenskaper. Hva angår permeabilitet kan transport av vann i væske- og gassfase opptre samtidig. Ubehandlet tre vil raskt oppta fukt, men vil også avgi fukt og tørke raskt. Et forbehold må nevnes ved tyngre konstruksjoner som laftetømmer hvor uttørkingen kan være svært langsom ved oppfukning av kjerneveden (Mattsson 1995:27). Ved gjentatte perioder med regn kan dette medføre kontinuerlig høyt fuktnivå, som i sin tur kan føre til råteutvikling lengre inn i materialene. Bruk av overflatebehandling vil kunne føre til at oppfukning av treverket ikke går like raskt, men også forsinke uttørking. I visse tilfeller kan altså ubehandlet tre være mindre utsatt for råteskader. En annen faktor som kan nevnes i denne forbindelse er at overflatebehandlinger som gir en mørkere overflate, noe som er tilfellet med behandlingene som berøres i denne oppgaven, vil gi en raskere uttørking enn fargeløse behandlinger. Dette skyldes at en mørkere vil føre til økt absorpsjon av sollys, noe som vil øke temperaturen og dermed øke diffusjonsraten.

Et grunnleggende kriterium for en god overflatefilm er at den er *vannavvisende*, slik at vanngehalten i treverket kan holdes lavere enn minimumsnivået for utvikling av biologisk aktivitet. Med vannavvisende menes at fritt vann, $H_2O(l)$, i liten grad trenger gjennom overflatebehandlingen. Fukt vil imidlertid alltid komme inn i treverket. Det avgjørende for en overflatefilm er derfor at den også er *diffusjonsåpen*. Oppdampning av treverket vil alltid skje ved diffusjon. Det vil si at $H_2O(g)$, og $H_2O(l)$ i treverket som etter faseskiftet til gassform danner et damptrykk, må kunne ha en tilstrekkelig vandringshastighet gjennom overflatebehandlingen slik at ikke et høyere fuktnivå akkumuleres (Nevander och Elmarsson 1994:53f). Dette er altså to forskjellige funksjoner ved overflatebehandlinger som ikke er proposjonale. Begrepet permeabilitet er valgt for å dekke disse funksjonene av en overflatebehandling.

4.11 Permeabilitet

Ulike fagfelt som medisin, geologi og fysikk, bruker dette begrepet i forbindelse med både gass, væske og elektroner. Permeabilitet er således et generelt uttrykk for graden av gjennomtrengelighet i et medium. Høy permeabilitet vil si høyere grad av gjennomstrømning. Lav permeabilitet vil si lav grad av gjennomstrømning, eller større gjennomstrømningsmotstand. I denne sammenheng defineres begrepet som *grad av gjennomstrømning for vann gjennom overflatebehandlinger*. I tekstilindustrien og ved produksjon av bygningsmaterialer er fasedifferensiering en kjent funksjon, ved eksempelvis regntøy som er vanntett men pustende, og duk til takteking med samme funksjon. Ved utvikling av vannavvisende overflatebehandlinger er det et ideal å utvikle produkter som er mest mulig vanntett kombinert med stor diffusjonsåpenhet. For at en overflatebehandling skal kunne være vannavvisende og diffusjonsåpen må den være fasedifferensiert (Nevander, Elmarsson 1994:271ff).

Når vann opptrer i væskefase er de intermolekylære kreftene i form av hydrogenbindinger relativt sterke. Dette er en dipol-dipolbinding som oppstår når hydrogen inngår i en kovalent binding med et lite og elektronegativt atom som oksygen. Det dannes dermed et polart molekyl hvor hydrogenatomet har en positiv ladning. Det er tiltrekningskraften mellom den positive enden av molekylet mot det negativt ladede oksygenet som utgjør bindingsenergien mellom vannmolekylene. Ved økt temperatur eller redusert trykk, vil enkeltmolekyler frigjøres og gå fra væskefase over i gassfase – de diffunderer (Chang 2006:381f). Diffusjonen er således et uttrykk for spredning av et stoff fra høyere til lavere konsentrasjon, i dette tilfellet: $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$. Det at en overflatebehandling er fasedifferensiert betyr at overflatebehandlingens permeable egenskaper ikke er proporsjonalt like overfor vann i gass- og væskefase. Forklaringen på denne mekanismen er at gjennomtrengeligheten ved et visst punkt vil bli så lav at hydrogenbundne vannmolekyler ikke slipper gjennom (Brady 2004:355ff). Hvis poreradien eksempelvis er mindre enn dampmolekylenes frie veilengde (ca $40 \times 10^{-9} \text{m}$), vil ikke bare molekylbevegelsene bli bestemt av tilstøtende molekyler, men av poreveggene. Her vil altså damp- og luftmolekyler bevege seg uavhengig av hverandre, og det vil naturlig nok ikke være stor nok plass til at hydrogenbundne vannmolekyler kunne trenge gjennom. Selv og grensen for ugjennomtrengelighet overfor $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ikke går ved en så lav porediameter, illustrerer dette mekanismene for fasedifferensiering. Hvis porestørrelsen blir stor nok for gjennomtrengning av $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ vil kapillærledning dominere fukttransporten ved

tilstedeværelsen av fritt vann. En definisjon på når prosessene skilles, et nøyaktig fasedifferensieringspunkt, kan for øvrig ikke fastslås (Geving og Thue 2002:330ff). Desto høyere permeabiliteten er fra dette nivået vil gjennomstrømningshastigheten for $H_2O(l)$ være. Er permeabiliteten lavere enn at $H_2O(g)$ kan slippe gjennom, er overflatebehandlingen også diffusjonstett. I praksis betyr dette at tilførselen av oksygen vil være tilstrekkelig for biologisk aktivitet hvis det er tilgang på fukt. Tilgang på oksygen ble ovenfor nevnt som kriterium for utvikling av råtesopp. Ut fra permeabilitetsfaktoren for $H_2O(l)$ kan den derfor regnes som irrelevant idet tilgang på fukt innebærer tilgang på oksygen.

Til slutt kan det nevnes at permeabilitet og porøsitet ikke har samme definisjon i denne oppgaven. Vanligvis defineres porøsitet som en funksjon av permeabiliteten. Innen konservering hvor det ofte foreligger nedbrutt materiale, kan det være spesielt hensiktsmessig og skille mellom porøsitet og permeabilitet. Porøsitet er her definert som overflatebehandlingens huller, sprekker, porer og krakeleringer samlet sett, slik at det skilles mellom permeabiliteten ved en nedbrutt og en ny optimal overflatebehandling. Porøsiteten kan således her defineres som $N = V_p/V_t \times 100\%$, der N er porøsitet, V_p er arealet av huller, sprekker, porer og krakeleringer samlet sett, og V_t er totalarealet. Porøsiteten ved en behandling vil øke med tid, og dermed forrykke den foreliggende graden av permeabilitet. Ved å utføre forsøkene på nye overflatebehandlinger isoleres dermed uttrykket for overflatebehandlingens permeabilitet best mulig.

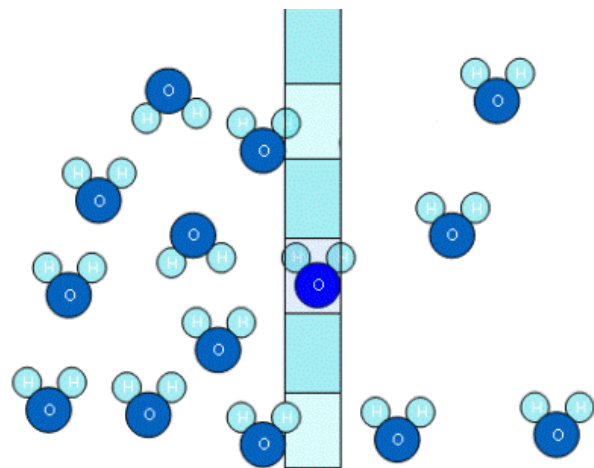


Fig. 4.11.1 Diffusjon gjennom fasedifferensiert barriere

5 Resultater

5.1 Behandlingshistorie

5.1.1 Introduksjon

I denne historiske oversikten betyr overflatebehandling en behandlingsmetode hvor det benyttes et produkt som foreligger i væskefase, og som i ulik grad tørker etter påføring. Grunnen til denne presiseringen er å skille denne behandlingsformen fra bruk av gass. Produkter som forefinnes i gassfase har vært, og er, mye brukt som biocid på tre. I første rekke har gass blitt brukt mot insektangrep, men også i en viss utstrekning mot soppangrep (Desch, Dinwoodie 1996:268). Også på Norsk Folkemuseum har gass blitt brukt til desinfisering. I 1913 ble det oppført et desinfeksjonsanlegg hvor det ble benyttet svovelkullstoff etter datidens begrep – i dag karbondisulfid, CS_2 (Aall 1920:40). I en kasse som målte 1x1x10m kunne laftestokker desinfiseres med denne gassen. Senere ble det også utprøvd en metode hvor huset i sin helhet ble desinfisert. Rundt huset ble det satt opp en lettkonstruksjon av lekter og bord. Denne ble så kledd med vanntett papir, hvorpå dette ”teltet” ble tilført CS_2 (Bolle ca 1922: NF/Ark-1001/D/251/8). Behandling med gass regnes kun å ha effekt under eksponeringstiden. Siden den i liten grad etterlater rester etter behandlingen regnes den ikke å ha forebyggende effekt. Dette betyr også at behandlingsmetoden faller utenfor rammene for denne oppgaven, idet behandling med gass under normale omstendigheter ikke antas å endre fuktdynamiske egenskaper.

Mange aspekter som beskrives i dette kapitlet vil gjenspeile generelle trekk ved behandlingshistorien i Norge, men vil også ofte være representativ for situasjonen i andre land. Det må likevel understrekes at det er tatt utgangspunkt i norske forhold generelt, og forholdene ved Norsk Folkemuseum spesielt. Ubemalte bygningers overflatebehandlingshistorie er preget av svært ulik praksis. Det som markerer et særlig skille i behandlingshistorien for mange bygninger, var at de fikk status som kulturminner. En del av bygningene som på 1800- og 1900-tallet ble ervervet av interesseorganisasjoner eller flyttet til museer, ble samvittighetsfullt vedlikeholdt og konserverte med antatt hensiktsmessige behandlingsalternativer til det tradisjonelle. Dette gjelder både stavkirkene som tradisjonelt ble bredd med milebrent tretjære, og profanbygninger som ikke tidligere hadde vært overflatebehandlet.

5.1.2 Eldre behandlingshistorie

Det er ukjent hvorvidt overflatebehandling med tjære opprinnelig var initiert for å beskytte treverket eller om det var av andre årsaker. Siden tradisjonell bruk av tjære knyttes til stavkonstruksjoner generelt kan dette indikere at det var for å beskytte treverket, i og med den lettere og spinklere konstruksjonen sammenlignet med laft. Det kan også være dekorative og kulturelt befestede symbolske forklaringsmodeller til bruken av tjære – eller mulig en vekselvirkning mellom de ulike faktorene.

Stavkirkene har tradisjonelt vært tjærebredde, og i en viss utstrekning antas også profanbygninger i stavkonstruksjon å ha fått samme behandling. For eksempel har noen loftsbygninger, profane kombinasjons-konstruksjoner av stav og laft, antagelig blitt tjæret fra bygningene var nye slik som stavkirkene. Hva angår tømmerhus generelt er det imidlertid ikke funnet tegn på tradisjonelt tjærebredde yttervegger. Bruken av tjære på tømmerbygninger har antagelig vært begrenset til overflatebehandling på spon eller bordtak, og oppmalte kors over dører til beskyttelse mot onde makter (Berg 2007). Tradisjonell overflatebehandling har blitt utført med milebrent tretjære av furu. Råstoffet til denne tjærefremstillingen er tyri. Det som forstås med tyri er kjerneved fra furu, rik på harpiks. Med furu menes i denne sammenheng *Pinus sylvestris*, den eneste viltvoksende furuarten i Norge. Hovedkilden til tyriveden er fortrinnsvis kjerneveden i stubber (Egenberg 1993:6).

Det antas at praksisen med tjæring av stavkonstruksjoner er like gammel som stavkirkene – mulig enda eldre. Dette underbygges av arkeologiske funn og skriftlige kilder. Et kapittel i Frostadtingslova (kap.II.7) som regnes for å være fra 1160-80, er det for eksempel beskrevet at bøndene skulle tjære kirken hvert tredje år fra den var nybygd. Oversetterne mener at dette lovverket i stor grad var bygget på tidligere etablert praksis (Hagland og Sandnes 1994:XI). En gjennomgang av tidlige kilder som beskriver bruk av tjære finnes i Kulturhistorisk leksikon for nordisk middelalder (Ropeid 1982:418f). For øvrig kan det henvises til en rekke andre skriftlige kilder til tjærebehandlingshistorie og påføringsmetode dokumentert av Inger Marie Egenberg (Egenberg 2003:21ff). Arkeologiske funn underbygger også bruk av tjære i middelalderen. Arkeologiske funn av tjæremiler kan dessuten gi gode indikasjoner på fremstillingsteknologi og metode. Eksempelvis kan en tjæremile fra Kofstad, Øvre Eiker, dateres til 1100-tallet, og er dermed fra samme tid som Urnes, vår eldste stavkirke. Det foreligger også ¹⁴C-dateringer fra andre funnsteder i Norge som sannsynliggjør en kontinuerlig praksis med milebrenning fra år 20. Slik informasjon om gamle mileanlegg

underbygger Riksantikvarens pålegg om å bruke opprinnelig overflatebehandling i dag, samtidig som det kan gi verdifulle innspill til dagens fremstillingspraksis. (Martens og Paasche 2002:192f; Rolfsen 2002:262).

Etter en nærmest ubrutt og entydig behandlingshistorie med tretjære, eller ved de bygningene som ikke tidligere er blitt behandlet, viser kildeundersøkelser en svært variert praksis etter statusendring til kulturminner. Etter beste skjønn har det blitt brukt linolje, blandinger av linolje og tretjære, ulike biocider, spillolje, steinkulltjære og steinkulltjæredrivater og en rekke andre produkter i vedlikeholdsarbeidet. I det følgende skal beskrives et utvalg av behandlingsmetoder generelt, før behandlingshistorien fra Norsk Folkemuseum gjennomgås.

5.1.3 Nyere behandlingshistorie

Bygninger i friluftsmuseer er gjenstandsmateriale som forvaltes under ulike museale formål, og er i stor grad å regne som fungerende objekter i konserveringssammenheng. I et bevaringsperspektiv er slike bygninger å regne som materielle originaldokumenter i bygningshistorien. I denne sammenheng vil også vedlikehold ved overflatebehandling være et felt hvor det må tas hensyn til forvaltning av kunnskap, formidling og bevaring av originalmateriale. Ved å overse slike faktorer vil bygningenes dokumentariske verdi kunne gå tapt. I dag er det derfor ved mange friluftsmuseer utenkelig å drive vedlikehold av bygninger uten å ta hensyn til bygningshistorikk og tidligere vedlikehold (With 2004:48).

Med overskriften ”nyere behandlingshistorie” menes ikke dagens vedlikeholdspraksis, men de metoder som ble benyttet innen kulturminnevernet fra slutten av 1800-tallet til midten av 1900-tallet. Denne perioden kjennetegnes ved en mer eksperimentell bruk av overflatebehandlinger enn det som har vært gjengs praksis i de senere tiår. Metoder utført av privatpersoner på egne bygninger er ikke tatt med i denne sammenheng. De metoder som er benyttet av privatpersoner er for så vidt interessante, idet mange fredede bygninger og anlegg er i privat eie. Skriftlig dokumentasjon på denne type behandlinger på enkeltbygninger er imidlertid nær fullstendig fraværende, samtidig som denne praksis ikke er representativ for vedlikeholdet inne kulturminnevernet. Disse metodene må derfor eventuelt dokumenteres ved hjelp av kjemiske analyser av eventuelle gjenværende rester i overflaten i hvert enkelt tilfelle. I de tilfeller behandlingsmetodene sammenfaller vil det selvfølgelig være like relevant for bygningene uavhengig av eierforhold. Generelt kan det sies at tjærede eller ubehandlede bygninger i privat eie, avhengig av tilgjengelige resurser, kunne bli malt, viderebehandlet med

tretjære, spillolje, eller med andre trekonserverende midler som kom på markedet siste halvdel av 1800-tallet. Kulturminnevernet var tidligere som nå også underlagt stramme budsjetter, med dertil tilpassede metoder i vedlikeholdet. På ulike bydemuseer kunne det derfor også være aktuelt å benytte rimelige løsninger som spillolje til impregnering eller diesel som biocid (Arne Berg 2007, Aall 1925:85).

Mengden av nye kjemiske syntetiseringer som kom med industrialiseringen på 1800-tallet gjenspeiles også i det store utvalget av trekonserverende produkter som etter hvert kom på markedet. Samtidig ble også bruken av tradisjonell behandling med tretjære videreført, og kjente produkter som linolje ble utprøvd i overflatebehandling av bygninger. For tretjærens vedkommende ble både milebrent og retortefremstilt benyttet. Retortefremstilt tjære er en industriell fremstillingsmetode som forutsetter et tjærebrenningsanlegg med en retorte og en kondensator. I Norge var denne fremstillingsmetoden godt etablert rundt 1900 da Dr Knut T. Strøm fremla en omfattende kjemisk analyse over norsk tjære (Strøm 1899). At milebrenning også på det tidspunktet var en parallell fremstillingsmetode, bekreftes av Dr J. A. Mjöen da han få år senere sammenlignet norsk retortetjære med milebrent (Mjöen 1903).

Linoljen som uten sammenligning var det vanligste bindemidlet i malinger, ble eksempelvis i vedlikeholdsarbeidet brukt i ulike blandingsforhold med tretjære og kreosot. Den generelle historikken for behandling med steinkulltjæreprodukter er beskrevet i det foregående teknologikapittelet. I tillegg ble linoljen også brukt alene – kokt eller rå.

5.1.4 Mulige årsaker til den eksperimentelle utforskningen av overflatebehandlinger i perioden 1900-1950

Tidsperioden som er angitt er omtrentlig, men gjenspeiler kjerneperioden hvor det i litteraturen påtreffes et vell av ulike overflatebehandlingsmetoder. Ved litteraturgjennomgang synes generelt tre ulike mål å ha vært rådende ved bruk av overflatebehandling i vedlikeholdsarbeidet. Det må understrekes at ideene som er fremsatt i det følgende er gjort på grunnlag av generelle inntrykk ved kildeundersøkelser, og omfatter perioden fra midten av 1800-tallet til rundt annen verdenskrig. Den estetiske og symbolske siden ved overflatebehandling er også mulige intensjoner ved bruk av ikkepigmenterte produkter. I denne sammenheng fokuseres det imidlertid kun på de tekniske aspektene. Det er for øvrig ikke meningen å henge ut disse metodene som håpløse, og mange av datidens retningslinjer korresponderer mye med de vi har i dag. Hans Aall, grunnleggeren av Norsk Folkemuseum,

skrev blant annet hva angår retningslinjer for generelt vedlikehold at; ”Her må vi først gjøre oss selv det spørsmål om det er absolutt nødvendig å restaurere... Enhver gammel ting bør nemlig betraktes som et vitenskapelig dokument hvorav vi skal lære noget om eldre tiders teknikk eller stilfølelse... Vi søker å unngå enhver istandsetting” (Aall 1925:88f). Mange av metodene har også hatt god effekt og vært utført med de beste intensjoner, selv om de ikke ble utviklet etter dagens krav til biocideffekt og sikkerhet, eller i forhold til optimaliserte fuktdynamiske egenskaper. I forhold til dagens retningslinjer må de likevel betegnes som uakseptable med hensyn til tekniske egenskaper og estetikk, og brudd med hensyn til videreføring av tradisjonelle metoder.

For det første hersket ideen om å motvirke uttørking av treet ved metning eksempelvis med ulike oljer og terpentin. Tørt trevirke var svakt, og kunne gjøres sterkere og hardere ved bruk av eksempelvis kokt linolje (Ulldal 1938:Nf/Ark-1001/D/251/8) Trevirket skulle ikke ha en sugende men prellende overflate. Så lenge overflaten absorberer det man har funnet hensiktsmessig å bruke, tilførerers nye lag til metning inntreffer. Denne metningsideen kan også gjenfinnes ved tidligere museumskonservering av lær, hvor en avhengig av moten skulle sette inn lær med ulike miksturer av oljer, fett og voks. I følge lærkonservatorer er disse gamle behandlingene en av de største utfordringer innen lærkonservering i dag, i det ”over dressing” av lær kan medføre delaminering og nedbrytning (Sturge 2006). En annen mulig inspirasjon til denne type behandling er de omfattende arkeologiske utgravningene som fant sted på 1800-tallet. Det var et kjent fenomen at vanntrukket arkeologisk tre måtte behandles for å unngå deformasjon ved tørking. Ulike metoder ble brukt for å motvirke dette, blant annet bruk av alun og linolje. Om arkeologiens metoder var en faktisk inspirasjonskilde til vedlikehold av bygninger er usikkert. Det som imidlertid sannsynliggjør en slik forbindelse er at miljøene for arkeologer og bygningsantikvarer var relativt små og dels overlappende, slik at kunnskapsmigrasjon er nærliggende. Eksempelvis kan nevnes Nicolay Nicolaysen som var leder for Fortidsminneforeningen i perioden 1851-1899, en av Norges mest fremtredende arkeologer, og samtidig strekt engasjert i bygningsantikvarisk arbeid. Samarbeid og påvirkning mellom dels konkurrerende grupper var også vanlig, ofte med Fortidsminneforeningen som knutepunkt (Lidén 1991:35ff). Dette er også en generell tendens i forbindelse med vedlikeholdsarbeid ved friluftsmuseene, hvor en snarere søker modell hos hverandre enn å gjøre håndverkshistoriske undersøkelser. Dette har i sin tur ført til at restaurerte hus ved friluftsmuseene kan være lite pålitelige som bygningshistoriske kildemateriale (Kaila 1988:66).

Metning av treverk i denne sammenheng må med dagens kunnskap nærmest regnes kun som en overflatemetning, idet relativt friskt tre i liten grad lar seg impregnere og mette dypere i trevirket ved overflatepåføring. Særlig gjelder dette de til dels stormolekylære oljer som ble brukt. Selv med lettere og mer lavviskøse steinkulltjærederivater som karbolineum og kreosot blir inntrengningen liten uten bruk av trykkimpregnering. For øvrig ble forsøk med trykkimpregnering av steinkulltjærederivater utført på jernbanesviller og kraft- og telefonledningsstolper, fulgt med interesse av folk i kulturminnevernet (Gram 1924:NF/Ark-1001/D/251/8, Kjellberg 1935:NF/Ark-1001/D/251/8).

En annen intensjon med ikkepigmentert overflatebehandling har vært å legge på en vannavstøtende eller vanntett overflatefilm. Tradisjonell bruk av tjære på tak er et forhold som illustrer dette. Ideen er nok beslektet med foregående ved at denne metoden, i likhet med impregnering, vil motvirke treverkets hygroskopiske effekt. Dette er også den metoden som berører oppgavens kjernepunkt, fuktdynamikk, mest direkte. Helt frem til i dag har imidlertid tilvirking av overflatefilmer vist seg å innebære en vanskelig balansegang mellom hydrofob overflate (tetthet overfor fritt vann), og tilstrekkelig diffusjonsåpenhet.

En tredje intensjon med overflatebehandling har vært å bekjempe forskjellige biologiske nedbrytningsagenter. Dette er heller ikke et ukjent fenomen ved dagens vedlikeholdsarbeid. Det er først og fremst ideene om hvordan dette best kan gjøres, og med hvilke midler, som har forandret seg. Mange av midlene som tidligere ble brukt er helseskadelige for mennesker, slik som DDT, og steinkulltjærederivater som karbolineum og kreosot. Selv om fabrikantene den gang bedyret deres fortreffelige egenskaper uten å være giftige (Munthe 1931:NF/Ark-1001/D/251/9), kan man i dag av helsemessige årsaker ikke lengre bruke disse i vedlikeholdsarbeidet. Et annet viktig krav til biocidene var at de skulle ha ”ond lukt” eller ”lukte fælt” (Aall 1933: NF/Ark-1001/D/252/1, og Kjemisk teknisk Komité, Norsk Folkemuseum, ca 1950: NF/Ark-1001/D/247/9). En slik evaluering av lukt kan i dag fremstå som noe merkverdig og subjektivt betinget. På den tiden var dette likevel et grunnleggende kriterium for et godt bekjempelsesmiddel.

5.1.5 Behandlingshistorie ved Norsk Folkemuseum

Hvilke produkter som ble brukt og antall ganger bygningene ble behandlet fremgår av vedlegg 1. Som det fremkommer i denne oversikten er det kreosot, karbolineum, Bernakré,

tretjære, tretjære i blanding med linolje og linolje som har vært brukt i vedlikeholdsarbeidet ved Norsk Folkemuseum. Kildematerialet til oversikten er beskrevet i metodekapittelet, og innførslene for forekomstene regnes som relativt sikre. Det betyr imidlertid ikke at oversikten er fullstendig. Et punkt det knytter seg usikkerhet til er bruken av olje. I tillegg til linolje er det påvist bruk av østersjøolje og balticolje i blanding med tretjære. Disse oljene er ikke identifisert, men kan ha vært spesielle linoljer eller treoljer. I noe av korrespondansen fra museet i 1940-årene hevdes det imidlertid nokså kategorisk at linolje er det som tidligere har vært benyttet i blanding med tretjære. Fra 1950-årene bruker de i tillegg til biocider kun tretjære, og da bare på stavkirken (Kjellberg 1953: NF/Ark-1001/D/247/7). Den siste registrerte bruken av olje og tjæreblandingen er fra 1939 (Vedlikeholdsprotokoll 1911-1950: NF/Ark-1001/D/345).

Ved en del tilfeller ble hele laftestokker lagt i store kar med impregneringsvæske. Tre produkter er funnet brukt ved denne behandlingsmetode; Bernakré, Xylamon og Fungitox. Av andre produkter som er benyttet (1950 og 60-årene) ved påstrykning eller sprøyting er i tillegg til de foregående: DDT, Antiparasit (William Nagel A/S), Trespar (Nyegaard & Co), Trebitt (Jotun). Grunnen til at disse behandlingene ikke er ført inn i oversikten, er at bygningene som fikk denne behandlingen ikke er spesifisert. I tillegg kan det kan det argumenteres for at disse mest sannsynlig er diffusjonsåpne idet de er impregneringsmidler som ikke er filmdannende.

Bruken av kreosot ser ut til å begrense seg til Oscar II samling før innlemmelsen i Folkemuseet. Den eneste dokumentasjonen er i så måte funnet ved Berdalsloftet, bygningsnummer 183. Den først forekomne behandlingsformen ved Folkemuseet er bruk av olje alene, og ble gjort i tiden fra 1911-1915. Den første bruken av karbolineum er i 1924 og fortsatte antagelig til 1932, da Aall søkte Det Kgl. Finansdepartement om å ta inn karbolineum tollfritt (Aall 1932: NF/Ark-1001/D/251/4) . Flere typer karbolineum har vært benyttet ved museet. Avenarius Carbolineum er en av typene som var foretrukket (Aall 1931: NF/Ark-1001/D/251/9) Fra 1933 skriver Aall at de nå hadde gått over fra bruken av den utenlandske karbolineum til den bedre Bernakré av norsk fabrikat (Aall 1933: NF/Ark-1001/D/251/9). Likevel er det generelle inntrykket ved kildeundersøkelsene at karbolineum og Bernakré ble brukt parallelt i 1930- og 1940-årene. Den siste bruken av olje og tjæreblandingen ble som nevnt antagelig utført like før andre verdenskrig. Like etter andre verdenskrig ble Arne Berg ansatt som førstekonservator. Etter hans uttalelser var bruken av

overflatebehandlinger i all hovedsak begrenset til spesifikke biocider av impregneringskarakter som Xylamon, Antiparasit og Fungitox, i tiårene etter krigen (Berg 2007). Arne Berg var konservator ved museet i perioden 1949-1983. All korrespondanse og arkivalia som er gjennomgått i disse tiårene, og frem til 1990-tallet, underbygger en slik praksis.

5.1.6 Karakteristikk av overflatebehandlingene

Ved flere av bygningene ved Folkemuseet foreligger overflatebehandlingene som en tydelig tykk lagdannelse av overflatefilm. En spesiell karakteristikk ved disse overflatene er en ofte påtruffet dråpedannelse av overflatebehandling. Dråpene fremstår enten som tørre og porøse eller med en tett hard og blank overflate. Bortsett fra stavkirken som kun er blitt behandlet med tretjære og olje og tretjæreblanding, bygningsnummer 181, korresponderer denne karakteristikken med tottrinsbehandlingen med påføring av karbolineum eller bernakré, etterfulgt av olje og tretjæreblanding. Bygninger som kun er behandlet med karbolineum eller bernakré har ikke en slik lag- og dråpedannelse. Her er overflaten mørk og matt men uten filmavsetninger på overflaten. Ut fra den kjemiske beskrivelsen av bernakré og erfaring med karbolineum under forsøkene, er disse produktene i svært liten grad filmdannende. Det antas derfor med rimelig sikkerhet at den spesielle overflatekarakteristikken er forårsaket av olje og tjæreblandingen.

5.1.7 Evaluering av hvorvidt steinkulltjære har vært brukt ved Norsk Folkemuseum

Bruk av steinkulltjære forefinnes ikke i kildematerialet, noe som også underbygges av FTIR-analysene. Ved oppstrykningsforsøkene fremkom dessuten den særegne overflaten til steinkulltjære. Selv i tynne strøk var den svært dekkende, sort opak, og med en høyblank overflate. Ved visuell inspeksjon av bygningene var det ingen som hadde en slik overflatekarakteristikk. Noen av bygningene er svært mørke, nærmest sorte, men med en matt overflate. Bruk av karbolineum kan ha vært medvirkende årsak til dette. At tidligere brukte karbolineumsvarianter også førte til sorte overflater, bekreftes av Folkemuseets direktør i 1962 (Kjellberg 1962: NF/Ark-1001/D/247/9). Dr. Gram forklarte allerede i 1936 at steinkulltjærederivatenes mørke farge ble ytterligere forsterket ved produkter som var tilsatt fluorsalter (Gram 1936: NF/Ark-1001/D/251/8). Siden sort farge ble regnet som en estetisk forringelse i alt gjennomgått kildemateriale, er det lite trolig at steinkulltjære er benyttet. Dette fordi bruk av steinkulltjære ville ha forverret det estetiske originaluttrykket i enda større grad enn karbolineum. Siden dette verken er observert eller beskrevet ved noen av de eldre

evalueringene av overflatebehandlingene, er det samlet sett usannsynlig at steinkulltjære har blitt brukt.

5.2 Forsøksresultater

5.2.1 Resultater av sammenlignende analyse av overflatebehandlingene ved bruk av FTIR (Infrarød Fourier Transformasjonspektroskopi)

Absorpsjon av infrarøde bølger i prøvematerialet vil gi grafiske utslag ved avlesning i stoffets frekvensområde. Tolkningen av stoffanalysene er basert på Organic Chemistry, Laboratory Experiments (Schoffstall, Gaddis og Druelinger 2004:109-125), og direkte sammenligning mellom referansespektrene og prøvematerialet. Alle referansespektre gav utslag i området rundt 3000 cm^{-1} . Dette er utslag for de grunnleggende organiske forbindelsene C-H, N-H og O-H, og er irrelevante for tolkningen. Siden foreliggende forsøksmateriale er svært komplekse kjemiske forbindelser vil det ikke være mulig å identifisere de enkelte kjemiske forbindelsene som forekommer. Likevel vil summen av de kjemiske forbindelsene gi bestemte karakteristikk ved spektrene mellom de ulike produktene, og dermed gi et godt sammenligningsgrunnlag for identifikasjon (Kutzke 2007). Ved tolkning er det viktig å ta i betraktning kombinasjonen av utslagene ved et spekter, siden ett utslag ved et stoff kan sammenfalle med enkeltutslag ved et annet.

