

Nanoprodukter

En granskning av nanoprodukter och dess kapacitet
att avlägsna mögelmisfärgningar

Matilda Thorlund Brönmark

Uppsats för avläggande av filosofie kandidatexamen i
Kulturvård, Konservatorsprogrammet

15 hp

Institutionen för kulturvård

Göteborgs universitet

2013:13



Nanoprodukter

En granskning av nanoprodukter och dess kapacitet att avlägsna
mögelmissfärgningar

Matilda Thorlund Brönmark

Handledare: Jonny Bjurman

Kandidatuppsats, 15 hp
Konservatorsprogrammet
Vt 2013

Program in Integrated Conservation of Cultural Property
Graduating thesis, BA/Sc, 2013

By: Matilda Thorlund Brönmark
Mentor: Jonny Bjurman

Nano products

A review of nanoproducts and its ability to remove discoloration from mold

This report has explored the use of nanoparticles, micro-emulsions and chemical gels as advanced systems for extracting discoloration from mold on mural paintings. The purpose is to investigate the cleaning results and to compare them with the commonly used techniques used for the same purpose by practising conservator-restorers in Sweden.

The aim of the work was to answer two essential questions:

- Can nanoproducts be used in the conservation of sensitive distemper on walls?
- How does a micro-emulsion react, compared to products that usually are used for the problem with discoloration by mold growth?

This study involves a literature survey and experiments. The investigation of the quality difference between the cleaning results from micro-emulsions and solvents that are commonly used by conservator-restorers today is discussed. Furthermore, a simple study is performed, regarding the quantity of solvents that penetrate into the surface in return to the amount that fills the pores.

The study is completed with fieldwork using these products for the removing of discoloration from mold on a mural painted with a distemper.

Furthermore, the nanoproducts were evaluated on stone treated with polymers. The polymers could be removed but a rest showed often left as evaluated by dark field microscopy. The products that were used for this test was the polymers Akronal D500, Paraloid B72 and Mowilith DM 772. For the extraction the micro-emulsions B-mek, EAPC were used. The test showed best result on the stone treated with the polymer Akronal D500 and the micro-emulsion EAPC used to create the swelling and extracting of the polymer.

Title in original language: Nanoprodukter

En granskning av nanoprodukter och dess kapacitet att avlägsna mögelmissfärgningar

Language of text: Swedish

Number of pages: 47

Keywords: Nano, emulsions, distemper, painting, mold, mural

ISSN 1101-3303

ISRN GU/KUV—13/13--SE

Förord

Jag vill tacka målerikonservatorerna Hanna Eriksson, Ingrid Wedberg och Johanna Nessow vid Skånes Målerikonservatorer för den hjälp och stöd jag fått under studiens gång. Likväl vill jag tacka Skånes Målerikonservatorer för möjligheten att utföra rengöringsprover i Hemmesdynge kyrka och Lyngby kyrka. Jag vill även tacka konservator Lars Sandberg som gav mig möjligheten att redan i tidigt skede få prova på konservatorsyrket och för att jag fick ta del den kunskap han besitter.

Jag vill även tacka Vatikan-museet och framförallt Francesca Persergati som möjliggjorde min praktikplats samt till alla de konservatorer som jag fick möjlighet att arbeta med. Ytterligare ett tack till Bruno Marocchini som tagit sig tid att svara på mina frågor.

Studien hade inte varit möjlig att genomföra utan samarbetet med institutionen för kemi och CSGI vid Florens universitet, där vill jag i första hand tacka Professor Piero Baglioni samt Rodorico Giorgi, för deras enorma hjälp med framställning av produkterna som studien undersöker, samt allt stöd de visat och med sin enorma kunskap de villigt delat med sig av.

Tolkning av analyser samt utformningen av uppsatsen har utförts med betydelsefull hjälp och handledning från Jonny Bjurman, Fil. Dr, Docent, Professor vid Göteborgs universitet.

Jag vill även rikta ett tack till kontoret, Julia Andren, Billy Höök, Emma Strömbom och Andreas Roxvall som ständigt funnits som stöd och uppmuntran.

Även ett tack till Arne Thorlund, som gladeligen satte sig in i mitt ämnesval och gav sina kommentarer och sin support.

Tillsist vill jag tacka min kära vän Mylie Le som det stöd hon varit för mig de senaste åren och att hon har funnits där och stått ut under den stressiga våren.

Tack!

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	12
1.1 Bakgrund till ämnesval.....	12
1.2 Syfte.....	13
1.3 Målsättning.....	13
1.4 Problemformulering.....	13
1.5 Frågeställningar.....	13
1.6 Tidigare forskning.....	13
1.7 Studieobjekt.....	14
1.8 Käll- och metodkritik.....	14
1.9 Metod.....	15
1.10 Disposition.....	15
1.11 Avgränsningar.....	16
2. Muralmåleri, uppbyggnad och mögelangrepp.....	17
2.1 Muralmåleri.....	17
2.2 Limfärg.....	17
2.5 Bindemedel.....	18
2.3 Mögel.....	18
2.4 Väteperoxid.....	19
3. Konservering av objekt med mögelmissfärgning.....	20
3.1 Missfärgning av mögel och åtgärder för avlägsna denna.....	20
3.2 Etik.....	20
4. Generellt om nanoprodukter.....	22
4.1 Beskrivning av nanomaterial.....	22
4.3 Framställning.....	22
4.4 Nanoprodukter för konservering.....	23
4.5 Hälsorisker.....	25
5. Fallstudie, studieobjekt 1.....	27
5.1 Beskrivning.....	27
5.2 Beskrivning av interiörmåleriet.....	27
5.3 Byggnads- och reparationshistorik berörande interiörmåleriet.....	28
5.4 Problematiken i Hemmesdyngge kyrka.....	28
6.0 Analyser från studieobjekt 1.....	29
6.1 Prover studieobjekt 1 och resultat.....	29
7. Fallstudie, studieobjekt 2.....	31
7.1 Lyngby kyrka.....	31
7.2 Beskrivning av interiörmåleriet.....	31
7.3 Byggnads- och reparationshistorik berörande interiörmåleriet.....	31
7.4 Problematiken i Lyngby kyrka.....	32
8. Undersökning och studiens metoder.....	33
8.1 Medel som undersöktes.....	33
9. Laboratorieprover.....	34
10. Resultat.....	37
10.1 Genomförande av rengöringsprover studieobjekt 1.....	37
10.2. Genomförande av rengöringsprover på studieobjekt 2.....	39

10.4 Resultat från extraheringen av polymererna.....	41
11. Diskussion och slutsatser	42
12. Sammanfattning	44
Käll- och litteraturförteckning	45
Bildförteckning	47
Tabellförteckning	47
Bilagor.....	47
Bilaga 1.	I
Resultat från utförda prover på studieobjekten	I
Bilaga 2.....	VI
Resultat från prover utförda på putsbitar	VI
Bilaga 3.....	VII
Hälsorisker för använda kemikalier vid rengöringsprover samt deras skyddsåtgärder	VII
Bilaga 4.....	IX
FTIR- analyser	IX
Bilaga 5.....	XII
Analys på prover från Hemmesdynge kyrka, CSGI, Florens.....	XII
Bilaga 6.....	XIV
Bevaringsafdelingen, Forskning, Analyse og Rådgivning, bindemedelsanalys	XIV
Bilaga 7.....	XVIII
Byggnadsbiologisk analys. Analysrapport nr 13036, Hemmesdynge kyrka ..	XVIII

1. Inledning

1.1 Bakgrund till ämnesval

Under mina studieår vid Göteborgs universitet har jag hört diskussioner om användning av nanoprodukter inom konservering. Dock har jag aldrig stött på det inom utbildningens ramar, utan via arbetsgivare som testat olika produkter vid spridda tillfällen eller under diskussioner med praktiserande konservatorer i Sverige och Italien. Jag finner det intresseväckande med nya material och metoder som används eller bara diskuteras runtom i konservatorsvärlden.

Vid arbete vid Skånes Målerikonserveratorer har det diskuterats angående metodutveckling och material. Där kom jag i kontakt med frågor gällande användning av nanopartiklar inom konservering. Inför denna uppsats diskuterades intressanta och lämpliga ämnen att skiva om tillsammans med Hanna Eriksson, som tyckte att en studie där en undersökning av produkter innehållandes nanopartiklar och mikroemulsioner kunde vara lämpliga för att avlägsna mögelmissfärgningar från limfärgsmålteri på mur. Något som stötts på vid arbete i Hemmesdyngne kyrka samt Lyngby kyrka i södra Skåne.

Inom konserveringsområdet introducerades och diskuterades nanokemin för konserveringsändamål efter översvämningarna i Florens 1966. Under ICOM:s internationella konferens i Amsterdam 1969, presenterade Enzo Ferroni en ny metod. Metoden kom att omnämnas som Ferroni-Dellini metoden. Den lämpar sig för konservering av sulfatförorenade väggmålningar. Metoden går ut på att applicera ammoniumkarbonat och bariumhydroxid i vattenlösning. (Giorgi R., Baglioni M., Berti D., Baglioni P., 2010) Ferroni-Dellini metoden beskrivs ingående i kapitel 4.4.

I början av vårterminen 2012 höll Professor Piero Baglioni en lunchföreläsning vid Institutionen för kemi och bioteknik vid Chalmers tekniska högskola. Föreläsningen berörde hans arbete inom forskningen för nanoteknik för konservering. Professor Baglioni visade ett flertal fallstudier med problematik med vitning och saltgenomträngning. Vilket påminde om situationer jag själv observerat under min praktiktermin i Italien. Resultaten efter utförda åtgärder med nanoprodukter, utifrån Baglioni's bilder gav ett otroligt resultat. I samband med dessa resultat samt diskussioner med professorer vid kulturvårdsinstitutionen beslöt jag att under de tio veckorna dyka djupare ner i det hav, för mig nya material såsom mikroemulsioner och nanoprodukter. För att få möjligheten att med större kunskap dra egna lärdomar och skapa mig egna erfarenheter inom området gällande nanoteknik som hjälpmedel i konserveringsyfte.

Under lunchföreläsningen vid Chalmers tekniska högskola etablerades kontakten med Professor Baglioni, vid vilket tillfälle förfrågan om möjligt samarbete med institutionen för kemi och CSGI ställdes. CSGI; Research Center for Colloids and Nanoscience, vid universitetet i Florens, är ledande inom arbetet med nanoprodukter för konserveringsbranschen. De arbetar bland annat med att framställa nanomaterial för att bevara bland annat muralmålningar och måleri på duk. Samarbetet med institutionen för kemi och CSGI har gett möjligheten att genomföra denna uppsats.

1.2 Syfte

Syftet med denna uppsats är att undersöka, och för att kunna sprida kunskap om, användning av nanoprodukter och mikroemulsioner för yrkesverksamma konservatorer. Likväl är syftet att undersöka olika nanoprodukter för att få en klarhet gällande de nya metoder som kan användas, och diskuteras inom vår bransch. Ett syfte är också att förstå produkternas påverkan på måleriet, och om man kan få eventuella förändringar hos muralmåleriet vid tillförandet av nanoprodukter.

1.3 Målsättning

Studien görs med målen att uppsatsen:

- Ska utgöra en informationskälla för konservatorer som vill få en bild av nanoprodukter och dess användbarhet för konservering av muralmåleri.
- Att undersöka möjligheten att reducera mögelmissfärgningar på limfärgsmålteri med hjälp av nanoprodukter och mikroemulsioner.

Uppsatsen bör ses som en introduktion, där djupare analyser bör utföras både på nanoprodukternas direkta och långsiktiga påverkan.

1.4 Problemformulering

Limfärgsmålteri är en fukt känslig måleriteknik. När denna typ av måleri drabbas av missfärgningar från exempelvis mögel stöter man på problemet att de vanligaste åtgärderna mot mögel ofta inte kan användas. Med nanoprodukter kan man framställa en produkt som kan vara optimal för objektet och dess problematik. Dock är nanoprodukter inom konservering ännu ett relativt utforskat område, där en ytterligare forskning krävs.

1.5 Frågeställningar

Frågeställningar som uppsatsen berör:

- Hur fungerar nanoprodukter?
- Kan man med hjälp av nanoprodukter extrahera mögelmissfärgningar ur en muralmålning?
- Får man någon förändring på objektets struktur och yta vid användning av nanoprodukter?
- Kan man nyttja en produkt som är framställd för ett specifikt objekt på ytterligare ett objekt med liknande problematik?

