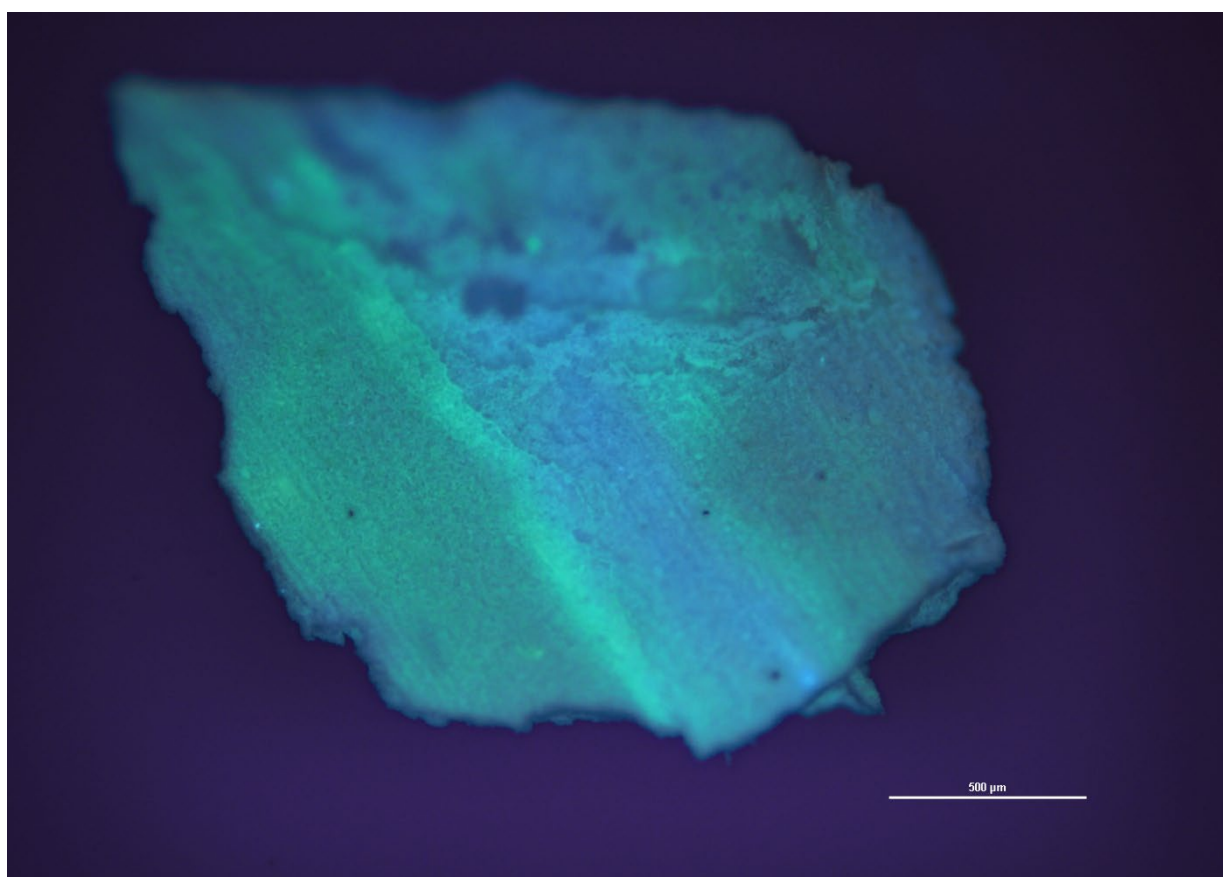


NASJONALE OPPGAVER: METODEUTVIKLING

Vurdering av metylcellulose og andre celluloseetere
for konsolidering av limfarge. Delrapport 2

Mengshoel, Karen





Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU)
 Storgata 2, Postboks 736 Sentrum, 0105 Oslo
 Telefon: 23 35 50 00
www.niku.no

Tittel Nasjonale oppgaver: metodeutvikling Vurdering av metylcellulose og andre celluloseetere for konsolidering av limfarge. Delrapport 2	Rapporttype/nummer NIKU Rapport 167	Publiseringsdato 01.02.2023
	Prosjektnummer 1022278-05	Sider 42
	Avdeling Konservering	Tilgjengelighet Åpen
Forfatter(e) Mengshoel, Karen	ISSN 2703-7797 ISBN 978-82-8101-314	Oppdragstidspunkt / periode utført 2022
Forsidebilde Materialprøve av limfarge med fluorescensmarkert metylcellulose i mikroskop. NIKU 2022		

Prosjektleder Karen Mengshoel
Prosjektmedarbeider(e) Barbro Wedvik, Elena Platania
Kvalitetssikrer Kjersti Marie Ellewsen

Oppdragsgiver / finansiert av Klima- og miljødepartementet
--

Sammendrag Som ledd i Nasjonale oppgaver: Metodeutvikling er metylcellulosens egnethet for flatekonsolidering av limfargedekor undersøkt. Fokuset har vært på å finne ut hvor langt inn i malingsstrukturen limet trenger, og om det har tilstrekkelig limstyrke til å bevare dekoren. Gjennom prosjektet har det vært satt opp limfargeoppstryk, gjort eksperimenter med fluorescensmarkering av metylcellulose for undersøkelse i mikroskop, og analysert tverrsnitt fra testfelt på original limfargedekor gjennom FTIR. I tillegg er testfelt på originale limfargedekorerte overflater vurdert etter ett og to år.
Abstract As part of <i>Nasjonale oppgaver: metodeutvikling</i> , methylcelluloses and their viability for consolidation of animal glue-based distemper paint was investigated. The focus was on detecting methyl cellulose in samples in order to assess penetration of the glue into the structure. The project has entailed producing paint outs of distemper paint, test consolidation, experimenting with fluorescent marking of methyl cellulose, and investigating free samples and cross sections through microscopy and FTIR. In addition, test areas on original distemper surfaces have been assessed after one and two years of natural ageing.

Emneord Limfarge, flatekonsolidering, metylcellulose, fluorescensmarkering
Keywords Distemper paint, consolidation, methyl cellulose, fluorescent marking

Avdelingsleder
 Kjersti Marie Ellewsen

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon	7
1.1	Bakgrunn	7
1.2	Hovedproblemstillinger 2022	7
2	Metode	7
2.1	Praktiske tester	8
2.1.1	Limfargeoppstryk	8
2.1.2	Fluorescensmarkering	9
2.1.3	Oppfølging av testfelt	10
2.2	Analyser	10
2.2.1	FTIR	10
3	Resultater	11
3.1	Praktiske tester	11
3.1.1	Limfargeoppstryk	11
3.1.2	Fluorescensmarkering	14
3.1.3	Oppfølging av testfelt	17
3.2	Analyser	26
3.2.1	FTIR	26
4	Diskusjon	27
5	Konklusjon og veien videre	29
5.1	Hovedproblemstillinger	29
5.2	Veien videre	30
6	Referanser	31
7	Vedlegg	32
7.1	Prøveuttaksskjema	32
7.2	Tidligere testfelt i Tyllaldalen kirke (2019, ettersjekk i 2020)	37
7.3	Tabell over testfelt i Gimmestad kirke	41

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Prosjektet «Vurdering av metylcellulose og andre celluloseetere for konsolidering av limfarge» er en videreføring av Nasjonale oppgaver fra 2021, finansiert av Klima- og Miljødepartementet. Prosjektet søker å forbedre dagens metoder for flatekonsolidering og bevaring av limfargedekor i Norge og i norsk klima. Resultatene vil sannsynligvis også ha overføringsverdi til konsolidering av andre porøse malingsstrukturer. For introduksjon til limfargens bevaringsproblematikk, se Jernæs, Ørnhøi og Olstads artikler *A complex conservation challenge. Consolidation of Norwegian distemper paint decorations* (Jernæs & Ørnhøi, 2021) og *Consolidating distemper paint – reviewing the suitability of sturgeon glue* (Ørnhøi, Olstad & Jernæs, 2022). For introduksjon til metylcellulose (MC) som del av Nasjonale oppgaver og litteraturgjennomgang, se rapport del 1 fra 2021 (Mengshoel, 2021)

1.2 Hovedproblemstillinger 2022

- **Inntrengning:** Hvor i lagstrukturen legger cellulose-eterne seg ved flatekonsolidering? Vi ønsker å finne en analysemetode som kan skille cellulosen i det nye limet fra proteinet i opprinnelig lim ved undersøkelse av materialprøver i tverrsnitt. Analysemetoden bør være pålitelig, enkel og lett tilgjengelig slik at den kan brukes til vurdering av behandlingsmetode i konserveringsoppdrag.
- **Teste følgende hypotese:** Ved anvendelse av metylcellulose til konsolidering av limfarge vil kortere molekyllengde, høyere konsentrasjon og tilsetning av etanol gi bedre inntrenging enn lengre molekyllengde, lavere konsentrasjon og uten etanol, uten å redusere limstyrke.

Andre aspekter, videreført fra 2021 til 2022, tas med videre.

- Hvilke håndteringsegenskaper har de andre cellulose-eterne (ikke metylcellulose), er det mulig å jobbe bedre med dem?
- Er cellulose tilstrekkelig stabil ved svingninger i relativ luftfuktighet?
- Er nanocellulose anvendelig som konsolideringsmiddel på limfarge? Enten alene eller som tilsetning i metylcellulose (evt med tilsetning av kolloid for påvisning i tverrsnitt).
- Er blanding av metylcellulose og størlim et alternativ? Det må i så fall vurderes om tilsetning av etanol i blandingen vil skade proteinet i størlimet på en måte som gjør det uegnet.
- Har vi noe å lære av koreansk tilnærming til bevaring av limfarge?¹

2 Metode

Så langt har valg av materiale og teknikk for konsolidering vanligvis vært basert på vurdering av testfelt med ulike typer lim og deres tilstand etter ett til to år. Vi ønsket å utvikle en metode som kan brukes på laboratoriet, og som viser konsolideringsmidlets inntrenging og egnethet. Metoden må være enkel og effektiv nok til at konservatorer kan ta den i bruk i forbindelse med forundersøkelser for behandling av limfargedekorerte flater.