Oversikt over referansespektre er gitt i vedlegg B, hvor disse blir sammenlignet med spektret fra et utvalg på 12 av de totalt 54 bygningene det ble tatt prøver fra. Alle FTIR-analysene korresponderte med den kildebaserte behandlingshistorien, og dermed med ett eller flere av referansespektrene. Linolje gav klart det sterkeste utslaget i området 1750 cm^{-1} , og tretjære ved 1680 cm^{-1} . Blanding av tretjære og linolje gav således et utslag mellom disse frekvensområdene som karakteriseres av karbonylgrupper (C=O). Steinkulltjæreproduktene har alle et utslag rundt 1600 cm^{-1} som er karakteristisk for C=C- og C=N-forbindelser. Selv om tretjære også har utslag i dette området har ikke steinkulltjæreproduktene utslag i området for C=O-forbindelsene og kan derfor karakteriseres ved fravær av disse. I tillegg har steinkulltjæreproduktene sitt sterkeste utslag i det lavere frekvensområdet $690\text{-}900\text{ cm}^{-1}$ som er karakteristiske for aromatiske forbindelser som er orientert ut av plan. Det største utslaget for tre ligger i frekvensområdet i overkant av 1000 cm^{-1} med karakteristiske tilleggsutslag. For ubehandlet materiale kan en derfor vente analyseresultater som ligger tett opptil referansespektret for tre. Det er umulig å analysere prøver i papirformat. For å få frem alle nyansene ved spektret er det nødvendig med en vertikalindikator som angir frekvensverdiene

nøyaktig. De grove trekkene ved spektrene i vedlegg 2 gir allikevel en god indikasjon på resultatene, og illustrerer prinsippene ved analysemetoden. Bruk av steinkulltjære ble altså ikke påvist, og alle spektrene av originalmaterialet kan forklares ut fra referansespektrene.

5.2.2 Resultater av måling av vannaktivitet i originalmateriale

Måling av trevirkets fukt i vektprosent ble gjort ved de samme 12 bygningene det er presentert FTIR-analyser fra. Resultatene foreligger i vedlegg B. Siden bruk av steinkulltjære ikke ble påvist ved museet kunne ikke fuktmålingene gi svar på om dette ville gi økt fukt i originalmaterialets trevirke ved foreliggende porøsitet. De nedenstående forsøksresultatene av laboratorieforsøkene vil for øvrig berøre temaet. Fuktnivået ble målt ved to ulike dybder; 1 og 3 cm. Dette ville indikere om fuktnivået ble høyere eller lavere lengre inn i trevirket. Hvis fuktnivået gir høyere verdier lengre inn i virket ville dette indikere akkumulasjon av fukt, ettersom vannet har høyere diffusjonspotensiale ved overflaten av trevirket.

Teorien om at en tett overflatebehandling akkumulerer fukt ville kanskje i første omgang gi en forutsigelse om at overflatebehandlet tre generelt ville ha høyere fuktnivå enn ubehandlet. Ved fuktmålingene av de 12 utvalgte bygningene viste måleresultatene seg å være motsatt. Selv om antallet observasjoner er lavt i statistisk sammenheng kan de målte verdiene gi indikasjoner for trend. Ved de 6 ubehandlede bygningene var gjennomsnittlig vektprosent fukt ved 1 cm 19,2, (gjennomsnittlig absoluttavvik:1,21), og ved 3 cm 16,15 (gjennomsnittlig absoluttavvik:1,46). Ved de 6 behandlede bygningene var verdiene ved 1 cm 11,83 (gjennomsnittlig absoluttavvik:0,67), og 3 cm 10,75 (gjennomsnittlig absoluttavvik:0,75) (se tabell: Fig.). Siden standardavvikene er relativt lave er gjennomsnittet et godt uttrykk for sentral tendens. Verdien for ubehandlet virke er gjennomsnittlig 7,37 vektprosent høyere enn for overflatebehandlet ved 1 cm dybde. Ved 3 cm dybde ligger verdiene forholdsvis 5,4 vektprosent høyere for ubehandlet virke.

Forklaringen på at ubehandlet virke hadde høyere fuktverdier enn overflatebehandlet relaterer seg sannsynligvis til kondensasjon. Veggene som ved nattetid blir nedkjølt vil forårsake kondensasjon når lufttemperaturen stiger, i perioden før veggene oppvarmes. Kapillærkreftene ved trevirket vil føre til at ytveden absorberer kondensasjonsvann, før vannet begynner å diffundere. Denne syklusen medfører at fuktnivået svinger mer i ytveden enn i overflatebehandlet virke. Ved de overflatebehandlede bygningene virker overflatebehandlingene som en barriere med lavere permeabilitet. Kondensasjonsvannet får

derfor en redusert vandringsrate, noe som medfører lavere fuktnivå i trevirke. De målte fuktverdiene anses som normale og under kritisk grense for råteutvikling. Selv om det ytterste sjiktet ved ubehandlet virke er noe høyt, reduseres fuktnivået lengre inn til under kritisk nivå, noe som indikerer at fukt ikke akkumuleres. Målingene på utvalget av overflatebehandlet gjenstandsmateriale, viste seg derfor implisitt ikke å akkumulere fukt. Dette er positive resultater, da de overflatebehandlede bygningene som det ble utført målinger på er av de tyngst behandlede – også med hensyn til steinkulltjærederivater.

5.2.3 Resultater av fuktdynamisk forsøk av overflatebehandling eksponert for fritt vann, med tre som overflatebehandlingsbærer. Flytetest.

Resultatene av forsøket foreligger grafisk fremstilt i vedlegg C. I avsnittene vil noen av hovedtrekkene ved forsøksresultatene presenteres. For mer detaljert informasjon om fuktopptak av H₂O(l) henvises det til vedlegget.

Opptaket av fritt vann ved ubehandlet materiale var henholdsvis rundt 47 vektprosent for furu og i underkant av 35 vektprosent for gran ved 48 timers eksponering. Siden hovedpoenget med forsøket er overflatebehandlingens permeabilitetsegenskaper for H₂O(l) vil ikke forholdet mellom gran og furu være vektlagt, men uttrykker hver på sin måte forholdet til behandlingsmetodene. Alle overflatebehandlingene som inngikk i forsøket viste seg å senke permeabiliteten for H₂O(l) vesentlig. Selv rå linolje som kom dårligst ut av forsøket, reduserte vannopptaket på furu, i lagtykkelse på 0,5 l/m², med 17 vektprosent. Bortsett fra referansen Drygolin i lagtykkelse 0,5 l/m², viste steinkulltjære det minste fuktopptaket. Ved lagtykkelsene 0,75 og 1 l/m² var opptaket på furu i overkant av 7 vektprosent, en reduksjon med ca 40 vektprosent mot ubehandlet. Klossene som var behandlet med steinkulltjære hadde en markant filmdannelse av bek på overflaten.

Både filmdannende og impregnerende overflatebehandlinger viste betydelig reduksjon av fuktopptaket. Overfor H₂O(l) forårsaker altså begge hovedtyper overflatebehandling en hydrofob overflate. For å illustrere representative overflatebehandlinger og gjennomsnittlig lagtykkelse er det satt opp en graf for furu med ulike produkter med lagtykkelse 0,75 l/m² (Fig.). Drygolin er presentert i høyeste anbefalte lagtykkelse 0,2 l/m². Som det fremkommer av grafen er det en sammenheng mellom fuktopptaket fra filmdannende og impregnerende produkter. Produkter med impregneringskarakter som linolje og steinkulltjærederivater har større opptak enn tretjære, som i tillegg til å være impregnerende i ulik grad også er

filmdannede. Den forholdsvis stormolekylære kokte linoljen har mindre opptak enn rå. En parallell til dette ses også ved steinkulltjærederivatene, idet den tyngre fraksjonen karbolineum har mindre fuktopptak enn kreosot. Når det gjelder tretjære ga tjære B større fuktopptak enn tjære A, selv om forskjellene var relativt små. Tjære B (med totalt 19,63 vektprosent økning) var en sen fraksjon fra milen som hadde høyere andel flyktige forbindelser og var i mindre grad filmdannende enn den tidligere fraksjonen A (med totalt 16,70 vektprosent økning). Linolje og tretjæreblandingene, som inneholdt tjære C, skilte seg ikke vesentlig fra tjære A og B.

5.2.4 Resultater av fuktdynamisk undersøkelse av diffusjonstetthet av overflatebehandling på nøytral overflatebehandlingsbærer.

Resultatene av forsøket foreligger grafisk fremstilt i vedlegg D. I avsnittene under vil noen av hovedtrekkene ved forsøksresultatene presenteres. For mer detaljert informasjon om fuktopptak av $H_2O(g)$ henvises det til vedlegget. Under forsøksperioden ble to av 72 målinger ikke registrert på dataloggerne grunnet var apparatsvikt. Dette gjelder målingene for tjære A $0,5 \text{ l/m}^2$ (log 32), og karbolineum $0,75 \text{ l/m}^2$ (log 35).

Ved dette forsøket av overflatebehandlingenes permeabilitetsgrad for $H_2O(g)$, viste steinkulltjære seg å være nærmest diffusjonstett. Kun ved lagtykkelse $0,25 \text{ l/m}^2$ viste den svakt tegn til diffusjonsgjennomgang. De små svingningene som observeres ved RF-grafene til steinkulltjære er i stor grad knyttet til temperaturendringer i målekammeret. Siden romtemperaturen var lavere enn i vannet, gikk temperaturen i målekammeret noe opp etter at målingene for hver plate ble restartet. Selv om økningen var relativt liten vil dette medføre synkende RF hvis permeabiliteten er tilnærmet null. Dette ses tydelig i tilfellet med nullreferansen butylteip, og ved de større lagtykkelsene av steinkulltjære.

Nyanseforskjellene i permeabilitet synes for øvrig å være sammenfallende med grad av filmdannelse. I tilfellet med linolje gav, som i foregående forsøk, kokt linolje lavere permeabilitet enn rå. Det samme gjaldt forskjellene mellom kokt og rå linolje i olje- og tjæreblandingen. Det som skiller dette forsøket fra foregående er at olje- og tjæreblandingen ga vesentlig høyere permeabilitet enn tretjære. Resultatene for tretjærene er dog noe ujevne. Dette gjenspeiles i en ujevn filmdannelse som dels skyldes tjærenes noe ujevne egenskaper, og mulig ujevn påføring. Det så for eksempel ut som om urenheter, i form av partikler og krystallisering i tjæren, medførte at tjæren fordelte seg noe ujevnt under tørkeprosessen –

spesielt ved de tynneste lagene. Tretjære A, C og D skiller seg ut som de mest filmdannende. Særlig ved lagtykkelser over $0,5 \text{ l/m}^2$ gav de en viss dampmotstand. Fig.D2 illustrer dette forholdet. Tjære B (lagtykkelse 1 l/m^2) som var en sen fraksjon og lite filmdannende var vesentlig mer permeabel enn tjære D (lagtykkelse $0,75 \text{ l/m}^2$), selv om lagtykkelsen var større. Selv om RF-målingen ved slutt var nokså lik uttrykkes dampmotstanden her ved formen på kurven. Som ved tjære D uttrykker en økt vinkel på kurven mot høyre, sammen med en mer lineær utvikling de første 24 timene, en lavere permeabilitet enn tjære B. B har en brattere kurve fra start med en gradvis nedgang i dampgjennomstrømningen opp mot metningspunktet 100% RF, og er dermed mer lik kurven mot metning som uttrykkes uten overflatebehandling.

Bortsett fra steinkulltjære var alle overflatebehandlingene svært diffusjonsåpne i forhold til referansen Drygolin. Selv ved minste anbefalte forbruk av Drygolin, $0,125 \text{ l/m}^2$, var permeabiliteten for samtlige av de andre overflatebehandlingene vesentlig høyere. I følge retningslinjene fra Jotun skulle permeabiliteten ikke være lavere enn 50% av Drygolin. Sammenlignet med høyeste anbefalte forbruk av Drygolin ($0,20 \text{ l/m}^2$), som er relevant i denne sammenheng, hadde samtlige overflatebehandlinger uavhengig av tykkelse en permeabilitet som var 105% høyere. Steinkulltjærederivatene hadde alle en RF på 100% etter 48 timer, og kurvene ligger nær feltene som ikke ble overflatebehandlet. I forhold til Drygolin-referansen betyr dette en økt permeabilitetsfaktor på 150%. Det er selvfølgelig et åpent spørsmål om Drygolin har en tilstrekkelig høy permeabilitet overfor $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$. Det må likevel regnes som usannsynlig at verdiene som er målt ved de øvrige overflatebehandlingene er for lave med hensyn til kritisk nivå for fuktakkumulering med påfølgende råteutvikling.

5.3 Samlet evaluering av resultatene - konklusjon

Utgangspunktet for oppgaven var en antagelse om at bruk av steinkulltjære som overflatebehandling ville forårsake akkumulasjon av fukt. Når fukt transporteres inn i trevirket som $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ og $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, er eneste mulige tørkeprosess diffusjon mot likevekt av RF i omgivelsene. Steinkulltjære vil, med sitt høye innhold av sterkt filmsannende bek, være nærmest diffusjonstett. I henhold til forsøk 5.2.4 kan antagelsen om at steinkulltjære akkumulerer fukt derfor underbygges hva angår nye filmer. Det er imidlertid ikke foretatt forsøk på filmer med ulik grad av porøsitet, som ville vært et uttrykk for permeabilitet ved en nedbrutt overflate. Tatt i betraktning steinkulltjærens fuktdynamiske egenskaper og sorte blanke overflate, vil den likevel praktisk og estetisk sett være uegnet å bruke på kulturhistoriske bygninger i tre.

Ved undersøkelsene på Norsk Folkemuseum ble det ikke påvist bruk steinkulltjære – verken i overflatebehandlingshistorien eller ved FTIR-analysene. Ved generelle behandlingshistoriske undersøkelser ser det også ut som at bruken av steinkulltjære på friluftsmuseer, og ellers innen kulturminnevernet, har vært svært begrenset. Grunnen til en bekymring vedrørende bruk av steinkulltjære synes å bero på uklarheter ved begrepsbruken. Tidligere bruk av steinkulltjære kan ha forårsaket råteproblemer. Hvis det så oppstår uklarheter omkring hva steinkulltjære egentlig er kan dette volde unødvendig bekymring, ved at steinkulltjæredivatene også kan få ord på seg for å være fuktdynamisk uheldige. Flere kilder omtaler eksempelvis steinkulltjære, kreosot og karbolineum om hverandre. Av de kjemiske beskrivelsene av steinkulltjære, sammenstilt med foreliggende forsøk, kommer det tydelig frem at det er innholdet av bek i steinkulltjære som forårsaker uheldige fuktdynamiske egenskaper. Bek er destillasjonsresten av steinkulltjære. Ved destillasjon av steinkulltjære får en således derivater som er frie for bek, og som nevnt er disse svært diffusjonsåpne. Beskrivelsen av steinkulltjære og oversikten over noen av de vanligste steinkulltjæredivatene er et forsøk på å klargjøre begrepsbruken omkring steinkulltjæreprodukter, slik at en kan skille mellom produktenes fuktdynamiske egenskaper. Som det også kom frem i oversikten er det viktig å være oppmerksom på at visse steinkulltjæredrivater kan være blandet med steinkulltjære. Grunnet innholdet av steinkulltjære kan disse forårsake en tett overflate, avhengig av blandingsforhold og lagtykkelse.

De behandlingshistoriske resultatene ved Folkemuseet viste seg å være nøyaktige.

Arkivmaterialet var av spesiell betydning for beskrivelsen av produktene som ble brukt ved museet. Selv om FTIR-analysene kun ble utført på 54 av totalt 185 bygninger, avvek ingen av disse fra den kildebaserte behandlingshistorien. FTIR-spektrene av forsøksmaterialet kunne alle forklare ut fra referansespektrene. Ettersom utvelgelsen av bygninger kun var basert på kategoriene *behandlet* og *ubehandlet*, må resultatene regnes som representative. FTIR-analyse er som nevnt ikke det mest nøyaktige av eksisterende analyseverktøy for disse materialene, men er en rask og tilfredsstillende metode for å skille hovedgrupperinger av overflatebehandlingsprodukter fra hverandre.

I henhold til avsnittet om permeabilitet vil en diffusjonstett overflatebehandling også være tett overfor fritt vann. Forsøksresultatene av **5.2.3** viser avvikende resultat i forhold til dette. Forklaringen på dette må ses i forbindelse med at endeveden ble eksponert ved flytetesten.

Etter at forsøket var over ble noen av klossene kløyvd for å se på filmdannelse og inntrengning, mellom ulike produkter og vedens ulike snittflater. Endeveden viste et stort kapillæropptak av steinkulltjære noe som betyr at filmdannelsen på endeveden blir svært svekket, og muliggjør kapillært opptak av vann. Stort kapillæropptak gjelder for alle overflatebehandlingsmidlene. Likevel ses en betydelig reduksjon av vannopptaket. For bedre å unngå fukttransport av fritt vann, særlig ved endeveden, kan det derfor være hensiktsmessig å bruke eksempelvis tretjære. Hvis det forkommer et fuktproblem i en laftebygning, typisk ved lafteknuter, og en mistenker kapillærsug av fritt vann ved endeveden kan eksempelvis endeveden av laftestokkene behandles med tretjære, forutsatt at metoden kan regnes som etisk forsvarlig. Bruker man en milebrent tretjære fra de senere fraksjonene, vil en dessuten i mindre grad forrykke det estetiske uttrykket i mindre grad. Dette fordi disse fraksjonene viser en lavere grad av filmdannelse og større inntrengningsevne, samtidig som permeabiliteten for fritt vann vil senkes betraktelig.

Det er ved flere friluftsmuseer i dag uttrykt usikkerhet ved de fuktdynamiske virkningene av bruk av ulike steinkulltjærederivater. I følge behandlingshistorien på Folkemuseet ble steinkulltjærederivatene kreosot og karbolineum først og fremst brukt med intensjonen om biocideffekt, noe produktene også ble markedsført som. Selv om steinkulltjæreproduktene, som var inkludert i forsøkene, var impregneringsmidler uten tegn til filmdannelse, hadde de en positiv fuktdynamisk effekt. Selv i store konsentrasjoner viste de ingen tegn til å redusere diffusjonsraten ved resultatene **5.2.3**. Samtidig ble det vist at opptaket av fritt vann omtrent halvert **5.2.2**. Denne positive fuktdynamiske effekten ble for øvrig påvist ved alle overflatebehandlingsproduktene som ble funnet og på grunnlag av de behandlingshistoriske undersøkelsene ved Norsk Folkemuseum, og deretter inkludert i de fuktdynamiske forsøkene.

Fuktmålingene på originalmaterialet bekrefter at de tidligere behandlingene som er benyttet ved museet ikke akkumulerer fukt. Kriteriet for de overflatebehandlede bygningene som ble valgt ut var at de skulle være blant de tyngst overflatebehandlede og inkludere bruken av steinkulltjærederivater. Om fuktnivået hadde vært høyt ved målingene ville dette ikke nødvendigvis bety at overflatebehandlingen var diffusjonstett. Det kunne foreligge andre mekanismer for fukttransport som forårsaket det høye fuktnivået. Etersom fuktnivået var lavt kan det imidlertid sies med stor sikkerhet at overflatebehandlingen ved gjeldende stoff var diffusjonsåpen. Fukt vil alltid kunne komme inn i en stoff som fritt vann eller gass ved ulike transportmekanismer. Hvis dette vannet ikke får diffundere vil fukten akkumuleres. Når

måleverdiene ved overflatebehandlet tre lå langt under kritisk punkt for metning, betyr det at fuktnivået i trevirket deltar i likevektsprosessen med omgivelsenes RF.

5.4 Alternativ teori til råtemønsteret som synes karakteristisk ved bruk av steinkulltjærederivater

Teorien som sier at steinkulltjæreprodukter forhindrer diffusjon med påfølgende fuktakkumulering og kjerneåte ser ut til å stemme bemerkelsesverdig godt med faktiske forhold. Hvis fukttilgangen er tilstrekkelig vil i regelen ytved være mer utsatt for åte enn kjerneved. Bygningene som er behandlet med steinkulltjæreprodukter viser et motsatt råtemønster. Forsøkene i denne oppgaven har bekreftet at steinkulltjære er fuktdynamisk uheldig som overflatebehandling. Steinkulltjære er imidlertid sjelden brukt innen kulturminnevernet og ikke benyttet på Folkemuseet. I stedet er det benyttet ulike typer steinkulltjærederivater, som på sin side er fuktdynamisk gunstige. Det karakteristiske råtemønsteret som synes å korrespondere ved bruk av steinkulltjærederivater kan derfor ikke forklares ved overflatebehandlingens diffusjonstetthet.

Forklaringen på en godt bevart ytved rundt kjerneåte kan forstås i relasjon til steinkulltjærederivatenes høye toksisitet. Selv om steinkulltjærederivatene er impregneringsmidler med en relativt sett god inntrengningsevne, er inntrengningsdybden svært begrenset ved påføring med sprøyte eller kost. Dette vil føre til en stor anrikning av toksiske forbindelser i ytveden. Hvis fuktforholdene i slikt trevirke er kontinuerlig høyt kan åteutvikling starte i kjerneveden. I ytveden vil det toksiske nivået forhindre at soppsporene spirer og danner soppceller. Selv i tyrkkimpregnert virke som kreosotbehandlede stolper og jernbanesviller er dette særskilte råtemønsteret med kjerneåte kjent (Dickinson 1990:88; Zabel 353ff). Stein Markussen, overingeniør på Jotuns laboratorier i Sandefjord, som har fartstid siden midten av 1960-årene med arbeid relatert til overflatebehandlinger og fuktdynamikk, bekrefter relasjonen mellom toksisitet i ytveden og kjerneåte (Stein Markussen 2007). Ytterligere referanser til dette fenomenet beskrives også i ”Tilstandskontroll av kraftledninger” av Steinar Refsnæs ved SINTEF Energiforskning (Refsnæs 2007)

Ved stort dimensjonert virke som laftestokker vil materialstørrelsen i seg selv også kunne være medvirkende til utvikling av kjerneåte. Hvis fukttransporten av fritt vann er høyere enn diffusjonsraten, kan det oppstå en fuktdynamisk balanse hvor avdampingen fra ytveden gjør at

fuktnivået her holdes under metningspunktet. I kjerneveden kan både trevirkets egenpermeabilitet og lavere kjernetemperatur enn i ytveden forårsake for lav diffusjonsrate. En vil da kunne få et fuktnivå over metningspunktet med påfølgende potensial for råteutvikling.

5.5 Forslag til videre forskning

Gode fuktdynamiske forhold er, som beskrevet i oppgaven, avgjørende for en tilfredsstillende forvaltning av kulturhistorisk bygnings i tre. Forsøksstoffanget av fuktdynamiske undersøkelser kan i denne forbindelse utvides med annen metodikk, og på andre overflatebehandlinger som kan ha vært brukt andre steder enn på Norsk Folkemuseum. Dette vil klargjøre og utvide dokumentasjonen ytterligere med hensyn til fuktdynamisk et referansegrunnlag. Hvis en forvalter en bygningsmasse som er behandlet med steinkulltjærederivater er det nødvendig med gode rutiner for fuktmåling. Dette er fordi dette trevirket ikke nødvendigvis viser de samme tegn til råteutvikling som trevirke behandlet med overflatebehandlinger av lavere toksisk grad. Dette medfører at råteutviklingen kan bli langt fremskreden uten å bli oppdaget, da trevirket tilsynelatende er i god forfatning. Fuktmålinger på slikt materiale bør gjennomføres rutinemessig, slik at eventuell fukttransport i trevirket kan avdekkes og årsakene utbedres.

Hammelektroder med tilhørende elektrisk motstandsmåler er et rimelig og pålitelig instrument, men er ikke en tilfredsstillende metode å bruke ved rutinemessige målinger da elektrodene etterlater hull i materialet. Det bør i denne forbindelse søkes å finne ikke-destruktive pålitelige målemetoder som er tilpasset materialgruppen. Det foreligger i dag slike metoder, men som nevnt tidligere stiller eksempelvis dielektriske målere store krav til jevnt underlag. Teknologien bør være enkel i bruk og være innenfor overkommelige kostnadsrammer. Det bør undersøkes om teknologi fra andre fagfelt kan bidra til å løse problemet med ikke-destruktiv fuktmåling, med eventuell tilpassning til gjeldende materialgruppe.

Behandlingshistoriske undersøkelser med hensyn til overflatebehandlinger har vist seg å kunne ha stor verdi for å kunne drive en forsvarlig forvaltning av materialgruppen. I denne oppgaven har kun et lite antall bygninger blitt undersøkt. Tilfanget av behandlingshistoriske undersøkelser bør utvides ved flere friluftsmuseer og andre bygninger i materialgruppen som forvaltes under kulturminnevernet. Dette vil kunne være en verdifull dokumentasjon ved

dagens vedlikeholdsarbeid og eventuelle forebyggende tiltak. En vil også kunne rasjonalisere forvaltningen ved å inneha informasjon som indikerer hvilke bygninger som bør vies særlig oppmerksomhet. Et siste felt jeg vil nevne som er relatert til behandlingshistoriske undersøkelser gjelder dagens tjæreproblematikk. Det har vært et uttalt problem at dagens praksis med tjærebredning har ujevne resultater med hensyn til holdbarhet. Det kan v Siden tidligere alternative overflatebehandlinger synes å ha vært utbredt, vil det være et forsøk verd å se nærmere på adhesjonskjemien mellom overflatebehandlinger og dagens bruk av milebrent tjære på stavkirkene.

Kilder

Arkivalia

Kjellberg, Reidar (1962): Brev fra direktøren til Leikanger Sokneråd. I: NF/Ark-1001/D/247/9. Oslo: Norsk Folkemuseum

Bolle, (ca 1922): Brev. I: NF/Ark-1001/D/251/8. Oslo: Norsk Folkemuseum

Gram, Dr. J. (1924): Brev til Hans All. I: NF/Ark-1001/D/251/8. Oslo: Norsk Folkemuseum

Gram, Dr J. (1936): Brev til Hans Aall. I:NF/Ark-1001/D/251/8. Oslo: Norsk Folkemuseum

Gram, Dr. J. (1938): Brev til Hans Aall. I: NF/Ark-1001/D/251/8). Oslo: Norsk Folkemuseum

Kjellberg, Reidar (1935): Brev til H. Ljungh. I: NF/Ark-1001/D/251/8. Oslo: Norsk Folkemuseum

Kjellberg, Reidar (1953): Brev til brukserier Nils Fredrik Aall, Aall-Ulefoss brug. I: NF/Ark-1001/D/247/7. Oslo: Norsk Folkemuseum

Kjemisk teknisk Komité, Norsk Folkemuseum (ca 1950): Trebygninger. Beskyttelse. I: NF/Ark-1001/D/247/9. Oslo: Norsk Folkemuseum

Munthe, Chr (1931): "Datablad" for Avenarius Carbolineum. I: NF/Ark-1001/D/251/9. Oslo: Norsk Folkemuseum

Ulldal, Kai, (Museumsinspektør ved Dansk Folkemuseum) (1938): Brev til Hans Aall. I:NF/Ark-1001/D/251/8. Oslo: Norsk Folkemuseum

Vedlikeholdsprotokoll (1911-1950): Gamle bygninger. Vedlikehold. I: NF/Ark-1001/D/345.
Oslo: Norsk Folkemuseum

All, Hans (1931): Brev til Chr. Munthe, forhandler av Avenarius Carbolineum. I: NF/Ark-1001/D/251/9. Oslo: Norsk Folkemuseum

Aall, Hans (1932): Brev til Det Kgl. Finansdepartement. I: NF/Ark-1001/D/251/4. Oslo: Norsk Folkemuseum

Aall, Hans (1933): Brev til Sunnmøre Museum. I: NF/Ark-1001/D/251/9. Oslo: Norsk Folkemuseum

Litteratur

Anshelm, Jonas (1993): ”Innledning”. I: *Modernisering och kulturarv. Essäer och uppsatser*. Stockholm: Stehag. Brutus Österlings Bokförlag

Berg, Arne (1989): *Norske tømmerhus frå mellomalderen*. Bind I-VI. Oslo: Landbruksforlaget

Betts, W. D. (1991): ”The properties and performance of coal-tar creosot as a wood preservative”. I: *The chemistry of wood preservation*. Edt R. Thompson. Cambridge: The Royal Society of Chemistry

Bjørlykke, Knut (2001): *Sedimentologi og petroleumsgnologi*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag

Brady, James E. (2004): *General Chemistry – Principles and Structure*. New York: John Wiley & Sons

Brekke, Nils Georg, Per Jonas Nordhagen, Siri Skjold Lexau (2003): *Norsk arkitekturhistorie. Frå steinalder og bronsealder til det 21. hundreåret*. Oslo: Det Norske Samlaget

Brønne, Jon (1998): *Dekorasjonsmaling. Marmorering – Ådring – Sjablon- og strekdekor – Lasering – Patinering*. Oslo: Teknologisk Forlag

Bøhlerengen, Trond, Johan Mattsson m.fl (1996): *Tilstandsanalyse av utvendig treverk*. Oslo: Byggforsk

Chang, Raymond (2006): *General Chemistry*. New York: McGraw-Hill, Higher Education

Christensen, Arne Lie (1995): *Den norske byggeskikken. Hus og bolig på landsbygda fra middelalder til vår egen tid*. Oslo: Pax Forlag A/S

Crawshaw, Anthony (1997): "Low technology analyses of tars and pitches". I: *Proceedings of the First International Symposium on Wood Tar and Pitch*. Edt. Wojciech Brzeinski, Wojciech Piotrowski. Warszawa: State Archaeological Museum in Warsaw

Desch, H. E. and J. M. Dinwoodie (1996): *Timber. Structure, Properties, Conversion and Use*. London

Dickinson, David D. (1990): "Remedial treatment: in-situ treatments and treatments of historic structures". I: *Wood protection with diffusible preservatives*. Edt Margaret Hamel. Nashville: Forest Product Research Society

Edvardsen, Knut Ivar, Trond Ramstad (2007): *Trehus*. Oslo: Byggforsk

Egenberg, Inger Marie (2003): *Tarring maintenance of Norwegian stave churches. Characterisation of pine tar during kiln-production, experimental coating procedures and weathering*. Göteborg: Göteborg studies in conservation. **12**

Egenberg, Inger Marie (2000): "Tjærebreing av stavkirker fra middelalderen". I: *Norsk institutt for kulturminneforskning*, Fagrapport 012. Oslo: NIKU

Egenberg, Inger Marie (1993): *Milebrent tjære*. København: Det Kongelige Danske Kunstakademi, Konservatorskolen

Evans, Fred, Gustav Klem (1992): *Trebeskyttelse*. Bergen: Norsk Treteknisk Institutt / Univeristetsforlaget

Gardner, Walter M. (1915): The British coal-tar industry. It's origin, development, and decline. London: Williams & Norgate

Geving, Stig, Jan Vincent Thue (2002): Fukt i bygninger. Håndbok 50. Oslo: Byggforsk

Godal, Jon Bojer (1994): *Tre til tekking og kledning. Frå den eldre materialforståinga*. Landbruksforlaget

Godal, Jon Bojer (1996): *Tre til laft og reis. Gamle hus fortel om materialbruk*. Landbruksforlaget

Hagland, J. R., J Sandnes (1994): *Frostadtingslova*. Norrøne bokverk. Oslo: Det Norske Samlaget

Hegard, Tonte (1994): *Hans Aall – mannen, visjonen og verket*. Oslo: Norsk Folkemuseum

Jacobsen, Bjørn (2004): "Trebeskyttelse mot fuktskader". I: *Nasjonalt seminar om fuktskader 2004*. Oslo:Byggforsk, MycoTeam, Norsk Treteknisk Institutt.