1.6 Tidigare forskning

Nanoteknik och nanoforskning är ett ännu nytt forskningsområde där mycket ännu är utforskat, framförallt gällande nanoprodukter inom konservering av kulturhistoriskt värdefulla objekt. Forskningen inom området för konservering är ledande främst ifrån institutionen för kemi och CSGI vid Florens universitet, Italien. CSGI är den institution vilken publicerar mest, rörande konservering av bemålade objekt. Resultaten har spridits i ett flertal artiklar med samarbetspartners ifrån bland annat Frankrike, USA. Man kan även

finna artiklar berörande rengöring av marmor med nanoprodukter som publicerats av forskare från bland annat Università degli studi di Roma Tor Vergata, Italien.

Forskningen från institutionen för kemi och CSGI behandlar laboratorieundersökningar, men utgår även ifrån fallstudier. Bland annat har problematiken mötts vid arkologiska undersökningar vid Mayapan, Mexico, 1200-1450 e.Kr. Där man applicerat mowilith DM5, en syntetisk polymer, på muralmålertiet vid en konservering runt 1999. På grund av denna behandling, mowilithen trängt in och fyllt igen porerna vilket bidragit till att muren tappat sin andningsförmåga. Detta tillsammans med klimatet och den höga luftfuktigheten har måleriskitet börjat flagna. CSGI har med hjälp av nanoprodukter svällt och förmått extrahera mowilithen.

En liknande fallstudie utförs i Brancacci kapellet, Florens, på vilken vax från stearinljus hittades på muralmålningarna. För att avlägsna dessa material användes en mikroemulsion framställd av dodekandroppar i nanostorlek, vilka var dispergerade i en lösning av ammonium dodecylsulfat i egenskap av ytaktivt medel och med 1-butanol som hjälptensid. En mikroemulsion innehållande olja i vatten ger en skonsam kontakt med originalkomponenterna i färgskiktet, detta tack vare närvaron av vatten som ett dispergeringsmedium samt den hydrofila yta som väggmålningen har. (Giorgio R., Baglioni M., Berti D., Baglioni P. 2009)

Källmaterialet utgörs av information framtagen under den inledande studien av publicerat material berörande nanoprodukter, kemi berörande nanomaterial samt allmän kemi relevant för uppsatsen.

1.7 Studieobjekt

Två kyrkor i södra Skåne utgör studieobjekten för den praktiska studien. I Hemmesdyngge Kyrka, valdes två provytor utförda i limfärgsmålertiet. Provyta nummer ett bestod av en limfärg i grunden samt en alkydfärg, denna ”okänsliga vägg” vilken i senare skede skulle rivras, nyttjades för att lära känna produkterna. Provyta nummer två, utgjordes av en murgrund med en lagerföljd med en tunn beige limfärg överst, därefter en alkydfärg samt ytterligare skikt reflekterande de olika ommålningarna utförda i kyrkan.

Det andra objektet för den praktiska studien, bestod av Lyngby kyrka, där prover utfördes på både en yta rengjord med Akapad-svamp och en icke-rengjord yta. Måleriet bestod av en mycket känslig limfärg målade på mur.

Experimenten utförda i laboratoriet vid Institutionen för Kulturvård vid Göteborgs universitet utgörs av putsbitar exteriört samt interiört från Katrinetorps Landeri, Malmö.

1.8 Käll- och metodkritik

Större delen av den publicerade forskningen relateras till kemisterna vid institutionen för kemi och CSGI, som är experter inom ämnet. Då nanoprodukter och nanoteknik ännu anses som nytt finner man den främsta litteraturen rörande detta, framförallt gällande konserveringsområdet, på internet.

Felkällor gällande proverna utförda i de två fallstudieobjekten är faktumet att det var produkten första gången hanterades och applicerades. Kunskapen om hur produkten bör appliceras har till störst del inhämtats från publicerade artiklar.

En riskfaktor rörande laboratorieproverna där nanoprodukter användes för att extrahera polymerer: då detta experiment tillkom sent i uppsatsprocessen, resulterade i att det utformades som ett pilotprojekt, ”grovt experiment” då experimentet avsåg att testa

borttagande av polymeren efter åldring var tanken initialt att accelererad termisk åldring skulle användas. På grund av tidsbristen samt platsbrist i ugnen för artificiell föråldring, utformades en metod där en fuktkammare och värme och ljus från solen utnyttjades istället. Appliceringen av polymerer bör även räknas in som felkälla, den Paraloid B72 som nyttjades framställdes från en lösning med 30 % koncentration, dock hade sannolikt stora delar av lösningsmedlen evaporerat, något som påverkar koncentrationen. Därav bör man räkna med att den Paraloid B72 som späddes till en koncentration på 2 % troligtvis hade en något högre koncentration än den önskade koncentrationen. Den Mowilith DM 772 som användes i experimentet hade produktionsår 1993.

Då det främst är samma grupp forskare som står ansvariga för den publicerade forskningen har det i denna studie valts att skriva ut alla författare som är inblandade i artiklarna, för att på ett tydligt sätt visa på detta.

1.9 Metod

Studien inleddes med diskussioner med Hanna Eriksson och Ingrid Wedberg, Skånes Målerikonserverare om problematiken gällande konservering av limfärg på mur med mögelproblematik. Genom Skånes Målerikonserverare erhöles de två lämpliga studieobjekten för fallstudien, Hemmesdyng kyrka samt Lyngby kyrka.

Uppsatsen grundar sig på en litteraturstudie där målet var att skapa en bild av nanoprodukter, dess kemiska och mekaniska egenskaper. Nanoprodukternas fördelar och nackdelar både inom konservering men även dess inverkan på vår hälsa samt omgivningen. Då objekten för den praktiska undersökningen var uppbyggda av ett limfärgsmålteri på mur, valdes att ge en kortare beskrivning av de specifika områdena relevanta för limfärgsmålteri samt för objektens problematik det vill säga, kraftig mögelmisfärgning.

Vidare utfördes den praktiska undersökningen, med rengöringsprover med nanoprodukterna på de två studieobjekten. Proverna utfördes med målet att utvärdera om nanoprodukter skulle kunna agera lämpligt substitut för blekning med exempelvis väteperoxid på ytor där väteperoxid är olämpligt att användas. För att komplettera kunskapen om nanoprodukter utfördes ett prov i laboratoriet vid Göteborgs Universitet. Putsbitar applicerades med tre olika polymerer, därefter utfördes extraheringsexperiment på provbitarna.

1.10 Disposition

Kapitel 2 ger en kort introduktion till de områden som är relevanta för den här uppsatsen, som hur ett muralmåleri är uppbyggt, limfärgens egenskaper, en kort redogörelse för olika bindemedel samt mögel. Vidare beskriver kapitel 3 mögelproblematiken och åtgärder för detta, med ett kort kapitel gällande konserveringsetik. Kapitel 4 behandlar nanoprodukter, dess historia, sammansättning, hälsorisker och betydelse inom konservering av muralmåleri. Nämnade kapitel baserar sig på studier av tidigare forskning som beskrivs i litteraturen.

Den praktiska undersökningen består av två delar, en fallstudie samt ett laboratorieexperiment. Kapitel 5, 6 och 7 består av presentation av objekten för fallstudien, med en konserveringshistorik och dess problematik. Kapitel 6 sammanfattar analysresultaten utförda på prover från studieobjekt 1, Hemmesdyng Kyrka. Kapitel 8 utgör undersökningen, med genomgång av de produkter som provas och genomgång av applikationen på provytorna från de två objekten. Kapitel 9, behandlar experimenten utförda i laboratoriet vid Institutionen för Kulturvård vid Göteborgs universitet, med en beskrivning av experimentet och resultaten från detta. I kapitel 10 sammanfattas resultaten från de två delarna av den praktiska undersökningen. Kapitel 11 och 12 består av en del med diskussion och slutsatser samt en sammanfattning av uppsatsen.

1.11 Avgränsningar

Rengöringen valdes att utföras enbart på mur och i största utsträckning limfärg på mur då det representerade studieobjekten. Därför har litteraturen angående nanoprodukter inom konservering rörande nanoprodukter applicerade på mur redovisats.

En problematik gällande nanoprodukterna är faktumet att de är en färskvara, samt att det saknas forskare specialiserade på nanoteknik för konserveringsområdet i Sverige. Av denna anledning inleddes ett samarbete både med institutionen för kemi och CSGI, Florens, vilka framställde ett antal produkter för denna studie. För att få en totalt optimal produkt bör kemisterna få möjlighet att noga studera objektet, i mitt fall var detta en omöjlighet pga. tidsbrist samt av ekonomiska skäl. Därtill inkluderades frågan, kan en produkt som är byggd i syfte att extrahera syntetiska polymerer ur mur vara användbart på en annorlunda problematik.

Produkterna som framställts av institutionen för kemi och CSGI i Florens, utifrån analyser av färgflagor från Hemmesdyng kyrka, vilka skickades ned till institutionen för kemi och CSGI. Med detta bör tilläggas, vid ett ingående samarbete med institutionen i Florens önskar kemisterna studera objektet på plats, då dess uppfattning av objektet blir mer djupgående och en bättre produkt kan framställas. Därav bör man se detta som en eventuell felkälla. Likväl bör man inkludera att färgproverna som skickades ner inte var tagna på den direkta provytan, utan från ett färgskikt motsvarande detta, samt från ett flertal andra punkter i kyrkan, vilket även det påverkar osäkerheten av erhållna analysresultat för utformandet av skräddarsydda nanoprodukter. Likväl har proverna utförts på en måleriteknik som inte finns i samma utsträckning i Italien, detta bör vägas in i studien samt dess resultat. Produkterna har tidigare inte, vad känt utvärderats på ett måleri likt den som återfinns på studieobjekten.

2. Muralmåleri, uppbyggnad och mögelangrepp

I detta kapitel ges en kort redogörelse i ämnen som anses relevanta för uppsatsen, för att ge en lätt inblick i de områden som berörs.

2.1 Muralmåleri

Muralmåleri är uppbyggt i lager, med ett support som bär upp bildytan, som framförallt är uppfört på ett natur- eller kläddsten, eller på en vägg på vilken bilden har utförts antingen direkt på eller på en tillförd grund. Grunden består oftast av två lager puts, ett grövre (arricco) och ett finare (intonaco) på vilken skissen läggs. Arricco består till större del av sand, medans inonaco ofta innefattar en jämnare fördelning av kalk och sand.

Typiskt för muralmåleri är att de innehåller en viss volym av tomt utrymme, dvs. porositet. Volymen av porositet påverkar materialets fysiska egenskaper, hållbarheten, styrkan mm. Man klassificerar porerna enligt dess struktur, en öppen eller slutna struktur. Där den slutna strukturen ger en total isolation från den yttre ytan, är motståndskraftig mot vatten, förhindrar transporter utav fukt och vätska genom muren. Men påverkar densiteten, mekaniska och termiska egenskaper. En öppen struktur ansluter med den yttre ytan, vilket gör materialet tillgängligt för vatten och gör det möjligt för vatten eller andra vätskor att passera.

Objekt uppbyggda med karbonat som huvudkomponent påverkas av ett antal olika nedbrytningsformer. Dels fysisk erosion, mest förödande är den kemiska korrosionen som beror på surt regn, innehållande bland annat svavelsyra och salpetersyra. Som ett resultat blir frostsprängningar samt kraftig variation av temperatur, relativ fuktighet och stress från ineliggande saltkristaller. Problematiken med saltutfällningar är ofta stor på muralmåleri, det kan orsakas av att muren absorberar lösningar innehållande salt från marken eller från murens yta. Saltlösningen migrerar med hjälp av kapillaritet, när jonkoncentrationen är mättad sker en kristallisation av saltet, vilket oftast leder till volymökning och mekaniska påkänningar som orsakar färgresning i ytskiktet. Ett vanligt exempel är reaktionen av kalciumkarbonat med svavelsyra som bildar mono- eller dihydrat av kalciumsulfat. Slutligen nedbrytningen på grund av närvaron av organismer, så som svampar, mögel, lavar och bakterier. Något som leder till korrosion av stenar och mineralsubstrat genom mekaniska och kemiska processer. (Borrelli E. Volym 2. 1999 s.3ff.)