Målene for prosjektet i år har derfor vært:

- Finne ut hvilke celluloseetere som gir god inntrenging og tilstrekkelig limstyrke, og som dermed egner seg best til å feste løs maling på limfargedekor. Utvalget er basert på funn fra litteratursøk i 2021 (Mengshoel, 2021).

¹ Malerikonservator Thomas Ragazzon Smestad besøkte i 2022 National Research Institute of Cultural Heritage i Seoul, presenterte NIKUs problemstillinger og fikk deres arbeidsmetoder og materialer presentert. Videre undersøkelsene av dobak og andre alger, med fokus på rødalger, vil videreføres av Smestad og Kristin Kausland i et eget prosjekt i NIKU i 2023.

- Utvikle en metode for å se hvor i strukturen limet havner, for dermed å kunne teste hypotesen om at kortere molekyler og høyere konsentrasjon gir god inntrenging og tilstrekkelig limstyrke.

For å oppnå disse målene har det vært gjennomført praktiske tester og analyser av prøveuttak.

2.1 Praktiske tester

2.1.1 Limfargeoppstryk

Det ble utført oppstryk i limfarge på testpaneler.

Formålet med oppstrykene var å lage limfargemaling med dårlig vedheft som de ulike celluloselimene kunne testes på. Til testene ønsket vi både oppskallet maling med løse flak som limet skulle trenge inn under. I tillegg ønsket vi porøs, underbundet maling som limet skulle trenge gjennom.

Limfarge består (ofte) av animalsk lim som bindemiddel² og pigment. En god limfarge har limsterke lag i bunn og mer limsvake lag oppover i strukturen. Om et for limsterkt lag ligger over et limsvakt, vil det dannes oppskallinger. For å fremprovosere oppskallinger i malingslaget ble malingen med overlegg tilsatt bindemiddel med for høy limstyrke. Malingen ble påført trefiberplater som var grundert med kritt og animalsk lim på forhånd. Det viste seg imidlertid vanskelig å lage de ønskede oppskallingene, og malingen ble tilsatt enda mere lim i flere omganger.

For å illudere porøse, åpne malingslag ble også pigment i rent vann strøket opp uten bindemiddel.

Limfargeoppskriften ble hentet fra Jon Brønnes bok om Dekorasjonsmaling (Brønne, 1998)

Basisoppskrift limfarge med animalsk lim (Brønne):

- 200 g lim tørt (+ vann til bløtlegging)
- 5 l vann
- 10 kg kritt

Limfargeoppstryk med benlim

- 5 g lim tørt (+ vann til bløtlegging)
- 125 ml vann (- ekstra vann i limet)
- 250 g pigment

Vi ønsket en limsterk maling, så vi tilberedte en limfarge dobbelt så sterk som oppskriften ved å tilsette dobbel mengde limvann i forhold til pigment.

² evt med tilsetninger av f.eks egg eller kasein

Oppstrykene ga ikke tilstrekkelige oppskallinger, så vi gjorde et nytt forsøk med enda sterkere lim:

Limfargeoppstryk med Hasenleim

- 100 g harelim
- 200 g vann
- 1 gul oker (fra krukke på pigmentrommet)

2.1.2 Fluorescensmarkering

Det ble gjennomført testkonsolideringer på prøveoppstryk med metylcellulose tilsatt fluorescensmarkør. Testene ble utført i samarbeid med Elena Platania, *conservation scientist* hos NIKU.

Formålet med å prøve ut fluorescensmarkering som metode er å utvikle en rask og kostnadseffektiv metode for å påvise hvor langt ulike lim penetrerer inn i malingsstrukturen. En slik metode vil være svært anvendbar i forprosjekter og ved utvikling av behandlingsforslag. Det er stor variasjon i malingsstrukturene i ulike limfargedekorer, og det er ikke gitt at samme lim er det beste valget alle steder.

Hovedproblemstillingen har vært å finne ut hvor langt inn i strukturen limet trenger inn ved flatekonsolidering slik NIKU utfører det. Ved analyser av tverrsnitt fra originale overflater med flere lag limfargemaling i strukturen, og tidligere konsolidert med størlim, har limet blitt lokalisert høyt opp i strukturen, ikke mellom treverket og det innerste malingslaget som hadde vært ønskelig. (Ørnhøi, 2021) ELISA-testing, metoden som ble brukt til påvisning av det animalske størlimet, vil ikke fungere på metylcellulose, da det er proteinet i det animalske limet som markeres med enzymer for påvisning.³

Dr. Karolina Soppa i Bern har utført fluorescensmarkering av metylcellulose for påvisning i ultrafiolett belysning (UV) i limfargestrukturer. (Soppa, Laaser & Krekel, 2011) I denne artikkelen beskrives en metode der Fluorescein bindes til metylcellulosen før konsolidering, for så å påvises i UV tverrsnitt etterpå.⁴ På denne måten kan limet lokaliseres i prøvene og inntrengingsevnen til de ulike metylcellulosene sammenlignes. Fluorescensmarkeringen i Soppas artikkel er en komplisert kjemisk prosess, og tverrsnittene ble slipt til tynnslip før analyse. Soppa selv foreslår imidlertid å simpelthen blande Fluorescein i metylcellulose-løsningen før konsolidering, uten å kjemisk binde de to stoffene, og undersøke prøvene i mikroskop under UV-lys (personlig korrespondanse). Hvis det fungerer etter intensjonen er dette en enkel prosedyre som lett kan utføres på NIKUs atelier ved uttak av materialprøve som del av et forprosjekt før en limfargekonservering.

Stock-solution av 10 % løsning av fluorescein-natrium
(heretter omtalt som fluorescein)
(10 µl i 50 ml deionisert vann)
Kan blandes i celluloseblandingen i ulike konsentrasjoner.

³ Tilsvarende analyser utført på mock-ups, konsolidert med størlim, vil om mulig, bli gjennomført i 2023.

⁴ Tverrsnittene kan etter sigende undersøkes under mikroskop uten støping og sliping, noe som vil være svært kostnadseffektivt.

2.1.3 Oppfølging av testfelt

Testfeltene med metylcellulose med ulike molekyllengder i Gimmestad kirke fra 2021 ble ettersjekket av Tone Olstad i juni 2022, ett år etter at de ble satt opp. Testfeltene ble da fotografert i sidelys fra lommelykt. Noen av feltene var ikke tilgjengelig på grunn av manglende stillas. Fotoene ble undersøkt av Karen Mengshoel og sammenholdt med foto fra da testfeltene ble satt opp. Se resultater 3.1.3.1

Testfeltene fra 2019 i Tylldalen kirke ble ettersjekket i forbindelse med feltarbeid i taket i kirken august 2022. Sammenligningene og vurderingene ble gjort på stedet. Se resultater 3.1.3.2

2.2 Analyser

Det er tatt ut prøver fra testfelt på den limfargedekorerte himlingen i Tylldalen kirke, se vedlegg 8.1. Spørsmålene vi ønsket svar på var:

- Er det forskjell i inntrenging mellom metylcellulose med lang og kort molekyllengde⁵?
- Er det forskjell i inntrenging mellom metylcellulose løst i vann og vann/etanol?
- Er det forskjell i inntrenging om originalmalingen er overmalt, i Tylldalen muligens med oljemaling? (Resultat fra bindemiddelanalyse av overmaling i Tylldalen, utført i Tyllidalprosjektet (NIKU prosjektnummer 1021757), vil foreligge i 2023.)

2.2.1 FTIR

Formålet med FTIR-analyse av tverrsnitt var å påvise hvor langt konsolideringsmiddelet hadde trengt inn i malingsstrukturen. Denne analysen var også tenkt til å sikre at fluorescein og metylcellulose holdt følge inn i malingsstrukturen slik at fluorescensmarkering alene kunne brukes til dette senere for å spare tid og ressurser.

FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) er en vibrasjonsspektroskopi som brukes til å identifisere funksjonelle grupper (lipider, proteiner og nukleinsyrer) i molekyler. Analyser kan utføres ved å ta i bruk forskjellige konfigurasjoner (transmisjon, refleksjon) og fokusere på forskjellige spektrale områder (fjernt infrarødt, nær infrarødt, midt infrarødt). På grunn av sin sensitivitet og treffsikkerhet er FTIR-spektroskopi et etablert analytisk verktøy innen materialidentifikasjon av kulturarv (Artioli, 2010).

Det ble gjort forsøk med Mikro-ATR FTIR på tverrsnittene, men dette var dessverre ikke mulig å gjennomføre. Spissen av ATR-krystallen var større enn tykkelsen på prøven, og ville da bare måle materialet prøven var støpt i.

FTIR i *transmission mode* med *compression diamond cell* ble i stedet utført. Da ble materiale skrapet fra prøven. Partikler ble plassert i en *compression cell* for analyse. Målingene ble gjort i *transmission mode*. Det vil si at hele prøven ble analysert, og det er da ikke mulig å bestemme hvor i prøven metylcellulosen befinner seg, kun avgjøre om materialet er til stede i prøven.

Analysene ble utført ved Kulturhistorisk Museum (KHM) sitt laboratorium Sci-Cult av Elena Platania, *conservation scientist* hos NIKU.