Kaila, Panu (1988): *Byggnadskonservering*. Finlands museiförbunds publikationer 33

Larsen, V. Ahrend (1942): "Den moderne kulkemi". I: Råstoffernes mobilisering. Red. Eugen Wolfson. København: Forlaget Fremad

Lidén, Hans-Emil (1991): *Fra antikviteten til kulturminne. Trekk av kulturminnevernets historie i Norge*, Universitetsforlaget.

Martens, Jes, Knut Paasche (2002): "En middelaldersk tjæremile fra Kofstad, Øvre Eiker". I: *UKM – en mangfoldig forskningsinstitusjon*, Universitetets kulturhistoriske museer, Skrifter nr. 1. Oslo: Universitetet i Oslo

Mattsson, Johan (1995): Råte- og insektskader. Tilstandsanalyse og utbedringstiltak. FOK-programmets skriftserie nr. 23. Oslo: Norges Forskningsråd, Program for forskning om kulturminnevern.

- Meyer, Karl (1904): *Almindeligt, illustreret vareleksikon*. Kristiania: Gyldendalske Boghandel Nordisk Forlag
- Mills, John S., Raymond White (1996): *The organic chemistry of museum objects*. Second edition. Oxford: Butterworth-Heinemann
- Mjöen, Dr J. Alfred (1903): "Om den norske trätjärans kemiska sammensättning". I: Svensk Teknisk Tidsskrift 1903.
- Myhre, Jan Eivind (2000): "Gasslys og støpejern". I: Oslo bys historie, bind 3, s. 410-434. Oslo: J. W. Cappelens Forlag
- Nevander, Lars Erik, Bengt Elmarsson (1994): *Fukthandbok, praktik och teori*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst
- Plather, Unn (1969): "Infrared Spectrometry of tar". I: Oldsaksamlingens årbok 1969 217-19
- Prestvik, Tore (2001): *Petrologi og geokjemi*. Larvik: Vett & Viten.
- Rentzhog, Sten (2007): *Open air museums. The history and future of a visionary idea*. Kristianstad: Jamtli Förlag and Carlsson Bokförlag
- Richardson Barry A. (1978): *Wood preservation*. London: The Construction Press
- Rolfsen, Perry (2002): "Tjæremiler i Norge – med utgangspunkt i en tjæregrop på Hovden i Bykle". I: *UKM – en mangfoldig forskningsinstitusjon*, Universitetets kulturhistoriske museer, Skrifter nr. 1. Oslo: Universitetet i Oslo
- Ropeid, A. (1982): "Tjära, Norge". I: *Kulturhistorisk leksikon for Nordisk Middelalder*, bind 18 s 418-419, København: Rosenkilde og Bagger
- Ruthenberg, Klaus (1997): "Historical development and comparison of analytical methods for the identification of tar and pitch". I: *Proceedings of the First International Symposium on*

Wood Tar and Pitch. Edt. Wojciech Brzeinski, Wojciech Piotrowski. Warszawa: State Archaeological Museum in Warsaw

Schoffstall, Allen M., Barbara A. Gaddis, Melvin L. Druelinger (2004): *Organic Chemistry, Laboratory Experiments*. New York: McGraw-Hill, Higher Education

Speight, James G. (1983): *The chemistry and technology of coal*. New York: Marcel Dekker

Stach, E. (1982): Stach's textbook of coal petrology. Translation and English revision by D. G. Murchinson, G. H. Taylor, F. Zierke. Berlin: Gebrüder Borntraeger

Strøm, Dr Knut T (1900): "Undersøgelser over norsk tjære". I: Christiania Videnskabs-Selskabs Forhandlinger 1899, No. 1. Christiania: A. W. Brøggers Bogtrykkeri

Sturge, Theodor (2006): Personlig samtale

Sæter, Øyvind (2004): Byggfukt og fuktmåling. I: *Nasjonalt seminar om fuktskader 2004*. Oslo: Byggforsk, MycoTeam, Norsk Treteknisk Institutt.

Teichmüller, Marlies (1987): "Recent advances in coalification studies and their application to geology". I: *Coal and coal-bearing strata: Recent advances*. Edt. Andrew C. Scott. Geological Society Special Publication No 32, s 127-169. London: Blackwell Scientific Publications

Thompson, R. (1991): *The chemistry of wood preservation*. Edt R. Thompson. Cambridge: The Royal Society of Chemistry

Thue, Jan Vincent, Sivert Uvsløkk m.fl. (1998): *Fukt i bygningsmaterialer og konstruksjoner*, Sluttseminar for Strategisk instituttprogram. Oslo / Trondheim: Byggforsk, NTNU

Tideström, S. H. (1957): Encyklopedi över råvaror och material. Red. S. H. Tideström. Stockholm

Unger, A, A. P. Schniewind, W. Unger (2001): *Conservation of Wood Artifacts. A Handbook*. Berlin: Springer-Verlag

Uvsløkk, Sivert (1998): "Yttervegger og luftede, kalde tak". I: *Fukt i bygningsmaterialer og konstruksjoner*, Sluttseminar for Strategisk instituttprogram. Jan Vincent Thue, Sivert Uvsløkk m.fl. Oslo / Trondheim: Byggforsk, NTNU

Wilkinson, J. G. (1979): *Industrial timber preservation*. London: Associated Business Press

With, Mogens (2004): "Antikvarisk bygningsvern": I: *By og bygd*, XXXVIII. Oslo: Norsk Folkemuseum

Zabel, R. A. and Jeffery J. Morrell (1992): *Wood. Microbiology. Decay and its prevention*. California

Aall, Hans (1920): "Vår museumsteknikk". I: *Norsk Folkemuseum 1894-1919*. 25 *Aarsberetning*. Kristiania: Kirstes Boktrykkeri

Aall, Hans (1925): *Arbeide og ordning i kulturhistoriske museer. Kort veiledning*. Oslo: Norske Museers Landsforbund

Informanter

Berg, Arne (2007), konservator: Personlig meddelelse

Markussen, Stein (2007), overingeniør ved Jotun eksteriørlab: Personlig meddelelse

Kutzke, Hartmut (2007), kjemiker: Personlig meddelelse

Sturge, Theodor (2006), konservator: Personlig meddelelse

URL

BIOFORSK (2007): Jord og miljø. Tilgjengelig fra:

<http://www.bioforsk.no/ViewResearchArea.aspx?ResearchAreaID=10&viewLanguage=NorwegianBokmaal> [17 oktober 2007].

Byggforsk (2007): Fukt. Tilgjengelig fra:

http://www.sintef.no/mondosoft/search___3928.aspx?quicksearchquery=Fukt

Bygningsfysikk.no (2007): Fuktskader. Drives av faggruppe for bygnings- og materialteknikk ved Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet (NTNU). Tilgjengelig fra:

<http://www.bygningsfysikk.no/Fuktskader.php3> [19 oktober 2007]

Riksantikvaren (2007): Verdifulle stavkirker. Tilgjengelig fra:

<http://www.riksantikvaren.no/Norsk/Fagemner/Bygninger/Kirker/Stavkirker/?module=Articles;action=Article.publicShow;ID=2201> [10 oktober 2007].

SFT (Statens forurensningstilsyn) (2007): PAH. Tilgjengelig fra:

http://www.miljostatus.no/templates/PageWithRightListing___2882.aspx [2 november 2007]

STAMI (Statens arbeidsmiljøinstitutt) (2007). Tilgjengelig fra:

<http://www.stami.no/?module=Articles;action=Article.publicOpen;ID=1167>

-Refsnæs, Steinar (2007): "Tilstandskontroll av kraftledninger". Prosjektet SyVN-1.3-02.

SINTEF Energiforskning AS. Tilgjengelig fra:

http://www.ren.no/upload/attachments/11/1103/13_Tilstandskontroll_sintef.pdf [20 november 2007]

Vedlegg A

Behandlingshistorie med bygningsoversikt. Resultater av kildebasert behandlingshistorie (3.4.1), og oversikt over utførte FTIR-analyser (3.4.2).

Forklaring til oversikten.

Bygningene som er inkludert i oversikten er alle kategorisert under "Landsbygda" ved Norsk Folkemuseum. Rød skrift markerer ikke registrert behandlingshistorie i skriftlige kilder. Ved et utvalg av de ubehandlede bygningene er det foretatt FTIR-analyser. Det ble ikke gjort funn som avviker fra kildematerialet. Behandling med eksempelvis jernvitriol eller vannbaserte behandlingsmidler med metalliske forbindelser vil ikke nødvendigvis gi utslag på FTIR-analyser, siden disse lett vaskes bort fra overflaten. Slike behandlinger kan således være utført uten at dette er registrert i oversikten. Nummereringene i kolonnene angir antall ganger behandlingene er utført.

Forkortelsene innført i oversikten er:

B.nr: Bygningsnummer ved Norsk Folkemuseum

X: Markering for FTIR-analysert overflate

O: Oljebehandlet. I de fleste tilfeller er det angitt linolje, men ikke hvorvidt denne er kokt eller rå.

Tj: Tretjære

O og tj: Olje og tretjæreblanding, som regel i blandingsforhold 1:1, men også tilfeller av 1:2

K: Karbolineum, se nærmere beskrivelse av denne 4.7

B: Bernakré, se nærmere beskrivelse av denne 4.7

K, O og tj: forbehandling med karbolineum, etterfulgt av olje og tjæreblanding

B, O og tj: forbehandling med Bernakré, etterfulgt av olje og tjæreblanding

B.nr	Bygningsnavn	O	Tj	O og tj	K	B	K, O og tj	B, O og tj	FTIR
1	Årestue fra Kjelleberg, Valle (Kjellebergstuen)	2		1			1		X
2	Stue fra Kjelleberg, Valle (Kjellebergstuen)	1		1			1		X
3	Loft fra Ose, Austad, Bygland (Oseloftet)	1					1	1	X
4	Årestue fra Åmlid, Valle (Åmlistuen)	2					1	1	X
5	Loft fra Brottveit, Valle (Brottveitloftet)	2					1	1	X
6	Stolpehus fra Kjelleberg, Valle								X
7	Løe fra Rysstad, Hylestad, Valle (Setesdalsløa)							1	
8	Vårfjøs fra Rike, Valle								
9	Løe fra Skomedal, Bygland								
10	Fjøs fra Skomedal, Bygland								
11	Stall fra Kultran, Bykle								X
12	Badstue fra Åmlid, Valle (Setesdalsbadstuen)	1			1		2	1	X
13	Stall fra Heimtveiten								
15	Saga-stua, kopi av 001								
21	Stue fra Søre Rauland, Uvdal (Raulandstuen)	2					2	1	X
22	Stue fra Grøsli, Flesberg	2					2	1	X
23	Stue fra Væråsmogen, Flesberg (Væråmostuen)	1					3		X
24	Eldhus fra Bakke, Veggli, Rollag								
25	Loft fra Søre Rauland, Uvdal								X
26	Stall fra Grønnflåta, Uvdal								
27	Stall fra Nedre Værås, Flesberg								
28	Løe fra Nordre Mellom-Nørstebø, Uvdal								
29	Fjøs fra Ramberg, Dagali								
31	Stue fra Håli, Høre, Vang (Hålistuen)	2			1		2	1	X
32	Badstue/tørkehus fra Istad, Volbu (Valdresbadstuen)						3	1	
33	Stue fra Høyne, Lomen, Vestre Slidre								
34	Fjøs fra Øvre Hauge, Lomen, Vestre Slidre								
35	Stall fra Øvre Hauge, Lomen, Vestre Slidre								
36	Løe fra Kvåle, Vestre Slidre								
37	Bu fra Einang, Vestre Slidre								
38	Eldhus fra Håli, Vang								
41	Sel fra Landsverkseter (Gudbrandsdalseteren)	2		1	1		1	1	
42	Fjøs, Loftsgard (Fjøset på Gudbrandsdalseteren)	2		1	2		1		X
43	Geitefjøs, Kvam (Geitehuset, Gudbrandsdalseteren)	2		1	2		1		X
44	Fjøs fra Kleva, Øyer								
50	Stabbur fra Koa, Inderøy, Nord-Trøndelag								
51	Hovedbygning fra Stiklestad Vestre, Verdal								
52	Hus fra Hovde, Ørlandet								
53	Bur fra Haugan, Inderøy								
54	Låve fra Elnan Vestre, Sør-Beitstad								
55	Rullehus fra Ålen, Gauldal								
56	Oppstugu fra Bakarplassen, Mjøen i Oppdal	1			3		2		
57	Stabbur fra Enlid, Budal								
58	Fjøs fra Bonesøyen, Støren								
59	Løe fra Bonesøyen, Støren								
							K,	B,	

B.nr	Bygningsnavn	O	Tj	O og tj	K	B	O og tj	O og tj	FTIR
61	Oppgangssag fra Åkra, Kinsarvik, Hardanger								
62	Stampe fra Jøssvoll, Stordalen, Sunnmøre				1		1		
63	Smie fra Sagan, Halså, Nordmøre (Halse-smien)				1		1		
64	Høybu fra Fiskårdalen, Åseral, Vest-Agder				1		1	1	
65	Øygardsbu fra Hauplid, Åseral, Vest-Agder				1		1	1	
66	Eldbu fra Åknes, Åseral, Vest-Agder				1		1	1	
71	Stue fra Årheim, Stryn, Nordfjord	1		1			2		X
72	Stavløe fra Sandnes, Jølster, Sunnfjord				2		1		X
73	Stall fra Sandnes, Jølster, Sunnfjord				1		1		
74	Stue fra Ytre Sæle, Bygstad, Gaular, Sunnfjord				2				
75	Sengebu fra Ytre Sæle, Bygstad, Sunnfjord				2				
76	Bualoft fra Midtbære, Raundal, Voss			1	2				
77	Sengebu fra Heimbære, Raundal, Voss			1	3				X
78	Trosskykkje fra Kvam, Hardanger (kopi)								
81	Stue fra Nes, Varaldsøy (Mundheimstuen)				4				
82	Bu fra Nes, Varaldsøy (Mundheimbuen)			1	3				X
83	Eldhus fra Nes, Varaldsøy (Mundheimeldhuset)				2				X
84	Stabbur fra Nes, Varaldsøy (Mundheimstabburet)			1	4				X
85	Stall fra Øye, Varaldsøy								
86	Skykkje fra Bakka, Hålandsdal								
87	Smie fra Øye								
88	Løe fra Medhus								
89	Kvernhus fra Gravdal								
91	Stue fra Lende, Time, Jæren (Jærhuset, Lende)								
92	Løe fra Vølstad								
96	Bur fra Tjaldal, Åseral (Tjaldalsburet)								
97	Bur fra Håbergsland, Eiken (Håbergslandsburet)				1		2		
101	Stue fra Smedstad, Gjerdrum (Smedstadstuen)			1	2		2	1	X
102	Stue fra Lille-Løken, Trøgstad (Lille-Løkenstuen)				4				X
103	Stall-låve fra Døli, Nannestad								
104	Grisehus fra Vilberg, Ullensaker								
105	Låve fra Garsvik, Nordre Høland								
106	Pottemakeri fra Norum, Nes på Romerike								
107	Kjone fra Karlsrud, Våle i Vestfold						1		X
108	Stabbur fra Engelstad								
109	Hovedbygning fra Garsvik								
111	Stue fra Nedre-Jordet, Hol			2	2		1		X
112	Loftstue fra Halvorsgard, Sudndalen	1		1			2		X
113	Stue fra Bjørnebergstølen, Hemsedal			1			2	1	X
114	Fjøs fra Torsgard, Ål								
115	Stall og trev fra Halvorsgard, Hol				3		1	1	X
116	Geitehus fra Halvorsgard, Hol				3		1	1	X
117	Bur fra Trøym, Hemsedal	1			1		1	1	X
118	Loft fra Holshagen, Hol								X
119	Løe fra Holshagen, Hol								
121	Stue fra Gulsvik, Flå (Gulsvikstuen)	2		2			2		X
122	Loft fra Grimsgard, Nes (Grimsgårdloftet)	2			1		2		X
123	Linstabbur fra Hole, Sigdal								
B.nr	Bygningsnavn	O	Tj	O	K	B	K,	B,	

				og tj		O og tj	O og tj	FTIR
131	Stue fra Nordre Yli, Heddal (Ylistuen)	2				3	1	X
132	Stue fra Akkerhaugen, (Cappelenstuen)	4						
133	Loft fra Søndre Tveito, Hovin							X
134	Vengjebur fra Nedre Nisi, Gransherad							
135	Stalløe fra Nedre Jørgedal, Bø							X
136	Sauefjøs fra Nedre Jørgedal, Bø							X
137	Løe fra Nedre Natadal, Flatdal							X
138	Fjøs fra Jørisdal, Hovin							X
139	Eldhus fra Megarden, Hovin							X
140	Badstue fra Moen, Gransherad							
141	Loft fra Rofshus, Mo (Rofshusloftet)	2		1	1	1	1	X
142	Bur fra Rofshus, Mo (Rofshusburet)	2		1	1	1	1	X
143	Sauestall fra "Suistog"-Øygarden, Rauland							
144	Stall fra "Suistog"-Øygarden, Rauland							
145	Løe fra "Suistog"-Øygarden, Rauland							
146	Posthus fra Svartdal							
151	Barfrøstue fra Gammelstu, Stor-Elvdal	2		1	1	2		X
152	Sommerstue fra Kilde, Åmot (Sommerstuen)	2			2	2		
153	Stabbur fra Murud, Elverum							X
154	Stabbur fra Simenstua, Stor-Elvdal							X
155	Loft fra Kilde, Åmot (??)	2			1	2		X
156	Loftsbu fra Urstrømmen, Alvdal							
157	Stall fra Lille Ingelsrud, Åsnes							
158	Løe fra Kvislerbråten, Sander, Sør-Odal							
159	Fjøs fra Engan, Os, Nord-Østerdal							X
160	Løe fra Engan, Os, Nord-Østerdal							
161	Do fra Ålborg, Tynset, Nord-Østerdal							X
162	Kjone fra Melstrøm, Sør-Odal				1	1	1	
163	Eldhus fra Neby, Tynset							
164	Finnetorp fra Ampiansbråten, Kolbjørnsrud, Vinger			1	1	2		
166	Hovedbygning fra Karterud, Vinger							
167	Kjellerbu fra S. Disen							
168	Drengestue fra Bånerud							
171	Kvern fra Harstad, Valle, Setesdal	1			2	2	1	X
172	Kvern fra Seim, Voss (Seimskvernen)	1			2	2	1	
176	Tømmerkoie fra Åmot, Østerdalen	2		1	1	2	1	
177	Tømmerkoie fra Fønhus, Sør-Aurdal, Valdres	1		1	2	1	1	
181	Stavkirke fra Gol, Hallingdal (Stavkirken)		3	4				X
182	Stue fra Hove, Heddal, Telemark (Hovestuen)	2			1	1	1	X
183	Loft fra Søndre Berdal, Nesland, Vinje, Telemark	2		1	1	1		X
184	Soveloft fra Rolstad, Sør-Fron, Gudbrandsdalen	2		1	1	2		X
185	Setabu fra Støylsemne, Setesdalen	1				3		X

Vedlegg B

Resultater av måling fuktnivå ved 12 utvalgte bygninger ved Norsk Folkemuseum (3.4.3), og sammenlignende analyse av overflatebehandlinger ved bruk av FTIR (3.4.2) ved de samme bygningene.

Loft fra Brottveit, 1650-1700, bygningsnummer 5



Fig. B1

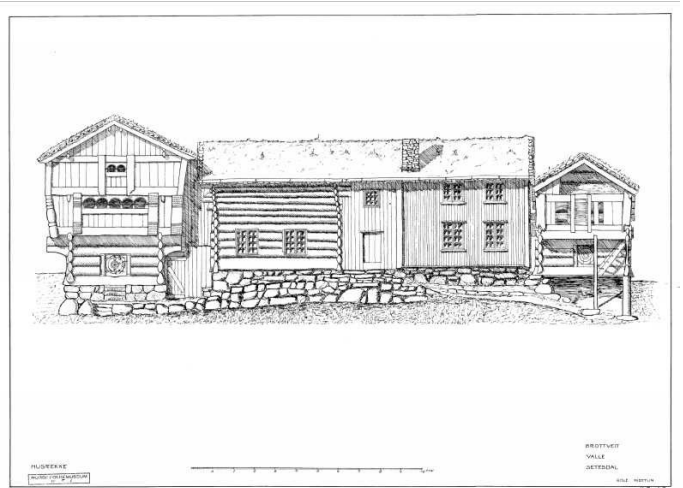


Fig. B2

Kildebasert behandlingshistorie: Linoljet: 2. Behandling med karbolineum etterfulgt av olje og tjæreblanding: 1. Behandling med Bernakré etterfulgt av olje og tjæreblanding: 1.

FTIR-analyse: Se neste side.

Fuktmåling i vektprosent: Vestsiden, ca 1m høyde fra syllstokk. Dybde; 1cm: **12,8**,
3cm **11,6**

FTIR

Sammenligning av referansespektre og prøve fra Brottveitloftet.

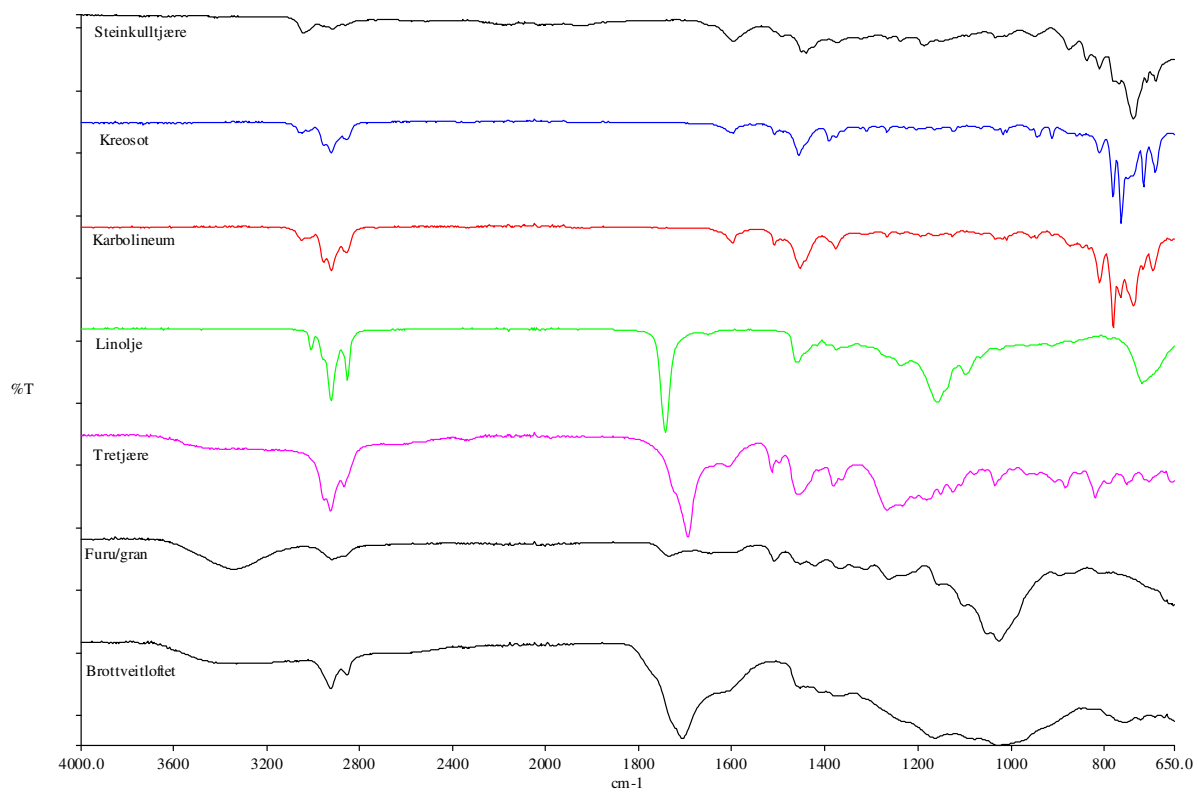


Fig. B3

FTIR-analyse: FTIR-analysen underbygger behandlingshistorien. Klart sammenfallende med tretjære og linolje, samt utslag som korresponderer med spektret for karbolineum og kreosot. Ingen vesentlige utslag som ikke kan forklares ut fra behandlingshistorien.

Stolpehus fra Kjelleberg, 1300-1500, bygningsnummer 6



Fig. B4

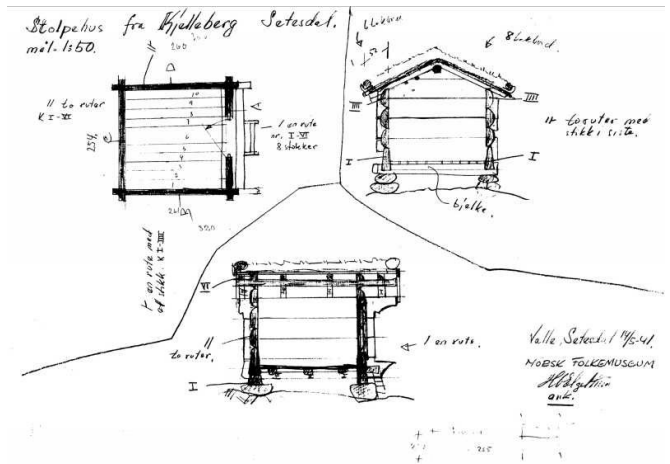


Fig. B5

Kildebasert behandlingshistorie: Ingen

FTIR-analyse: Se neste side.

Fuktmåling i vektprosent: Vestsiden, ca 1m høyde fra syllstokk. Dybde; 1cm: **15,6**,
3cm **12,7**

FTIR

Sammenligning av referansespektre og prøve fra stolpehuset fra Kjelleberg.

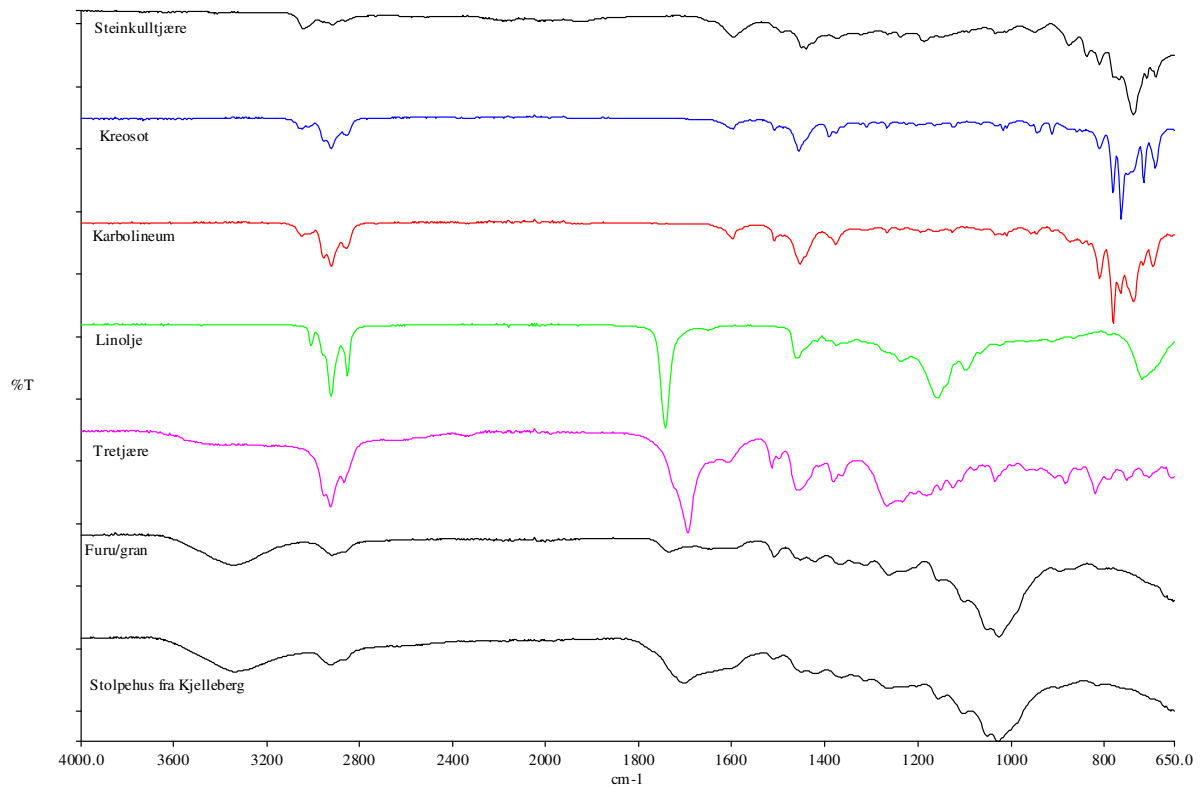


Fig. B6

FTIR-analyse: FTIR-analysen underbygger behandlingshistorien. Klart sammenfallende med spektret av trevirke. Ingen vesentlige utslag som ikke kan forklares ut fra behandlingshistorien.

Raulandstua, ca 1238, bygningsnummer 21



Fig. B7

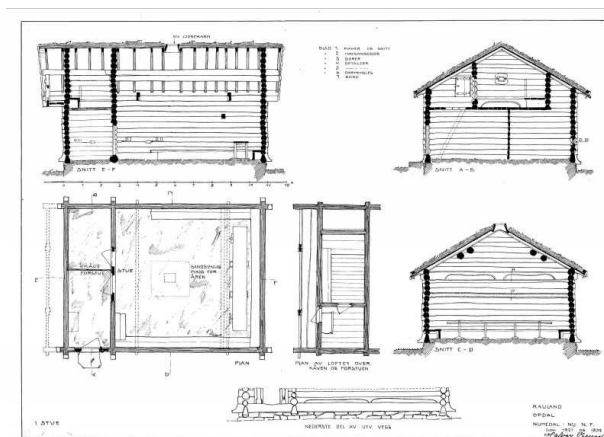


Fig. B8

Kildebasert behandlingshistorie: Linoljet: 2. Behandling med karbolineum etterfulgt av olje og tjæreblending: 2. Behandling med Bernakré etterfulgt av olje og tjæreblending: 1.

FTIR-analyse: Se neste side.

Fuktmåling i vektprosent: Sørsiden, ca 1m høyde fra syllstokk. Dybde; 1cm: **11,3**, 3cm **9,8**

FTIR

Sammenligning av referansespektre og prøve fra Raulandstua.

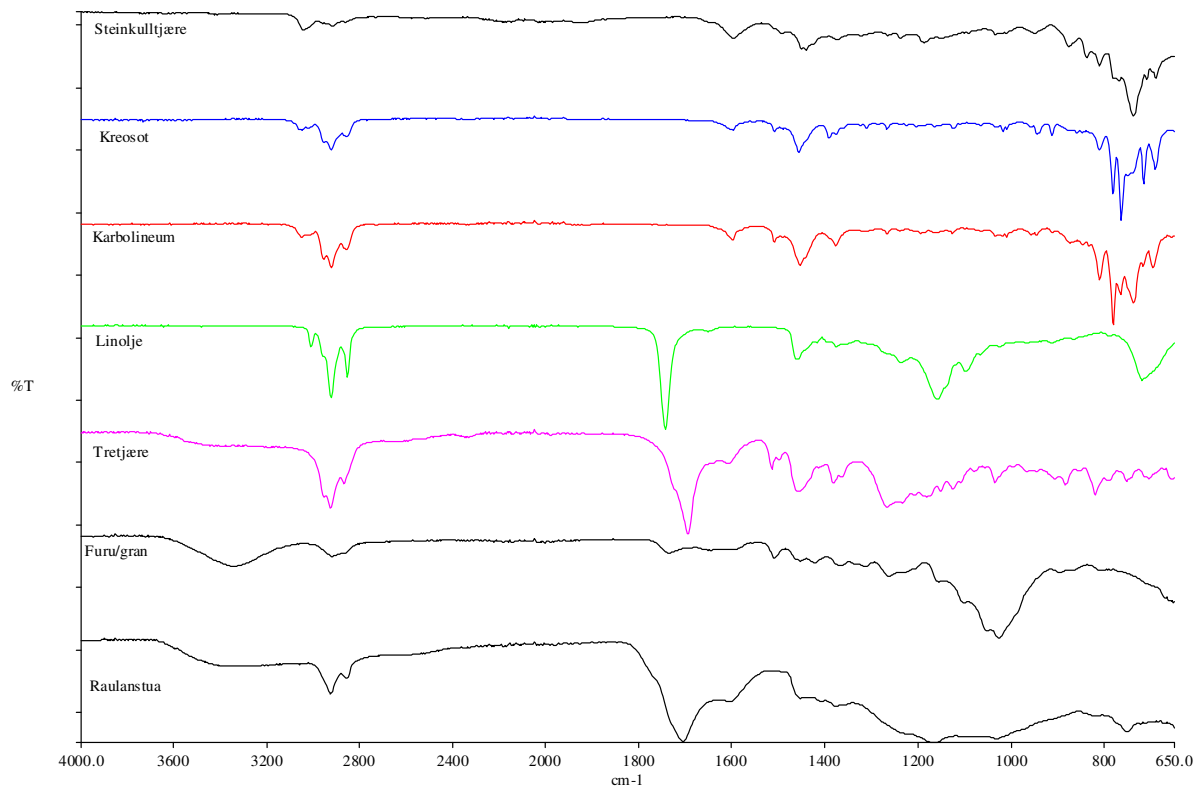


Fig. B9

FTIR-analyse: FTIR-analysen underbygger behandlingshistorien. Klart sammenfallende med tretjære og linolje, samt utslag som korresponderer med spektret for karbolineum og kresosot. Ingen vesentlige utslag som ikke kan forklares ut fra behandlingshistorien.