2.2 Limfärg

Limfärg, har använts sedan medeltiden och var fram till 1900-talets mitt en av de vanligaste färgtyperna för invändigt måleri.

Bindemedlet utgörs av lim, som antingen bereds ur växt- eller djurprodukter. Som lösningsmedel används vatten och som viktigaste pigment brukar färgen innehålla krita. För mörkare kulörer har man ofta använt jordartspigment i den mängden att färgen fått en lämplig fyllighet. Animaliskt lim, har av tradition varit det vanligaste, då man på en enkel väg kunde koka ihop sitt eget lim. Likväl tillverkades lim av olika sorters lavar och mossor eller alger exempelvis i Carraghenlim. Vid tillverkning smälte man det animaliska limmet, som inte får uppnå en temperatur över 65-70 ° C vid temperatur över detta förlorar limmet mycket av sin bindande förmåga. Därefter blandas limmet med blötlagd krita och eventuellt andra pigment.

En utblandat limfärg är en färskvara som snabbt surnar, för att motverka detta kunde man tillsätta exempelvis ättiksyra eller citronsyra som ger en konserverande effekt.

I början av 1900-talet marknadsfördes cellulosalim som underlättade hanteringen av limfärg, då man kunde lagra färgen och man fick en längre torktid. Kom att kallas kallim, då man kunde lösa adhesiv direkt i kallt vatten.

Limfärg torkar mycket snabbt och ljusnar vid torkning. Den har en matt karakteristisk yta som är känslig för fukt och har en tendens att krita av sig. (Fridell Anter K., Wannfors H. 1997, s 251)

Limfärg har ett högt PVK, dvs. en hög pigmentvolymkoncentration, vilket bidrar till att färgen lätt avger pigment från ytskiktet. Limfärg är dessutom väldigt porös vilket bidrar till dess känslighet samt gör den känslig för produkter som appliceras på ytan. (Nessow J., 2010 s.9)

2.5 Bindemedel

Valnötsolja framställs ur valnötter och är en torkande olja med liknande sammansättning som linolja, men har längre torktid. Används till ljusa konstnärsfärger vitt, gult, coelinblått m.fl. då valnötsolja inte gulnar i samma utsträckning som linoljan gör.

Oljan reagerar med syret i luften och övergår i fast form, dvs. den ”torkar”, rå linolja har en relativt lång torktid men med olika tillsatser kan man påskynda torktiden. Dessa tillsattämnen benämns som sickativ. Det kan exempelvis innehålla bly, mangan eller kobolt i form av salter av organiska syror.

En olja kan bestå av uppemot tio olika fettsyror, där sammansättningen beror på den ursprungliga vegetabilien. Förhållandet mellan de olika komponenterna inverkar på dess egenskaper. Vanligaste fettsyrorna är så kallade C₁₈ -syror exempelvis, stearinsyra, oljesyra, linoljesyra med flera. (Tronner, et.al 2006, s. 40)

Alkyd som ett bindemedel: man framställer det genom att låta en alkohol reagera med en syra eller syranhydrid. Dess egenskaper kan förändras genom mängden fettsyror. Då alkydfärg var billigare samt enklare att massproducera blev det efter andra världskrigets slut en stor konkurrent till linoljefärgen. En fördel ansågs även vara dess korta torktid och det minskade behovet av förarbete då alkydfärgen inte väter in i underlaget så som linoljefärger. (Wibofarg [2013-04-29])

2.3 Mögel

Mögel är ett samlingsnamn för den stora gruppen snabbväxande svampar med mikroskopiskt små fruktkroppar, sporbärare, sporangioforer. Mögelsvampar sprids främst med hjälp av sporer, som oftast bara är några mikrometer i diameter, som bildas i enorma mängder. Sporerna är trots sin storlek tyngre än luft vilket innebär att luften måste vara i rörelse för att sporer ska kunna hålla sig svävande. Om en mögelspor finner en lämplig och gynnsam miljö börjar denna gro och det växer ut rörformade tunna trådar vilket kallas hyfer, dessa bildar vid fortsatt tillväxt och förgrening ett mycel. Mycelet är den delen som tar upp och förser svampen med den nödvändiga näringen för dess tillväxt. Det växer radiellt på ytan och ner i substratet och påverkar omgivningen genom att utsöndra bl.a. enzymer och organiska syror. (Fjæstad red. 1999, s. 330ff)

För vissa svampar tycks UV-ljus vara nödvändigt för att svampen ska starta sporbildning. Pigmenteringen hos många svampar kan även vara ljusberoende. Mörka, bruna och svarta svampar inom släktet Dematiaceae innehåller det mörka pigmentet, melanin. Melaninets funktion tycks vara att skydda cellen från skadligt UV-ljus. Två vanliga mögelarter man kan finna är:

Aspergillus, en mögeltyp som är vanligt förekommande i samband med klimatskadade byggnadsmaterial. Det krävs förhållandevis låg relativ fuktighet för tillväxt. Ett flertal arter av *Aspergillus* utvecklar toxiner som kan ge problem för personer med överkänslighet. Även *Penicillium*- släktet innehåller ett stort antal arter där ett flertal är vanligt förekommande på byggnadsmaterial. Även *Penicillium* tillväxer vid låg relativ fuktighet, i ett temperaturspann mellan 5-37 ° C. Då den kräver lite fukt är den mycket vanligt

förekommande i alla miljöer både inne- och utomhus. Flera arter av *Penicillium* kan orsaka problem för personer med överkänslighet. (Skånes målerikonserverer 2013-04-17 s. 99 s. se bilaga 7)

2.4 Väteperoxid

Har kemiska formeln, H_2O_2 och är lösligt i vatten likväl i vissa organiska lösningsmedel. I en vattenlösning blir det en svag syra. Peroxiden är stabil i rent tillstånd och i kyla, den sönderfaller i vatten. I koncentrerad form är väteperoxiden explosiv. Största användningsområdet är blekning, inom massa-, pappers- och textilindustrin. Inom konservatorsbranschen används väteperoxiden för blekning av till exempel missfärgningar, samtidigt fås en lätt neutralisering av fläckarna. Den väteperoxidlösning som använts i detta fall är betydligt lägre i koncentrationen oftast en 3% lösning. (Elding, L.I, Persson S. Ne, 2013-05-10)

3. Konservering av objekt med mögelmisfärgning

3.1 Missfärgning av mögel och åtgärder för avlägsna denna

Biologiska attacker visar sig i olika skepnader, gemensamt för alla är behandlingen utav problemet. Enbart rengöring av objektet är inte nog för att förhindra återkomst av mögelproblematik. D.v.s. en effektiv behandling innebär en kombination av rengöring och desinficering. Vidare nämner Mora i *Conservation of Wall paintings* (Mora P..., 1984, s. 298f) två tillvägagångssätt gällande behandling, fysisk- eller kemiskbehandling. Fysisk behandling innefattar kontroll av klimat, med temperatur och fuktighet, för att motverka tillkomsten utav mögel. En metod som är hållbar, effektiv och dessutom skonsam mot måleriet. Väljer man att dessutom arbeta med en kemisk metod bör man dels tänka på, att utan kontrollerat klimat kan möglet lätt återkomma. Behandling av mögel sker med steriliseringsmedel, där ett idealmedel enligt Mora (1984) behandlar och uppfyller följande krav;

- förmågan att vara effektiv i låga koncentrationer
- vara kapabelt att forma stabila lösningar
- ha ett lågt ångtryck och ha en långsam evaporeringstakt
- kapabelt att vara stabil i varierande temperaturer
- vara så harmlös som möjligt mot muralmåleriet, i både fysiskt och kemiskt hänseende
- inte innefatta några tendenser att utveckla surhet
- ha kapacitet att inte bli hygroskopisk
- bör vara icke synbar, inte påverka muralmåleriets färg eller struktur

Mögelproblematik behandlas först med en rengöring för att avlägsna sporena, detta vanligast genom dammsugning med en damsutare utrustad med mögelanpassat filter. Därefter desinficeras ytan i syfte att eliminera mögelväxten. Konserveringsåtgärder av ett objekt med mögelproblematik utförs först när det omgivande klimatet är kontrollerat. Detta för att i så stor mån som möjlig motverka återkommande mögelproblematik.

3.2 Etik

Utifrån urdrag från ICOMOS charter *Principles for the Preservation and Conservation-Restoration of Wall Paintings* från 2003;

“All methods and materials used in conservation and restoration of wall paintings should take into account the possibility of future treatments. The use of new materials and methods must be based on comprehensive scientific data and positive results of testing in laboratories as well as on sites. However, it must be kept in mind that the long-term effects of new materials and methods on wall paintings are unknown and could be harmful. Therefore, the use of traditional materials, if compatible with the components of the painting and the surrounding structure, should be encouraged.” (s.3)

Man kan tolka det som att konservatorerna är tveksamma mot nya icke väldokumenterade metoder inom konservering av muralmåleri. Långtidspåverkan av de material som tillförs blir oerhört relevant gällande muralmåleri, främst då muralmåleri består av naturliga

byggkomponenter som vid exempelvis tillförsel av något kan få ett annorlunda klimat och förutsättningar.

Likväl finns problematik gällande rengöring utav muralmåleri, där man bör ha i åtanke att en muralmålning är ett helhetsobjekt, dvs. objektets yta måste behandlas som en helhets yta, ljusets brytning, variationen av ytans struktur och förändringar och olikheter i material och teknik vilka måste bli respekterade. (Mora P.1984, s.285)

Vid konserveringsåtgärder för måleri med högt PVK bör dess känslighet vad gällande pudrande av pigment samt känslighet för fukt iakttas. En egenskap som kan skapa stora problem, där fördelar och nackdelar i ingreppet noga bör övervägas.

4. Generellt om nanoprodukter

4.1 Beskrivning av nanomaterial

Kemikalieinspektionen ger beskrivningen av nanomaterial, där man säger, dels att det ännu inte finns en internationellt överenskommen definition av nanomaterial. Men nanomaterial definieras ofta som material som är mindre än 100 nanometer i åtminstone en dimension. En nanometer är en miljondels millimeter, eller en miljarddels meter. Nanomaterial kan antingen vara helt nya kemiska strukturer eller redan välkända kemiska strukturer fast i mindre storlek. Nanomaterial kan på grund av sin ringa storlek få helt andra egenskaper och funktioner. Nanoteknologi handlar om att bilda och använda dessa små strukturer. (2013-04-08)

Nanomaterial har sin fysiska storlek i ett ungefärligt spann mellan 1 nm till 100 nm, en vattenmolekyl är ca 0.1 nm. Nanomaterialets kemiska och fysiska egenskaper formas och blir förutsägbar i förhållande till dess storlek. Genom artificiella framställningsmetoder kan man designa ett nanomaterial med strikt kontroll över dess storlek, form och ytegenskaper. Organisera och bygga en produkt som har en funktionell arkitektur som gör den perfekt för det specifika ändamålet.



Figur 1. Storleksförhållande för en nanopartikel förhåller sig mot en fotboll som en fotbolls storlek till jordklotet. (oecotextiles 2013-05-03)

Nanomaterial har alltid existerat i vår omgivning, i rök, i saltkristaller från havet, keramiska material och i modernare tid bilavgaser. Man har nyttjat guld och silver i nanostorlek för att färga glas och keramik sedan 900-talet, även kimmrök har använts för sin förmåga att svärta. Nanopartiklar finns representerade i åtskilliga användningsområden idag, så som i slitstarka däck, vid tillverkning av målarfärg, tillsatts i solkrämer, i träningskläder för att motverka doftbildning. Även inom medicinområdet har nanoteknologin utforskats, i syfte att skapa nya material för implantat och proteser.

4.3 Framställning

Det finns två olika processer för att framställa oorganiska nanopartiklar. Den första är en "break-down" process där råmaterial/bulkmaterial bryts ner genom malning eller förslitning. Genom att mala råmaterialet till små partiklar, det vill säga mekanisk syntes, eller till molekyl- eller atomstorlek genom termisk sönderdelning av fasta ämnen. Den andra processen är en "bottom-up" process, i vilken partiklarna byggs upp till önskad storlek genom en yttre samling av atomer eller joner. Detta sker genom deposition och tillväxt av kristaller från vätske- eller ångfas eller genom fasttillståndssintring (dvs. fasta partiklar sammanfogas till ett större objekt, som kan ske under höga temperaturer) och reaktion mellan nanopartiklar.