⁵ Molekyllengde avspeiles i metylcellulosens DP: *Degree of polymerisation*. DP angir viskositet ved 2% løsning i 20°C. Viskositeten avgjøres av molekyllengden. Når konsentrasjonen av metylcellulose i vann/etanol endres vil nødvendigvis viskositeten endres, selv om ikke molekyllengden endres. De ulike produktene navngis med CP, ikke DP hos produsentene: CP 400 er relativt kort, CP 4000 er relativt langt. CP inngår derfor i produktnavnet og angir molekyllengde, ikke viskositet. For utdypende forklaring, se rapport fra 2021 (Mengshoel, 2021)

3 Resultater



3.1 Praktiske tester


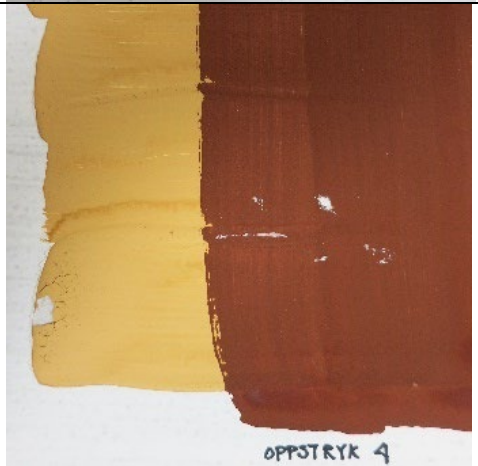

3.1.1 Limfargeoppstryk

Det viste seg overraskende vanskelig å lage dårlig limfarge. Det ble gjort forsøk med stadig økende limstyrke for at malingen skulle skalle av. Noen av oppstrykene fikk sprekker i områder med tykkere maling, ellers satt malingen godt fast. Til sist ble det gjort oppstryk med pigment i vann uten bindemiddel for å illudere underbundet maling der originalt bindemiddel er helt nedbrutt, og malingslaget er svært porøst.


Siden vi ikke oppnådde oppskallingene vi var ute etter ble ikke disse oppstrykene brukt i eksperimentene med metylcellulose med fluorescein (se 3.1.2), men noen av dem vil kunne brukes i de videre eksperimentene planlagt for 2023.

Første runde oppstryk med dobbel limstyrke som utgangspunkt:

Oppstryk 1 Gul oker	Dobbel limstyrke ifølge Jon Brønnes oppskrift: <ul style="list-style-type: none"> • 45 g limvann • 250 g oker pigment i 270 g vann 	
Oppstryk 2 A, B, C Gul oker	Dobbel limstyrke ifølge oppskrift: <ul style="list-style-type: none"> • 45 g limvann • 250 g oker pigment i 280 g vann 	

<p>Oppstryk 3 A, B Gul oker</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 65 g limvann • 250 g oker pigment i 28 g vann 	 <p>OPPSTRYK 3B</p>
<p>Oppstryk 4 Brent sienna</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 125 g limvann • 250 g oker pigment i 200 g vann 	 <p>OPPSTRYK 4</p>
<p>Oppstryk 5 Brent sienna</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 145 g limvann • 250 g oker pigment i 200 g vann 	 <p>oppstryk 5</p>

Andre runde oppstryk med enda sterkere limfarge

<p>Oppstryk 1 Gul oker</p>	<p>1 del limvann, 1 del pigment</p>	 <p>oker harelimvann 1:1</p>
--------------------------------	-------------------------------------	--



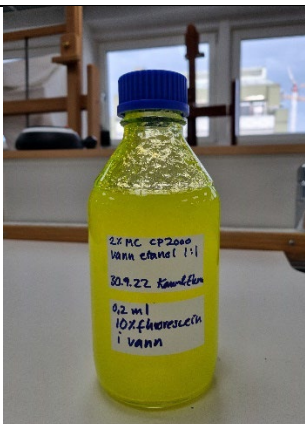
Oppstryk 2 Gul oker	2 deler limvann, 1 del pigment	 <p>oker harelimvann 1:2</p>	
Oppstryk 3 Gul oker	1 deler limvann, 2 deler pigment	 <p>oker harelimvann 2:1</p>	
Oppstryk 4 Gul oker	Pigment i rent vann	 <p>oker</p>	

3.1.2 Fluorescensmarkering

Det viste seg mer komplisert enn antatt å finne igjen fluorescensen i malingsstrukturen.

Konsentrasjonen av fluorescein i metylcelluloseløsningen må være korrekt for at den skal fluorescere.

Flere ulike konsentrasjoner ble prøvd ut.


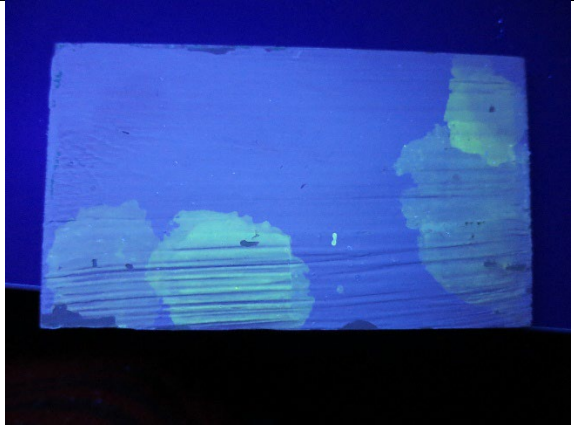

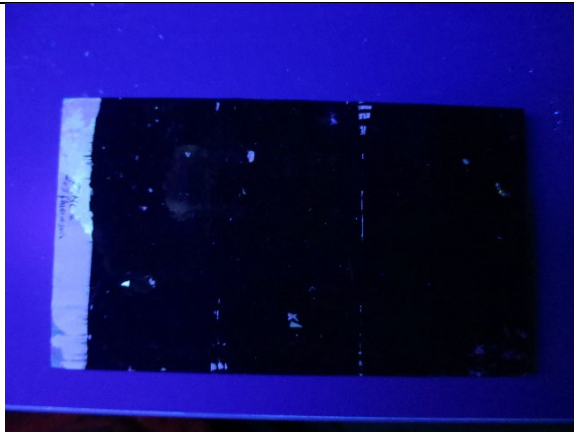
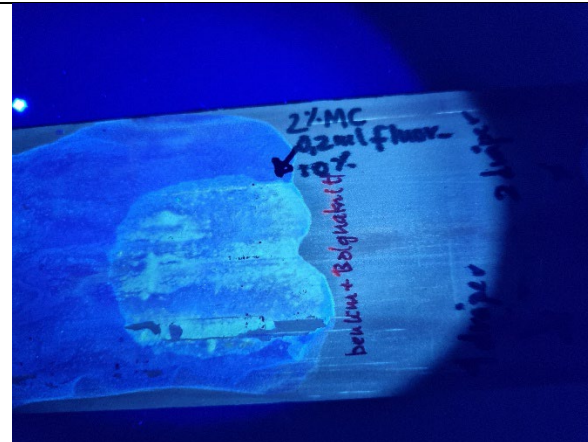
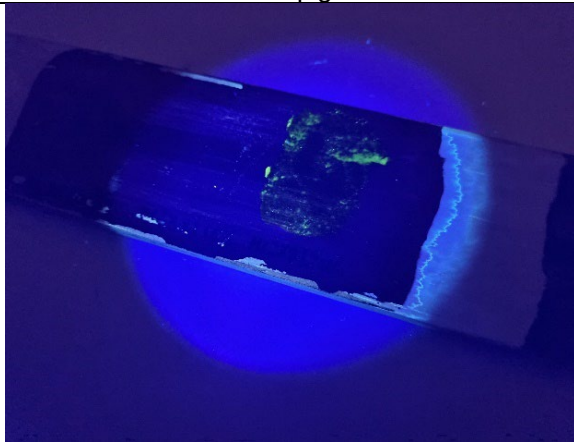
		
MC og Fluorescein natrium fra Sigma Aldrich	Fluorescein løses i vann i 10% stock solution	0,2 ml av 10% stock solution tilsatt 1 l MC