Grøslistua, ca 1650, bygningsnummer 22



Fig. B10

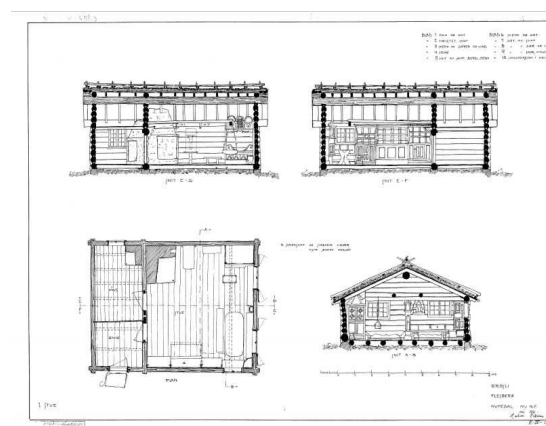


Fig. B11

Kildebasert behandlingshistorie: Linoljet: 2. Behandling med karbolineum etterfulgt av olje og tjæreblanding: 2. Behandling med Bernakré etterfulgt av olje og tjæreblanding: 1.

FTIR-analyse: Se neste side..

Fuktmåling i vektprosent: Sørsiden, ca 1m høyde fra syllstokk. Dybde; 1cm: **11,2**, 3cm **9,6**

FTIR

Sammenligning av referansespektre og prøve fra Grøslistua.

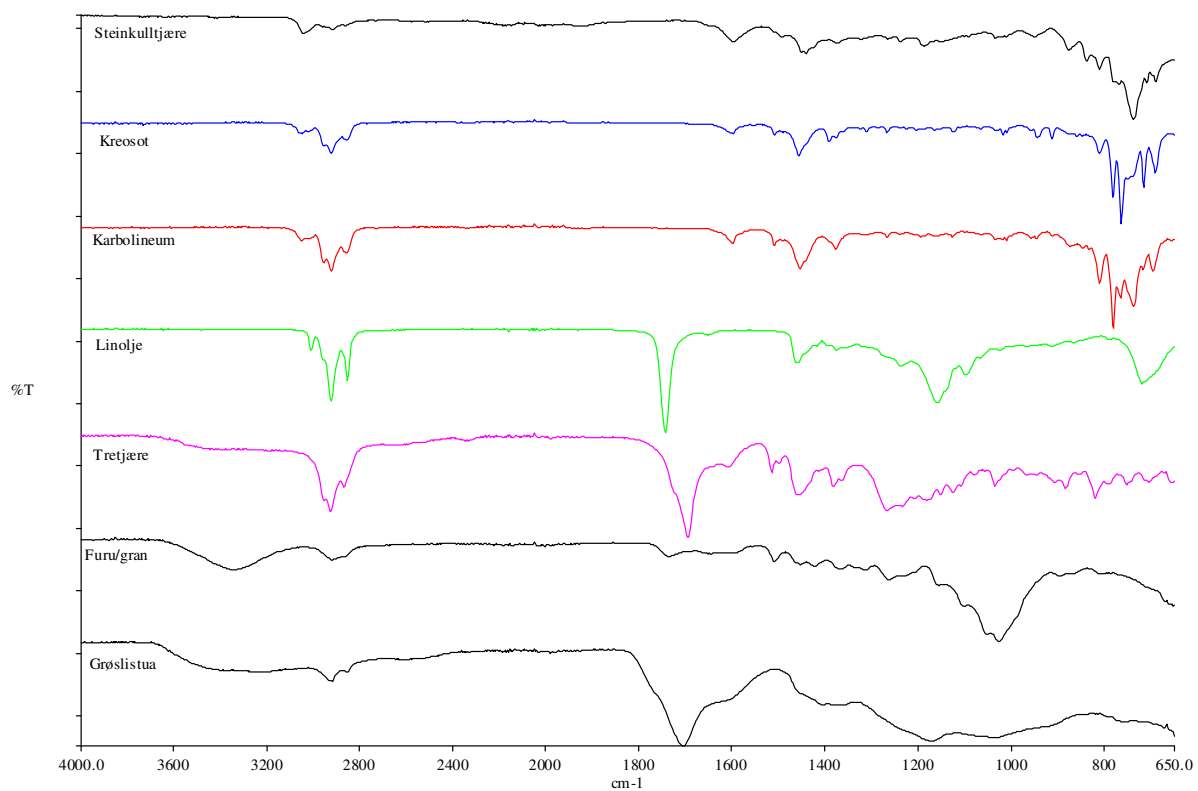


Fig. B12

FTIR-analyse: FTIR-analysen underbygger behandlingshistorien. Klart sammenfallende med tretjære og linolje, samt utslag som korresponderer med spektret for karbolineum og kreosot. Ingen vesentlige utslag som ikke kan forklares ut fra behandlingshistorien.

Loft fra Søre, Rauland, ca 1250, ca 1550, bygningsnummer 25



Fig. B13 Dateringene angir bur, ca 1200, loft ca 1500

Kildebasert behandlingshistorie: Ingen.

FTIR-analyse: Se neste side.

Fuktmåling i vektprosent: Vestsiden, ca 1m høyde fra syllstokk. Dybde; 1cm: **21,1**,
3cm **15,2**

FTIR

Sammenligning av referansespektre og prøve fra loft fra Søre.

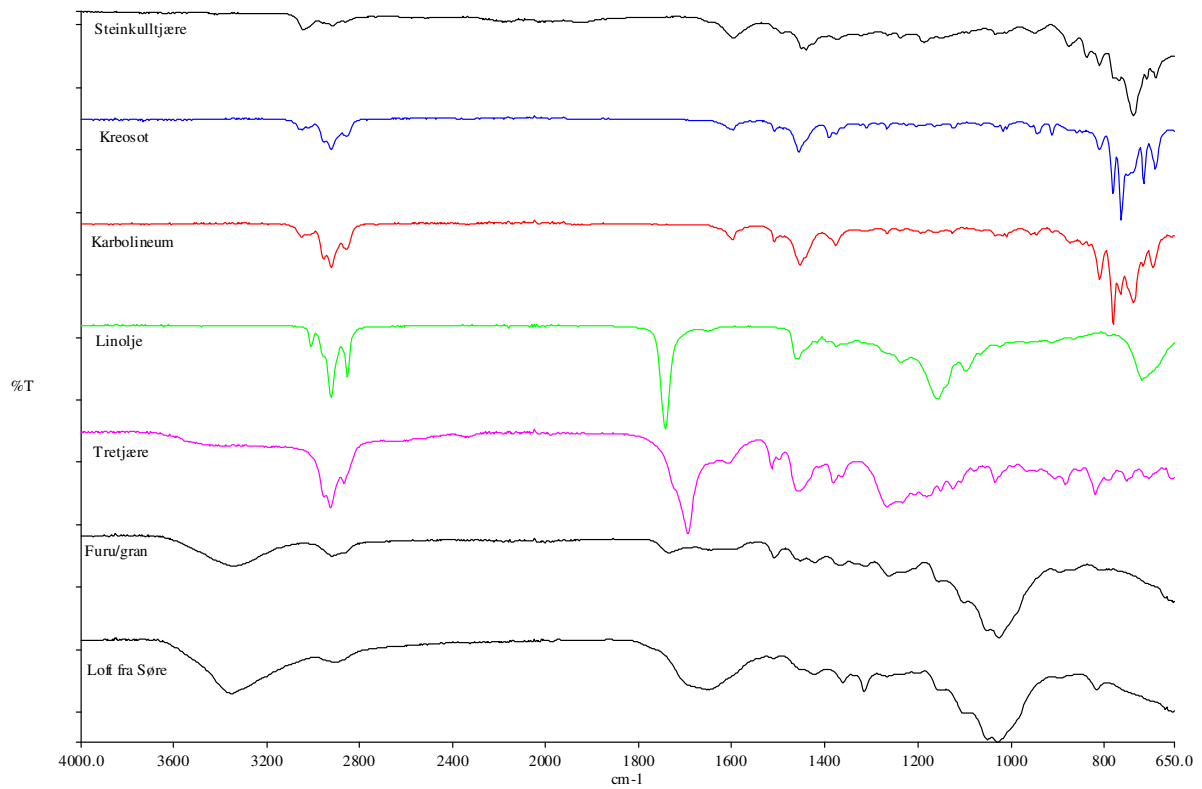


Fig. B14

FTIR-analyse: FTIR-analysen underbygger behandlingshistorien. Klart sammenfallende med spektret av furu. Ingen vesentlige utslag som ikke kan forklares ut fra behandlingshistorien.

Smedstadstua, 1751, bygningsnummer 101



Fig. B15

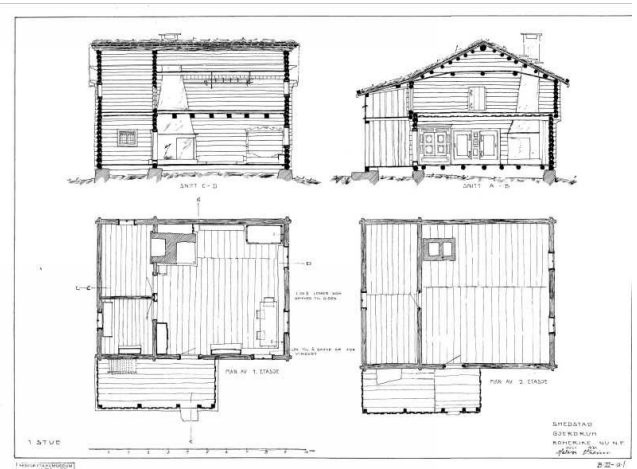


Fig. B16

Kildebasert behandlingshistorie: Olje og tjæreblanding: 1. Karbolineum: 2. Behandling med karbolineum etterfulgt av olje og tjæreblanding: 2. Behandling med Bernakré etterfulgt av olje og tjæreblanding: 1.

FTIR-analyse: Se neste side.

Fuktmåling i vektprosent: Sørsiden, ca 1m høyde fra syllstokk. Dybde; 1cm: **12,9**, 3cm **12,1**

FTIR

Sammenligning av referansespektre og prøve fra Smedstadstua.

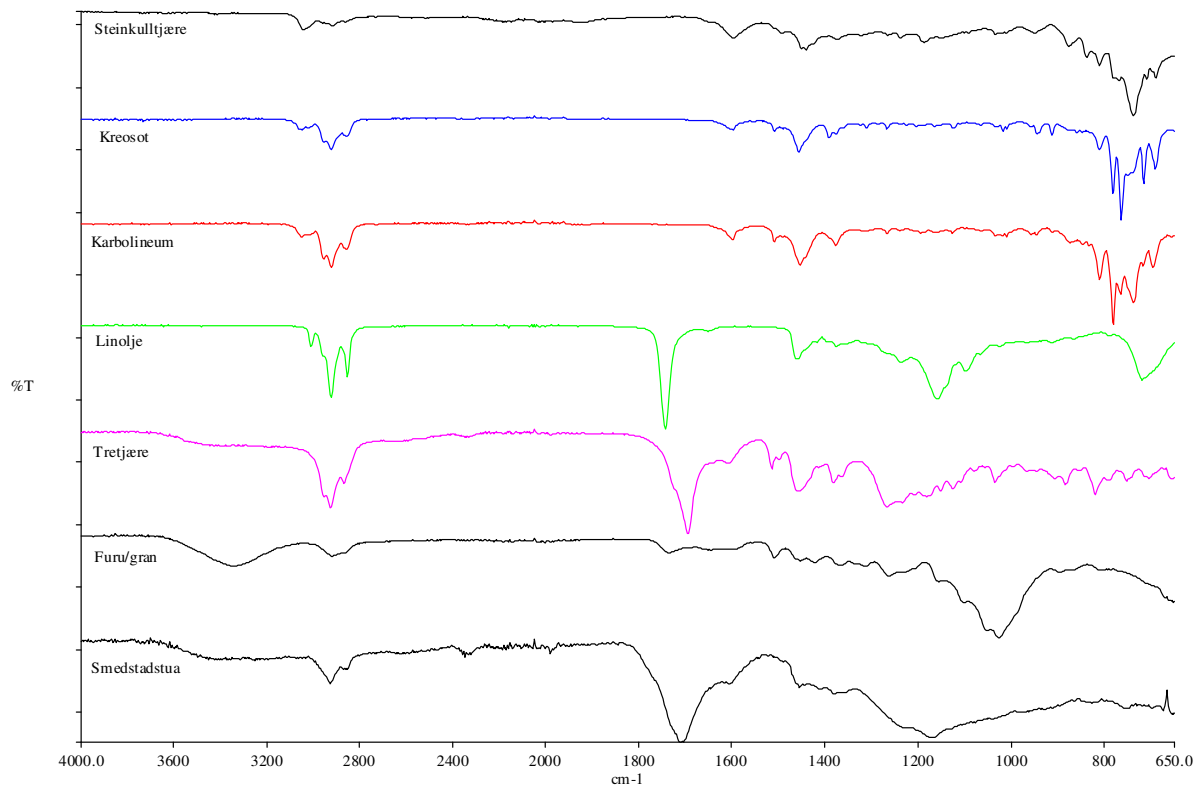


Fig. B17

FTIR-analyse: FTIR-analysen underbygger behandlingshistorien. Klart sammenfallende med tretjære og linolje, samt utslag som korresponderer med spektret for karbolineum og kreosot. Ingen vesentlige utslag som ikke kan forklares ut fra behandlingshistorien.

Gulsvikstua, ca 1750, bygningsnummer 121



Fig. B18

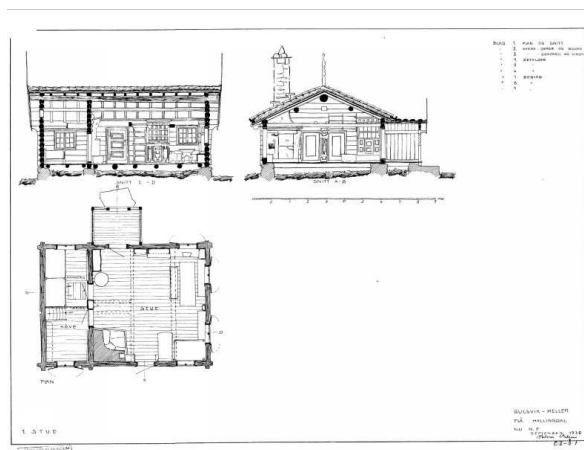


Fig. B19

Kildebasert behandlingshistorie: Linoljet: 2. Olje og tjæreblanding: 2 Behandling med karbolineum etterfulgt av olje og tjæreblanding: 2.

FTIR-analyse: Se neste side.

Fuktmåling i vektprosent: Sørsiden, ca 1m høyde fra syllstokk. Dybde; 1cm: **11,2**, 3cm **10,6**

FTIR

Sammenligning av referansespektre og prøve fra Gulvikstua.

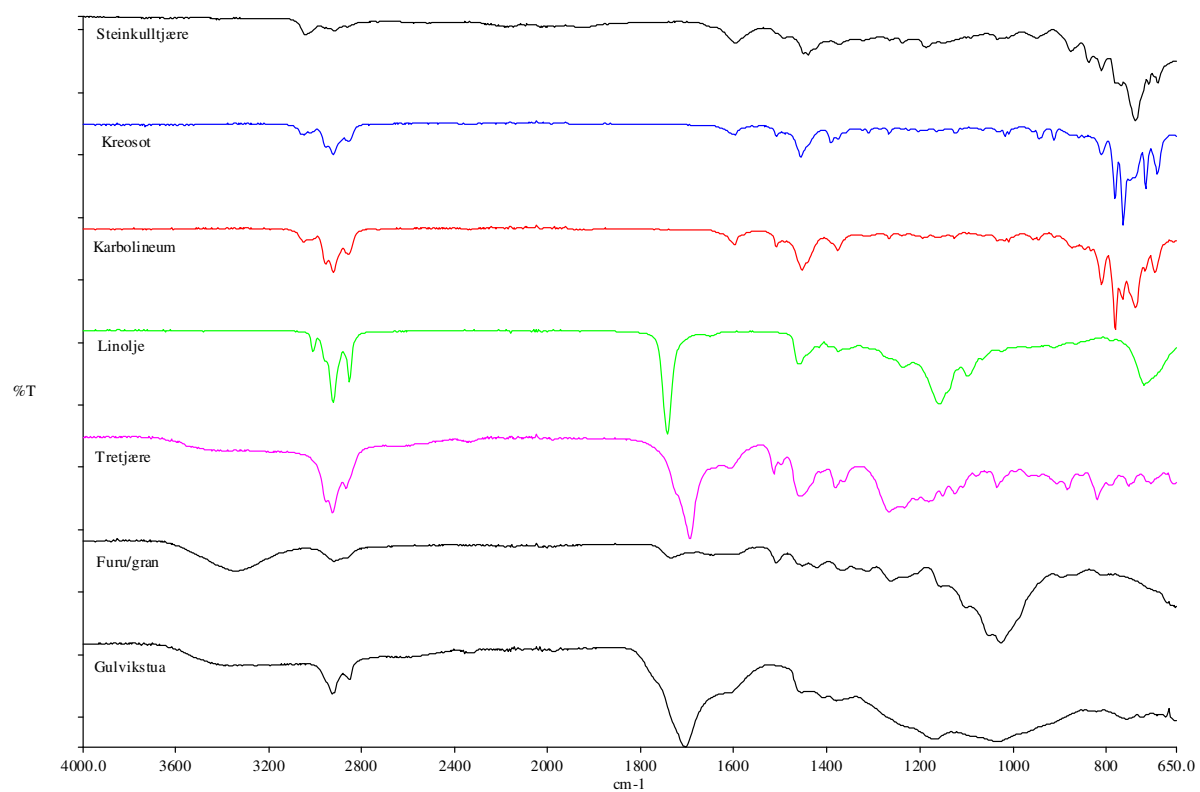


Fig. B20

FTIR-analyse: FTIR-analysen underbygger behandlingshistorien. Klart sammenfallende med tretjære og linolje. Svakt utslag som korresponderer med spektret for karbolineum og kreosot. Ingen vesentlige utslag som ikke kan forklares ut fra behandlingshistorien.

Ylistua, 1750-1800, bygningsnummer 131



Fig. B21

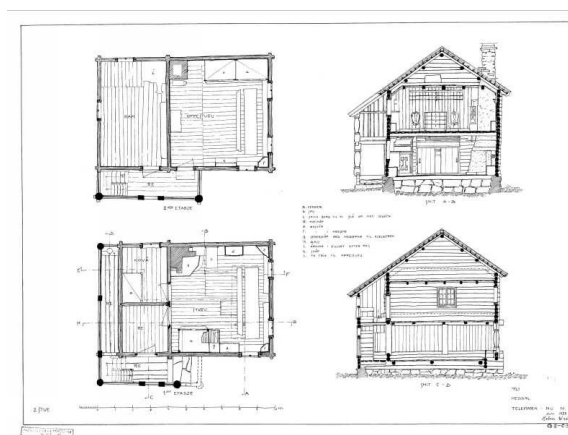


Fig. B22

Kildebasert behandlingshistorie: Linoljet: 2. Behandling med karbolineum etterfulgt av olje og tjæreblanding: 3. Behandling med Bernakré etterfulgt av olje og tjæreblanding: 1.

FTIR-analyse: Se neste side.

Fuktmåling i vektprosent: Vestsiden, ca 1m høyde fra syllstokk. Dybde; 1cm: **11,6**,
3cm: **10,8**

FTIR

Sammenligning av referansespektre og prøve fra Ylistua.

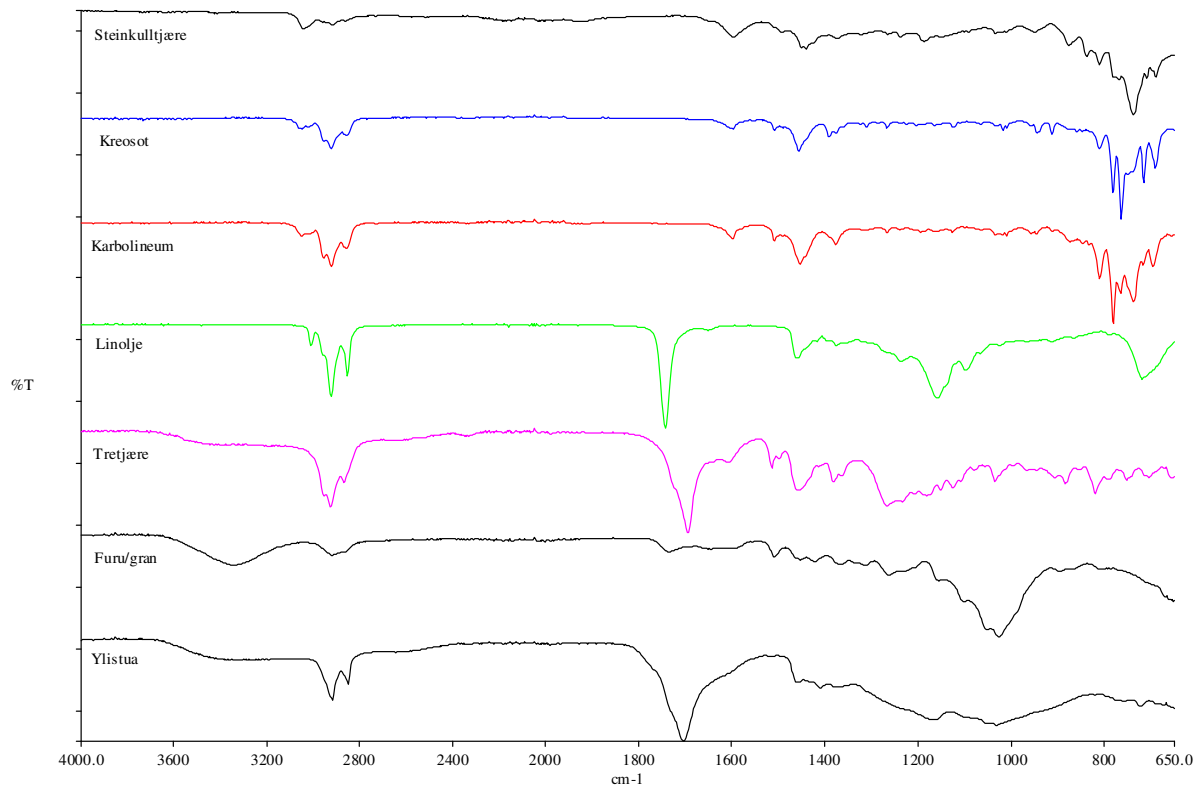


Fig. B23

FTIR-analyse: FTIR-analysen underbygger behandlingshistorien. Klart sammenfallende med tretjære og linolje, samt utslag som korresponderer med spektret for karbolineum og kreosot. Ingen vesentlige utslag som ikke kan forklares ut fra behandlingshistorien.

Loft fra Søndre Tveito, ca 1300, bygningsnummer 133



Fig. B24

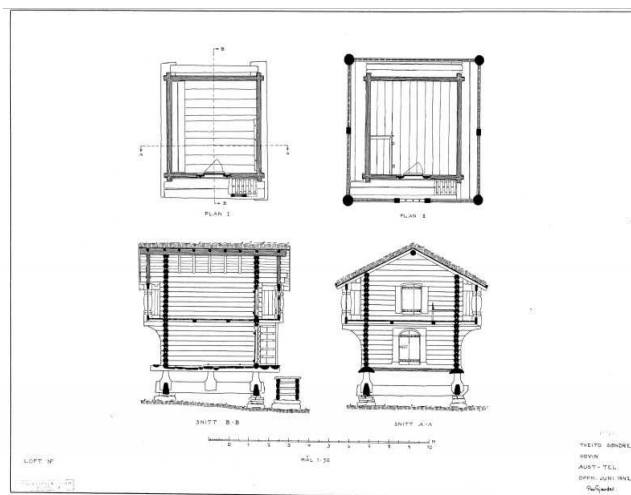


Fig. B25

Kildebasert behandlingshistorie: Ingen registrerte, mulig jernvitriol.

FTIR-analyse: Se neste side.

Fuktmåling i vektprosent: Vestsiden, ca 1m høyde fra syllstokk. Dybde; 1cm: **20,1**,
3cm **16,8**

FTIR

Sammenligning av referansespektre og prøve fra Tveitoloftet.

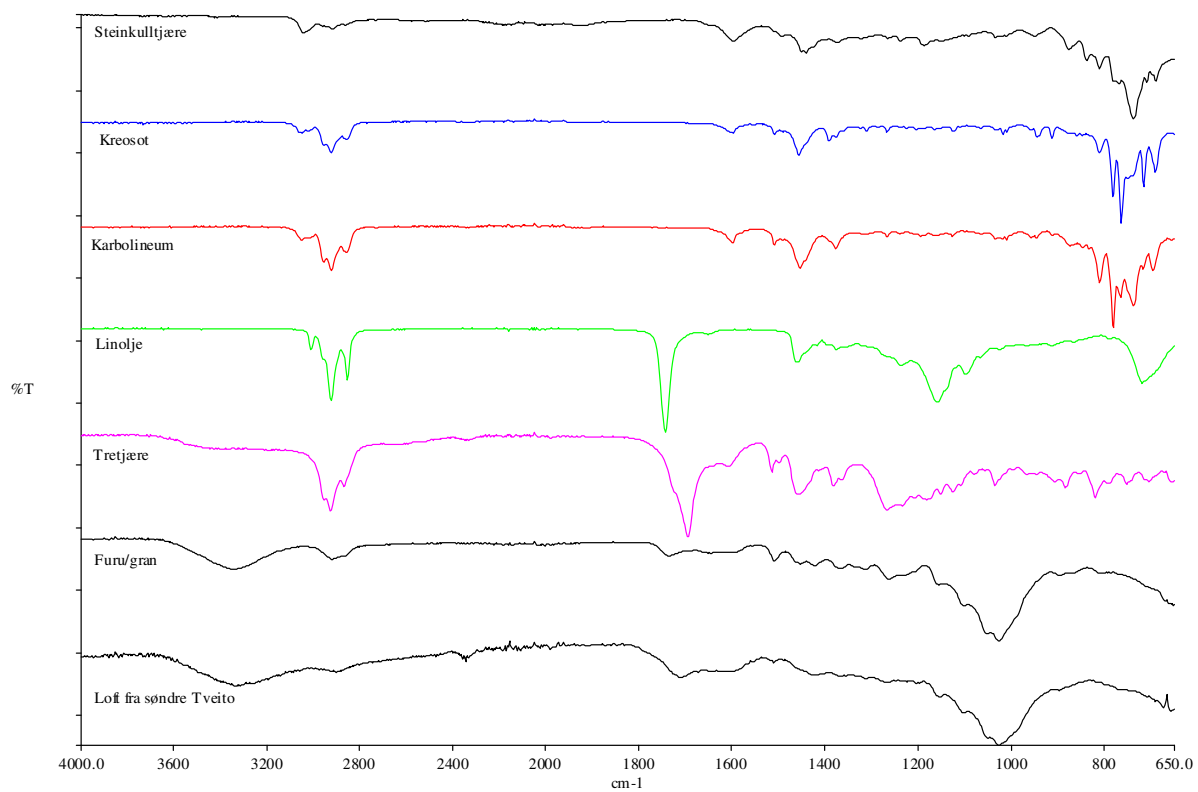


Fig. B26

FTIR-analyse: FTIR-analysen underbygger behandlingshistorien. Klart sammenfallende med spektret av tre. Ingen vesentlige utslag som ikke kan forklares ut fra behandlingshistorien.

Stalløe fra Nedre Jørgedal, ca 1800, bygningsnummer 135



Fig. B27 Stalløa er bygningen til venstre

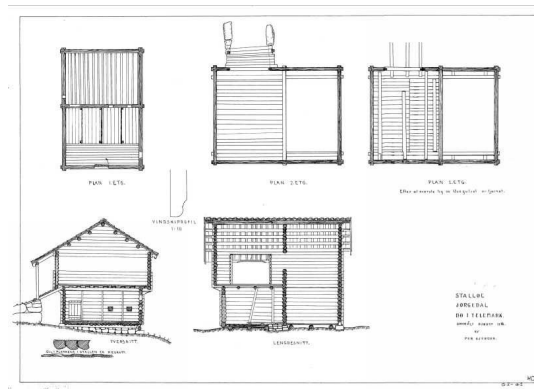


Fig. B28

Kildebasert behandlingshistorie: Ingen.

FTIR-analyse: Se neste side.

Fuktmåling i vektprosent: Vestsiden, ca 1m høyde fra syllstokk. Dybde; 1cm: **19,6**,
3cm **16,3**

FTIR

Sammenligning av referansespektre og prøve fra stalløe fra Nedre Jørgedal.

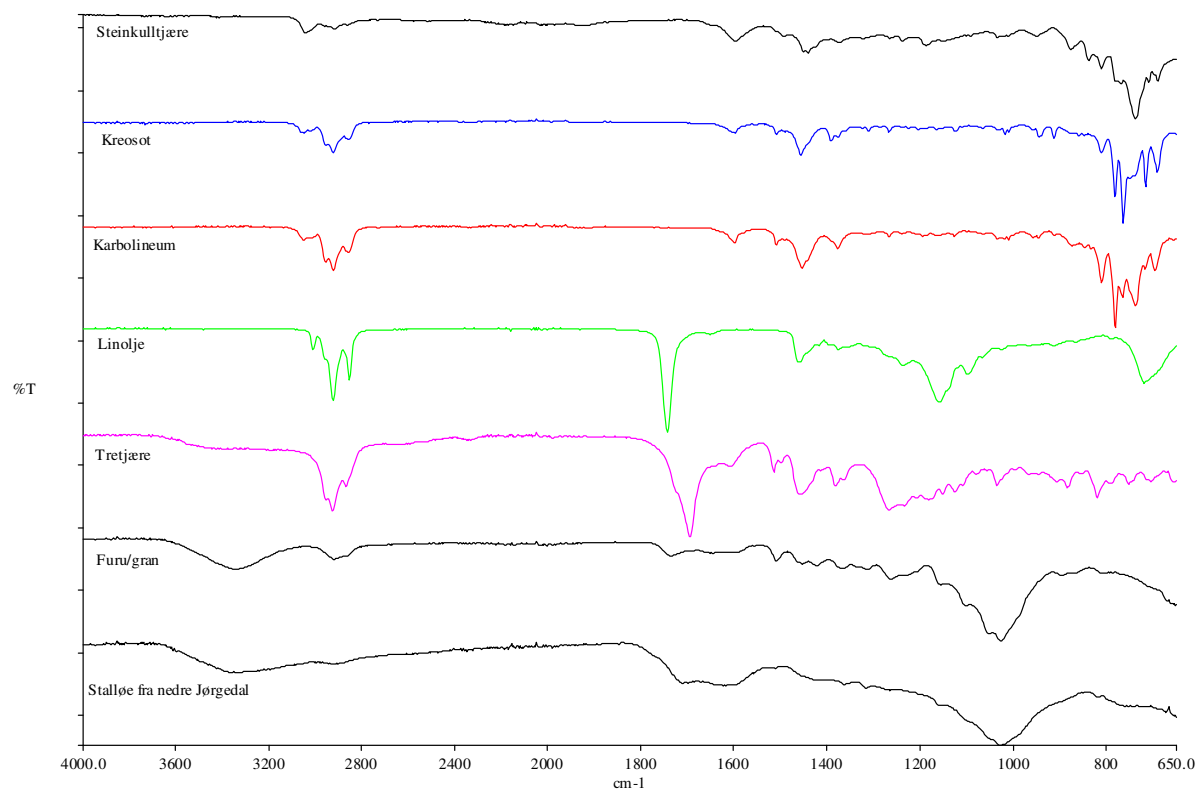


Fig. B29

FTIR-analyse: FTIR-analysen underbygger behandlingshistorien. Klart sammenfallende med spektret av tre. Ingen vesentlige utslag som ikke kan forklares ut fra behandlingshistorien.