Processen med att fysikaliskt dela fasta ämnen till finare fragment genom malning är den process som i regel används. Malningsmetoden är dock förknippad med förorening på partikel ytan av atmosfäriska gaser och material som används för att kvarnen skall fungera.

Likväl lider den även av en begränsning i tillgängliga partikelstorlekar, då den minsta storleken som kan framställas genom malning är begränsad. Detta på partiklarna har en benägenhet att åter aggregeras¹ vilket leder till att partiklar med storlek under några mikrons sällan är möjliga att framställa. (Baglioni P., Giorgi R. 2006)

Vid användningen av mikroemulsioner i syfte att framställa nanostrukturerade material nyttjas miceller² som nanoreaktioner. Detta gör det möjligt att kontrollera tillväxten av de uppnådda partiklarna. Den viktigaste framtiden för mikroemulsionerna ligger i möjligheten av att utbyta innehållet i dropparna. Detta gäller särskilt de inverterade micellerna dvs. bestående av vattendroppar i olja, dessa kan användas för reduktion eller utfällning ”in situ” av metallsalter eller keramiska material. Det är tillräckligt att blanda två mikroemulsioner, en innehållande metallsalter och andra reaktiv- eller utfällningsmedel för att erhålla partiklar i nanodimension. Ett antal parametrar influerar den slutgiltiga dimensionen av gruppen, så som koncentrationen av reagenterna, reducering av agentens form, viktigaste parametern är förhållandet mellan vatten och ytaktiva ämnen i mikroemulsionen. När partiklarna har nått den slutgiltiga dimensionen är de stabiliserade av det ytaktiva ämnet som absorberar på nanopartiklarnas yta. Det ytaktiva ämnet motverkar vidare ökning och bildar en stabil suspension. (Baglioni P., Giorgi R. 2006) Tekniken med mikroemulsioner ger en fördel, då den tillåter en mer preciserad kontroll över nanopartikelstorlek.

4.4 Nanoprodukter för konservering

Fördelen hos nanopartiklar inom konservering, är dels dess storlek, likväl dess höga reaktivitet samt dess stora förmåga att penetrera målningars porösa grund och dess stora kompatibilitet. För effektivaste nanoprodukt skräddarsys denna efter objektets problematik, detta utförs av kemister speciellt inriktade på nanokemi för konserveringsbranschen. Nanopartiklar med kalcium-, barium- och magnesiumhydroxid är de vanligaste och mest betydelsefulla systemen av nanopartiklar, de sammansätts och framställs med konserveringsproblematiken som utgångspunkt.

Nyckeln till dessa anpassade system är kontrollen över partikelstorleken och polydispersitet vilket avstäms mot objektets porositet. Man önskar få kontroll över detta för att därmed kunna härma storleksfördelningen hos det substrat man önskar konsolidera, med detta kan man skräddarsya en produkt som reagerar önskvärt i objektets porer.

För konsolidering av muralmålning nyttjas kalciumhydroxid, en behandling utformas så att kalciumhydroxid appliceras, efter några dagar har reaktionen mellan hydroxid med koldioxid från luften omvandlat kalciumhydroxiden till kristalliserat kalciumkarbonat. En reaktion som denna är speciellt viktig vid arkeologiska utgrävningar där konservering på plats i fält, kräver ett omedelbart ingrepp efter upptäckt. (Giorgi R., Baglioni M., Berti D., Baglioni P., 2010)

Ferroni-Dellini metoden är designad för konservering av sulfatförorenade väggmålningar, metoden går ut på att påföra ammoniumkarbonat och bariumhydroxid i vattenlösning.

1) Ammoniumkarbonat förvandlas till gips genom inpackning med löst ammoniumsulfat, (2) vilket huvudsakligen absorberas upp av inpackningen och avlägsnas från måleriets

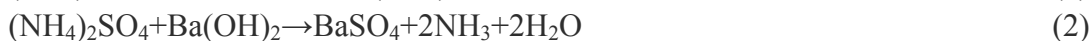
¹ Aggregation: Är en process där partiklar i ett finfördelat system klumpar ihop sig och bildar därmed en ny partikel.

² Micell: ett aggregat i ytaktivt ämne i en polär vätska eller H₂O, ex. glycerol. Består oftast av en lång kolkedja och en mindre, polär grupp som har god affinitet till H₂O och andra polära vätskor. Är både hydrofoba (inåt) och hydrofila (utåt). Används ex. för att lösa oljor i vatten som *annars är* olösliga i H₂O.

ytskikt. Bariumhydroxid konverterar den kvarvarande ammoniumsulfaten till olöslig bariumsulfat.

(3) och (4) det sker en återbildning av kalciumhydroxid genom en utbytesreaktion med kalciumkarbonat.

(5) Den kvarvarande bariumhydroxiden reagerar med omgivningens koldioxid och formar bariumkarbonat.



Huvuddragen i denna metod blir därmed:

(i) den olösliga bariumsulfaten hindras att genomgå en migration in den porösa grundmassan, vilket förhindrar spridning av salter

(ii) bariumhydroxid är lösligt i vatten och kalciumhydroxid betraktas som olösligt, vilket innebär att kalkvatten inte kan nyttjas i ett effektivt konsolideringssyfte.

(iii) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bildas genom metoden som omvandlats till bindemedlet kalciumkarbonat och konsoliderar måleriskiktet utan förändringar av artefakternas kemiska sammansättning.

En förbättring av metoden fås genom användningen av en dispersion med nanopartiklar av kalciumhydroxid enskilt eller i en blandning med bariumhydroxid. Med andra ord av ett kolloidalt system (finfördelat system) istället för en lösning, dvs. använder sig av en alkoholhaltig dispersion med tillförda nanopartiklar av kalcium- och, eller bariumhydroxid. (Chelazzi D., Poggi G., Jaidar Y., Toccafondi N., Giorgi R., Bagioni P. 2012, s.44)

Syntetiska polymerer användes i stor utsträckning under 1970 på muralmålari i syfte att konsolidera samt skydda måleriet, användes främst i södra Europa. Man ansåg polymer som ett stabilt material. Något som har visat sig vara det motsatta, framförallt i länder med högre luftfuktighet. Man märkte man att de syntetiska polymer åldrades snabbare än det material man konserverade. Likväl accelererade nedbrytningen hos de oorganiska komponenterna hos objektet. En åldrad polymer blir olöslig och den tänkta konserveringsmetoden blir inte längre reversibel.

På grund av denna åldringsproblematik bedrivs forskning för att få fram ett system för att svälla och avlägsna dessa åldrade och nedbrutna polymerer. Vid extrahering av syntetiska polymerer vill man använda ett lösningsmedel som kan svälla polymeren för att därefter avlägsna denna från ytan. Genom användning av en vattenbaserad mikroemulsion eller micell-lösning kan man reducera toxiciteten i förhållande till de rena organiska lösningsmedlen vilka annars nyttjats. Från studier utförda vid institutionen för kemi och CSGI, i Florens har man påvisat ett resultat, med en bättre och kontrollerad verkan, jämfört med användandet av de undersökta organiska lösningsmedel som testades. (Baglioni M., Rengstl D., Berti D., Bonini M., Giorgi R., Baglioni P. 2012 s. 1723)

Nanoprodukter kan även användas för neutralisering av surt cellulosabaserat material. För detta nyttjar man nanopartiklar av magnesium- eller kalciumhydroxid lösta i ett lösningsmedel fritt från vatten. Nanopartiklarna tränger vid applicering in i cellulosa fibrerna där hydroxiden reagerar och neutraliserar. Överskottet omvandlas tack vare sin höga reaktivitet av koldioxid till karbonat, vilket agerar som en alkalisk buffert. Forskning utförs på användning av nanopartiklar för neutralisering av surt trämaterial. Vid neutralisering av trämaterial lämpar sig magnesiumhydroxid i mindre partikelstorlek då det får en bättre penetration in i substratet. Detta då trä har en mer komplicerad 3D-struktur än papper, vilket kräver små partiklar som klarar av penetrationen i materialet.

Måleri på duk eller måleri på trä kan rengöras med en kemisk-gel, med vilken man kan kontrollera mängden penetrerande lösningsmedel. Fysiska-geler har använts i stor utsträckning för att rengöra måleri på duk. En fysisk-gel är uppbyggd av svaga bindningar så som vätebindningar, van der Waalsbindningar eller dipol-dipolbindningar. Med detta får gelerna en nackdel, nämligen att de kan lämna rester på konstverket samt att de oftast är klibbiga. För att undvika problematiken från Fysiska-geler har man undersökt olika gelbildare till vilka man tillför mikroemulsioner. (Baglioni P., Chelazzi D., Giorgi R., Pizzorusso G., Bonini M., Fratini E. 2011 s.194f) Förutom traditionella gelbildare som exempelvis cellulosaderivat arbetar man fram mer komplexa metoder. För objekt med känsligt färgskikt i den skalan att detta icke kan beröras har kemister arbetat fram en magnetisk gel. Vilken hålls över ytan som skall behandlas, exempelvis för rengöring. Gelen får verka, vid avlägsning hålls en magnet över ytan varvid en magnetiska gelen ”sugs” upp av magneten, samtidigt som den drar med sig smutsen eller missfärgningen. Gelen är framförallt baserad på en polymerisation av monomererna akrylamid och bis-akrylamid, för att erhålla ett tredimensionellt gelnätverk, de binds med kovalenta bindningar. Magnetiska nanopartiklar av koboltferrit binds till polyakrylamid nätverket vilket ger en kemisk hydrogel³ med magnetiska egenskaper. Men kemiska geler får en appliceringstid som är längre än en fysikalisk gel, men med detta får man oftast en säkrare behandling. (Baglioni P., Giorgi R. 2010, s 26 ff.)

4.5 Hälsorisker

I ett EU-projekt som handlar om att kartlägga hur immunförsvaret hanterar nanomaterial. Har man bland annat studerat kolnanorör och kunnat visa på att somliga vita blodkroppar så kallade neutrofiler, kan bryta ner kolnanorör till koldioxid och vatten.

Nanopartiklar av silver används i många fall som desinfektionsmedel samt som konserveringsmedel. Detta har i några år använts bland annat träningskläder för att motverka lukt. Men då även dessa träningskläder tvättas ofta tvättar man ur silvernano-partiklar som följer med vattnet in i reningsverken och riskerar att slå ut de nyttiga vattenrenande bakterierna. Om detta händer kan det leda till att nanopartiklar av tungmetaller som exempelvis silver kan leda till att bakterier blir antibakteriella. (www.sednanotech.com, 2013-03-18) Dessa resistenta bakterier kan spridas vidare i miljön med slammet från reningsverken hamnar på åkrar där kan påverka kretsloppet. 2006 visade neurobiologer i Uppsala att nanopartiklar kan lura hjärnans skyddsmembran, blod-hjärnbarriären att släppa in oönskade partiklar som kan orsaka svåra hjärnskador. (Järtelius A. 2007)

Det som är unikt för nanoprodukter jämfört med andra kemiska ämnen är att farorna beror mer på nanoproduktens storlek än vilka ämnen de består utav.

Två definitioner som berör egenskaper som kopplas till riskbedömning av nanoteknologin är, *transitiva* och *icke-transitiva nanopartiklar*.

- *Transitiva* nanopartiklar är partiklar som vid definition är nanopartiklar. De uttrycker en storleksberoende-intensiv egenskap, ett exempel på detta är kvantprickar, som är nanopartiklar av halvledare.

- *Icke-transitiva* nanopartiklar är partiklar som per definition är nanopartiklar, men saknar storleksberoende-intensiva egenskaper. Ett exempel på ett ämne som uppvisar icke-transitiva egenskaper utifrån ett toxikologiskt perspektiv är titanoxid. Toxiciteten hos

³ Hydrogel, är en gel med vatten som dispergeringsmedel.

luftburna nanopartiklar av titandioxid är linjärt beroende av den sammanlagda ytan på partiklarna och egenskaper hos större former av ämnet skulle kunna extrapoleras ned till nanoformerna. (kemikalieinspektionen, 2007, s. 10f.)