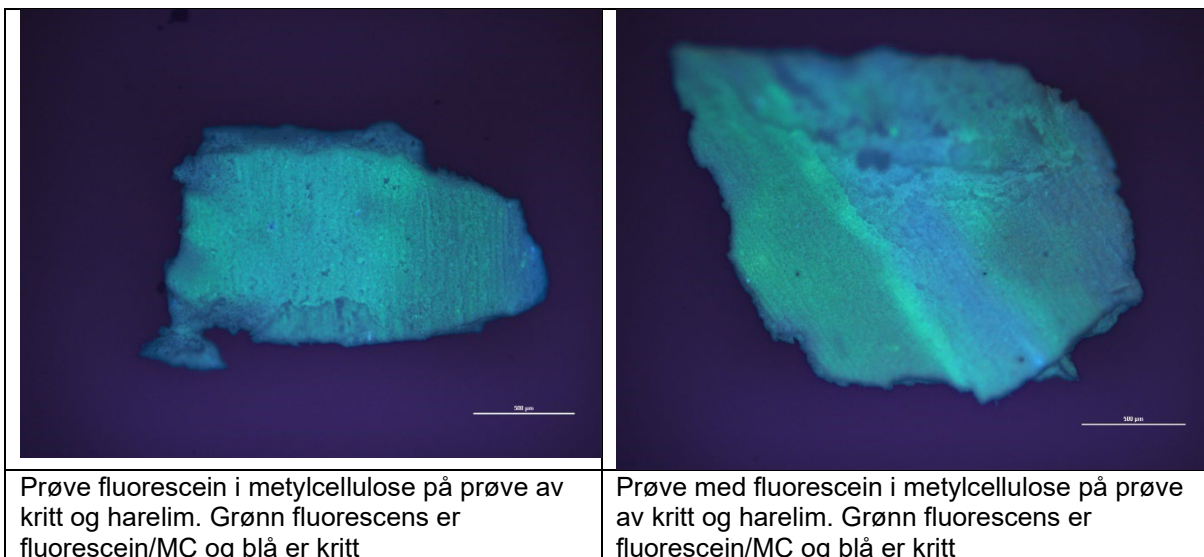
3.1.2.1 Utførte tester

MC/fluorescein-løsning	Testfelt	Resultat
<ul style="list-style-type: none"> 0,2 ml 10% fluorescein-løsning 1 l 2% MC CP 2000 (se fotnote 5) 	<ul style="list-style-type: none"> Limfarge av harelím, ettlagsstruktur med kritt 	Grønn fluorescens på overflaten, men ikke mulig å påvise i tverrsnittet i mikroskop med UV-lys.
<ul style="list-style-type: none"> 0,2 ml 5% fluorescein-løsning 1 l MC CP 2000 	<ul style="list-style-type: none"> Limfarge av harelím, ettlagsstruktur med brent sienna 	Grønn fluorescens på overflaten som forsvant rett foran øynene våre. Enten fordi limet tørket opp eller fordi det sank ned i strukturen. Brent sienna slukker fluorescensen, så det var ikke mulig å finne igjen metylcellulose/fluorescein inne i malingslaget.
<ul style="list-style-type: none"> 0,2 ml 20% fluorescein-løsning 1 l 2% MC CP 2000 	<ul style="list-style-type: none"> Limfarge av harelím, ettlagsstruktur med kritt Limfarge av harelím, tolagsstruktur med kritt og brent sienna 	Karakteristisk grønn fluorescens på overflaten, også mulig å se på undersiden av malingsflak. Men da ble det påført svært store mengder metylcellulose/fluorescein-løsning, og ikke tørket så godt av. Dette er ikke slik flatekonsolidering utføres, så dette er ikke representativt.
<ul style="list-style-type: none"> 1,2 ml 5% fluorescein 1 l 2% MC CP 2000 	<ul style="list-style-type: none"> Limfarge av harelím, tolagsstruktur med kritt og brent sienna 	Enda sterkere fluorescens enn forrige. Mulig å påvise fluorescein under grunderingslaget, rett over treverket , men da ble det påført svært store mengder metylcellulose/fluorescein-løsning, og ikke tørket så godt av. Dette er ikke slik flatekonsolidering utføres, så dette er ikke representativt.

Resultatene er ikke entydige, og det må gjøres videre eksperimenter. Den siste konsentrasjonen, med 1,2 ml 5% fluorescein i 1 l 2% MC CP 2000 er lovende, og bør danne utgangspunkt for videre undersøkelser.

3.1.2.2 Ulike fenomener i oppstryk og prøvekonsolideringer







	
<p>Prøveoppstryk med kritt som pigment, med testkonsolidering med metylcellulose tilsatt fluorescein i normalbelysning.</p>	<p>Prøveoppstryk med kritt i UV. Kritt fluorescerer blått. Fluorescein ses som grønn fluorescens på overflaten.</p>
	
<p>Prøveoppstryk med brent sienna som pigment i normalbelysning.</p>	<p>Prøveoppstryk med brent sienna i UV. Her ligger metylcellulose med fluorescensmarkør, men fluorescensen slukes av pigmentet.</p>
	
<p>Metylcellulose med fluorescensmarkering. Krittet fluorescerer blått, fluorescein grønt. Treverket har en svak grønn fluorescens. En rand av grønnblå fluorescens langs kanten av prøveoppstryket tyder på at det animalske limet i malingen har en egen fluorescens. Dette forvansker tolkningen.</p>	<p>Fluorescein vises som grønn fluorescens. Her er den fremdeles synlig, men den forsvant etter hvert som metylcellulosen tørket eller forsvant ned i malingslaget. Brent sienna slukker fluorescens. En fluorescerende grønnblå skjold viser hvor langt det animalske limet i malingen trakk ut det underliggende laget av kritt.</p>







3.1.3 Oppfølging av testfelt

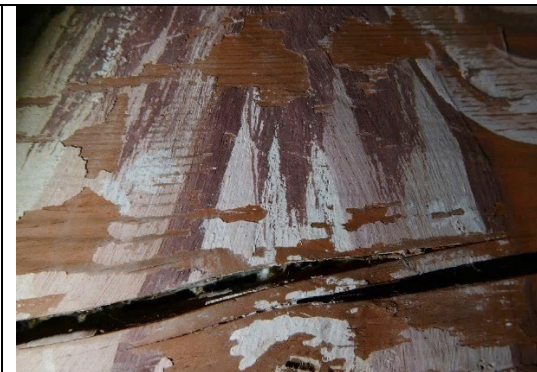
3.1.3.1 Gimmestad kirke

Testfeltene i Gimmestad ble satt opp i forbindelse med forprosjekt i kirken, ved Tone Olstad og Barbro Wedvik. Observasjoner under påføringen gjøres rede for i deres rapport (Olstad, 2021). Testtabell og kommentarer fra påføringen ligger i vedlegg 3.1.3.1.

	Testområde før behandling	Umiddelbart etter påføring	Ett år senere
Område for: Metyl-cellulose 400CP, 2 % løsnings i etanol:vann , 1:1 før behandling			
Testfelt Metyl-cellulose 400 CP 1% i vann før behandling.			

<p>Testfelt metyl-cellulose 1500 CP 1% i vann før behandling.</p>			
<p>Testfelt metyl-cellulose 1500 CP, 1% løsnning i etanol: vann, 1:1 før behandling.</p>			
<p>Testfelt metyl-cellulose 1500 CP, 2% løsnning i etanol: vann, 1:1 før behandling.</p>			

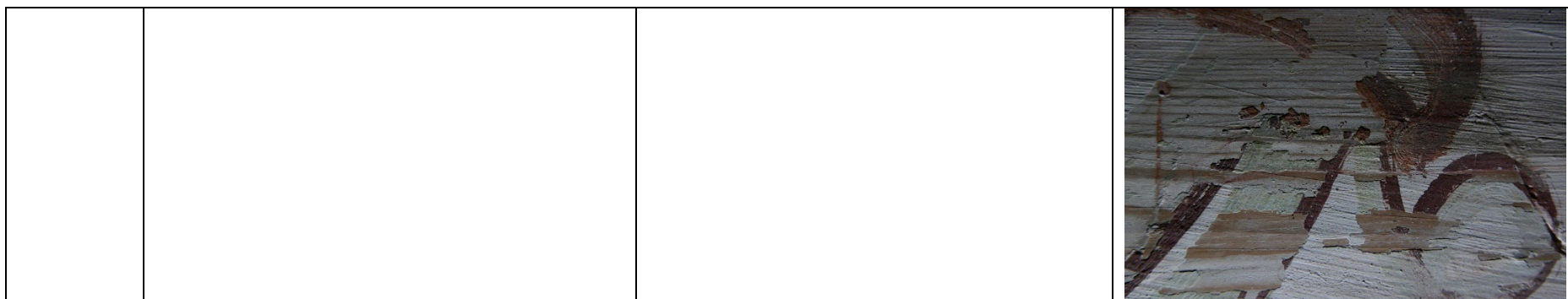
**Testfelt
metyl-
cellulose
4000 CP, 1
% løsnig i
etanol:
vann, 3:1
før
behandling**



**Metyl-
cellulose
4000 CP, 2
% løsnig i
etanol:
vann, 1:1
før
behandling**



			
<p>Testområde før påføring av metylcellulose 1500CP, 1% løsningsmiddel i etanol: vann, 1:1</p>			
<p>Detalj av testområde før påføring av metylcellulose 1500CP, 1% løsningsmiddel i etanol: vann, 1:1</p>			



Ingen av de testede midlene ga farge- eller overflateendring i malingen. Ved alle de testede materialene la malingen seg ned. Det var noe variasjon i tidsforbruk ved påføring og ved fjerning av overskytende lim. Størlim er enklest å påføre. 2% metylcellulosene er tidkrevende å påføre, og det er tidkrevende og krever stor påpasselighet å fjerne overskytende lim. Dagen etter påføring kjennes 2% løsningsene klebrige på overflaten. Det er ikke mulig å kjenne om 1%-løsningene er klebrige (Olstad, 2021).










2% løsningsene er vanskeligere å påføre ved at de krever mer bearbeiding på overflaten med pensel for at de skal fukte malingsflaten. Det er også vanskeligere og mer tidkrevende å fjerne overskytende lim.









Ingen av de testede midlene peker seg ut som mer egnet enn de øvrige mht påføring og fjerning og det at oppskallinger legges ned når malingen påføres.

Det var ikke mulig å se ut ifra bildene at det hadde oppstått nye oppskallinger etter ett år. Det kan skyldes at forholdene rundt ettersjekk og foto ikke var gode nok. I alle tilfeller bør testfeltene stå 1-2 år til før konklusjoner kan trekkes. Resultatene bør da registreres på stedet.