Fjøs fra Jørisdal, 1600-tallet, bygningsnummer 138



Fig. B30

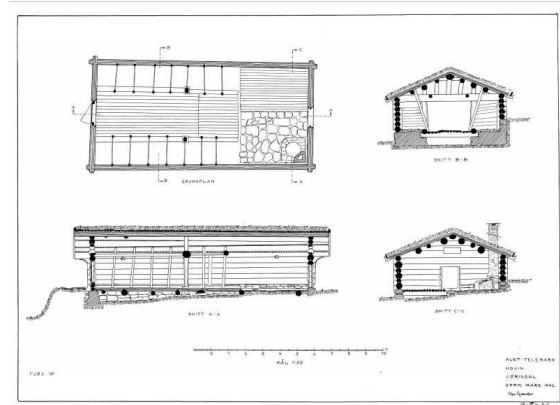


Fig. B31

Kildebasert behandlingshistorie: Ingen.

FTIR-analyse: Se neste side.

Fuktmåling i vektprosent: Vestsiden, ca 1m høyde fra syllstokk. Dybde; 1cm: **19,7**,
3cm **17,6**

FTIR

Sammenligning av referansespektre og prøve fra fjøs fra Jørisdal.

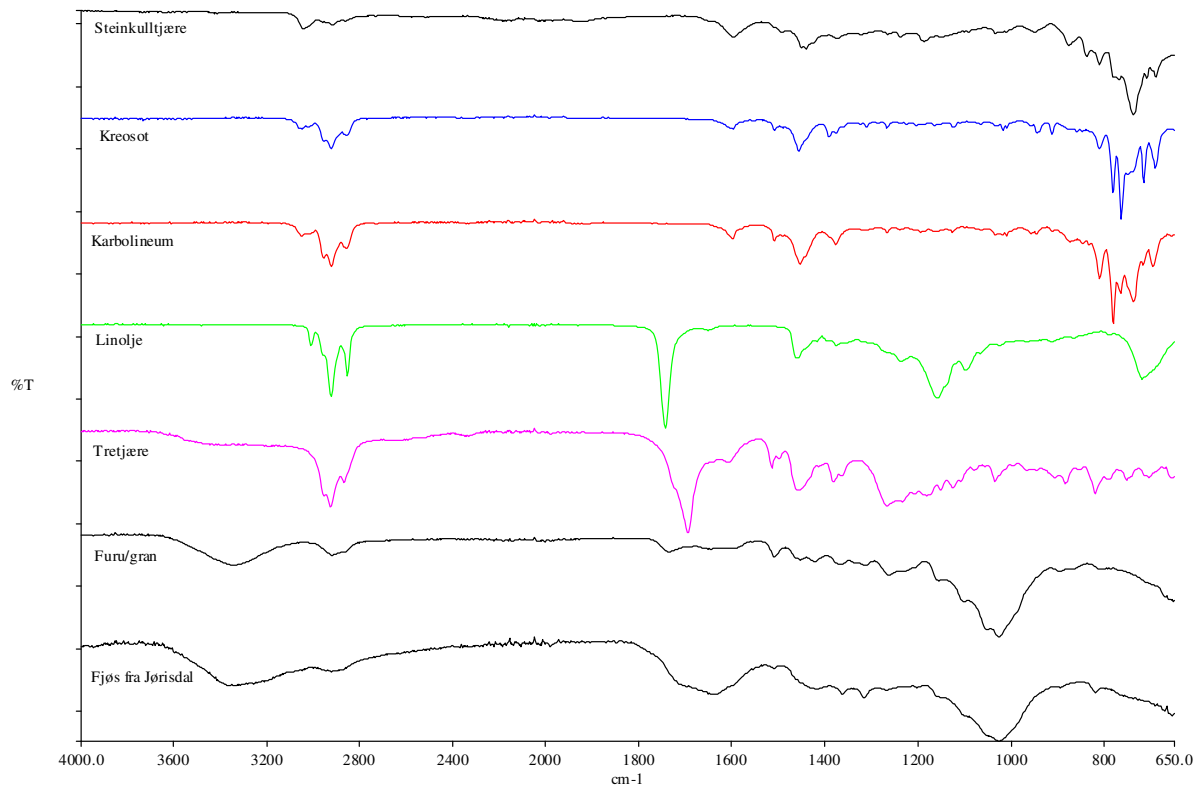


Fig. B32

FTIR-analyse: FTIR-analysen underbygger behandlingshistorien. Klart sammenfallende med spektret av tre. Ingen vesentlige utslag som ikke kan forklares ut fra behandlingshistorien.

Stabbur fra Simenstua, 1600-tallet, bygningsnummer 154



Fig. B33

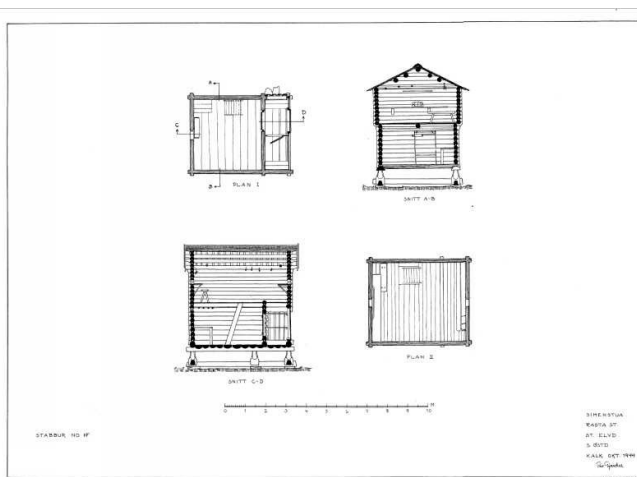


Fig. B34

Kildebasert behandlingshistorie: Ingen.

FTIR-analyse: Se neste side.

Fuktmåling i vektprosent: Vestsiden, ca 1m høyde fra syllstokk. Dybde; 1cm: **19,2**,
3cm **18,3**

FTIR

Sammenligning av referansespektre og prøve fra stabbur fra Simenstua.

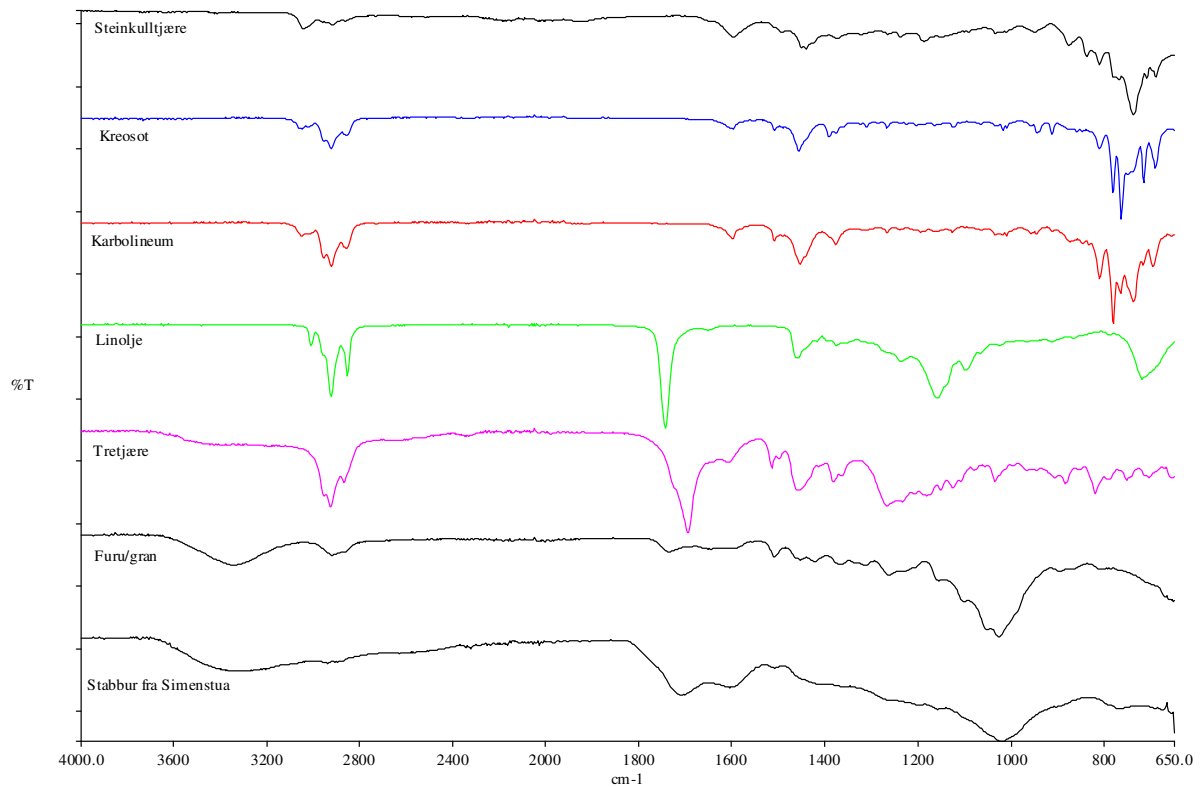


Fig. B35

FTIR-analyse: FTIR-analysen underbygger behandlingshistorien. Klart sammenfallende med spektret av tre. Ingen vesentlige utslag som ikke kan forklares ut fra behandlingshistorien.

Vedlegg C

Resultater av fuktdynamisk forsøk av overflatebehandling eksponert for fritt vann, med tre som overflatebehandlingsbærer. Flytetest (3.4.4).

Forklaring til grafer og innførsler.

Hver enkelt overflatebehandlingstype er representert med egen graf som uttrykker opptaket av vann i vektprosent. Det er også angitt hvorvidt opptaket gjelder gran eller furu. Det er viktig å være oppmerksom på skalaen for vektprosent for hver graf, siden disse ikke er innbyrdes like. Det samme gjelder fuktopptaket mellom gran og furu som er svært forskjellig. Angivelsene er for øvrig sammenlignbare.

Forkortelsene innført i grafene er:

Gr: Gran

Fu: Furu

A, B: Tretjære, se nærmere beskrivelse **3.5**

RL: Rå linolje, se nærmere beskrivelse **3.5**

KL: Kokt linolje, se nærmere beskrivelse **3.5**

RL+C, K: Forbehandling med karbolineum, etterfulgt av blanding av rå linolje og tretjære C, blandingsforhold 1/1

KL+C, K: Forbehandling med karbolineum, etterfulgt av blanding av kokt linolje og tretjære C, blandingsforhold 1/1

S: Steinkulltjære, se nærmere beskrivelse av denne **4.3**

Kr: Kreosot, se nærmere beskrivelse av denne **4.7**

K: Karbolineum, se nærmere beskrivelse av denne **4.7**

Drygolin: Alkydoljemaling for utvendig treverk

Tallverdien etter forkortelsene angir lagtykkelse i liter per m².