I september 2011 publicerade SVT vetenskap en artikel som belyser att forskare identifierat hjärnskador hos levande djur. Detta efter en studie från forskare från Plymouth-universitetet som har påvisat att regnbågsforeller som utsatts för titanoxid har skapat celldöd och håligheter i fiskens hjärna. Titanoxid är samma typ av nanopartiklar som nyttjas i flertalet skönhetsprodukter likväl var det påtänkt att användas i bruk för matindustrin. (Steen C., 2007-09-19)

4.5.1 Hälsorisker för använda kemikalier vid rengöringsprover samt skyddsåtgärder

Nedan följer en lista över ämnen som använts eller ingår i de produkter som använts:

- Etylacetat
- Propylen karbonat
- Natriumdodecylsulfat⁴
- 1-pentanol
- Xylen
- Bariumhydroxid
- Kalciumhydroxid
- 1- propanol
- Väteperoxid 3 %

En sammanställning av kemikaliernas hälsorisker samt skyddsåtgärder hittas i bilaga 1.

⁴ Benämns senare i texten med förkortningen SDS. Dess engelska namn, sodium dodecylsulfate.

5. Fallstudie, studieobjekt 1

5.1 Beskrivning

Tabell 1. Hemmesdynge kyrka byggnadspresentation

Byggnadspresentation	
Namn	HEMMESDYNGE KYRKA (SANKTA MARIA KYRKA) (akt.)
Nybyggnadsår	1100 - 1349
Län	Skåne
Kommun	Trelleborg
Landskap	Skåne
Socken	Hemmesdynge
Församling	Källstorps församling
Stift	Lunds stift
Adress (fast.reg)	Hemmesdynge byaväg 121-1

5.2 Beskrivning av interiörmåleriet

Utifrån kyrkans underhållsplan beskrivs kyrkorummet och dess målningar på följande vis: Kyrkorummets nygotiska vägg- och valvmålningar tillkom under restaureringen 1899-1900 och utfördes av dekorationsmålare P. Cederholm i Trelleborg. Måleriet är i en dov och en ljus färgskala, men inslag av beige, gröna, bruna och rosa kulörer samt i olika valörer. De nedre väggpartierna är kvadermålade och marmorerade i gulbeige med vita markerade fogar. Ovanför detta löper en bred bård i grönt och brunt föreställande yviga växtslingor, denna bård omger även fönsteröppningar men här i en något smalare utformning och målade i gråbeige kulörer. Väggfälten i långhuset är målat i grönt medans koret är målat i beige.

Triumfbågen är målad i grönt med beiga fält formade likt en bred båge, i fälten finns rosa lister och växtslingor som möts upptill med en målning föreställande Agnus Dei, Guds lamm. Inne i bågen utförs ytan av måleri föreställande växtslingor likt väggarnas bårder, dock större. Ovanför triumfbågen och bilden av Guds lamm, på valvets fördelbåge står texten *Sen till att ingen försummar Guds nåd*. Bågen är mot öster enfärgad i grönt.

De tre valvtravéerna i långhuset varav den västra döljs till stordel av orgelfasaden har knippepilastrar marmorerade i grönt. Ribborna och valvens sköldbågar är marmorerade i rosa medan gördelbågarna marmorerats i vitt och rosa, samtliga har gråa kvaderfodringar. De tre kapporna har dekor föreställande växtslingor på vit botten.

Korets valvtravé i väst har kryssribbvalv målat i en avvikande färgskala i förhållande till långhuset. Pilastrarna är marmorerade i gulbrunt medan sköld- och gördelbågarna marmorerats i rosa. Vulstlisten har streck föreställande ekblad i beige, gröna och vita kulörer och ribborna målade i en beigegul marmorering med röda fogar. Valvkapporna är dekorerade med gulbruna växtslingor på mörkblå botten.

Korets sexkappiga valv i öster har utsmyckats med målade guldstjärnor på en ljusblå botten. Ribborna är målade med likhet till korets valv i väst. Valvets mittpunkt ovanför altarpopsatsen, knyts ihop med en större målad stjärna. Bänkar och övrigt trävirke bortsett från pelare, målades i så kallad piskad ek.

5.3 Byggnads- och reparationshistorik berörande interiörmåleriet

Stig Sivenius (1997) har sammanställt en detaljerad beskrivning av Hemmesdynge kyrka i sin bok *S: TA Maria Kyrka i Hemmesdynge*. De äldsta partierna av kyrkan är daterade till 1200-talets början. Ursprungligen bestod kyrkobyggnaden av långhus och lägre kor med absidliknande avslut mot öster. Byggdelarna är välbevarade och uppförda med handslaget rött tegel. Fram till 1400-talet stod den romanska kyrkobyggnaden relativt oförändrad, kyrkorummet kan under romanska tiden varit dekorerat med kalkmålningar. Under 1400-talet dekorerades hörnen likt kvaderstenar med smala fogar och korets lisener putsades och avfärgades i grått, likt sandstenslisener.

Under 1800-talets början kalkas den både in- och utvändigt. Under en renovering kring mitten av 1800-talet slätputsas den invändigt, trots att den tidigare bara varit ”grovt rappad”. Kalkmålningarna knackades ned 1853 i samband med att kyrkan slätputsades. 1899-1901 genomfördes ännu en övergripande restaurering av Hemmesdynge kyrka, då kyrkans väggar, pelare och valv målades i limfärg. 1901 utfördes måleriet i kyrkan, måleriarbetet utfördes av dekorationsmålare P. Cederholm i Trelleborg, denne skulle måla kyrkans valv och väggar med vaxfärg eller annan oljefärg (Sivenius 1997 s.44).

1958 gavs tillstånd för att utföra en renovering. Då kyrkogolven var infekterade av svamp bröts dessa upp. Det mest omfattande arbete under denna restaurering var arbetet med målningarna. Dessa ommålades i likhet Cederholms måleri, väggar och valv i både långskeppet och koret, dörrar, pelare under orgeln, bänkar, predikstolar, orgelläktare och fasad, överhuvudtaget allt invändigt från ingång till sakristians utgång målades.

1980 bättringsmålade man invändigt valv och väggar i kyrkorummet.

1993 utfördes en inre renovering som utfördes med arbetsbeskrivning utfärdad av Kenneth Hultgren. Kyrkorummets väggar och valv var fuktskadade och rengjordes före ommålning med linolje- och limfärg i befintliga kulörer. Dekorationsmålningarna berördes inte av renoveringen med undantag för korets kvadermålningar och fönstrens omfattningar. Taket i tornets bottenvåning och under läktaren målades med en linoljefärg.

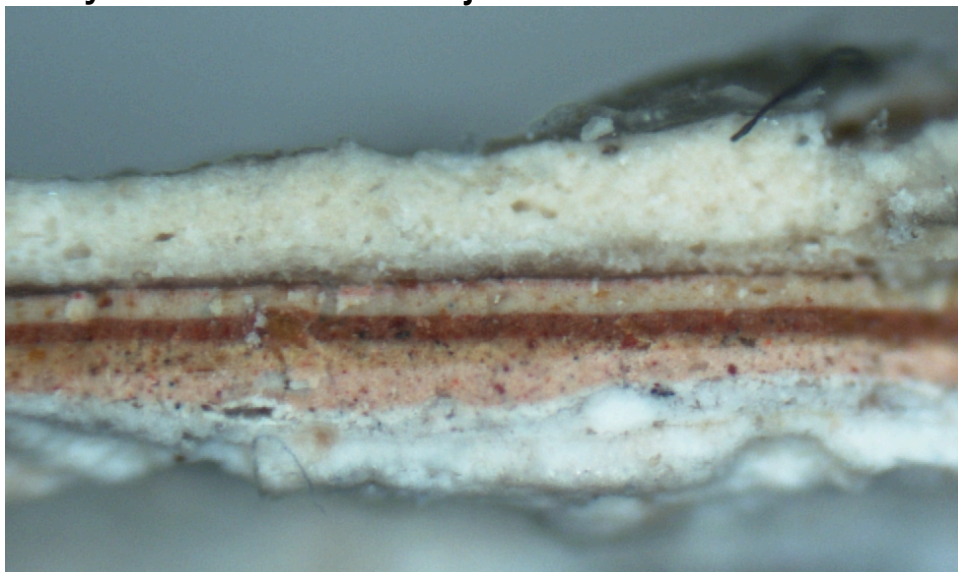
2013 genomfördes en invändig konservering av Skånes målerikonserverare, då kyrkan genomgår en rengöring och desinfektion av måleriet. Produkter som nyttjades för desinfektion samt lätt blekning av mögelmissfärgningarna var, väteperoxid 3 %, Arte mundit typ 1 och typ 2⁵, Akapad-svamp.

5.4 Problematiken i Hemmesdynge kyrka

1958 utfördes de första åtgärderna mot mögel i Hemmesdynge kyrka, där man sanerade svampväxt i golv och på väggar, sedan dessa första åtgärder har mögelproblematiken varit återkommande. Vilket delvis bidragit till kyrkans många färgskikt. Senaste konservering utfördes under början av 2013 av Skånes Målerikonserverare innan dessa konserveringsåtgärder har kyrkan haft kraftig mögelmissfärgning.

⁵ Arte mundit typ 1, 2, Latexbaserad rengöringspasta framtagen för sten. Innehåller bl.a EDTA. Tillverkare Remers, Tyskland. (artemundit, 2013-05-03)

6.0 Analyser från studieobjekt 1



Figur 2. Färgsnitt Hemmesdynge kyrka

Provet är taget på korets vänstra sida. I nivå med fönster, ca 1,5 m från golvnivå. Färgsnittet ger en kompletterande bild av beskrivningen av kyrkans renoveringshistorik. Man får en tydlig bild av skiktföljderna från tvärsnitt, som beskriver kyrkans alla övermålningsfaser, varav ett flertal tillkommit till följd av mögelangreppen.

6.1 Prover studieobjekt 1 och resultat

Från Hemmesdynge kyrka togs sex stycken prover i form av färgsnitt. Proverna är:

1. Dekoration nord/öst kor
2. Fönster syd
3. Väggar kor
4. Väggar, mot tornet orgelläktare, öst
5. Kor, höger sida
6. Kor, vänster sida.

Prov 1,3, och 5 skickades till institutionen för kemi och CSGI ställdes vid Florens Universitet för analyser och framtagning av lämplig produkt för kyrkans problematik. Prover som analyserades med hjälp av Jonny Bjurman som körde FTIR vid kulturvårdsinstitutionen vid Göteborgs universitet för att analysera bindemedlen; prov 4, 5 och 6.

Resultaten från FTIR visade indikationer som tyder på att översta skiktet innehåller ett animaliskt lim, vidare att underliggande lager indikerade linolja. Det är dock svårt att säga vilket lager som innehåller linolja. Detta då lager kan ha missats vid framskrapningen i försök att få en färgtrappa på färgflagan. Se vidare på kurvor från FTIR i bilaga 4.

6.1.1 Sammanställning av analyser från Hemmesdyngge kyrka utförda av externa firmor

Analysresultat från Bevaringsafdelningen i Brede⁶, analyserade fem prover. Proverna analyserades med gaskromatografi- masspektometri (GC-MS) för olja, hartser och aminosyror. Spotttester för olja och protein utfördes på två av proverna, däribland prov I. Nedan ges en kort sammanfattning av de resultat som berör den ljusa kulören, vilken kan motsvarar studiens provyta.

Prov I original ljust färglager

Prov IV sekundär ljusfärg

Analysresultaten från GC-MS visade att prov I förmodligen innehöll linolja, fettsyror, palmitin och stearinsyra är en smula lägre än normalt. Likväl ger prov I toppar för suberinsyra som är relativt förhöjda i förhållande till azelainsyra. Detta kan tala för att den kan innehålla kokt linolja. Prov IV innehåller stora mängder av dimetylfталat i förhållande till fettsyreinnehållet, detta betyder att provet innehåller en eller annan form av alkydolja. Resultat från spotttesterna visade att prov I testade positivt för protein, vilket tyder på att provet innehåller animaliskt lim eller kasein. Testet utfördes med mikrokemiskt spotttest. Från detta kan man fastställa att måleriet har skikt bestående av både limfärg och oljeförstärkt limfärg, likväl har alkydfärg använts.

Vidare har en byggnadsbiologisk analys utförts vid WSP Jerbol Laboratorium, Mönseterås. Provet de analyserat var tagit i valvkappan, i söderläge. Provet har synlig men svag mögelpåväxt på färgskiktets båda sidor iakttaget i stereomikroskop förstoring 10-40 ggr. I FAS-mikroskop observeras riklig förekomst av hyfer och sporer, bedöms tillhöra mögeltyperna *Aspergillus* och *Pencillium*.