3.1.3.2 Tyllidalen kirke fra 2019

	Utseende etter påføring	Utseende etter én dag	Kommentar	Foto før konsolidering 2019	Foto rett etter konsolidering 2019	Foto august 2022	Kommentar 2022
1% MC CP 400 Vann/etanol 1:1	Ser mettet ut Ser ut til å feste	Fukt-skjold Malingslaget ligger fremdeles fint ned	Flyter godt				To løse flak, takformede, ca 2 x 5 mm, i to-lagsstruktur, men relativt tynt.
2% MC CP 400 Vann/etanol 1:1	Seigere enn forrige Ser mettet ut Ser ut til å feste	Malingslaget ligger fremdeles fint ned	Seigere enn forrige. Må jobbes utover				Sitter fint

<p>1% MC CP 1500 Vann/etanol 1:1</p>	<p>Ser ut til å mette. Tror det fester</p>	<p>Maling sitter fint</p>	<p>Seig</p>				<p>En del løst. Tre-lagsstruktur og stor retusj. Kan se ut til at mest løst ligger i retusjen, men også noe i originalen.</p>
<p>2% MC CP 1500 Vann/etanol 1:1</p>	<p>Ser ut til å mette. Tror det fester</p>	<p>Rense-effekt Fukt-skjold Maling sitter fint</p>	<p>Veldig seig</p>				<p>Sitter fint.</p>
<p>1% MC CP 400 Vann</p>	<p>Ren-nete og vann-ete. Flater fint ut</p>	<p>Maling ligger fint ned</p>	<p>Sølete. Usikker på om den egentlig gjør noe?</p>				<p>Sitter fint. Tynn to-lagsstruktur. Tynn skjold, tilsvarende de i etanol:vann. (området er mer skadd, og dermed vanskeligere å se en evt renseeffekt)</p>

<p>2% MC CP 400 Vann</p>	<p>Ser fint ut Tror det fester Flater ut</p>	<p>Fukt-skjold? Maling ligger fint ned</p>	<p>Seigere enn forrige. Føles OK å jobbe med</p>				<p>Sitter fint, to-lagsstruktur, men ganske tynt. Tynn skjold, tilsvarende de i etanol:vann. Litt renseeffekt. (området er mer skadd, og dermed vanskeligere å se en evt renseeffekt)</p>
<p>1% MC CP 1500 Vann</p>	<p>Ser fint ut Flater ut Tror det fester</p>	<p>Fukt-skjold Renseeffekt Maling ligger fint ned</p>	<p>Kjennes tråere å få utover. Passe viskositet</p>				<p>Stor renseeffekt. Fuktskjolder Sitter fint. En- eller to-lagsstruktur i originalmalingen (ikke dekor). Retusj.</p>
<p>2% MC CP 1500 Vann</p>	<p>Litt tap mot hjørnet av papiret Flater ut Tror det fester</p>	<p>Fukt-skjold Renseeffekt Maling ligger fint ned</p>	<p>Seig ikke så smidig</p>				<p>Tynt. Sitter fint. Stor renseeffekt. Fuktskjolder Retusj.</p>

Det ser ut til at de fleste testfeltene står godt. Det er lite løs maling. Der det er løst, kan det komme av at det også er retusj i olje, noe som gjør konsolideringen ekstra utfordrende. I himlingen i Tyllidalen kirke er det mange oljeretusjer, så det var viktig å velge et lim som også fungerte på overmalte områder. Testområdene ble valgt ut på grunnlag av det.

Det kan se ut til at lav molekyllengde (CP 400) i lav konsentrasjon (1%) ikke har tilstrekkelig limstyrke til å holde malingen på plass. Lav CP i høyere konsentrasjon (2%) ser imidlertid ut til å fungere. Det samme gjelder for middels molekyllengde (CP 1500).

Det kan også se ut til at det gir en større renseeffekt når limet påføres uten etanol, med kun vann. Dette kan minne om slik størlimskonsolideringen hadde en renseeffekt på skitne overflater. Det er da vannet som renser, ikke limet. Når det er økt renseeffekt, er det også større risiko for fuktskjolder.

Disse testene inneholder ikke lengre molekyllengder (CP 4000) da det ble satt opp slike testfelt i 2019 som del av forprosjekt for behandlingen av himlingen. (Wedvik, 2020) Testtabellen for dette prosjektet ligger i vedlegg 3.1.3.2. Fra 2019-testene fremgår det at testfeltene med 1% metylcellulose løst i kun vann sto dårlig allerede ett år etter. 2% ble ikke prøvd ut. Der malingen satt best var der den ble konsolidert med MC CP 4000 i vann/etanol 1:1 i 1% og 2% løsning.

Av testfeltene totalt sett kan det se ut til at CP 400 i 2% løsning og CP 1500 i 2% løsning, begge i vann/etanol, sitter best ved ettersjekk. Datagrunnlaget er imidlertid lite, og flere testfelt vil være nødvendig for å trekke noen konklusjon.

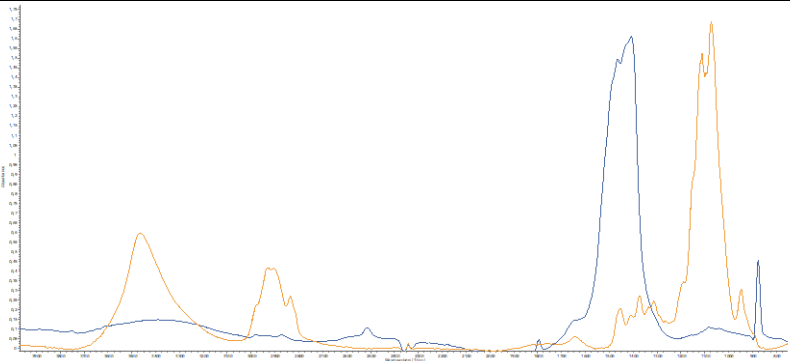
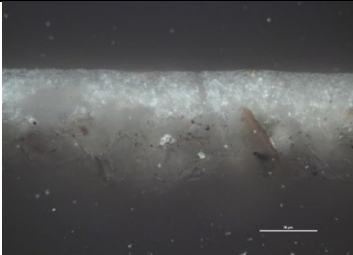
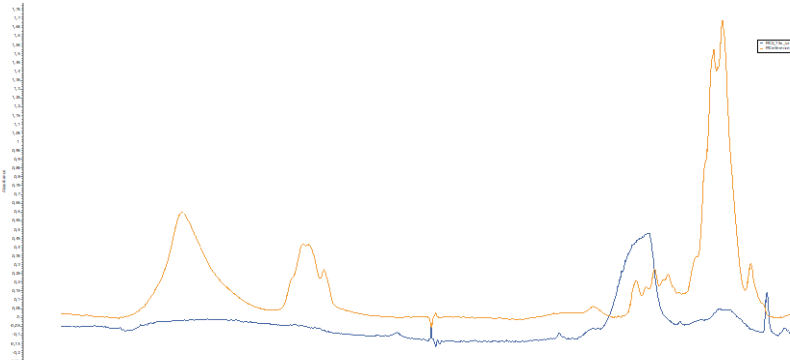

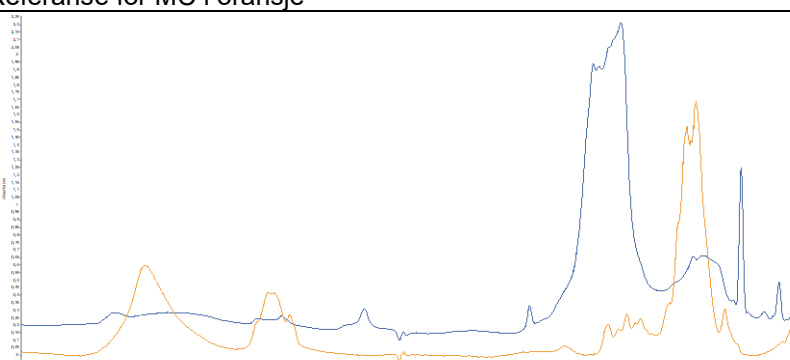
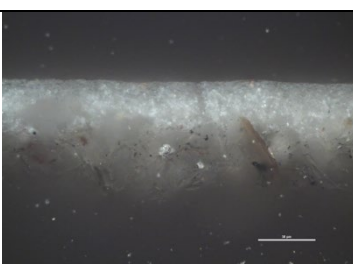
3.2 Analyser

3.2.1 FTIR

Det ble utført analyse på tre av tverrsnittene, MCTyll 1, 2 og 3 med FTIR i *transmission mode* for å bestemme om metylcellulose var å finne i prøven eller ikke.

I alle tre prøvene var det tydelige topper ved 1400 cm^{-1} , mest sannsynlig fra karbonater. Dette er krittet i prøvene. Denne kritt-toppen dominerer spekteret og dekker over for toppene som skulle indikert metylcellulose.

På grunn av interferens mellom krittet og malings sammensetningen i spektrene, er derfor FTIR ikke en egnet metode for å oppdage penetrering og fordeling av metylcellulose i de analyserte prøvene. Mest sannsynlig vil dette gjelde limfargeprøver generelt siden de aller fleste prøver fra limfarge vil inneholde kritt.

	
<p>MCTyll1 i blått Referanse for MC i oransje</p>	<p>10x forstørrelse</p>
	
<p>MCTyll 2 i blått Referanse for MC i oransje</p>	<p>10x forstørrelse</p>
	
<p>MCTyll3 i blått Referanse for MC i oransje</p>	<p>40x forstørrelse</p>

4 Diskusjon

For at flatekonsolideringen skal fungere slik den er ment, må limet ha tilstrekkelig limstyrke, og det må trenge inn dit det skal. Lange molekyler gir høyere limstyrke, men dårligere inntrenging, og korte molekyler gir svakere limstyrke, men bedre inntrenging. Det vil være en balansegang/kompromiss å finne best egnet molekyllengde for de ulike overflatene. Når flatekonsolideringen utføres i himlinger, der limet påføres nedenfra, vil det være gunstig med høy overflatespenning⁶ i malingsfilmen. Da vil kapillærkreftene⁷ hjelpe limet å «klatre oppover» i strukturen, til tross for tyngdekraften. En overflatespenning er hovedsakelig bestemt av pigmentet i malingen. De fleste uorganiske pigmenter har høy overflateenergi, så væting med vandige løsninger av et pigmentrikt, underbundet malingslag er generelt ikke et problem (Ferreira, personlig kommunikasjon 2022). Høy overflateenergi vil imidlertid være et hinder for væting av overflaten, og om limet ikke væter skikkelig vil det heller ikke slippe til i strukturen.