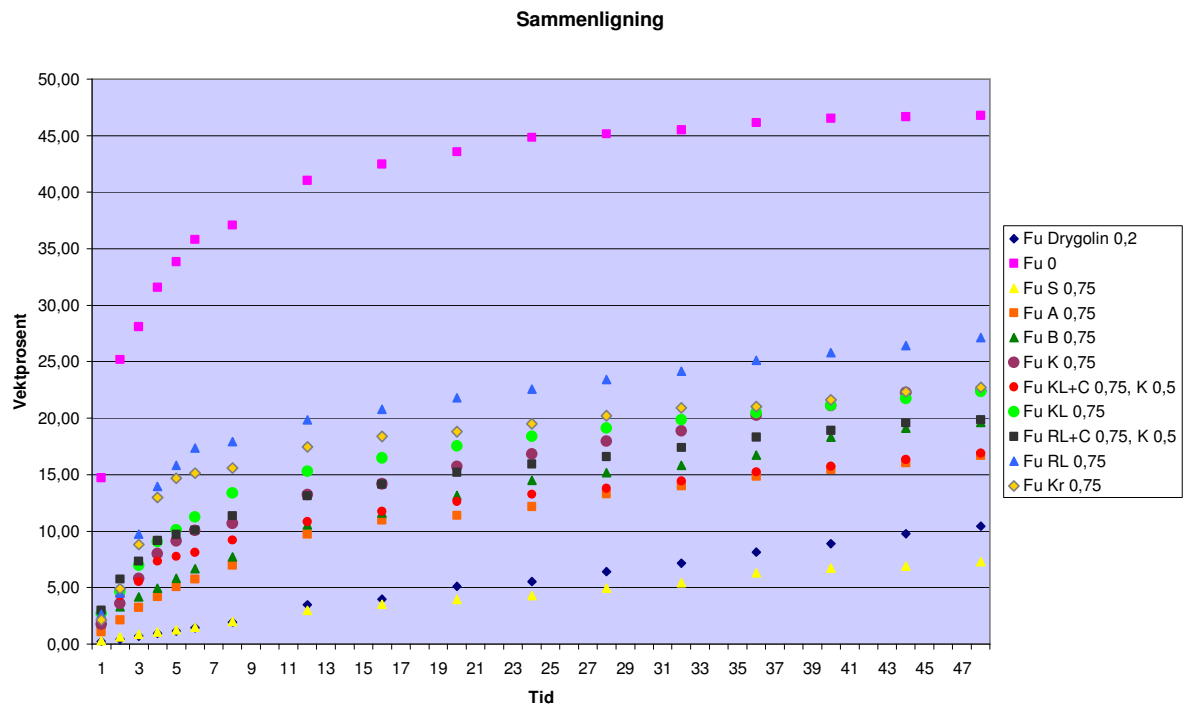


Fig. C1

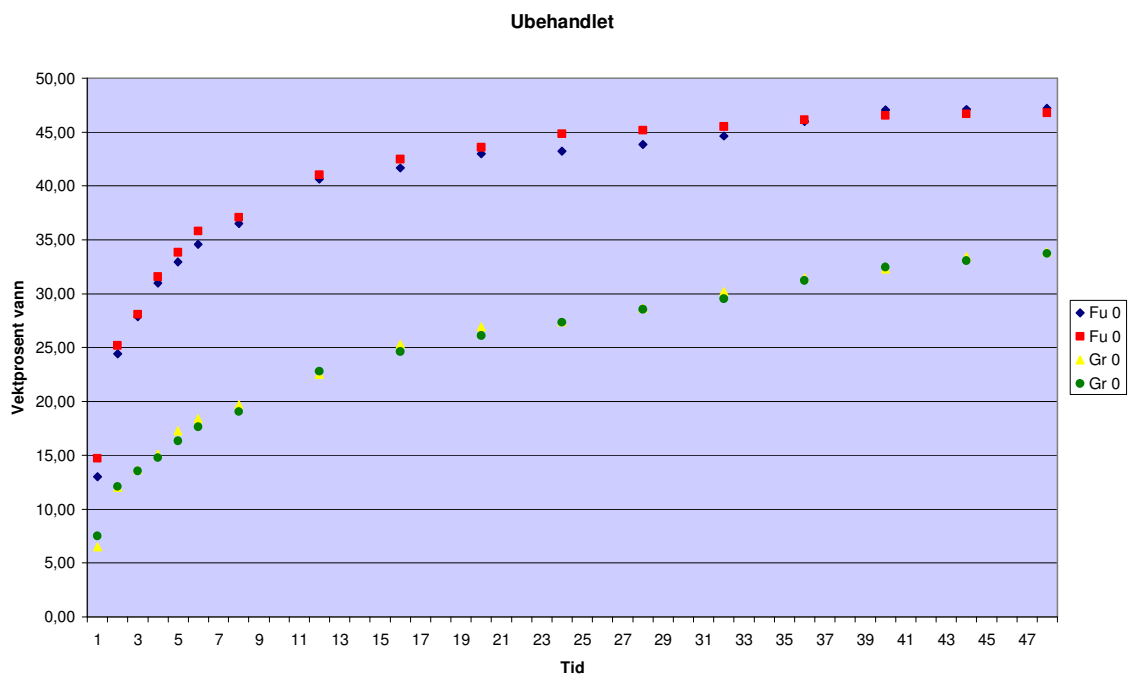


Fig. C2

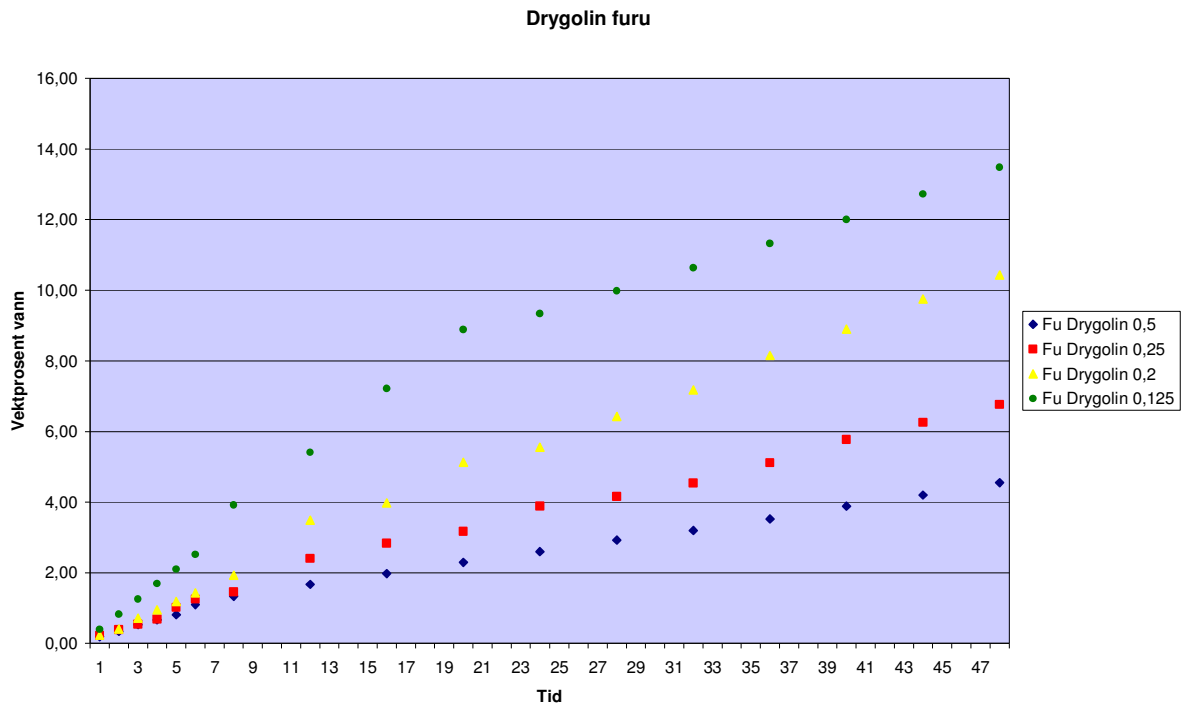


Fig. C3

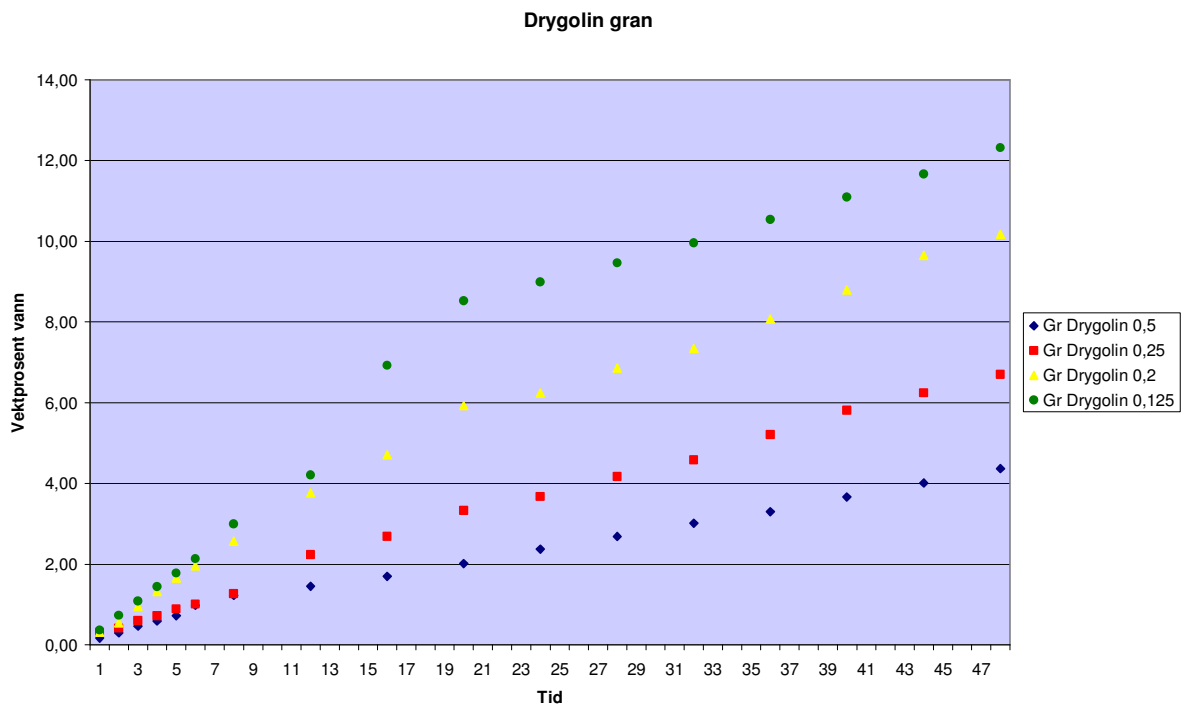


Fig. C4

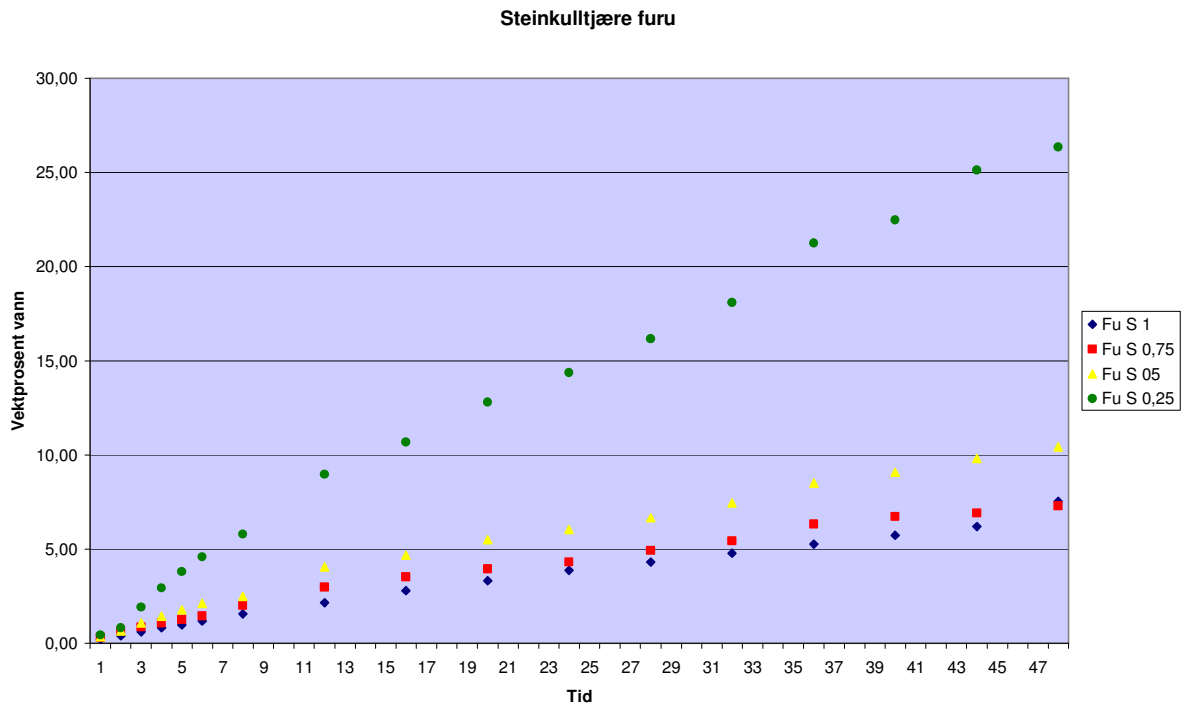


Fig. C5

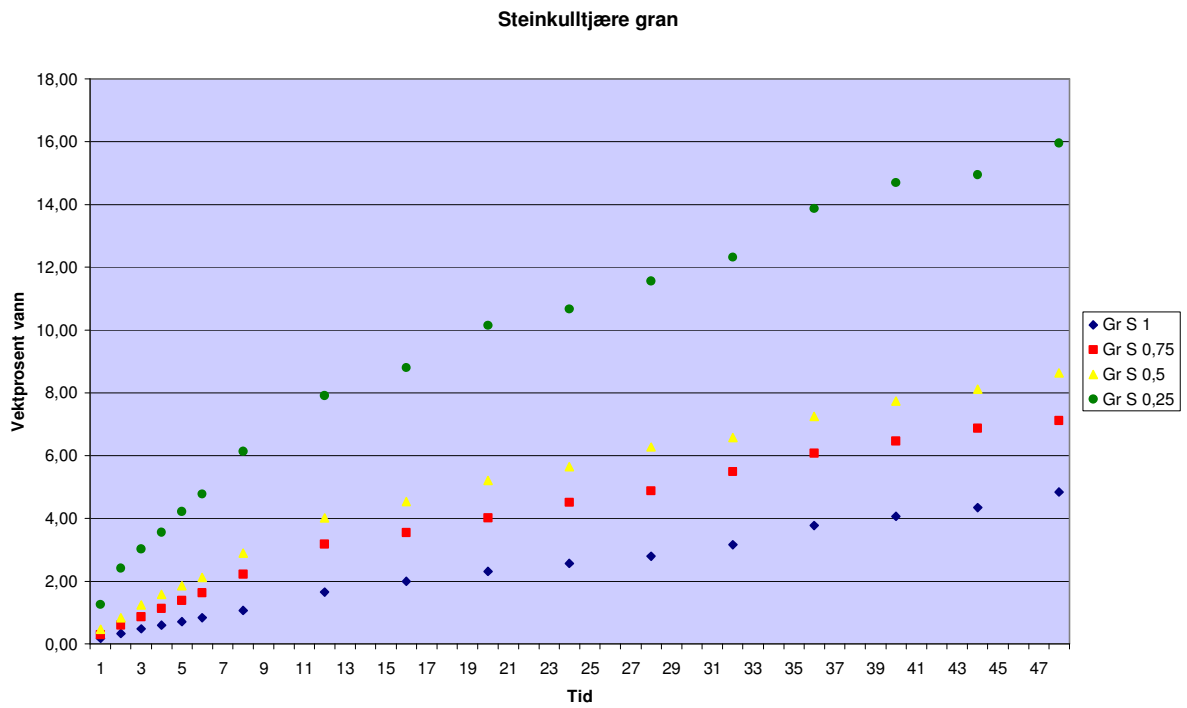


Fig. C6

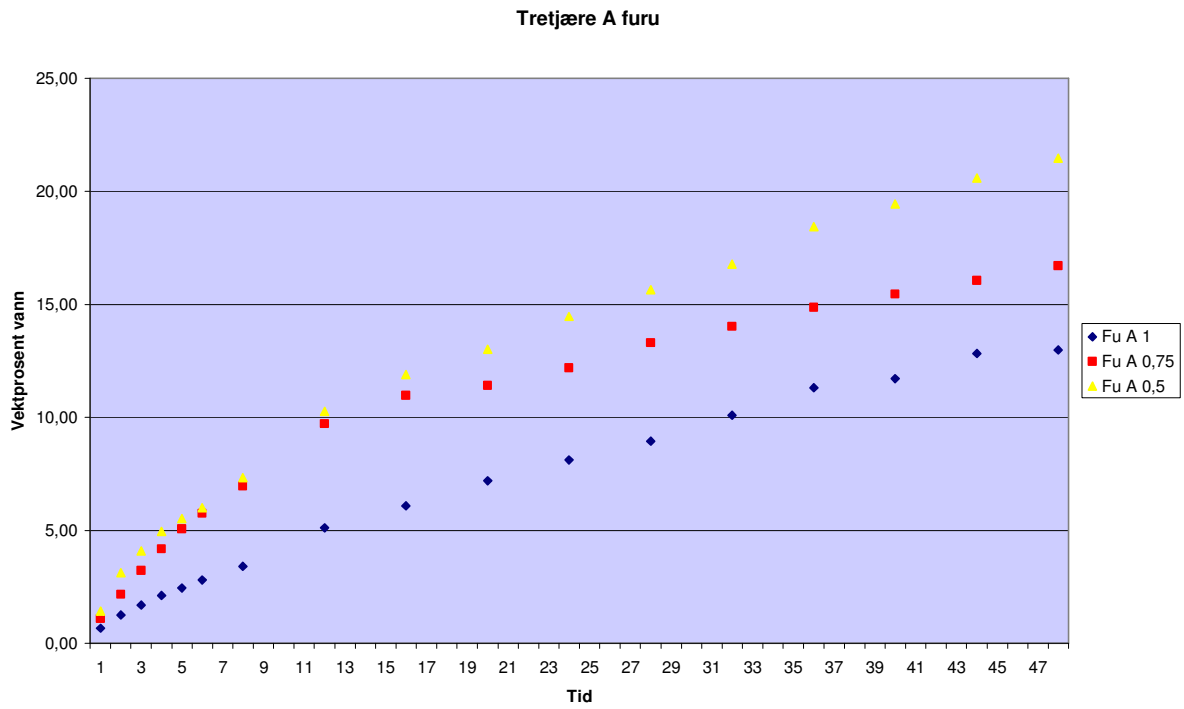


Fig. C7

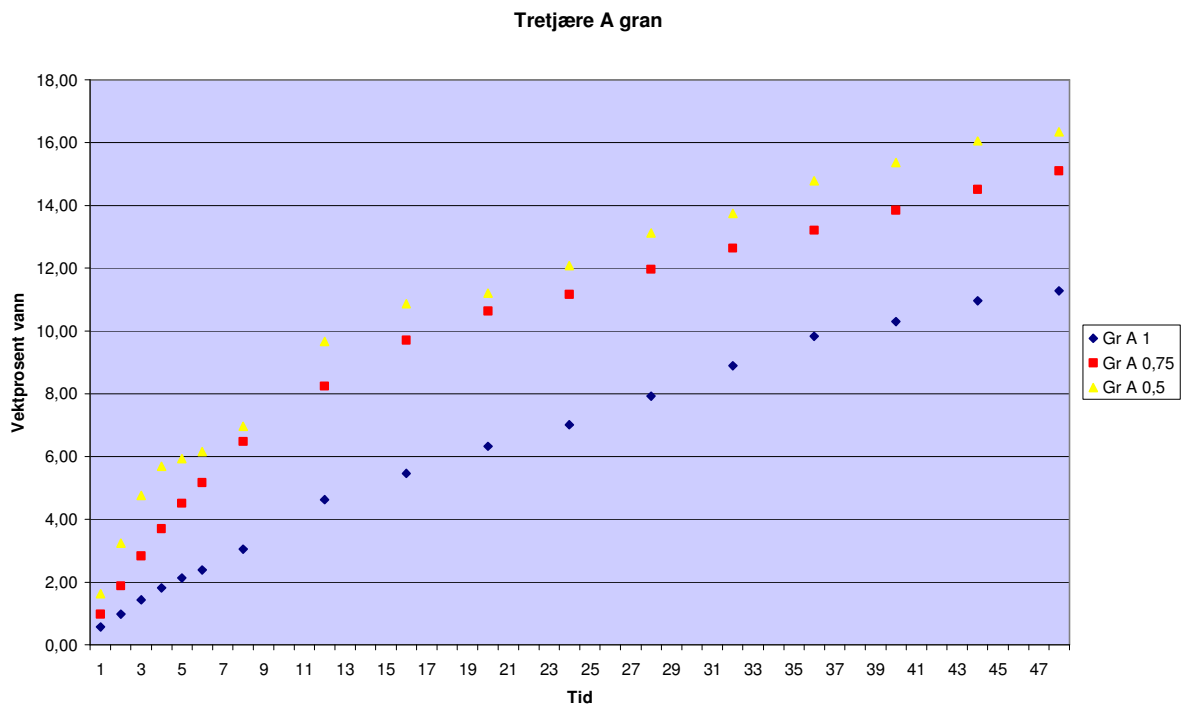


Fig. C8

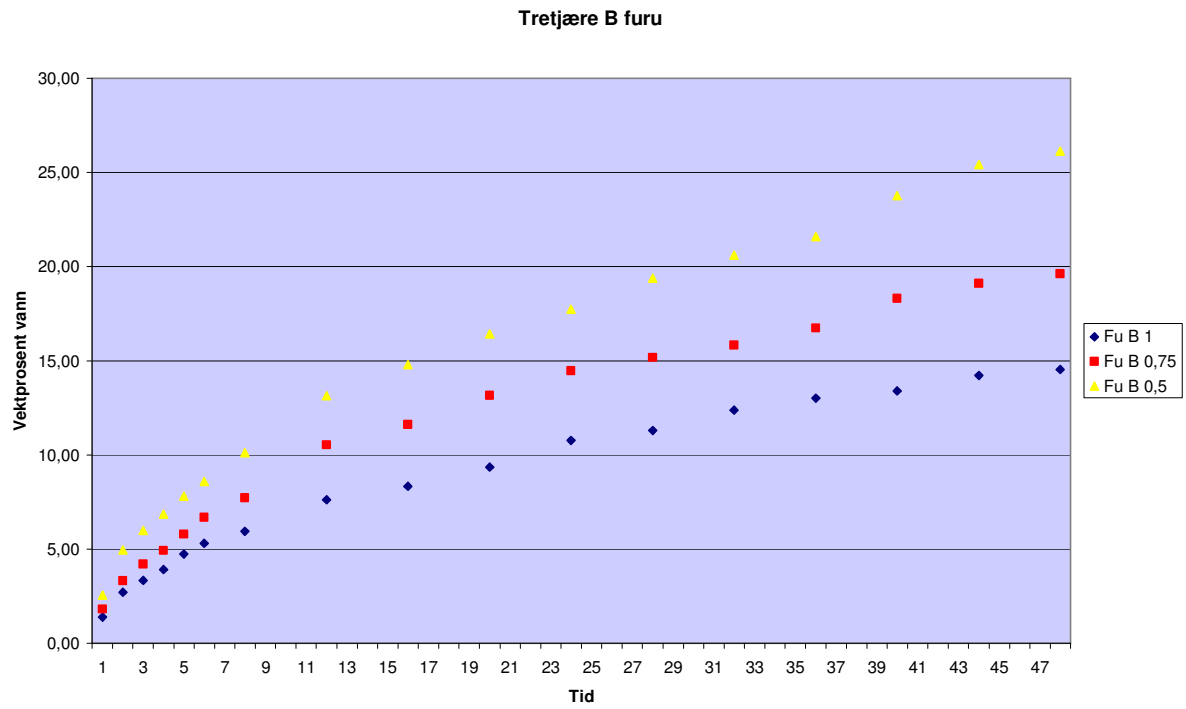


Fig. C9

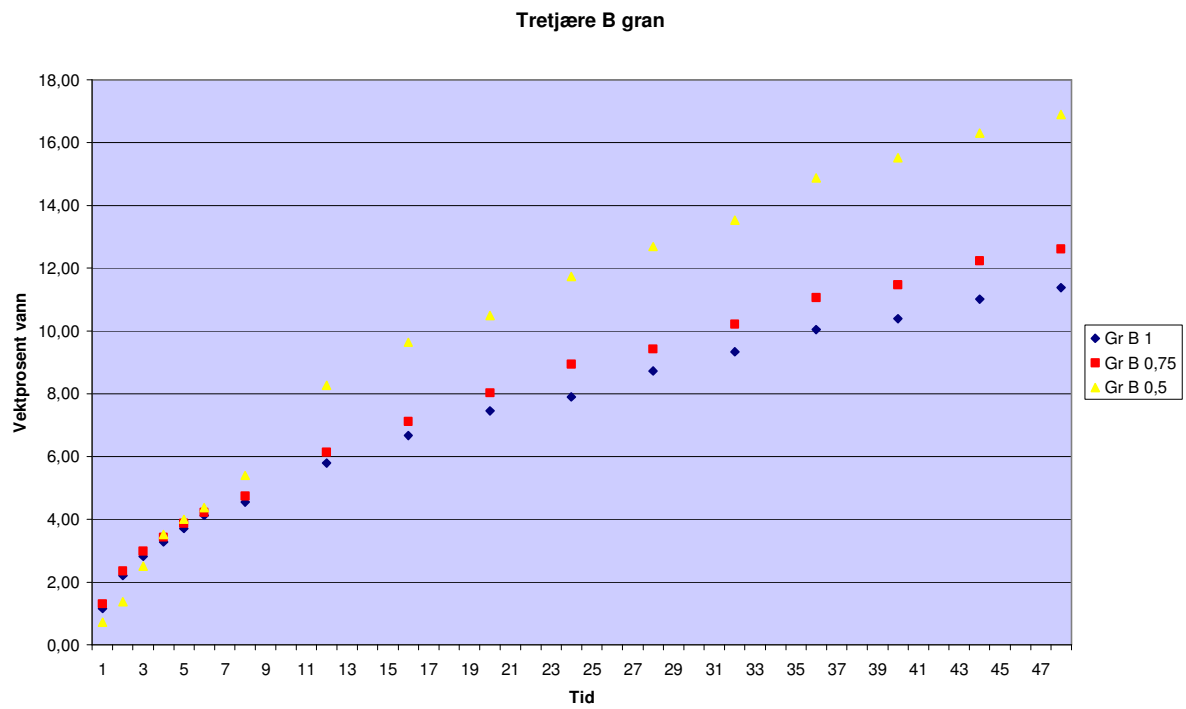


Fig. C10

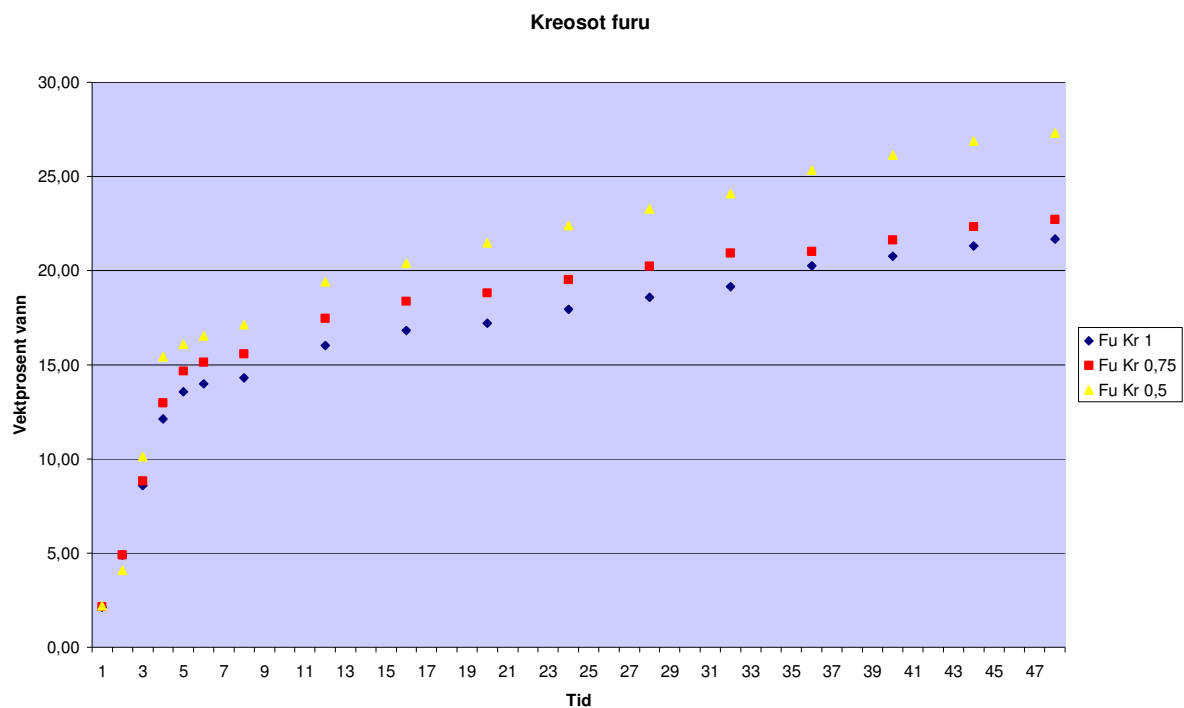


Fig. C11

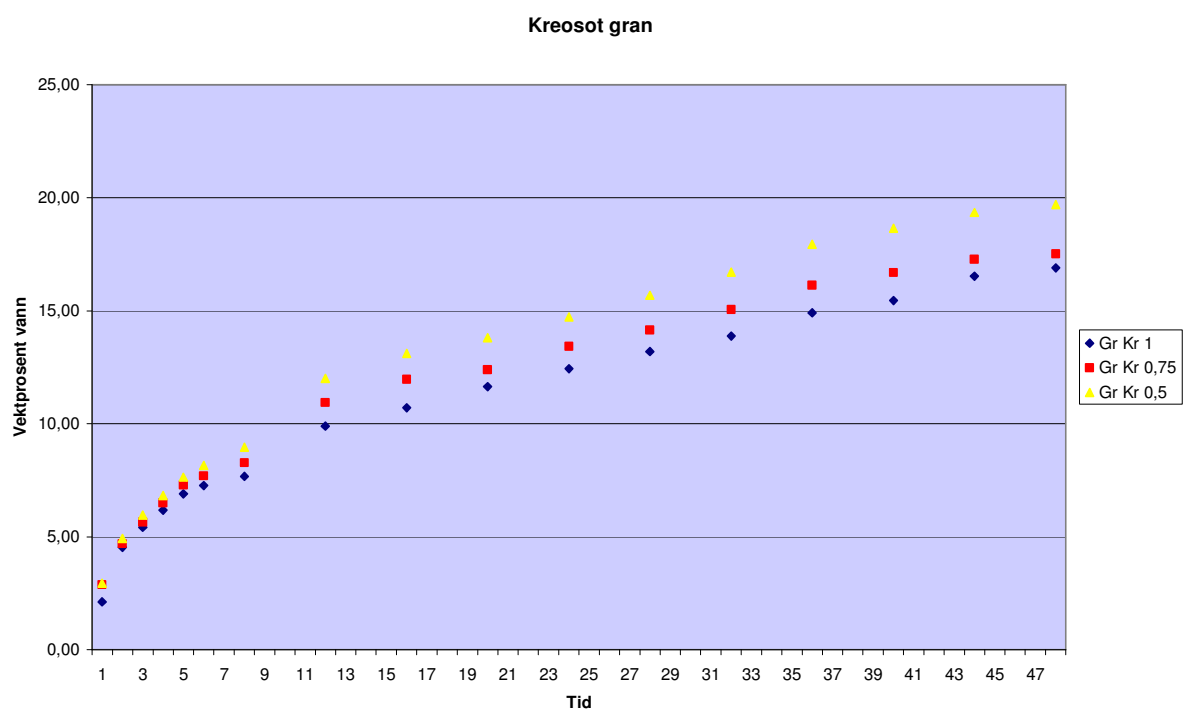


Fig. C12

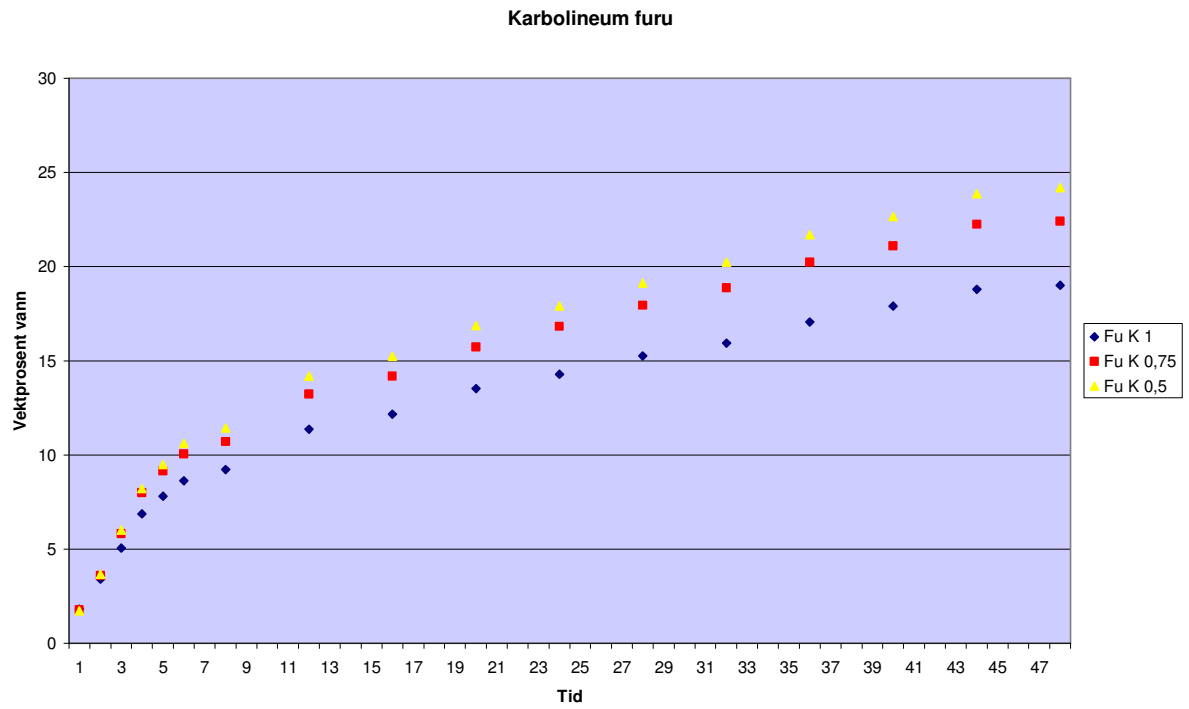


Fig. C13

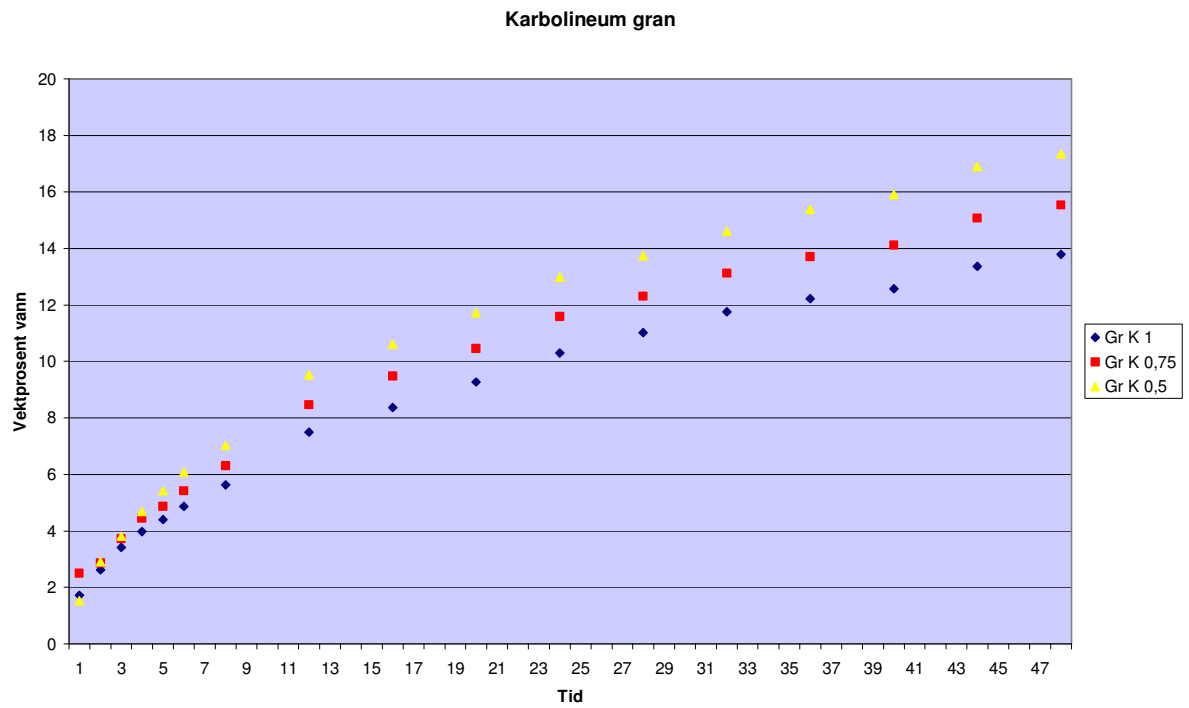


Fig. C14

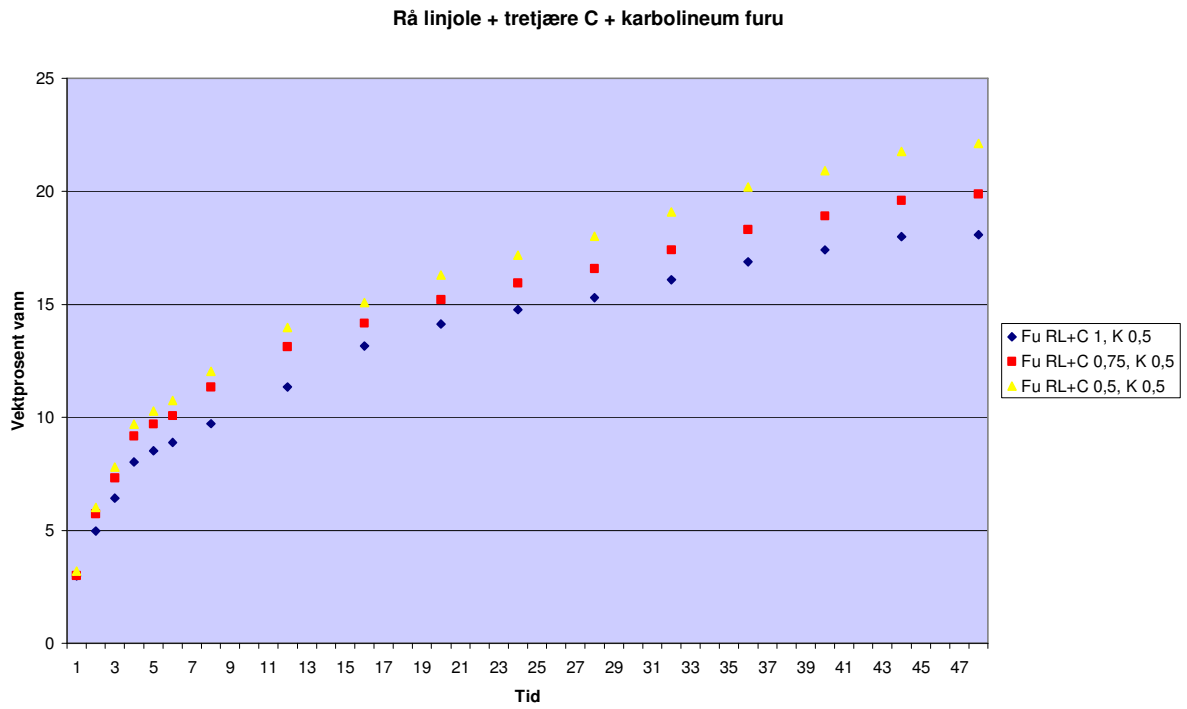


Fig. C15

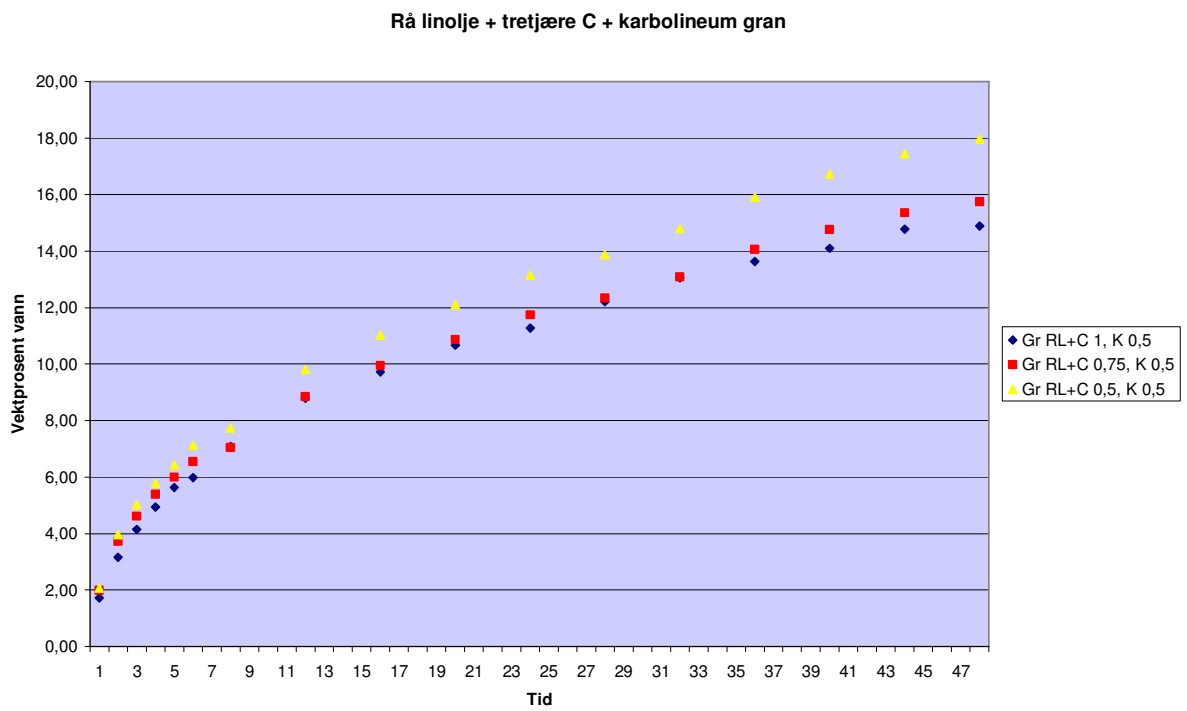


Fig. C16

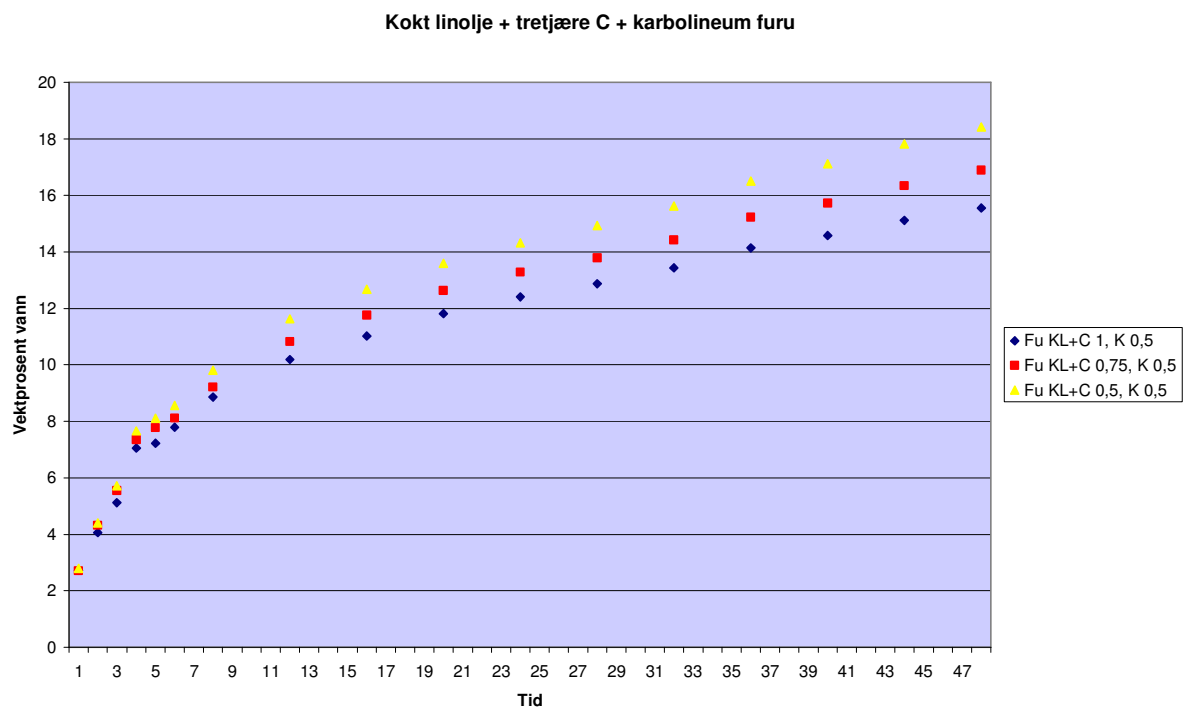


Fig. C17

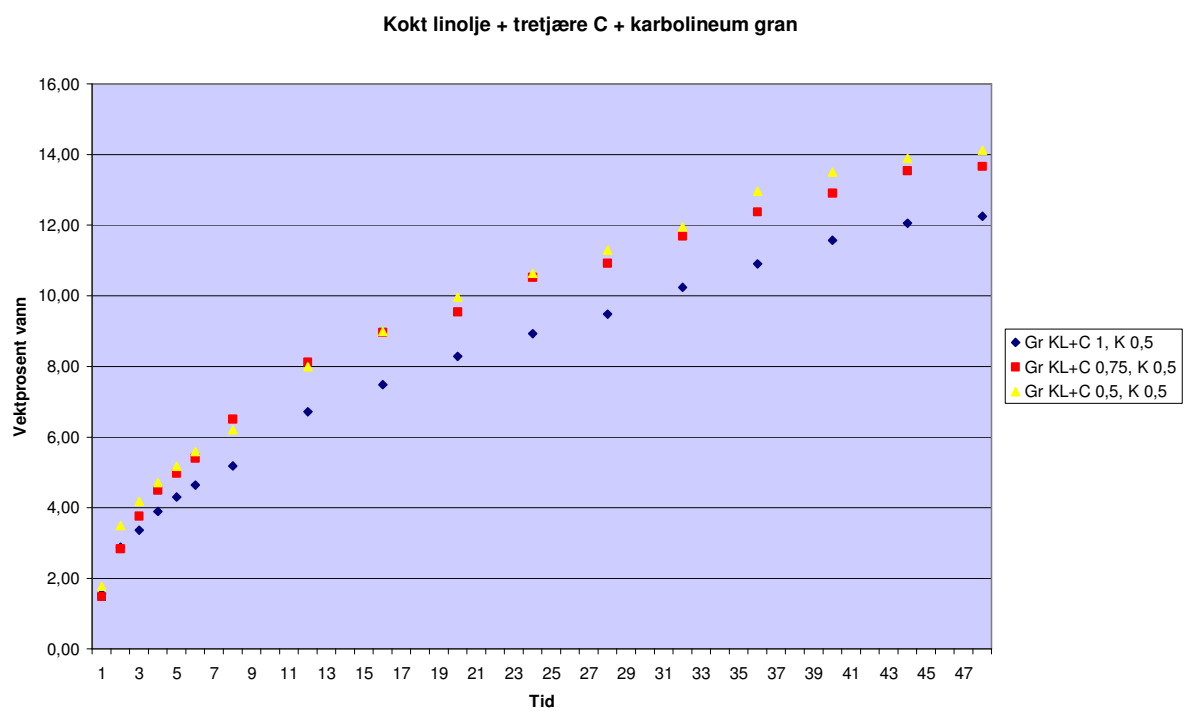


Fig. C18

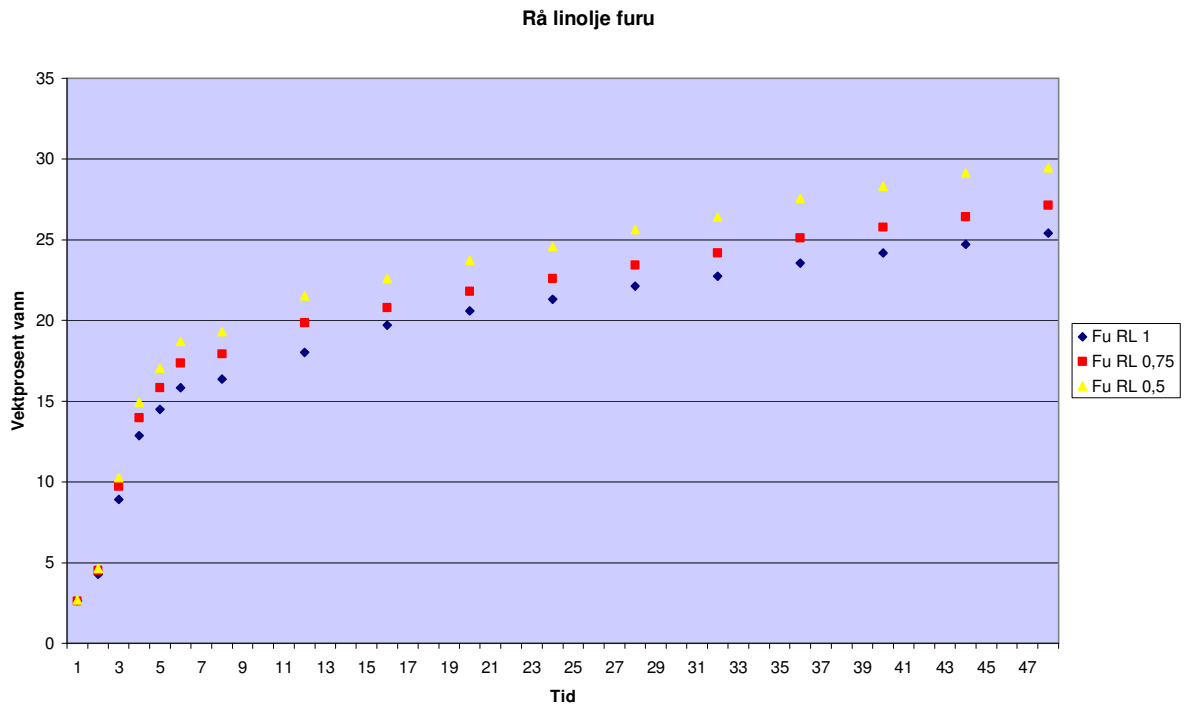


Fig. C19

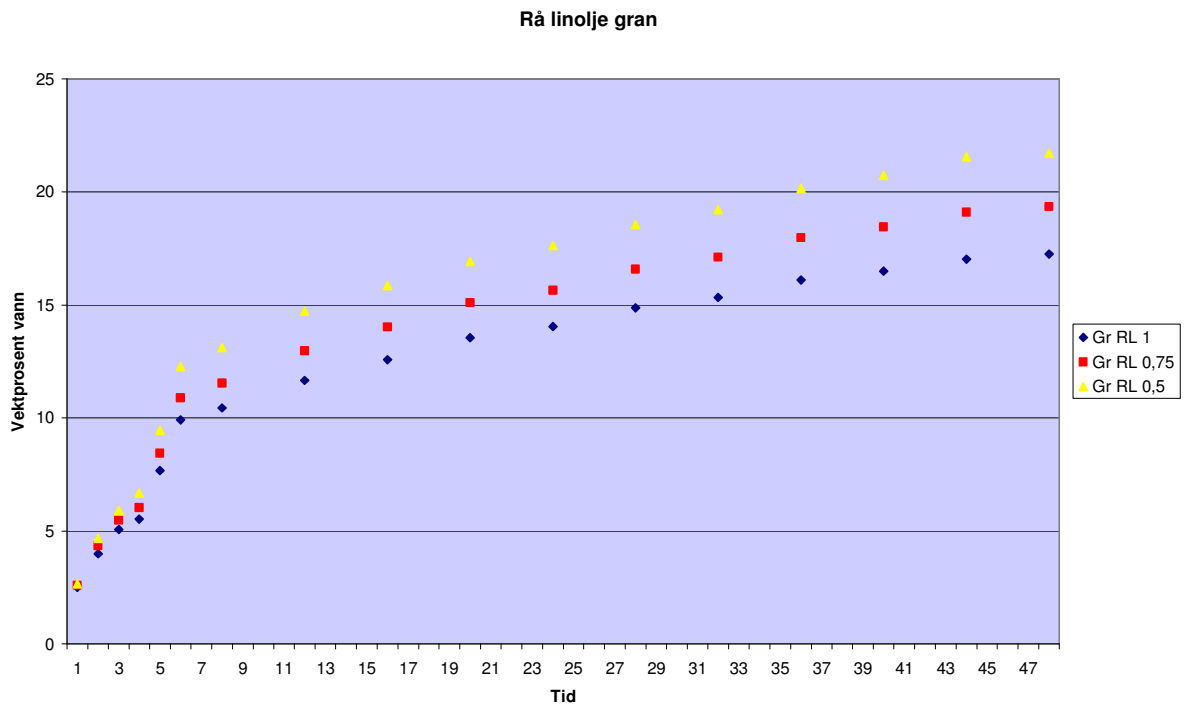


Fig. C20

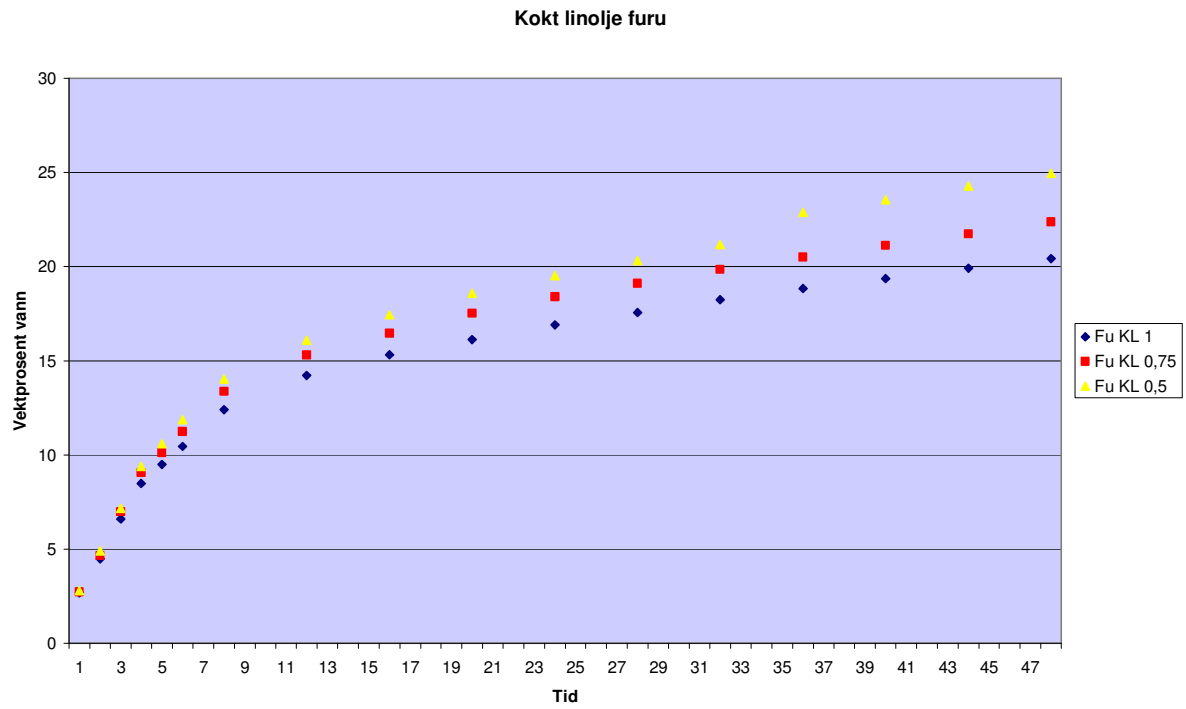


Fig. C21

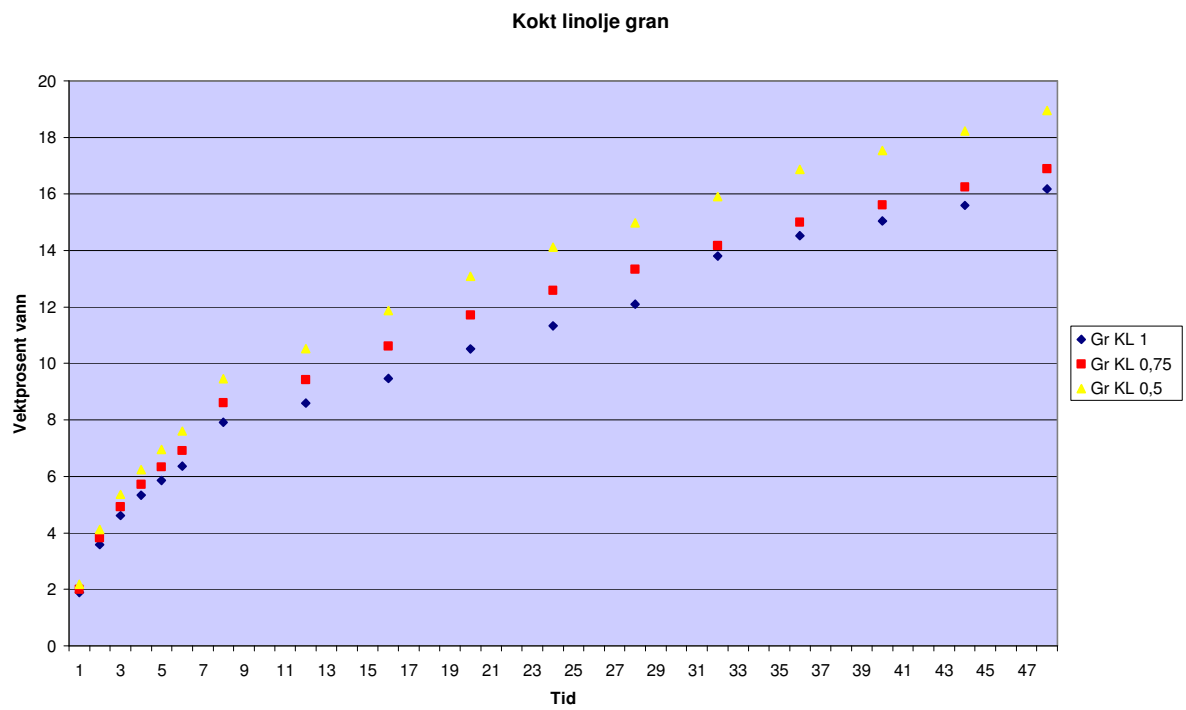


Fig. C22

Vedlegg D