I sin resultatbeskrivning beskriver WSP att de bedöms vara närvaro av mögelpåväxt på färgskiktets båda sidor, vilket kan tyda på att färgen målats på en redan mögelangripen yta. Den rikliga mängden mögelpartiklar som påvisas vid mikroskoperingen har en långsam tillväxt vid odling.⁷

⁶ Se vidare bilaga 6 Bevaringsafdelningen, Forskning, Analyse og Rådgivning, bindemedelsanalys.

⁷ Se bilaga 7 Byggnadsbiologisk analys. Analysrapport nr 13036, Hemmesdyngge kyrka

7. Fallstudie, studieobjekt 2

7.1 Lyngby kyrka

Tabell 2 Lyngby kyrka byggnadspresentation

Byggnadspresentation	
Namn	LYNGBY KYRKA (akt.)
Nybyggnadsår	1882 - 1882
Län	Skåne
Kommun	Lund
Landskap	Skåne
Socken	Lyngby
Församling	Genarps församling
Stift	Lunds stift
Adress (fast.reg)	Lyngby kyrka 144

7.2 Beskrivning av interiörmåleriet

Från Lyngby kyrkas underhållsplan beskrivs interiören: I vapenhuset är väggarna slätputsade och kvadermålade med limfärg i olika nyanser av grått. Dörr- och fönsteröppningar har kvadermålade omfattningar i sin övre del. Taket är slätputsat och vitmålat. Kyrkorummet med långhus och kor är kvadermålat i olika nyanser av grått. (Lyngby Ka, Ponnert AB 2010)

7.3 Byggnads- och reparationshistorik berörande interiörmåleriet

Den nuvarande kyrkan uppfördes 1881-82 och ersatte den mindre medeltida kyrkan som revs med uppförandet av den moderna kyrkan. Kyrkan uppfördes med drag både från den nyklassicistiska gråstenskyrkostilen och den nygotiska tegelstilen och fick enhetlig träinredning med bakomvarande skärmvägg mot sakristian samt orgelläktare i väster. Sedan uppförandet har inga stora förändringar skett. 1917 utfördes ut- och invändig putslagning samt arbete med limfärgning i vapenhuset samt runt kaminerna i kyrkorummet. 1927 genomgick kyrkan en omfattande restaurering efter handlingar av arkitekt Eiler Græbe, invändigt putslagades väggarna och en total ommålning av samtliga ytskikt skedde. Kyrkorummets valv kalkavfärgades i vitt och väggarna kvadermålades med kalkfärg likt det tidigare utseendet.

1939 bättringsmålades väggar och tak, utfördes ännu en gång under 1949-50. Ekådringen på kyrkorummets pelare och långsgående listverk målades över med grått. 1970 utfördes en sanering mot strimmig trägnagare utfördes på en mängd inventarier och inredningsföremål. 1988 ommålning av vapenhuset utfördes av arkitekt Börje Kvist i Lund, väggarna kvadermålades likt befintliga med limfärg, taken ströks med limfärg och snickerierna bättringsmålades med oljefärg. Kvaderstenarnas nyans ändrades något. 1991, konserverades innertaken efter vattenskador från ett tak-läckage, man patinerade med oljefärg och målades om med limfärg. 2000 sanerades orgeln från mögel.

7.4 Problematiken i Lyngby kyrka

Kraftig mögelproblematik, med distinkta missfärgningar som resultat. Sporena ligger på färgens ytskikt och tränger mycel in igenom skikten av muralmåleriet. Utöver mögelmissfärgningarna är den rena limfärgen kraftigt pudrande och därmed otroligt fukt känslig. Det pågår en interiör helbyggnads renovering utav kyrkan, där måleriet rengörs från smuts och mögelproblematiken skall behandlas.

8. Undersökning och studiens metoder

8.1 Medel som undersöktes

- EAPC; är ett micell-system som framställs från sodium dodecylsulfat (SDS) och 1-pentanol (1-PeOH) i vatten. Till detta tillsätts sakta propylenkarbonat (PC) och etylacetat (EA).

Sammansättning % -vikt/ vikt	
H ₂ O:	73,3 %
SDS:	3,7 %
1-pentanol:	7%
Etylacetat:	8 %
propylenkarbonat:	8 %

- XYL; är ett system bestående av xylen, SDS och 1-pentanol. Det är en fyrkomponent mikroemulsion.

Sammansättning %- vikt/vikt	
H ₂ O:	87.1 %
SDS:	3.9 %
1-pentanol:	6.5 %
Xylen:	2.5 %

- B-MEK; är en mikroemulsion innehållande metyletylketon ca 18 % w/w.
- Kemiskgel, minimerar penetreringen av lösningsmedel och ger en kontrollerad rengöring. Vid extrahering nyttjar man en ”mjuk gel”.
- Nanopartiklar i dispersion av bariumhydroxid, i syfte att döda möglet och motverka vidare tillväxt genom sitt höra pH. Likväl är BaOH ett konsolideringsmedel. Bariumhydroxid späddes med 1-propanol, med en koncentration på 10g/L till 2,5 g/L. 1-propanol stabiliserar nanopartiklarna.
- Nanopartiklar i dispersion av kalciumhydroxid, i syfte att konsolidera. Kalciumhydroxid, späddes likt Bariumhydroxiden.
- Väteperoxid 3 %

För laboratorieprover användes:

- Prov 1. Paraloid B72⁸ (bestående av en stamlösning 30 % med etanol, 25 ml etanol, 30 ml aceton.)
- Prov 2. Akronal D500⁹
- Prov 3. Mowilith DM 772¹⁰

⁸Paraloid B72 är en sammansättning av etyl-metakrylat (70%) och metylakrylat (30%) som sampolymer.

⁹ Akronal D500 är en akrylsyraester med innehållande karboxylgrupper.

¹⁰ Mowilith är ett akrylatbaserat bindemedel. (munzing [2013-05-06])

9. Laboratorieprover

För att undersöka produkterna och dess egenskaper att extrahera och möjliggöra avlägsning av syntetiska polymerer genomfördes ett ”grovt prov” på två typer av prov. Nanoprodukterna har ofta används till att extrahera polymerer, de är utarbetade för detta i större utsträckning. Båda provbitarna är tagna från Katrinetorps Landeri, Malmö, proverna bestod av följande:

1. Hydrauliskt kalkbruk, sandkalk eller infärgad kalk från Målar kalk i Helsingborg. Exteriört från husgrund, max ålder 15 år, men kan även vara 2 år då man har stora problem med fukt i grunden med ständigt putsavfall som följd.
2. Kommer från Katrinetorps Cock de liege och matkällare. Bruket kan vara från ursprungligt från byggåret 1813, men även senare. Har en ålder på minst 20-25 år, då ingen renovering utförts där. Bruket är kalkat. Ursprungligen har lokalen används som matkällare, troligen saltat kött. Det kan bidra till den problematik lokalen har med saltutfällningar som leder till att putsen ramlar av. Troligen ett hydrauliskt bruk.

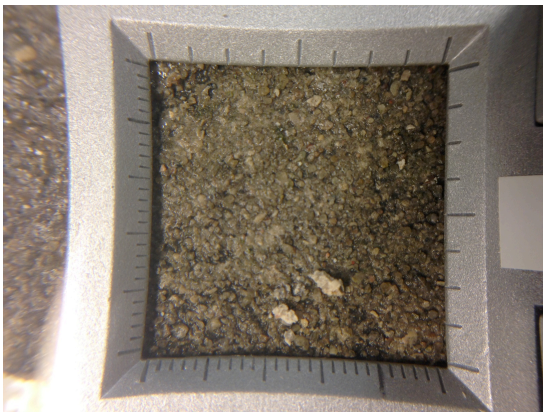
Provbitarna behandlades med:

Prov 1. Paraloid B72 (bestående av en stamlösning 30 % med etanol, 25 ml etanol, 30 ml aceton.)

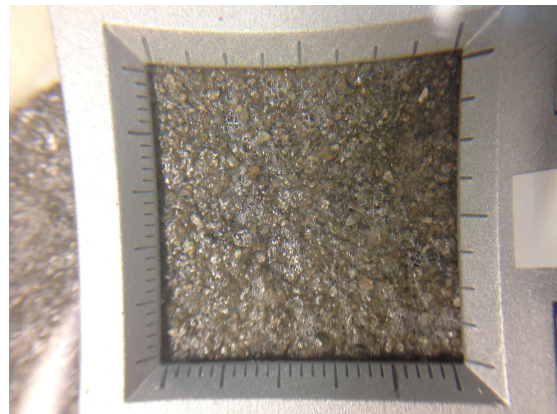
Prov 2. Akronal D500

Prov 3. Mowilith DM 772

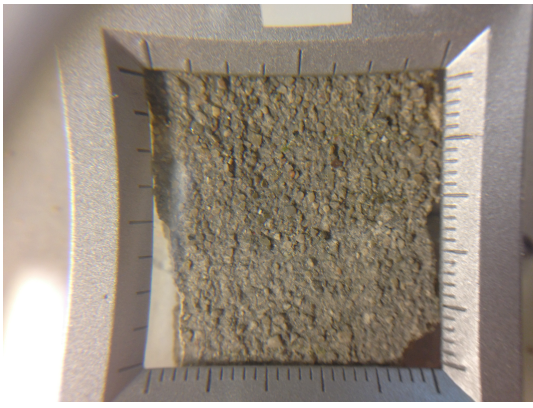
Alla prover applicerades på tre provbitar, varav två av provbitarna från de olika syntetiska polymererna placerades i en fuktkammare, vilken placerades i ett fönster med söderläge för att få maximal tillgång på solljus, vilket förhoppningsvis påverkar polymererna och deras nedbrytningsprocess något. En process som läts pågå i 10 dagar.



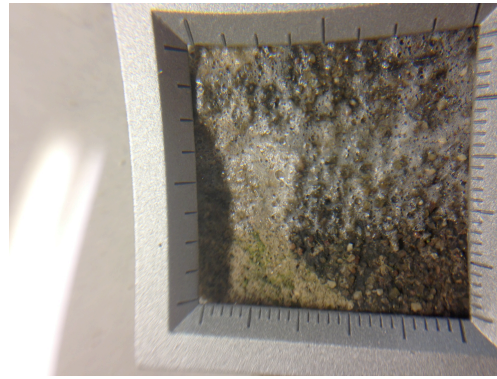
Figur 11 Puts obehandlad placerad i fuktkammare



Figur 12 Puts behandlad med Akronal D500, placerad i fuktkammare.



Figur 13 Behandlad med Paraloid B72



Figur 14 Puts behandlad med Mowilith DM 772

Därefter utfördes två prover, i första applicerades följande:

Tabell 3. Putsprover

Puts nr. 1

Syntetisk polymer	Lösningsmedel, mikroemulsioner
Akronal D500	EAPC
Mowilith DM 772	B-MEK
Paraloid B72	EPAC

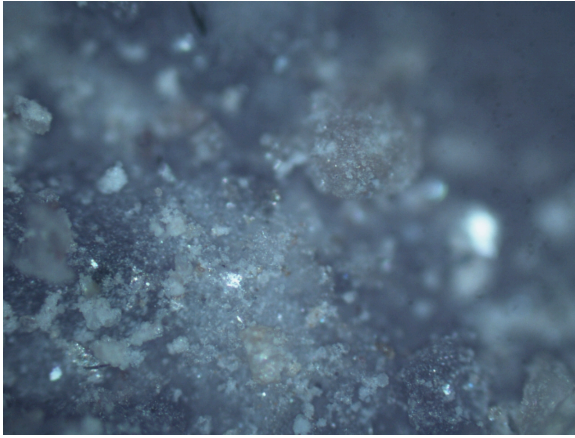
Puts nr. 2

Syntetisk polymer	Lösningsmedel, mikroemulsioner
Akronal D500	B-MEK
Mowilith DM 772	EAPC
Paraloid B72	EAPC

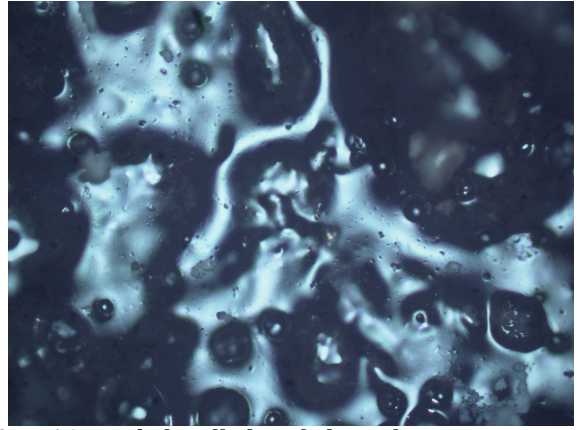
I prov 2 valdes de två polymererna ut som visade ett synligt resultat av påförandet av polymer. På dessa utfördes en inpackning med EAPC. Utfördes på puts nr. 1, bestående av Hydrauliskt kalkbruk, då detta var mer stabilt under hantering.