For å bryte overflatespenning og sikre god væting tilsettes ofte etanol i metylcellulosen. I teorien skulle det hindre at limet trenger inn i matrisen ved hjelp av kapillærkrefter, men testfelt oppført i Tyllidalen kirke i 2019 (vedlegg 7.2) viste at metylcelluloseløsning med etanol holdt bedre etter to år enn testfelt uten (Wedvik, 2020). Det er imidlertid usikkert om det er fordi testfeltet uten etanol også hadde overmalinger i olje, noe som uansett ville gjort konsolideringen utfordrende.

Charlotte Stahmanns forskning, presentert på MUNCH2022⁸, viser at inntrenging er bedre hos lavviskøse lim enn høyviskøse. Viskositeten har mer å si enn overflatespenningen, skriver Stahmann. Molekyllengden er da kortere, og limstyrken svakere. Dette kan kompenseres for med høyere konsentrasjoner.⁹ Flere påføringer for å øke limstyrke er imidlertid ikke en god løsning, da limet fra den første påføringen kan se ut til å lukke den porøse strukturen og hindre inntrenging ved neste påføring. Dette er litt betenkelig i og med at det er viktig å kunne rebehandle limfargen om nødvendig på et senere tidspunkt. Rikelig påføring av lim er imidlertid en fordel for god penetrasjon. Høy relativ luftfuktighet er også gunstig, det gjør at limet trenger fortere inn, sannsynligvis også lengre (Stahmann, personlig kommunikasjon).

Det er også knyttet usikkerhet til om etanolen kan bidra til å bryte ned originalt bindemiddel. Ut ifra erfaringer ser det ikke umiddelbart slik ut, men det bør undersøkes videre. *Surfactants*¹⁰ kan evt brukes for å bryte overflatespenningen, som et alternativ til etanol, om det skulle vise seg å være ugunstig for originalt bindemiddel. (Schnellmann, 2007)

Det vil være nødvendig å finne en metode for å påvise hvor limet havner i strukturen. Hvis fluorescensmarkering av metylcellulosen fungerer etter intensjonen, vil det være en enkel og kostnadseffektiv metode for å vurdere ulike alternativer for konsolideringsmiddel i forkant av et behandlingsprosjekt. Det må imidlertid verifiseres om fluorescein og metylcellulose holder følge inn i

⁶ Overflatespenningen i en væske er skyldes intermolekylære elektriske spenninger som holder væsken sammen (kohesjon). Nede i væsken virker disse kreftene i alle retninger, mens mot overflaten trekker de kun sidelengs og nedover, derfor dannes en overflatehinne. (snl.no/overflatespenning_-_enhet). Høy overflatespenning er gunstig for væting av en overflate. Begrepet henger tett sammen med overflateenergi som betegner differansen i energi mellom overflaten og «innsiden» av et materiale.

⁷ Kapillærkrefter er nødvendig for en væske å trenge inn i en åpen struktur. Væske blir dratt langs de smale hulrommene i et porøst materiale av kapillærkrefter. For at dette skal skje må væsken væte overflaten. Adhesjonen mellom væsken og det faste materialet er da sterkere enn kohesjonen innad i væsken. (Newey, Bodd, Daniels, Pascoe & Tennant, 1992)

⁸ MUNCH2022: International conference, Oslo 21-23 Mars 2022

⁹ Charlotte Stahmanns forskning på HPMC, en annen celluloseeter, viser at høyere konsentrasjon med lavere molekyllvekt gir bedre konsolideringsresultater enn lengre molekyler i lavere konsentrasjon.

¹⁰ **Surface active agent**, et amfifilt molekyl som bryter overflatespenning og lar hydrofile og hydrofobe stoffer blandes.

malingsstrukturen. FTIR viser seg ikke å være egnet til dette fordi malingslagene er for tynne for å gi gode resultater, og krittinnholdet i malingen «skygger for» metylcellulose-markørene. Raman micro spektroskopi¹¹ kan være et godt alternativ, da det kan utføres punktvis målinger gjennom et tverrsnitt, og da den kan analysere både organiske og uorganiske materialer uten at krittinnholdet forstyrrer. Denne analysemetoden er tilgjengelig i Oslo, og kan gjennomføres på eksisterende materialprøver.

De samme prøvene kan også analyseres med *scanning electron microscopy* (SEM-EDS)¹², noe som gir mikroskopbilder med svært høy oppløsning. EDS er ikke egnet for analyse av organiske materialer, men om cellulosen markeres med et metall, som sølv eller jern, vil den kunne påvises i strukturen i EDS mapping. For slik markering må nye testoppstryk utføres og nye prøver prepareres. SEM-EDS kan også vise strukturer på mikronivå, og vil kanskje gi informasjon om det animalske limet brytes ned ved eksponering for etanol.

Fluorescensmarkering har også vist seg å være komplisert på grunn av de ulike materialenes egen fluorescens. Harelimet i oppstryket fluorescerer blått, metylcellulosen fluorescerer blågrønt og kritt fluorescerer blått. Gul oker og brent sienna slukker all fluorescens. Karolina Soppa foreslår å belyse tverrsnittene med blått lys i stedet for UV for å unngå de andre materialenes egen fluorescens, mens fluorescein fremdeles vil være synlig (Soppa, personlig korrespondanse).

Når det gjelder dilemma med korte og lange molekyler, inntrenging og limstyrke, har det vært diskutert om blandinger av lim burde prøves ut. Testfelt med blanding av metylcellulose og størlim i Blaker kirke har vist seg å stå godt etter ett år (Spaarschuh, 2022). Om etanolen da har angrepet størlimet er usikkert, men siden konsolideringen sitter, er empirien lovende. De eldre størlimsbehandlingene som inngikk i tilstandsvurderingene i NIKUs størlimsprosjekt (2014-2022) begynte imidlertid ikke å løsne før etter 2-3 år, så testfeltene må gis tid før konklusjoner trekkes. Metylcellulose har ikke like store dimensjonsforandringer som størlim når klima svinger, og er dermed mer stabilt (Soppa, personlig korrespondanse), noe som gjør at størlim og metylcellulose kanskje kompletterer hverandre og fungerer godt i blanding.

Et annet alternativ er å teste blanding av nanocellulose og metylcellulose med lengre molekyler. Da vil korte molekyler trenge lenger inn, de lange lime hovedsakelig mot overflaten, og på den måten vil de komplettere hverandre (Kohler, Soppa, Geiger & Grüneberger, 2018).

Ekspérimentene med fluorescensmarkering begynte å gi resultater først når svært store mengder lim ble tilført overflaten, og ikke ble dabbet av etterpå. Det er ikke slik flatekonsolidering utføres, så resultatene er foreløpig ikke representative. Hvis metoden etter hvert blir god nok til å kunne gjennomføres på en måte som ligner mer på en reell behandling, vil resultatene også være mer pålitelige. Da bør også testkonsolideringer utføres opp-ned, for å illudere arbeid i en himling, og dermed teste om limet virkelig klatrer oppover ved hjelp av kapillærkrefter.

Det har vist seg overraskende vanskelig å følge en enkel oppskrift på limfarge, og praksis og resultater stemmer ofte ikke overens med teorien. Naturlige materialer er ikke alltid homogene og standardiserte, og resultatene er derfor noe uforutsigbare. Selv de med lang erfaring med både maling med limfarge og konservering av den, kan heller ikke alltid gjøre nøyaktig rede for hva som skal til for at maling og lim fungerer og gjøre rede for alt som tilføres av materialer, da det kan være vanskelig å kontrollere parametrene fullt ut. Limfargedekorasjoner i bygninger rundt om i landet er også svært uensartede, de har ofte en lang behandlingshistorie og skadebildet er komplisert. I tillegg har ulike

¹¹ Raman er en optisk teknikk for strukturell og molekylær analyse for påvisning av uorganiske, organiske, krystallinske og amorfe materialer. Materialet belyses med laser, og reflektert lys, spesifikt for hvert materiale registreres av et spektrometer. (Pinna, Galeotti & Rocco, 2009) Punktanalyser kan gjøres for hvert lag nedover i et tverrsnitt.

¹² SEM-EDS er en analyseteknikk der små materialprøver bestråles med elektroner i et høyoppløselig mikroskop. Mikroskopet kan påvise tyngre grunnstoffer, men også krystallinske strukturer i høyoppløselige bilder (Pinna et al., 2009).

pigmenter ulike egenskaper: Noen pigmenter trenger mer bindemiddel/lim for å mettes enn andre, og vil dermed trenge ulik behandling. (Ørnhøi et al., 2022)

Det vi er ute etter å finne er et lim som kan trekke inn under malingsflak som ikke har feste, og et lim som kan trenge gjennom porøse, åpne, underbundne malingslag som trenger ekstra styrke. Det er mulig at ett og samme lim ikke vil kunne ha begge funksjoner.¹³ Forhåpentligvis vil fluorescensmarkering bli en egnet metode for å vise hvilke lim som fungerer på ulike typer maling.

5 Konklusjon og veien videre

5.1 Hovedproblemstillinger

Inntrengning: Hvor i lagstrukturen legger cellulose-eterne seg etter flatekonsolidering? Vi bør finne en analysemetode der en kan påvise cellulose i tverrsnitt for å finne ut hvor langt inn i malingsfilmen limet trenger, på en måte vi kan anvende inn i våre konserveringsprosjekter.