Resultater av fuktdynamisk undersøkelse av diffusjonstetthet av overflatebehandling på nøytrale overflatebehandlingsbærere (3.4.5).

Forklaring til grafer og innførsler.

Øverst på hver graf er det et loggnummer som angir en spesifikk datalogger – i alt 12 forskjellige. Som det fremkommer av grafene har hver av loggerne seks ulike målinger a ca 48 timer, som var måleperioden for hver overflatebehandling. Rød linje er temperatur, blå er relativ luftfuktighet.

Forkortelsene innført i grafene er:

0: Ingen overflatebehandling

Butyl: Diffusjonstett teip

A, B, C, D: Tretjære, se nærmere beskrivelse **3.5**

RL: Rå linolje, se nærmere beskrivelse **3.5**

KL: Kokt linolje, se nærmere beskrivelse **3.5**

RL+C, K: Forbehandling med karbolineum, etterfulgt av blanding av rå linolje og tretjære **C**, blandingsforhold 1/1

KL+C, K: Forbehandling med karbolineum, etterfulgt av blanding av kokt linolje og tretjære **C**, blandingsforhold 1/1

S: Steinkulltjære, se nærmere beskrivelse av denne **4.3**

Kreosot: Kreosot, se nærmere beskrivelse av denne **4.7**

K: Karbolineum, se nærmere beskrivelse av denne **4.7**

Drygolin: Alkydoljemaling for utvendig treverk

Tallverdien etter forkortelsene angir lagtykkelse i liter per m².