Tabell 4. Putsprov 2

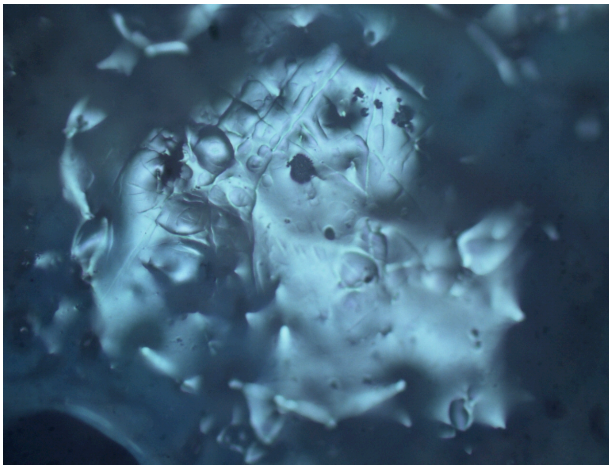
Prov 2	
Syntetisk polymer	Lösningsmedel, mikroemulsioner
Akronal D500	EAPC
Mowilith DM 772	EAPC



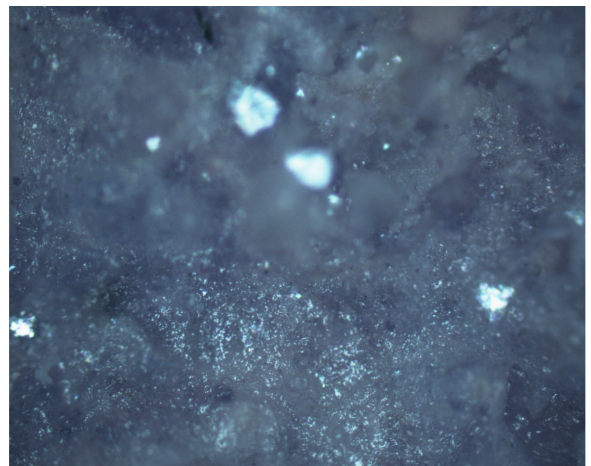
Figur 15 Puts obehandlad, mörkfältsmikroskop, x10.



Figur 16 Puts behandlad med akronal. Mörkfältsmikroskop x10.



Figur 17 Puts behandlad med Akronal D500, inpackning med EAPC. mörkfältsmikroskop, x10.



Figur 18 Puts behandlad med Akronal D500, inpackning med EAPC, rensad med vatten. mörkfältsmikroskop, x10.

10. Resultat

10.1 Genomförande av rengöringsprover studieobjekt 1

10.1.1 Prover utförda på mindre känslig yta

För att ”lära känna” produkterna utfördes prover med alla produkterna på en okänslig vägg, med samma sorts färgskikt, men målat på masonitskiva. Troligen ligger en alkydfärg i botten med en limfärg över.

Alla produkter påfördes genom bomull, likt en inpackning vilken fick vila under plastfolie, verktiden är framtagen från artiklar som använts under studien. Samt ifrån prover som visade på att det var en lämplig tid. Proverna granskades efter 10 minuter, för att kontrollera färgskiktet, därefter fick produkten verka i ytterligare 20 minuter.

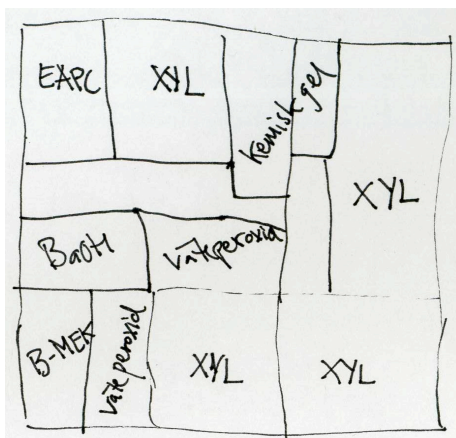
10.1.2 Prov på studieobjekt nr. 1 riktig limfärg



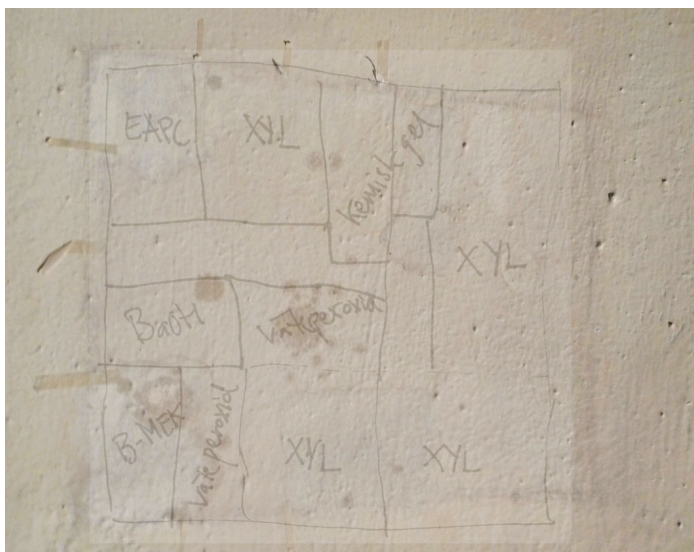
Figur 19. Provyta Hemmesdynge kyrka, västra valvsvickeln. En tredjedel av ytan är rengjord med Akapad-svamp.



Figur 20. Efter utförda prover. Jämför med skiss för förklaring av ännen



Figur 21. Skiss över använda ännen



Figur 22. Provyta sammansatt med skiss

10.2. Genomförande av rengöringsprover på studieobjekt 2

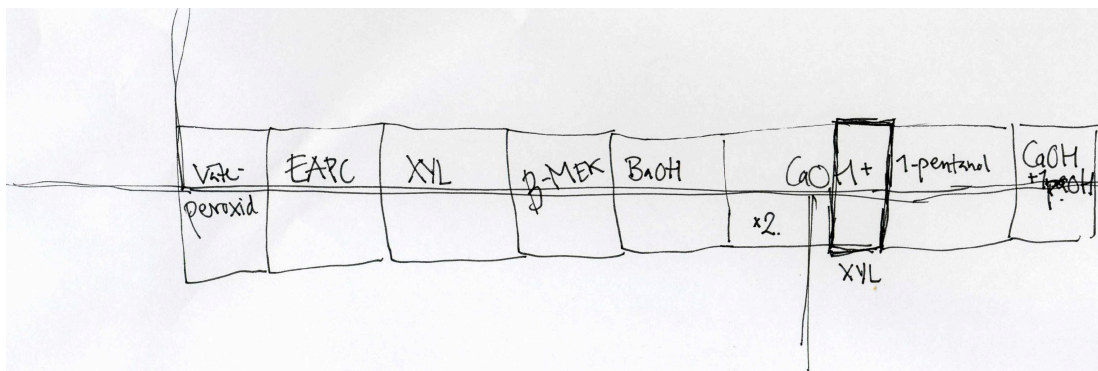
Alla prover utfördes både på en icke rengjord yta (a) och en yta som rengjorts med Akapad-svamp (b). Detta för att ge indikationer på produkternas rengöringsförmåga. Varje prov är ca 3x 2,5 cm.



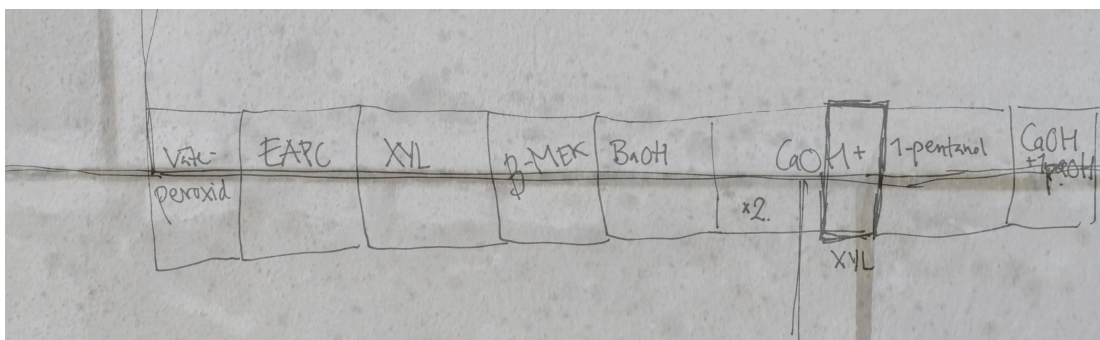
Figur 23. Provyta i Lyngby kyrka före prover. Övre delen rengjord med Akapad-svamp



Figur 24. Provyta efter utförda prover, jämför mot skiss



Figur 25. skiss över använda medel



Figur 26. Provyta sammansatt med skiss



Figur 27. Vänster prov på väteperoxid, höger EAPC



Figur 28. CaOH/1-propanol med inpackning av BaOH/1-propanol. Får en vit fällning i kanterna, möjligen bariumkarbonat.

Senare tillägg till undersökningen utfördes av Ingrid Wedberg, Skånes målerikonservatorer. Där ett rengöringsprov utfördes i studieobjekt 2, Lyngby kyrka. Vid provet användes cyclododekan med en koncentration på 10 % för att spärra i syfte att påföra emulsionen innehållande xylen utan att riskera krypning av pigmentet. Vid detta

bildades en ring där pigmentet ansamlades i kanterna. Ett prov med en högre koncentration av cyklododekan utfördes även.

Resultat av prov utfört med cyklododekanspärr: Även detta gav en fuktring. Detta kan bero på att koncentrationen på cyklododekanen enbart var 10 %. Vid test med en högre koncentration av cyklododekan fick man ett liknande resultat, med xylen som löper utanför spärningen. Detta sker då xylenen troligen löser upp cyklododekan i den mängden att denna inte har kapacitet att agera isolator.

10.3 Resultat från rengöringsprover i fallstudien

Resultatet från proverna utförda på provobjekten i studieobjekt 1 och 2 visade på ett resultat som blev delvis tillfredsställande. Bästa resultat gavs med emulsionen innehållande xylen, vilken visade sig lämpligast på de båda provobjekten. Man kunde även se att väteperoxid 3 % gav ett lämpligt resultat, i vissa fall verkade denna bättre än xylen på studieobjekt 1. För studieobjekt 2 gavs det bästa resultatet övervägande med xylenemulsionen. Väteperoxiden gav här för kraftigt blekande. Intressant effekt var att vissa prover med xylenemulsionen gav tydliga bra resultat, medan prov utförda på en sten jämte visade förlust av pigment. Vid proverna på studieobjekt 1, visade den kemiska gelen ett gott resultat, där missfärgningen drogs ut på ett mildt och kontrollerat sätt. Se bilaga 1, tabell 5 och 6 för en detaljerad analys av resultat av behandlingar på studieobjekt 1 i relation till produkt och behandling. Likväl redovisas en detaljerad analys för studieobjekt 2 i bilaga 1, tabell 7.

10.4 Resultat från extraheringen av polymererna

En tydlig svällning av polymererna erhöles, både med den korta inpackningen på ca 15 minuter och med en längre ca 1,5 h. Den långvariga inpackningen gav en tydlig svällning som relativt enkelt gick att avlägsna vid rensning med vatten och tops.