Denne problemstillingen bør videreføres. Fluorescensmarkering som metode er lovende, men det er mange usikkerheter rundt konsentrasjon av fluorescein i MC og fluorescensen fra de andre materialene i prøven. Det vil være nyttig å gjøre forsøk med andre UV-lyskilder, og også blått lys innen det synlige spekteret som også kan eksistere fluorescensmarkøren.

Teste følgende hypotese: I metylcellulose gir kortere molekyllengde, høyere konsentrasjon og tilsetning av etanol bedre inntrenging uten å redusere limstyrke.

Det er sannsynlig ut fra Stahmanns forskning og litteraturen forøvrig at dette stemmer, men det må undersøkes videre, spesielt med tanke på limfarge. Det stemmer også overens med tilstanden til testfeltene fra 2020 i Tyllaldalen kirke (3.1.3.2).

Andre aspekter:

Håndteringsegenskaper: Hvilke håndteringsegenskaper har de andre cellulose eterne, er det mulig å jobbe bedre med dem? Utføre tester på prøveoppstryk.

Det gjenstår å utføre tester med de andre celluloseeterne. Fokus i 2022 har vært på limfargeoppstryk og testkonsolidering med fluorescensmarkert metylcellulose, samt analyser av tverrsnitt på flatekonsolidert, originalt materiale fra Tyllaldalen kirke.

Er cellulose så stabil ved svingninger i relativ luftfuktighet som vi tror?

Metylcellulose har noe dimensjonsforandringer ved svingninger i relativ luftfuktighet, men langt mindre enn størlim.

Er andre alternativer, som nanocellulose, noe vi skal gå videre med?

Nanocellulose bør testes som tilsetning til metylcellulose slik at konsolideringmiddelet har både lange og korte molekyler. På denne måten kan det være mulig å øke limstyrken uten å øke viskositeten. Cellulosen kan evt tilsettes kolloid for påvisning i tverrsnitt, for analyser med teknikker som kan detektere tyngre elementer.

¹³ Størlim ser imidlertid ut til være egnet til konsolidering av tynne, underbundne malingslag, om enn ikke til tykkere, oppskallende maling. (Ørnhøi et al., 2022).

Har vi noe å lære av koreansk tilnærming til bevaring av limfarge?

Dette undersøkes videre av kollega Thomas Ragazzon Smestad gjennom hans prosjekt med rødalger.

5.2 Veien videre

- Raman punktanalyser av tverrsnitt, lag for lag nedover i strukturen. Da vil det kanskje være mulig å se hvor dypt metylcellulose har penetrert uten forstyrrelse av kritt i Raman spekteret
- SEM-EDS av tverrsnitt, da kan snittet mappes. Denne metoden kan kun påvise uorganiske stoffer, men om metylcellulose/nanocellulose tilsettes en markør, f.eks kolloidalt sølv og jern, vil den kunne påvises i strukturen. Med SEM-EDS-analyse kan også strukturene i malingen vurderes på mikronivå og det kan være mulig å vurdere om originalt bindemiddel, eller størlimet brukt som konsolideringsmiddel, er blitt brutt ned gjennom eksponering for metylcellulose tilsatt etanol.
- Fluorescensmarkering med fluorescein videreføres. Ytterligere tester bør utføres, i ulike konsentrasjoner og på mer standardiserte oppstryk. Prøvene bør undersøkes i lys i ulike bølgelender, for å unngå forstyrrende fluorescens fra de andre materialene i prøvene.
- Forsøk med tilsetning av krystallinsk nanocellulose til metylcellulose.
- Forsøk med blanding av størlim og metylcellulose.
- Prøveoppstryk med andre celluloseetere, kanskje i samarbeid med Nasjonalmuseet.

6 Referanser

- Artioli, G. (2010). *Scientific methods and cultural heritage: an introduction to the application of materials science to archaeometry and conservation science*. Oxford.
- Brønne, J. (1998). *Dekorasjonsmaling : marmorering, ådring, lasering, patinering, sjablondekor, strukturmaling*. Oslo: Teknologisk forl.
- Jernæs, N. K. & Ørnhøi, A. A. (2021). *A complex conservation challenge. Consolidation of Norwegian distemper paint decorations*.
- Kohler, K., Soppa, K., Geiger, T. & Grüneberger, F. (2018). *Nanocellulose – Ein möglicher Zuschlagsstoff für die Methylcellulose zur Herabsetzung der Viskosität und Klebkraftsteigerung bei Lindenholzverklebung, poster*. Innlegg presentert ved International Conference 25.-27-1-2018, HAWK.
- Mengshoel, K. (2021). *NIKU Rapport 110 Nasjonale oppgaver: Metodeutvikling. Vurdering av metylcellulose og andre organiske lim for konsolidering av limfarge og andre porøse overflater. Delrapport 1*. Oslo: NIKU.
- Newey, C., Bodd, R., Daniels, V., Pascoe, M. & Tennant, N. (1992). *Adhesives and coatings. Science for conservators vol 3* (New. utg.). London: Conservation Unit of the Museums & Galleries Commission in conjunction with Routledge.
- Olstad, T. M. (2021). *NIKU Oppdragsrapport 110/2021. Gimmestad gamle kirke. Limfargedekor. Forprosjekt 2021. Kulturminne-Id 84240. Gloppen kommune*. NIKU.
- Pinna, D., Galeotti, M. & Rocco, M. (2009). *Scientific Examination for the Investigation of Paintings: A Handbook for Conservators-restorers*.
- Schnellmann, N. C. (2007). Animal glues: a review of their key properties relevant for conservation. *Studies in Conservation*, 52.
- Soppa, K., Laaser, T. & Krekel, C. (2011). *Visualizing the Penetration of Adhesives Using Fluorescent Labelling*. Innlegg presentert ved Adhesives and Consolidants for Conservation: Research and Applications, Ottawa, Canada.
- Spaarschuh, C. (2022). *NIKU Rapport 127/2022 Bevaring av takmaleri fra 1928. Forprosjekt del 2. Blaker gravkapell, Lillestrøm kommune* (NIKU rapport). Norsk institutt for kulturminneforskning.
- Wedvik, B. (2020). *NIKU Oppdragsrapport 58/2020. Forprosjekt limfargedekor del 2. A 117 Tyllidalen kirke, Tynset kommune, Innlandet*. Oslo: NIKU.
- Ørnhøi, A. A. (2021). *Elisa-testing av limfargedekor i stavkirker. Med hovedfokus på Ringebu, Nore, Uvdal, Heddal og Eidsborg stavkirker. Delrapport 4* (NIKU Oppdragsrapport 8/2021). Norsk institutt for kulturminneforskning.
- Ørnhøi, A. A., Olstad, T. M. & Jernæs, N. K. (2022). Consolidating distemper paint - reviewing the suitability of sturgeon glue. *Meddelelser om konservering*.

Nettsider:

<https://www.sigmaaldrich.com/NO/en/search/fluorescein-sodium-salt?focus=products&page=1&perpage=30&sort=relevance&term=fluorescein%20sodium%20salt&type=product>

https://snl.no/overflatespenning_-_enhet

Personlig korrespondanse:

Charlotte Stahmann, PhD-kandidat, Köln




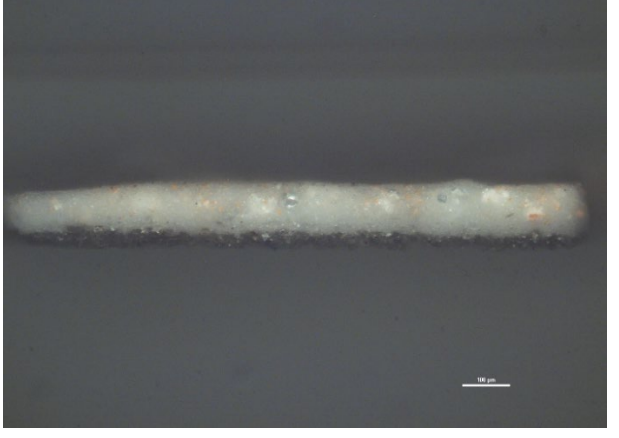
Dr. Karolina Soppa, Hochschule der Künste, Bern


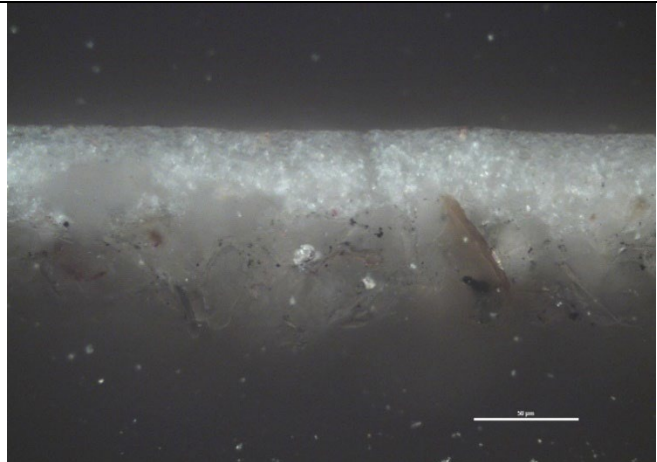

Dr. Esther Ferreira, Technische Hochschule, Köln



Marie Kleivane, Nasjonalmuseet, Oslo

7 Vedlegg

7.1 Prøveuttaksskjema




Problemstilling	Navn på prøve	Testfelt	Område	Foto	Analyse-resultat FTIR
Høy eller lav CP, hva trenger best inn	MCTyll1	Testfelt med 400 CP 2% vann: etanol 1:1	Prøve med kun limfarge, en tolagsstruktur, dekor-element, kun original maling		 <p data-bbox="1388 877 1803 909">MC ikke mulig å påvise i strukturen</p>
	MCTyll2	tom referanse, ikke konsolidert med MC	Ved siden av forrige		