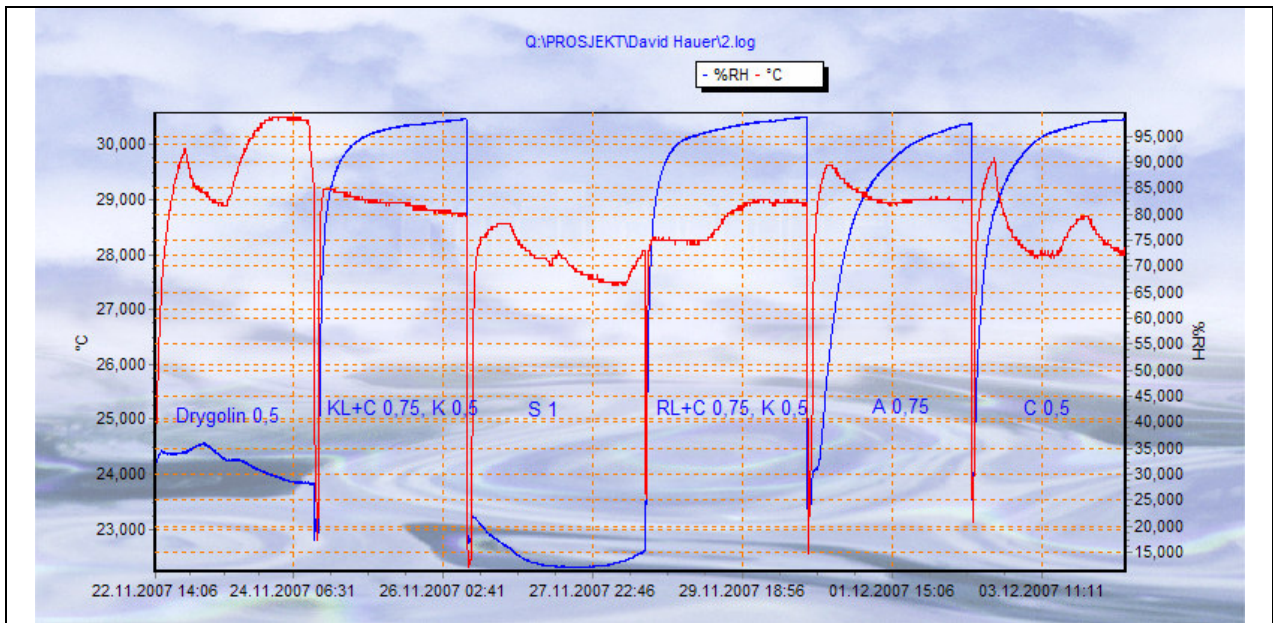


Fig. D1

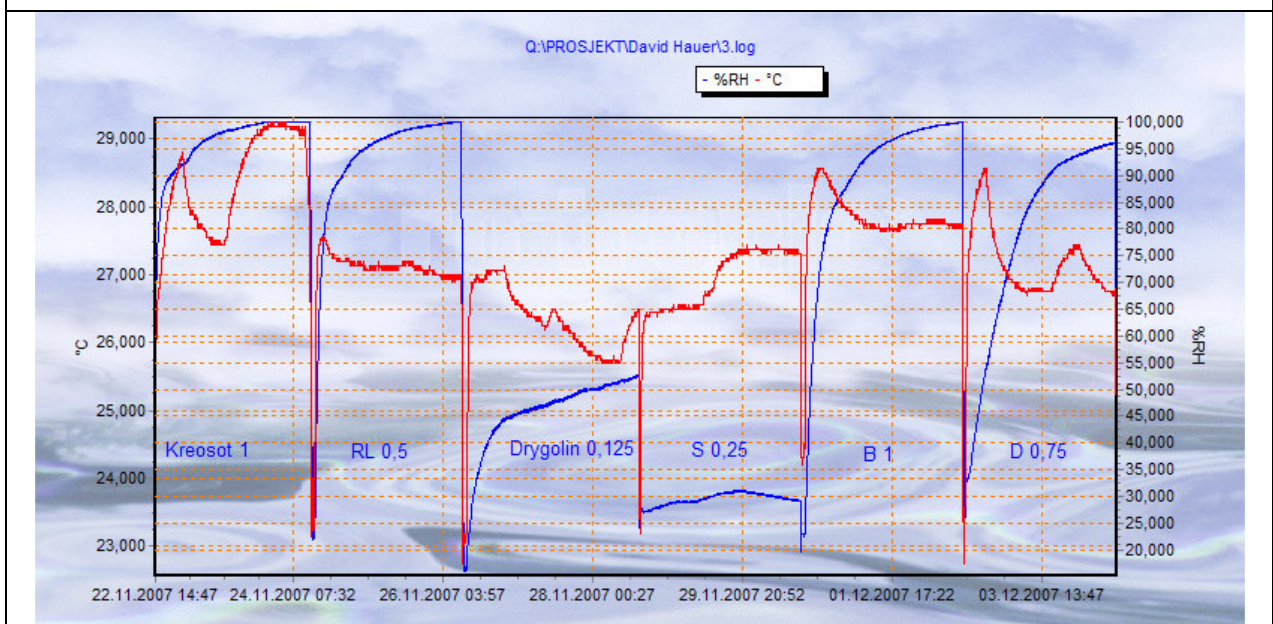


Fig. D2

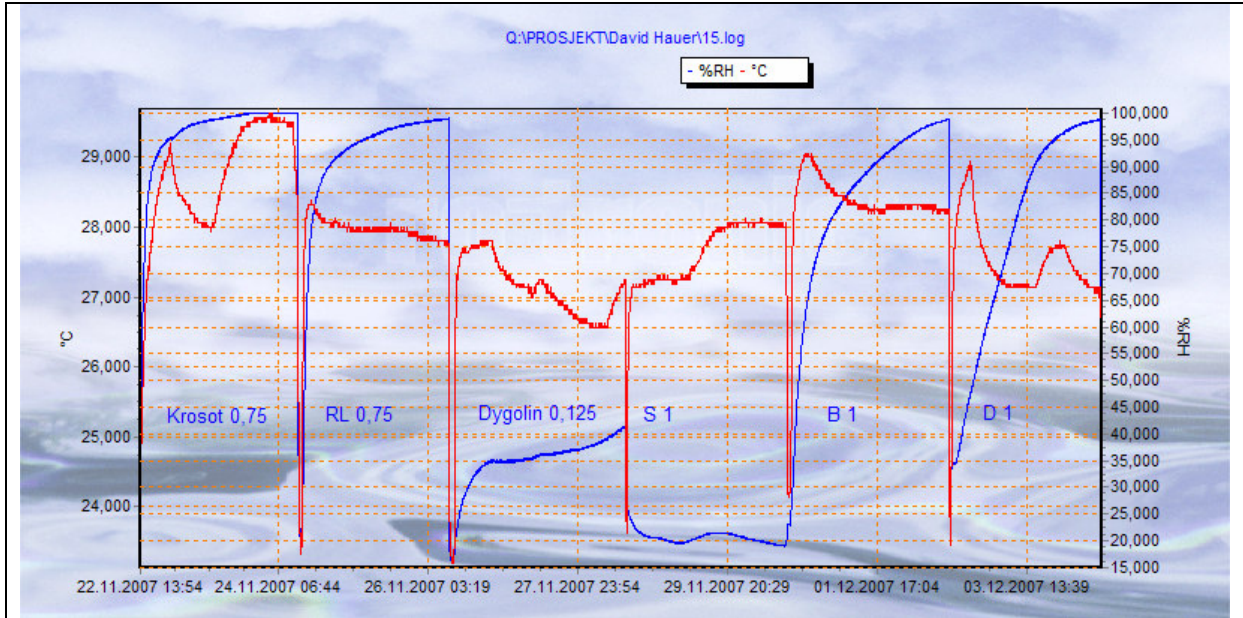


Fig. D3

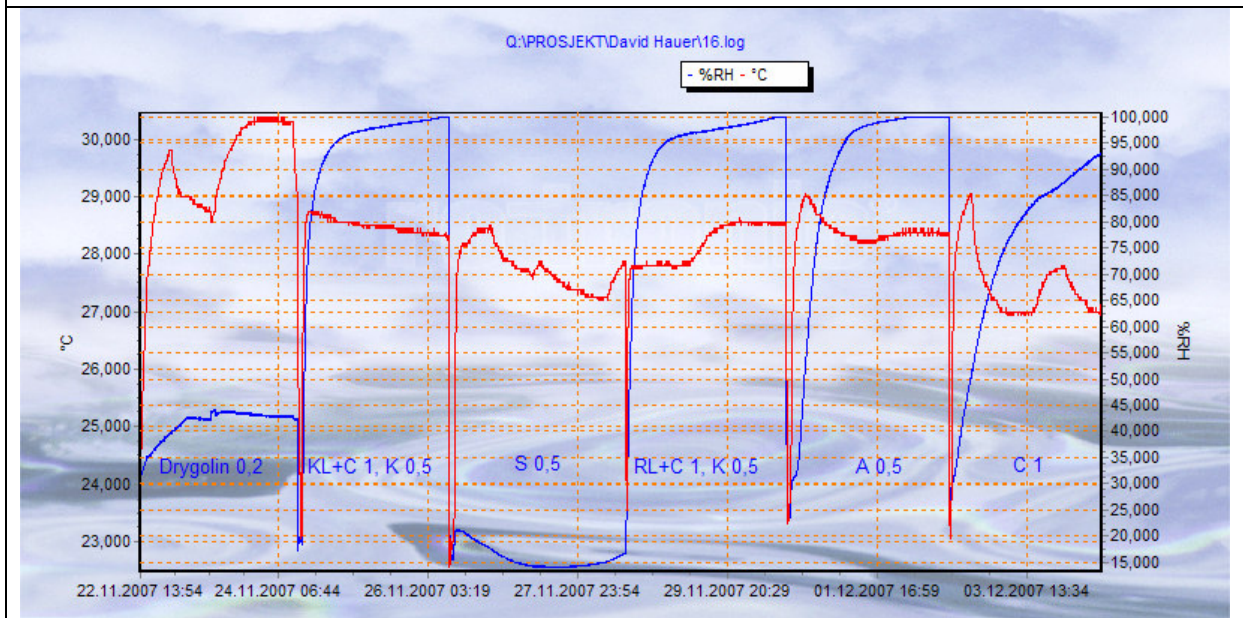


Fig. D4

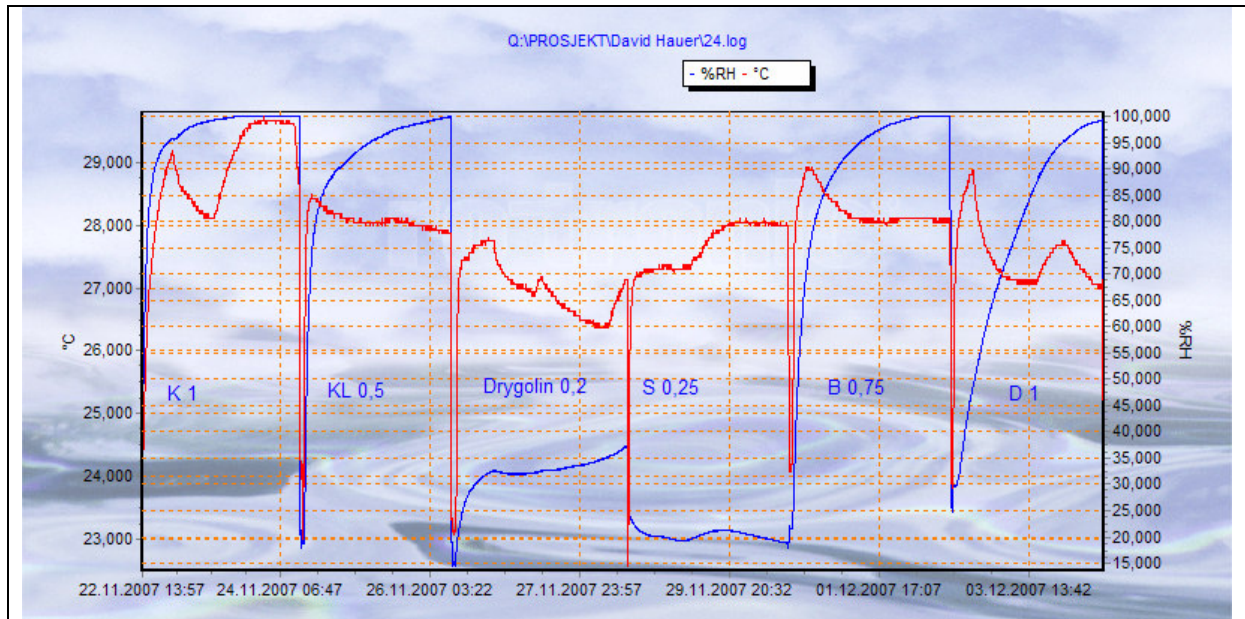


Fig. D5

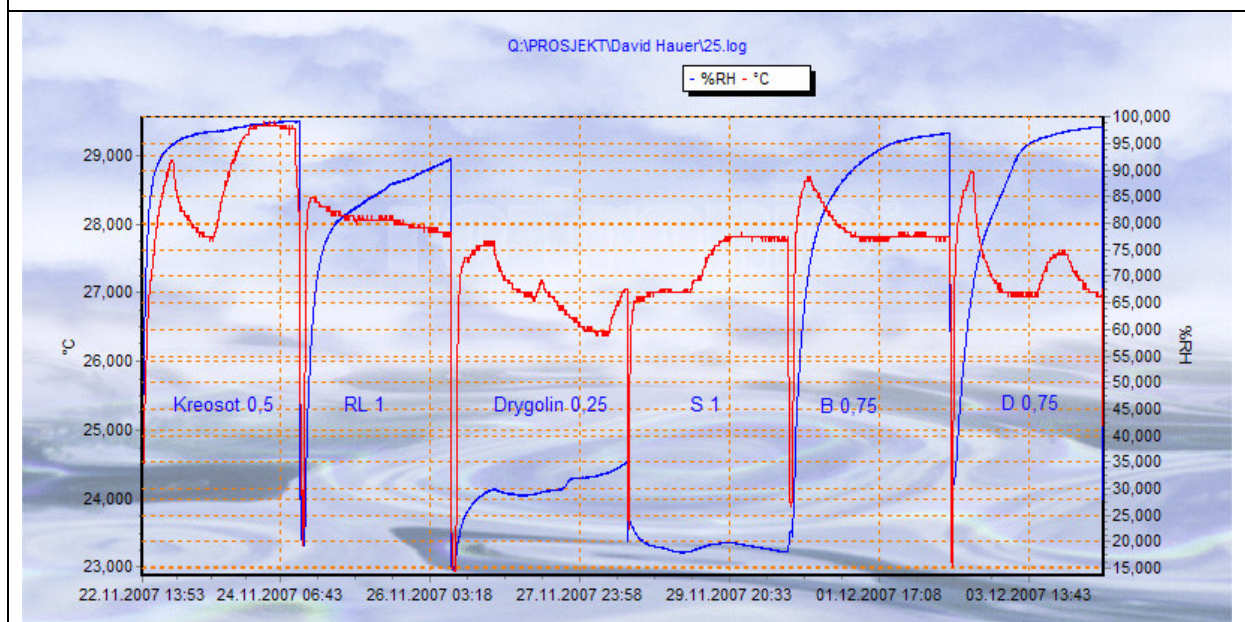


Fig. D6

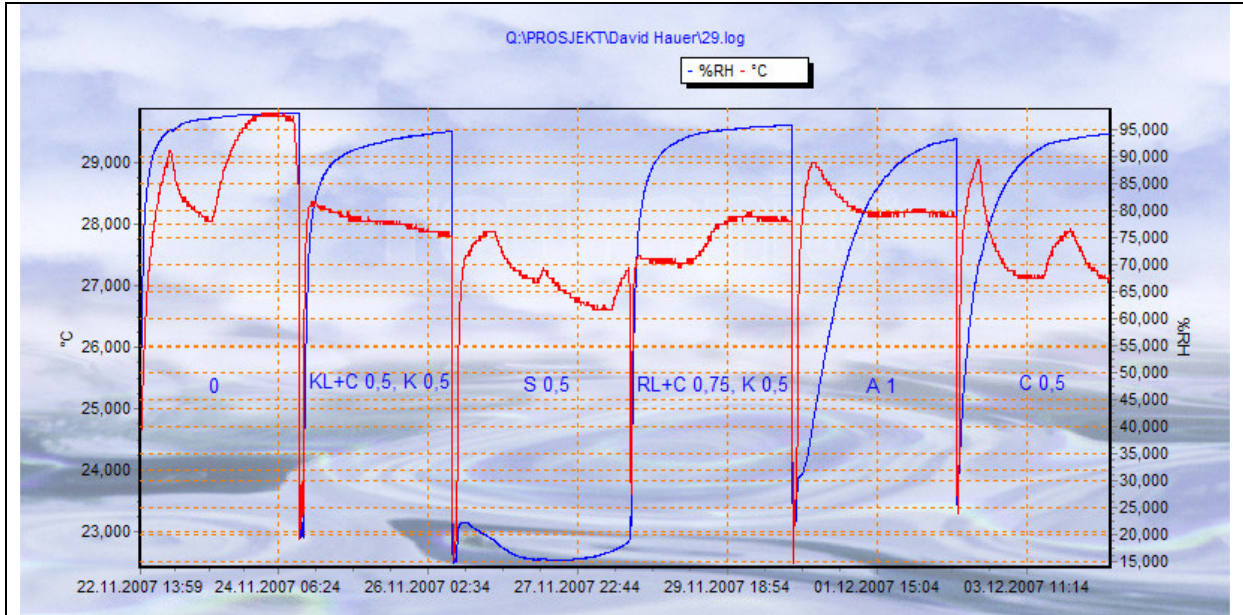


Fig. D7

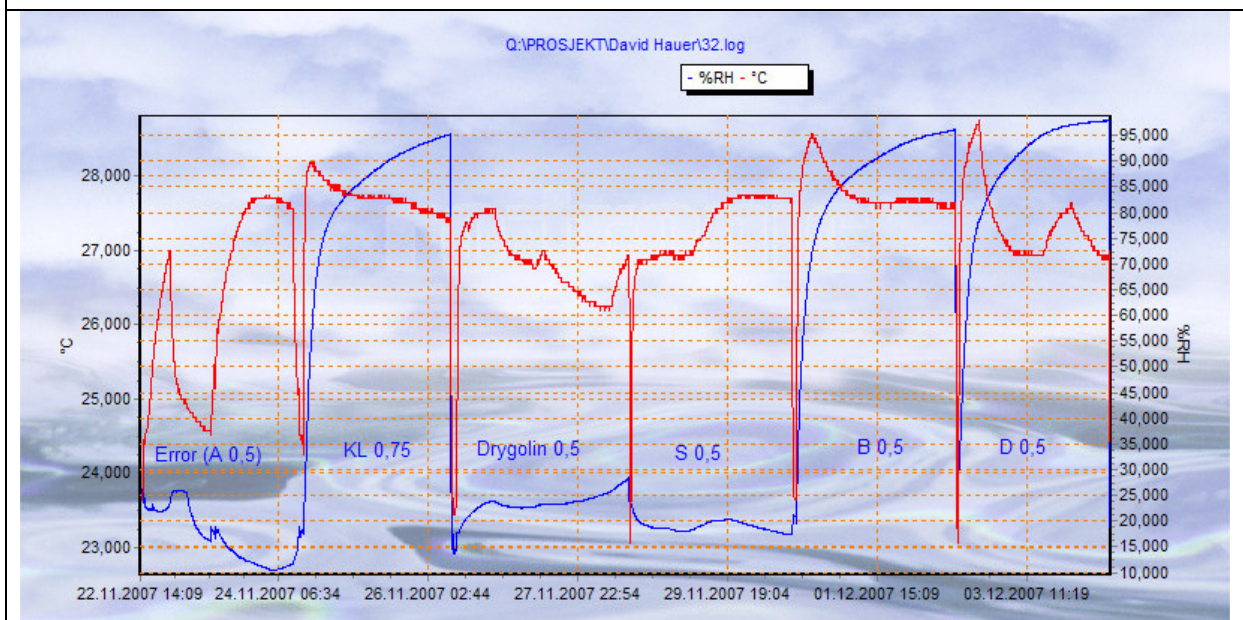


Fig. D8

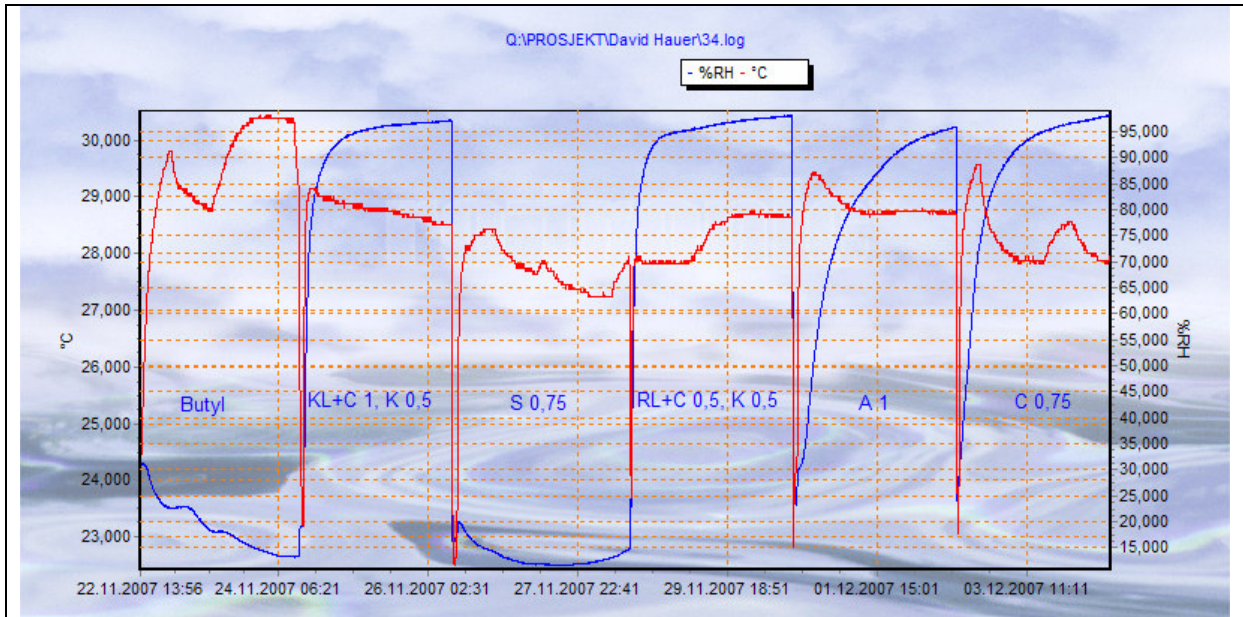


Fig. D 9

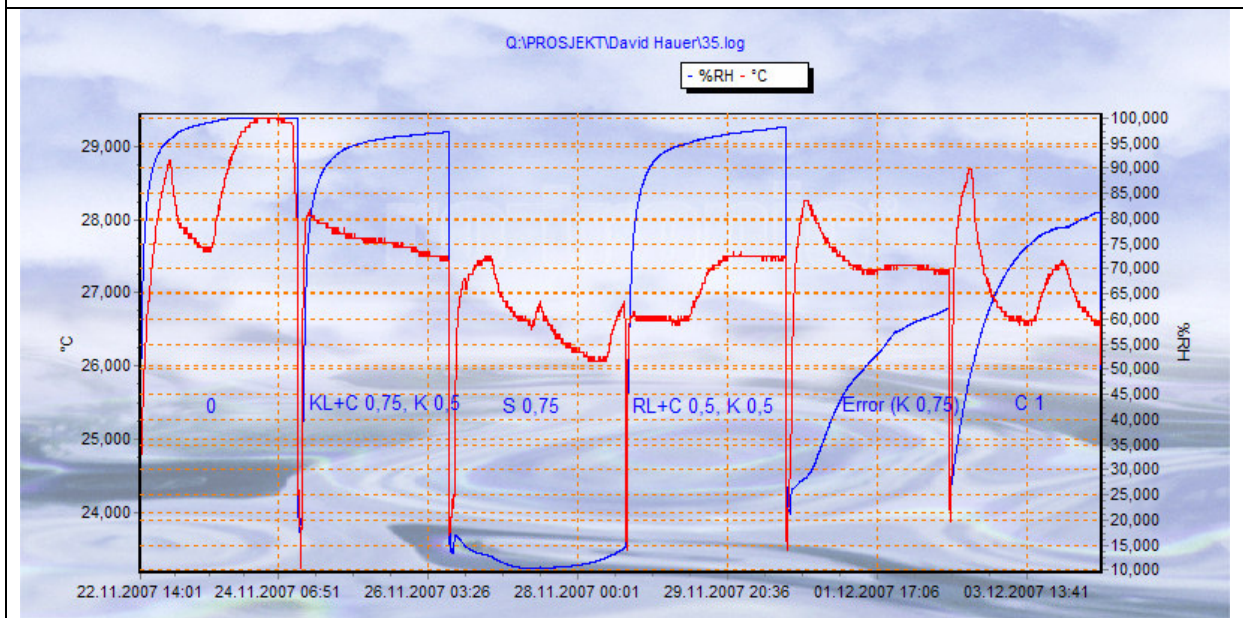


Fig. D10

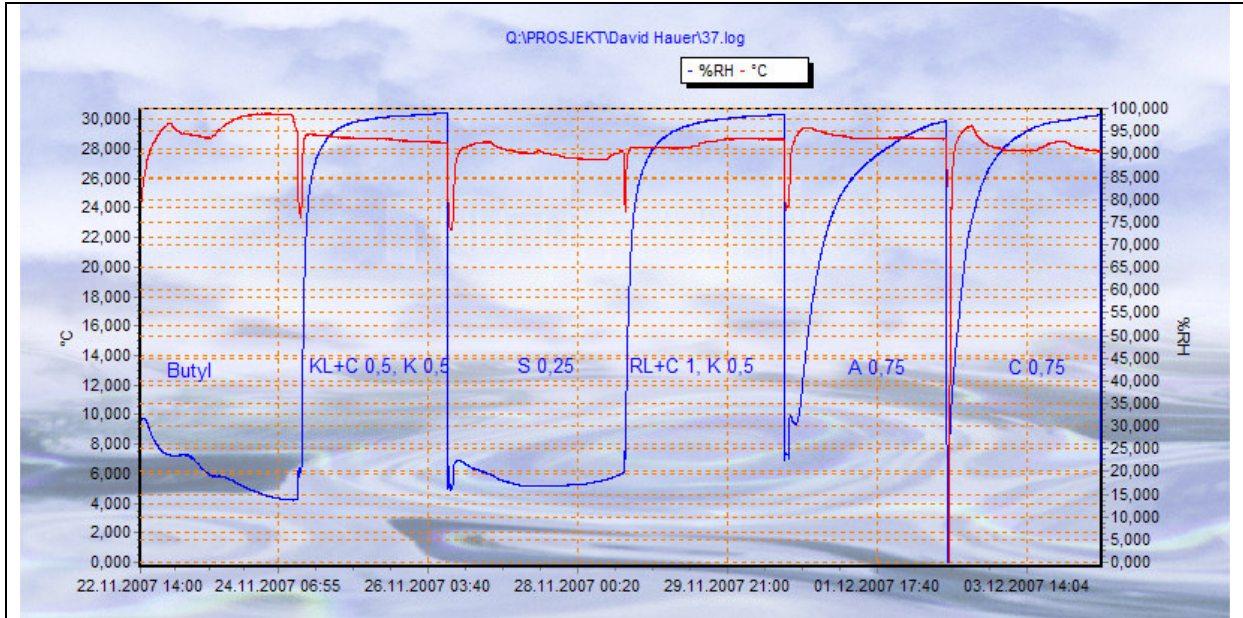


Fig. D11

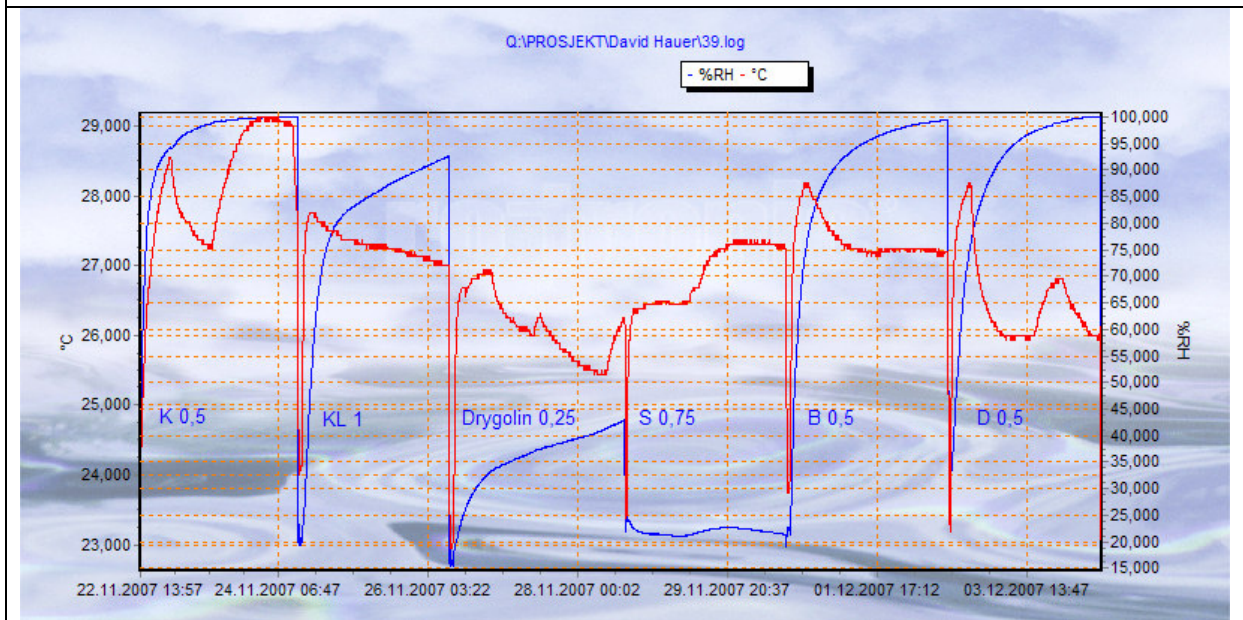


Fig. D12

Vedlegg E

Datablad for Drygolin, rå linolje, kokt linolje og steinkulltjære.

DRYGOLIN OLJEMALING

Jotun Dekorativ

E020101 06.2007

Drygolin Oljemaling er en meget værbestandig, halvblank, tiksotrop alkydmaling for utvendig bruk. Tilsatt fimlkonserverende middel mot svertesopp. Drygolin Oljemaling er lett å påføre og har en fyldig konsistens. Drygolin Oljemaling anbefales på nytt utvendig treverk, samt på tidligere beiset, dekkbeiset eller malte underlag. Kan også benyttes som toppstrøk på stål og andre metaller.

FYSIKALSKE DATA:

Type..... Tiksotrop, alkydoljebasert husmaling. Inneholder lysstabilisator.
Farger..... Hvit. Baser: A, B, C, Oker, Gul og Oksyderød som brekkes over Jotun Multicolor Fargeblendesystem.
Glans..... 40 - 55 halvblank. (Hvit ca. 30).
Viskositet..... 260 - 300 cP
Litervekt..... 1,18 (hvit)
Tørrstoff i volum % 55 (hvit)
Flammepunkt i grader Celsius..... 62

BRUKSDATA:

Anbefalt filmtykkelse, tørr..... 50 mikrometer - 85 mikrometer
Anbefalt filmtykkelse, våt..... 80 mikrometer - 140 mikrometer
Anbefalt forbruk uhøvlet treverk..... 5 - 8m²/liter
Anbefalt forbruk høvlet treverk..... 8 - 12m²/liter
Påføringsmetode..... Pensel, rull eller sprøyte

Veiledende data for høytrykksprøyte:

Dyse..... 0,46mm / 0,018"
Viftevinkel..... 65-80 grader
Malingstrykk..... Min MPa 15 / Min. 150 kg/cm²

Tørretider (v/23 gr.C, 50% R.H.):

Støvtørr..... Ca. 6 timer
Min. intervall for overmaling..... Ca. 24 timer. Avviker ved endret temperatur, vindforhold og filmtykkelse. (Lavere temp. vil forlenge tørretidene).
Tynner/Rengjøringsmiddel..... Jotun White Spirit/Jotun Penselrens og vann

SIKKERHETSDATA:

Det er utarbeidet HMS-datablad for produktet.
EU grenseverdi for produktet (kat. A/d): 400 g/l (2007). Produktet inneholder maks 400 g/l VOC.
YL-gr. 1

BRANNFAREKLASSE:

Norge..... -
- 5 -

DIVERSE:

Brekking..... Jotun Multicolor Fargeblendemaskin
Baser: A - B - C - Oker, Gul og Oksydrød.
Emballasjestørrelser..... Hvit: 3 og 10 liter. Baser: 2,7 og 9 liter.
Anmerkning..... Rør godt om. Bokser med ulike produksjonsnummer

blandes før bruk for å unngå fargeforskjell. Husk at sol på halvtørr maling kan gi blæring, og at dugg på halvtørr maling kan gi matte skjolder. Matte skjolder kan også oppstå ved opptørring under høy luftfuktighet og lave temperaturer. Tilsetning av linolje, tran eller andre fremmede oljer må ikke forekomme. **BASER KAN IKKE BRUKES UBLANDET.** (Brekkes over Jotun MC).

BRUKSANVISNING:

FORBEHANDLING: Løs maling/beis og løse trefibre fjernes ved stålborsting/skraping. Underlag behandlet med linoljebeis, malt med tran- eller linoljemaling uten sinkhvitt, rengjøres til bart treverk (se IFI's brosjyre). Flater som er angrepet av svertesopp/grønske, behandles med Jotun Sopp- og Algedreper etter rengjøring med Jotun Kraftvask. Tidligere tjære- og mineraloljebehandling kan gi misfarging. Sink og galvaniserte flater vaskes med Jotun Kraftvask (1:5) med god etterskylling med rent vann. Bart jern grunnes med 2 strøk Bengalack Metallgrunning Arcanol. Underlaget må være overflatetørt. Rør godt om.

BRUKSOMRÅDE:

NYTT TREVERK: Grunnes før eller umiddelbart etter montering med 1 strøk Visir Grunning. Husk endeved 3-4 strøk vått-i-vått. Er treverket meget sugende kan 2 strøk være nødvendig. Treverk som har stått ubehandlet mer enn 4-6 uker (avhengig av årstid) skal stålborstes. Skitne flater vaskes med Jotun Kraftvask og forbehandles med Visir Grunning. Husk endeveden, 3 - 4 strøk vått-i-vått. Deretter minst 2 strøk Drygolin Oljemaling på uhøvlet treverk og 3 strøk på høvlet.

BEISET/DEKKBEISET/MALT TREVERK: Skitne/soppbefengte flater behandles med Jotun Kraftvask. Løs maling/beis og løse trefibre fjernes ved sliping/stålborsting. Bart tre grunnes med ett strøk Visir Grunning før 2strøk Drygolin Oljemaling.

GENERELT: Underlaget må være fast, rent og tørt før malerarbeidet starter. Rør godt om, men la malingen stå til tiksotropien har kommet tilbake. Ikke tilsett fremmede oljer. Påfør malingen jevnt og fyldig. Skal det påføres mer enn ett strøk, bør disse påføres med høyst 14 dagers mellomrom for å oppnå best mulig vedheft mellom strøkene. All endeved må mettes ekstra godt, 3 - 4 strøk vått-i-vått. For mer utførlig informasjon se HMS-datablad. Se også Jotun's hjemmeside: www.jotun.no og Drygolin's info.side: www.drygolin.info.

Opplysninger på dette databladet er basert på omfattende laboratorieprøver og praktisk erfaring. Ettersom de forhold produktet benyttes under ofte ligger utenfor vår kontroll, kan vi ikke garantere annet enn produktets kvalitet. Man forbeholder seg retten til uten varsel å endre de oppgitte data. Maling kan betraktes som et halvfabrikat. Resultatet er avhengig av konstruksjon, underlagets beskaffenhet, forbehandling, temperatur, luftfuktighet, påføring osv.
Be om ytterligere informasjon.

JOTUN RÅ LINOLJE

Jotun Dekorativ

E020309 03.2006

Jotun Rå Linolje er et vegetabilsk naturprodukt som har meget gode inntrengningsevner i treverk. Benyttes derfor, tynnet med terpentin, som båtolje og andre steder hvor maksimal inntrengning er påkrevet eller ønsket.

FYSIKALSKE DATA:

Type.....	Rå linolje, langsomt tørkende
Glans.....	Blank
Viskositet.....	60 cP v/25 °C
Litervekt.....	0,92
Tørrestoff i volum %	100
Flammepunkt i grader Celsius.....	320

BRUKSDATA:

Påføringsmetode..... Pensel, rull eller høytrykkssprøyte

Tørretider (v/23 gr.C, 50% R.H.):

Støvtørr..... ca. 2-3 døgn

Min. intervall for overmaling..... Ca. 1 uke. Avviker ved endret temperatur, fuktighet, ventilasjon og filmtykkelse.

Tynner/Rengjøringsmiddel..... Jotun White Spirit/Jotun penselrens og vann.

SIKKERHETSDATA:

Det er utarbeidet HMS-datablad for produktet.

EU grenseverdi for produktet(kat. A/e): 400 g/l (2010). Produktet inneholder maks 50 g/l VOC.

BRANNFAREKLASSE:

Norge..... -

DIVERSE:

Emballasjestørrelser..... 1 liter og 5 liter plastkanne

Anmerkning..... SKUMPLAST, KLUTER O.L. BRUKT VED PÅFØRING AV LINOLJE, MÅ BRENNES ELLER LEGGES I VANN STRAKS ETTER BRUK, DA DE KAN FORÅRSAKE SELVANTANNELSE.

BRUKSANVISNING:

BRUKSMÅTE:

Jotun Rå Linolje kan benyttes utynnet eller tynnet med terpentin som gir den beste inntrengning. Blandes den med Benar UVR eller Benar Blank (f.eks. 1:1) oppnås det raskere tørk og bedre vannfasthet.

GENERELT:

Linoljegrunding og linoljemaling kan i forbindelse med senere overmaling forårsake oppblæring. For å sikre seg mot dette, må minst 25 % av pigmentmengden være et "aktivt" pigment som f.eks. sinkhvitt. Faren for blæredannelse reduseres også hvis halvdel av oljeinnholdet består av Benar. Bruk Jotun Kokt Linolje tilsatt soppdreper hvis det er fare for soppdannelse. Be Deres fargehandler om å få IFI's brosjyre eller Jotuns faktablad om blæring. Benyttet som båtolje, oppnås det større vannfasthet ved halvblending med Benar Marine evt. Benar Blank. Underlagets temperatur ved påføring må være over +2 ° C.

Se også Jotuns faktablad om selvantennelse.

For mer informasjon om linoljer og linoljemaling, se også Jotuns brosjyre Jotun Linoljemaling fargekart og veiledning.

Opplysninger på dette databladet er basert på omfattende laboratorieprøver og praktisk erfaring. Ettersom de forhold produktet benyttes under ofte ligger utenfor vår kontroll, kan vi ikke garantere annet enn produktets kvalitet. Man forbeholder seg retten til uten varsel å endre de oppgitte data. Maling kan betraktes som et halvfabrikat. Resultatet er avhengig av konstruksjon, underlagets beskaffenhet, forbehandling, temperatur, luftfuktighet, påføring osv.

Be om ytterligere informasjon.

JOTUN KOKT LINOLJE

Jotun Dekorativ

E020307 03.2006

Malerolje for interiør- og utvendig bruk. Olje til håndrørte malinger, sparkelmasse og som båtølje. Jotun Kokt Linolje er et vegetabilsk naturprodukt med meget god inntregningsevne.

FYSIKALSKE DATA:

Type.....	Kokt linolje
Glans.....	Blank
Viskositet.....	70 cP v/25 °C
Litervekt.....	0,94
Tørrstoff i volum %	100
Flammepunkt i grader Celsius.....	300

BRUKSDATA:

Påføringsmetode..... Pensel, rull eller høytrykkssprøyte.

Veiledende data for høytrykkssprøyte:

Dyse.....	0,28-0,38mm / 0,011" - 0,015"
Viftevinkel.....	60-80 grader
Malingtrykk.....	13-18 MPa /130-180 kg/cm ₂

Tørretider (v/23 gr.C, 50% R.H.):

Støvtørr.....	24 timer
Min. intervall for overmaling.....	Ca. 2-3 døgn.
Brukstørr, minimum.....	Avviker med endret temperatur, fuktighet, ventilasjon og filmtykkelse.
Tynner/Rengjøringsmiddel.....	Jotun White Spirit/Jotun Penselrens og vann.

SIKKERHETSDATA:

Det er utarbeidet HMS-datablad for produktet.
EU grenseverdi for produktet(kat. A/e): 400 g/l (2010). Produktet inneholder maks 50 g/l VOC.

BRANNFAREKLASSE:

Norge..... -

DIVERSE:

Emballasjestørrelser..... 1 liter og 5 liter plastkanne
Anmerkning..... Hold emballasjen godt lukket, og oppbevar den ikke i temperatur under +2°C. SKUMPLAST, KLUTER O.L.BRUKT VED PÅFØRING AV LINOLJE, MÅ BRENNES ELLER LEGGES I VANN STRAKS ETTER BRUK, DA DE KAN FORÅRSAKE SELVANTENNELSE.

BRUKSANVISNING:

BRUKSMÅTE:

Jotun Kokt Linolje kan benyttes utynnet eller tynnet med Jotun White Spirit. Dersom den benyttes utynnet må den strykes godt ut for å hindre rynkedannelse og sikre god gjennomtørk.

GENERELT:

Linoljegrunding og linoljemaling kan i forbindelse med senere overmaling forårsake oppblæring. For å sikre seg mot dette, må minst 25 % av pigmentmengden være et "aktivt" pigment som f.eks. sinkhvitt. Faren for blæredannelser reduseres også hvis halvdelen av oljeinnholdet består av Benar Blank. Bruk Jotun Kokt Linolje tilsatt soppdreper hvis det er fare for soppdannelse. Be Deres fargehandler om å få IFI's brosjyre "Vi vedlikeholder trehus" eller Jotuns faktablad om blæring. Benyttet som båtølje, oppnås

det større vannfasthet ved halvblanding med Benar Marine evnt. Benar Blank. Underlagets temperatur må ved påføring være over +2 ° C.

Se også Jotuns faktablad om selvantennelse.

For mer informasjon om linoljer og linoljemaling, se også Jotuns brosjyre Jotun Linoljemaling fargekart og veiledning.

Opplysninger på dette databladet er basert på omfattende laboratorieprøver og praktisk erfaring. Ettersom de forhold produktet benyttes under ofte ligger utenfor vår kontroll, kan vi ikke garantere annet enn produktets kvalitet. Man forbeholder seg retten til uten varsel å endre de oppgitte data. Maling kan betraktes som et halvfabrikat. Resultatet er avhengig av konstruksjon, underlagets beskaffenhet, forbehandling, temperatur, luftfuktighet, påføring osv.

Be om ytterligere informasjon.

HMS - DATABLAD

Revisjonsdato: 12.08.2003

Datablad nr:

Side: 1 av 6

BITMAC 10 GX

STEINKULLTJÆRE

1. IDENTIFIKASJON AV KJEMIKALIET OG ANSVARLIG FIRMA

Handelsnavn	BITMAC 10 GX	Dekl.nr.	
Synonymer		CAS nr.	Blanding
Kjemisk navn	Tjære flytende	Indeks nr.	
Artikkel nr		Formel	
Gruppe			
EC-nr			
Resept nr			
Produsent- importør	Produsent: Bitmac Ltd., South Humberside, ENGLAND Importør: PERMAKEM A/S Postboks 244 Leirdal,1081 OSLO		
Omsetter	PERMAKEM A/S Postboks 244 Leirdal 1011 OSLO Tlf.23141230 Fax.23141231		
Ansvarlig Anvendelse	Tor Bergheim Maling og Lakk/Kjem.tekn.bruk		
Utarbeidet av	Tor Bergheim		

2. OPPLYSNINGER OM KJEMISK SAMMENSETNING

Ingrediens	Innhold	CAS-nr	EC-nr	FH	FB	FM	Kl	R-Setninger
O-xylen	10-30	95-47-6	202-422-2	Xn				10-20/21-38

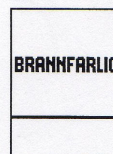
Tegnforklaring FB/FH/FM=Fareklasse brann/helse-/miljø, Tx=Meget Giftig, T=Giftig, C=Etsende, Xn=Helseskadelig, Xi=Irriterende, IK=Ikke klassifiseringspliktig, E=Eksplosiv, O=Oksyderende, Fx=Ekstremt brannfarlig, F=Meget brannfarlig, N=Miljøskadelig, M=Arve- stoffskadelig, A=Allergifremkallende, K=Kreftfremkallende, R=Reproduksjonsskadelig.

**Ingrediens-
kommentarer** Produktet er en blanding av aromatiske hydrokarbonoljer og xylene.

3. VIKTIGSTE FAREMOMENTER



HELSESKADELIG



Irriterende.

4. FØRSTEHJELPSTILTAK

Generelt	Fjern den skadede fra eksponering.
Innånding	Flytt vedkommende til frisk luft.Søk legehjelp ved skadesymptomer.

Databladet er utarbeidet ved hjelp av HMS-sensor

HMS - DATABLAD

Revisjonsdato: 12.08.2003

Datablad nr:

Side: 2 av 6

BITMAC 10 GX

Fortsettelse fra forrige side.....

Hudkontakt	Vask straks med såpe og vann.Fjern tilsølte klær og fortsett vaskingen.Hvis det har festet seg kan man bruke vegetabilsk olje for å fjerne tjæren.
Øyekontakt	Skyll straks med mye vann mens øyelokket løftes.Fortsett å skylle i minst 15 minutter.Kontakt lege.
Svelging	Skyll med vann. Oppsøk lege ved skadesymptomer.
Medisinsk informasjon	Ingen spesielle opplysninger.
Helsekontroll	

5. TILTAK VED BRANNSLUKKING

Passende slukningsmidler	Vanntåke,CO2,Skum,tørt pulver
Uegnete slukningsmidler	
Brann og eksplosjonsfarer	Brannfarlig.Ved oppvarming dannes brennbar damt som kan danne eksplosiv blanding med luft.
Personlig verneutstyr	Benytt personlig verneutstyr som angitt i pkt. 8.
Annen informasjon	Bruk ikke hard vannstråle.

6. TILTAK VED UTILSIKTET UTSLIPP

Sikkerhetstiltak for å beskytte personell	Bruk personlig verneutstyr som angitt i pkt. 8.
Sikkerhetstiltak for å beskytte miljø	Må ikke slippes i vann eller kloakksystemer.Større utslipp må varsles hos myndighetene.
Egnede metoder for skadebegrensning og opprensning	
Generelt	Absorber i tørr sagflis,vermikulitt,tørr sand eller jord.Bruk verne-briller og -hansker og verneklær.Avhengig av temperaturen på spillt vare må det brukes beskyttende klær etc.Væsken må forhindres fra å komme ned i kloakker,kjellere.

7. HÅNTERING OG OPPBEVARING

Spesielle egenskaper og farer	Arbeid på godt ventilert sted.Bruk trykkluft eller friskluftmaske ved arbeid i trange/lukkede rom. Dusj/vask hendene etter endt arbeid.Bruk ikke trykkluft ved tømning av emballasjen.Bruk hansker og briller ved behandling av stoffet.
Håndteringsveiledning	Bruk ikke trykkluft ved tømning av emballasjen. Bruk verneutstyr.
Lagringsanvisning	Lagres godt ventilert og adskilt fra oksyderende stoffer.Emballasje skal holdes tett lukket.Holdes vekk fra antenneskilder.
Annen informasjon	

Databladet er utarbeidet ved hjelp av HMS-sensor

HMS - DATABLAD

Revisjonsdato: 12.08.2003

Datablad nr:

Side: 3 av 6

BITMAC 10 GX

Fortsettelse fra forrige side.....

8. EKSPONERINGSKONTROLL OG PERSONLIG VERNEUTSTYR

Administrative normer	Ingrediens	Cas nr	Adm. Norm	Note
	O-xylen	95-47-6	108 mg/m ³	2001
Forebyggende tiltak	Hvis produktet brukes oppvarmet må det sørges for tilstrekkelig ventilasjon. Øyespylemuligheter ved arbeidsplass. Stoffet er tynnet med Xylene som ved oppvarming vil danne helseskadelige og brannfarlige gasser.			
Åndedrettsvern	Bruk egnet åndedrettsvern, evt. friskluftsmaske.			
Øyevern	Bruk vernebriller.			
Arbeidshansker	Bruk vernehansker i PVC ved berøring av stoffet. Vask hender og ansikt før pauser og toalettbesøk. Dusj etter arbeidets slutt.			
Verneklær	Bruk verneklær av mostandsdyktig materiale.			
Annen informasjon				

9. FYSISKE OG KJEMISKE EGENSKAPER

Produktets form	Flytende	Lukt	Merkbar løsningsmiddellukt
Farge	Sort	Oppløselig i	
Smelte/frysepunkt		Kokepunkt	ca. 25% under 300 °C
Tetthet	1.10 g/cm ³	Flammepunkt	30 °C
Eksplosjonsområde		pH (kons.)	
Løselighet i vann	Uløselig	Molmasse	
Damptrykk	ca. 8,96 mbar v/20 °C (Xylene)	Viskositet	1,5 Pa.s v/20 °C
Metningskons.		Tenn temperatur	>550
Dekomponeringstemp.		Luktegrense	
pH løsning		Damptetthet (luft=1)	
Vannreaktivitet		Luftreaktivitet	
Rel.Ford.Hastighet			
Annen informasjon			

10. STABILITET OG REAKTIVITET

Stabilitet	Produktet er stabilt under normale forhold.
Reagerer med	Stabil under normale forhold. Kan antennes ved lav temperatur ved kontakt med mettede isolerende materialer og pyrophoric iron sulphide. Ved brann kan det utvikles giftige gasser (Carbon monoksyd)
Farlige spaltningsprodukter	Det kan dannes giftig Carbonmonoksyd ved brann.
Annen informasjon	

11. HELSEFAREOPPLYSNINGER

Generelt

Databladet er utarbeidet ved hjelp av HMS-sensor

HMS - DATABLAD

Revisjonsdato: 12.08.2003

Datablad nr:

Side: 4 av 6

BITMAC 10 GX

Fortsettelse fra forrige side.....

Innånding	Kort tids eksponering kan virke irriterende på nese, svelg og øyne, hodepine og nysing. Lang tids påvirkning av xylenedamp kan skade indre organer.
Hudkontakt	Søl på huden bør unngås da dette kan gi irritasjon, særlig i sterkt solskinn.
Øyekontakt	Forårsaker sterk svie og kan skade øyet.
Svelging	Se innånding.
Akutte og kroniske skadevirkninger	Ingen data
Allergi	Ingen data
Mutagene effekter	Ingen spesielle opplysninger
Kreft	Stoffet er ikke oppført på kreftlisten.
Reproduksjons-skade effekter	Ingen spesielle opplysninger.
Annen toksikologisk informasjon	
Oral toksisitet	Ingen data tilgjengelig.
Dermal toksisitet	
Inh.toksisitet	

12. MILJØOPPLYSNINGER

Mobilitet	
Nedbrytbarhet	
Akkumulering	
Økotoksisitet	Ingen kjent økotoksikologisk effekt.
Andre skadevirkninger	
Annen informasjon	Unngå at produktet kommer i elver eller vannsystemet.

13. FJERNING AV KJEMIKALIEAVFALL

Generelt	Avtal avfallsdisponering med kommuneing./miljøsjef/SFT. Må ikke tømmes i elver eller vannkilder.
Avfallsgrupper	Konf.forskriftene vedrørende avfallsgruppe.

14. OPPLYSNINGER OM TRANSPORT

UN nummer	1999
------------------	------

Databladet er utarbeidet ved hjelp av HMS-sensor

HMS - DATABLAD

Revisjonsdato: 12.08.2003

Datablad nr:



Side: 5 av 6

BITMAC 10 GX

Fortsettelse fra forrige side.....

Fareseddel	3		
Forpakkings- gruppe	III		
Annen transport- informasjon	Se transportuhellskort.		
ADR/RID	Klasse	3	Klass. Kode F1
	Farenummer		Unntatte mengder LQ7
	Varenavn	Tjære flytende	
IMDG	Klasse	3.3	
	Subsidiary risks		EmS
	Limited Quantities		Flammepunkt 30 °C
	Proper shipping name	Brannfarlig væske.	
IATA	Klasse	3	Subsidiary risks
	Limited Quantities		

15. OPPLYSNINGER OM LOVER OG FORSKRIFTER

YI-gruppe			
YI-tall	0		
		HELSESKADELIG	
R-setninger	R-10	Brannfarlig	
	R-20/21	Farlig ved innånding og hudkontakt	
S-setninger	S-24/25	Unngå kontakt med huden og øynene.	
Referanser	Norsk stoffliste og produsent.		
Annen informasjon			

16. ANDRE OPPLYSNINGER AV BETYDNING FOR BRUKERENS SIKKERHET OG HELSE

Relevante risiko setninger	R-10 Brannfarlig. R-20/21 Farlig ved innånding og hudkontakt. R-38 Irriterer huden.
Informasjonskilder	Administrative normer (2001). Stofflisten (2002). Forskrift om klassifisering, merking m.v. av farlige kjemikalier (2002). Forskrift om farlig avfall (2003). ADR/RID-vegtransport av farlig gods (2003). Produsent.

Databladet er utarbeidet ved hjelp av HMS-sensor

HMS - DATABLAD

Revisjonsdato: 12.08.2003

Datablad nr:

Side: 6 av 6

BITMAC 10 GX

Fortsettelse fra forrige side.....

**Leverandørens
anmerkninger**

Opplysningene i dette datablad er gitt på grunnlag av vår nåværende viten. Hensikten er en beskrivelse av produktet med tanke på sikkerheten.
Databladet er utarbeidet av PERMAKEM A/S, og opplysningene er hentet fra produsent, norsk stoffliste og andre relevante oppslagsverk.
Ansvarlig for utarbeidelsen : Tor Bergheim

**Brukerens
anmerkninger**

Erstatter

18.10.1999

Første gang utgitt: 14.02.1995

Databladet er utarbeidet ved hjelp av HMS-sensor