	<p>MCTyll3</p>	<p>2021-konsolidering MC CP 4000 1:1 i etanol 1% (mest sannsynlig)</p>	<p>Prøve med kun limfarge, en tolagsstruktur, dekor-element, kun original maling</p>		 <p>MC ikke mulig å påvise i strukturen Analyseres 2023</p>
	<p>MCTyll4</p>	<p>+ tom referanse</p>	<p>I et område av taket som ikke er behandla ennå</p>		


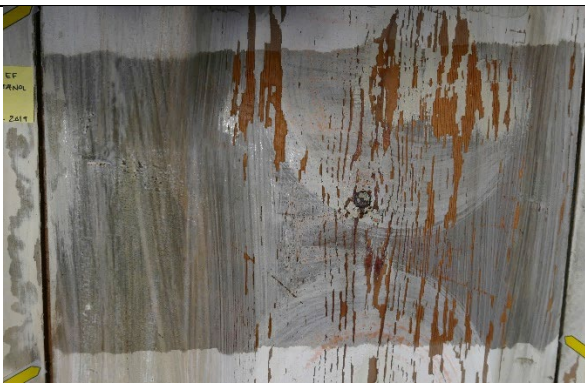

<p>Med eller uten etanol, endrer det inntrenging?</p>	<p>MCTyll5</p>	<p>400 CP 2% i vann</p>	<p>Tynn tolagsstrukt ur</p>		<p>Analyseres 2023</p>
	<p>MCTyll6 samme som MCTyll1</p>	<p>400 CP 2 % i vann og etanol</p>	<p>Tynn tolagsstrukt ur</p>		<p>Analyseres 2023</p>



<p>Hva er overmalninga, og slipper den lim igjennom?</p>	<p>MCTyll7</p>	<p>1500 CP 1% i vann og etanol</p>	<p>Tykkere område med overmaling</p>		<p>Analyseres 2023</p>
	<p>MCTyll8</p>	<p>+ referanse, ikke behandlet med MC</p>	<p>Tykkere område med overmaling</p>		<p>Analyseres 2023</p>

7.2 Tidligere testfelt i Tyllaldalen kirke (2019, ettersjekket i 2020)

Materiale og metode	Plassering av testfelt	Resultat	Foto
Metylcellulose 1 %, 1:3 vann: etanol Flatekonsolidering gjennom japanpapir	Test galleri: Takbord 8 fra sydvegg, 3. felt fra vest. Test NØ hjørne: Takbord 8 fra sydvegg, 2. felt fra øst.	2019: Ingen glans- eller fargeendring. Malingen la seg ned.	
		2020: <i>Vedheft:</i> <i>Det meste sitter, men noe løst der det er tykkere struktur med overmaling og i skadekanter.</i>	
Metylcellulose 2 %, 1:1 vann: etanol Flatekonsolidering gjennom japanpapir	Test galleri: Takbord 8 fra sydvegg, 3. felt fra vest.	2019: Ingen glans- eller fargeendring. Malingen la seg ned. Limet opplevdes for tyktflytende; mye måtte tørkes av overflaten med nytt japanpapir.	

		<p>2020:</p> <p><i>Vedheft:</i></p> <p><i>Det meste sitter, men noe løst der det er tykkere struktur med overmaling og i skadekanter.</i></p>	
<p>Metylcellulose 1 % i vann</p> <p>Flate-konsolidering gjennom japanpapir</p>	<p>Test galleri: Takbord 8 fra nordvegg, 2. felt fra vest.</p>	<p>2019:</p> <p>Ingen glans- eller fargeendring. Malingen la seg ned.</p> <p>Trekker ut en del fra brune skjolder, mindre tydelig effekt på grå/svarte skjolder. Det ble en smal skjold i tørkekanten.</p> <p>Kan ikke se noe blanching, slik man opplevde med metylcellulose løst i kun vann i Sollia.</p>	

		<p>2020:</p> <p><i>Ingen endringer i farge, glans.</i></p> <p><i>Vedheft:</i></p> <p><i>Mye løst.</i></p>	
<p>Klucel EF 4 % i etanol.</p> <p>Flate-konsolidering gjennom japanpapir</p>	<p>Test galleri: Takbord 4 fra sydvegg, 3. felt fra vest.</p>	<p>2019:</p> <p>Mørknet malingen.</p> <p>Malingen la seg ned.</p>	
		<p>2020:</p> <p><i>Fremdeles mørknet.</i></p> <p><i>Vedheft:</i></p> <p><i>Mye løst.</i></p>	

<p>1) 3 % størlim Flatekonsolidering gjennom japanpapir</p>	<p>Test galleri: Takbord 4 fra sydvegg, 3. felt fra vest.</p> <p>Test NØ hjørne: Takbord 8 fra sydvegg, 2. felt fra øst.</p>	<p>2019:</p> <p>Noe glitring i overflaten som ble forsøkt dabbet bort, ingen fargeendring.</p> <p>Malingen la seg ned.</p>	
		<p>2020:</p> <p><i>Glitring fra overskudd i overflaten er der fremdeles.</i></p> <p><i>Tynne kantskjolder.</i></p> <p><i>Vedheft:</i></p> <p><i>Det meste i «normalområde r» sitter. Noen løse kanter, noe løst i ujevne kvistområder og noe løst der det ligger øyer med eldre maling under overmaling, mot bjelkekanten.</i></p>	

7.3 Tabell over testfelt i Gimmestad kirke

Hentet fra Rapport fra forprosjekt (Olstad, 2021)

Middel/ Løsning	Beskrivelse maling	Sted i kirka (se foto)	Påføring	Resultat dagen etter	Resultat etter ett år	Kommentar
Størlim 3 % i vann ¹⁴	Tykk maling, bunnfarge og toppstrøk	Nordvegg skip, vestre del	Pensel/ japan- papir. 35- 40°C- løsning	Observert ca 5 timer etter påføring: gir skjold, malingen er lagt ned. Ikke tørr.		Lett å påføre. Malingen ser ut til å legge seg ned til underlaget. Enkelt å fjerne overskytende lim.
Methyl cellulose 4000CP, 1 % løsning i etanol:vann 1:1	Tykk maling, bunnfarge og toppstrøk	Nordvegg skip, vestre del	Pensel/ japan- papir. Kald løsning	Ikke observert løs maling		Lett å påføre. Malingen ser ut til å legge seg ned til underlaget. Forholdsvis enkelt, men tidkrevende å fjerne overskytende lim
Methyl cellulose 4000CP, 2% løsning i etanol:vann 1:1	Tykk maling, bunnfarge og toppstrøk	Nordvegg skip, vestre del	Pensel/ japan- papir. Kald løsning	Ikke observert løs maling		Må jobbes inn i overflaten med penselen. Malingen ser ut til å legge seg ned til underlaget. Tidkrevende å fjerne overskytende lim og usikkert om tilstrekkelige overflatelim ble fjernet. Lim inne i sprekker
Methyl cellulose 1500 CP, 1 % løsning i etanol:vann 1:1	Tykk maling, bunnfarge og toppstrøk	Nordvegg skip, vestre del	Pensel/ japan- papir. Kald løsning	Ikke observert løs maling, men mulig en «bom» i malingen		Lett å påføre. Malingen ser ut til å legge seg ned til underlaget. Forholdsvis enkelt, men tidkrevende å fjerne overskytende lim
Methyl cellulose 1500 CP, 2 % løsning i etanol:vann 1:1	Tykk maling, bunnfarge og toppstrøk	Nordvegg skip, vestre del	Pensel/ japan- papir. Kald løsning	Ikke observert løs maling		Må jobbes inn overflaten med penselen. Malingen ser ut til å legge seg ned til underlaget. Tidkrevende å fjerne overskytende lim og usikkert om tilstrekkelige overflatelim ble fjernet. Lim inne i sprekker
Methyl cellulose 1500 CP, 1 % løsning i vann	Tykk maling, bunnfarge og toppstrøk. Vannskadet maling	Nordvegg skip, vestre del	Pensel/ japan- papir. Kald løsning	Ikke observert løs maling		Lett å påføre. Malingen ser ut til å legge seg ned til underlaget. Enkelt, men tidkrevende å fjerne overskytende lim.

¹⁴ Størlimet var ca. 40 °C ved oppstart. Det kjentes varmt under påføringen og var lett å påføre. Malingen mykner og legger seg ned, også der den var krakelert i rutemønster etter langvarig vannpåvirking. Størlimet trekker utover i malingen

Norsk institutt for kulturminneforskning er et uavhengig forsknings- og kompetansemiljø med kunnskap om norske og internasjonale kulturminner.

Instituttet driver forskning og oppdragsvirksomhet for offentlig forvaltning og private aktører på felter som by- og landskapsplanlegging, arkeologi, konservering og bygningsvern.

Våre ansatte er konservatorer, arkeologer, arkitekter, ingeniører, geografer, etnologer, samfunnsvitere, kunsthistorikere, forskere og rådgivere med spesiell kompetanse på kulturarv og kulturminner.

www.niku.no

NIKU Rapport 167

NIKU hovedkontor
Storgata 2
Postboks 736, Sentrum
0105 OSLO
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Tønsberg
Farmannsveien 30
3111 TØNSBERG
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Bergen
Dreggsallmenningen 3
Postboks 4112, Sandviken
5835 BERGEN
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Trondheim
Kjøpmannsgata 1b
7013 TRONDHEIM
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Tromsø
Framsenteret
Hjalmar Johansens gt. 14
9296 TROMSØ
Telefon: 77 75 04 00