Man kunde även se att efter inpackning med EAPC under 1,5 h på putsen med Akronal D500 gav en tydlig svällning. Vid rengöring av ytan med vatten kunde Akronalskiktet nästintill rullas loss på somliga ställen. Dock var putsen delvis känslig vilket ledde till att friktionen som uppstod vid rengöringen med tops gav upphov till en lätt förlust av material från ytan. På putsproverna med Mowilith fick man ett liknande resultat, dock svällde denna inte i samma utsträckning som Akronalen. Se bilaga 2, tabell 8 och 9 för en detaljerad analys av resultat av behandlingar på putsbitarna i relation till produkt och behandling.

11. Diskussion och slutsatser

I grova drag gör man följande då nanoprodukter skall användas: först diagnosticerar objektets problematik och framställer sedan en produkt som kan penetrera substratet och finna sin rätta plats och effekt. Exempelvis vid användning för att neutralisera cellulosamaterial, där man nyttjar nanopartiklar av magnesium- eller kalciumhydroxid lösta i ett lösningsmedel fritt från vatten. Man får en direkt neutraliserande effekt samt att överskottet omvandlas till karbonat, vilket agerar alkalisk buffert.

Användningen av nanoprodukter och mikroemulsioner inom konservering utav muralmåleri är begränsad i Sverige, enbart provytor för utvärdering av produkt är vad jag stött på under uppsatsarbetet. I Italien vilka är ledande inom forskningen, använder man nanoprodukter i större utsträckning bland annat på muralmåleri, papper och stensulptur. Däremot verkar främsta kunskapen av användningen fortfarande vara hos kemisterna. Den här studien utgick från en problematik, med mögelmissfärgningar på limfärg, en måleriteknik som inte existerar i Italien, dvs. den rena limfärgen. Detta innebär att det saknas studier utförda med en problematik likt denna. Man bör väga in detta i den granskning av produkter som denna studie önskar uppnå.

Båda studieobjekten har som gemensam nämnare mögelmissfärgningar. Hemmesdynge kyrka har en lång historia av mögelangrepp som man försökt åtgärda med flera ommålningar som resultat. Dess färgskikt är stabilt och delvis målat med en förstärkt limfärg. Lyngby kyrka har även mögelproblematik, utöver detta har man ett extremt känsligt färgskikt, där minsta fuktillförsel lämnar fuktrosor. De färgprover som skickades till institutionen för kemi och CSGI i Florens för analys, härstammade från Hemmesdynge kyrka, i studien finns bristen i att prover enbart från det ena objektet skickades och inte från båda, dock en möjlighet som inte fanns.

Utifrån provresultaten från de två objekten kunde jag se att produkten delvis gav ett önskat resultat, dock fick man en större inverkan på färgskiktet än vad jag räknat med, framförallt kunde detta ses på provytorna i Hemmesdynge kyrka trots dess relativt stabila färgskikt. Proverna som utfördes på en tunn limfärg med underliggande alkydfärgsskikt visade påverkan av produkterna i färgfilmen på ett sätt där man fick en dragning i ytan. Troligen berodde detta på vatteninnehållet i blandningarna, något som borde utgjort ett allvarligare problemet på den fuktkänsliga limfärgen i Lyngby kyrka än vad provresultaten visade. Det hade varit intressant att arbeta fram en produkt med lägre vattenhalt tillsammans med institutionen för kemi och CSGI, som hade lämpat sig för bland annat känsligt limfärgsmålteri. Problematiken gällande detta är att det behövs en polär och en opolär lösning för att erhålla miceller. Men det borde vara intressant att undersöka vart lägsta gränsen av nödvändigt vatteninnehåll ligger och därefter skapa en produkt med dessa lägsta värden.

Produkterna gav en lätt reducering av missfärgningen. På de ytor som var för rengjorda gav proverna med inpackning med B-MEK, ett rengöringsresultat där ytan antog en för kall nyans av den existerande färgen. De två emulsionerna, en med EAPC och en med xylene gav ett varmare resultat i nivå med originalytan. På ytor som inte var rengjorda med Akapad-svamp innan fick man en rengörande effekt, som påverkade blekningsprocessen i det att den blev långsammare. Man bör dock nämna att appliceringsmetoderna skiljer sig något i de två studieobjekten. I Lyngby kyrka modifierades appliceringsmetoden i jämförelse mot den utarbetade från tidigare studier. Detta gjordes på grund av det känsliga

färgskiktet. Metoden som användes bidrar till att den mängd lösning som agerar med ytan är betydligt mindre än i inpackningarna.

En problematik med skräddarsydda produkter är väntetider under arbetsgången med analyser och framställning av produkten. Dessutom kan man stöta på det problem som jag mött att på grund av att många ommålningar gjorts och ofta fläckvis, de inräknade proverna som analyserades inte kunde kartläggas för samtliga ommålningar tillräckligt bra. Proverna som skickades räckte därför inte för att skapa en optimal produkt. Produkterna som framställs är komplexa i den mening att du själv som konservator inte kan tillreda eller förbereda dessa själv, utöver spädning, utan måste anlita en kemist med expertis inom området detta försvårar också dialogen mellan konservator och kemist. I förhållande till detta kan man tillägga att det skulle krävas vidare forskning för området inom konservering och kemister som arbetade med nanoteknologi mot kulturvård, för att göra nanoprodukter mer tillgängliga.

En av studiens svagheter är den grundläggande kunskapsbristen inom konservatorsfältet inom nanovetenskap. Det är på grund av detta som jag personligen tycker att vidare studier bör utföras. Nanoteknologi och nanokemi är ett kunskapsområde i stor utveckling. Tio veckor räcker inte för att skapa en fullständig bild av området.

För att ge studien och mig själv en bredd i kunskapen lades experimentet med extrahering av syntetiska polymerer in. I försök att ge ytterligare en bild på hur nanoprodukter och mikroemulsioner kan appliceras och den effekt de kan ha. Trots de faktum att experimentet blev väldigt enkelt utfört kunde man utifrån resultaten se att med en inpackning med EAPC kunde man svälla och avlägsna polymeren som önskat. En lätt rest lämnades av polymererna, men med vidare arbete med rensning med vatten hade troligen större delen av denna rest kunnat avlägsnas ytterligare.

De analyser som använts i uppsatsen är främst utförda av externa firmor, resultat jag fått ta del av. Det syfte analyserna uppnår är en klarare bild av vad för färgskikt man finner i Hemmesdyngge kyrka, samt mögelpåväxten. Vidare intressant hade varit att utföra analyser på ytor som behandlats med nanoprodukter. Att göra en undersökning om förändring i strukturen uppstått. Likväl analyser under tiden nanoprodukterna verkar, som bland annat kvantitet av penetrerande ämne och den "wetting angle" den åstadkommer.

Sammanfattningsvis, antyder studien, utifrån de produkter som undersöktes att man kan nyttja en produkt framställd för ett objekt på ett annat med en snarlik problematik. Användningen av nanoprodukter inom konservering av muralmålari är möjlig men *gav i mina försök ett varierande resultat*. Det krävs vidare arbete med framställning och användning av produkter, om man som i mitt fall vill applicera det på ett känsligt färgskikt. Vidare forskning med övergripande analyser för att ge en redogörelse över nanoprodukternas långsiktiga påverkan på objekten, behövs. Likväl skulle en bredare forskningbas önskas, med fler parter som verkar inom detta forskningsområde.

12. Sammanfattning

En av de nya teknikerna och materialen inom konservering är användningen av nanopartiklar som hjälpmedel. Den här studien grundar sig på en produktutvärdering, där produkter framställts vid institutionen vid kemi och CSGI: Research Center for Colloids and Nanoscience, Florens. Granskningen inleddes med en litteraturstudie baserat på tidigare publicerat forskningsmaterial, som behandlade undersökningar och utvärderingar av fallstudier.

I litteraturstudien ges information gällande de områden som rör studiens provobjekt, information för den typ av objekt och dess problematik som bedöms vara relevant. Så som limfärgs egenskaper, bindemedel, mögel och dess konserveringsproblematik. Likväl berörs de etiska aspekterna gällande konservering av muralmåleri kort, främst utifrån ICOMS charter, Principles for the Preservation and Conservation- Restoration of Wall Paintings.

För att förstå studien krävs en kort beskrivning av nanomaterial. De har sin fysiska storlek i ett ungefärligt spann mellan 1 nm till 100 nm, en vattenmolekyl är ca 0.1 nm. Dess kemiska och fysiska egenskaper är beroende av och blir förutsägbar i förhållande till dess storlek. Genom idag utarbetade framställningsmetoder kan man designa ett nanomaterial med strikt kontroll över dess storlek, form och ytegenskaper. Fördelen är att man kan organisera och bygga en nanoprodukt med en funktionell utformning som gör den perfekt för det specifika ändamålet. Inom konserverings sammanhang presenterades nanoprodukter runt 1966 på ICOM:s internationella konferens, där Enzo Ferroni presenterade en ny metod för att konservera sulfatförorenade väggmålningar. Fördelen hos nanopartiklar inom konservering, är dels dess dimension, dess höga reaktivitet, den oerhörda förmågan att penetrera målningars porösa grund, samt kompatibilitet. De effektivaste nanoprodukterna skräddarsys efter objektets problematik. Detta kräver dock kemister speciellt inriktade på nanokemi för konserveringsbranschen.

Den andra delen av uppsatsen behandlar ett experiment som utfördes på provytor i två kyrkor i södra Skåne. Båda med ett limfärgsmålteri i varierande skick, gemensamt för de två studieobjekten är däremot dess kraftiga mögelmissfärgningar.

I laboratoriemiljö utfördes därefter ett mindre test där putsbitar behandlades med tre olika syntetiska polymerer: Akronal D500, Mowilith DM 772 samt Paraloid B72. Putsbitarna utsattes för solljus och fukt under 10 dagar, därefter utfördes ett extraheringsprov med de emulsioner som tidigare användes för borttagning av mögelmissfärgningar, produkterna brukades. Detta enklare prov utfördes för att ge en bredare bild av nanoprodukternas mer välkända användningsområden.

Studien utformades som en granskning av produkter, med försök att skapa en konkret uppfattning gällande nanoprodukter. I studien görs ett försök att sätta undersökningen i ett perspektiv som passar på en måleriteknik relativt vanlig i Sverige, som har en tydlig problematik gällande konserveringsåtgärder. Limfärgsmålteri av den typ som studieobjektens är nästintill obefintliga i Italien, där produkterna framställdes.

Av de produkter som utvärderades var den mest lämpade på båda studieobjekten en mikroemulsion med xylen. På det stabilare limfärgskiktet i ett av studieobjekten fick man ett bra resultat med en kemiskgel som avlägsnade missfärgningen på ett mildt och kontrollerat sätt.

Käll- och litteraturförteckning

TRYCKTA KÄLLOR

- Baglioni, Michele. Rengstl, Doris. Berti, Debora. Bonini, Massimo. Giorgi, Rodorico. & Baglioni, Piero. (Received 14th April 2010, Accepted 25th May 2010) *Removal of acrylic coatings from works of art by means of nanofluids: understanding the mechanism at the nanoscale*, Nanoscale. s. 1723-1725
- Baglioni, Piero, Giorgi, Rodorico, (2006) *Soft and hard nanomaterials for restoration and conservation of cultural heritage* Soft matter, RSC Publising, 293-303. Tillgänglig på internet:
<http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2006/sm/b516442g> [2013-05-09]
- Fridell Anter, Karin & Wannfors, Henrik (1997). *Så målade man: svenskt byggnadsmåleri från senmedeltid till nutid. 2.* [uppdaterade och utök.] utg. Stockholm: Svensk byggtjänst. S. 251
- Mora, Paolo, Mora, Laura & Philippot, Paul (1984). *Conservation of wall paintings*. London: Butterworths s. 298-299
- Nessow, Johanna (2010). *Arte Mundit®: en granskning av produkten, dess rengöringseffekt samt påverkan på muralt måleri*. Göteborg: Institutionen för kulturvård, Göteborgs universitet, s. 9

OTRYCKTA KÄLLOR

- Ponnert Arkitekter AB (2010) Lyngby kyrka, Underhållsplan. 146s. Länsstyrelsen Skåne
- Skånes målerikonserveratorer (2013-04-17) *Konserverings rapport Hemmesdyngge Kyrka, Skåne Län, Lunds stift* s. 99 samt, bilagor.
- ICOMOS (2003) charter *Principles for the Preservation and Conservation-Restoration of Wall Paintings*. s. 3 Finns tillgänglig på internet:
http://www.icomos.org/charters/wallpaintings_e.pdf [2013-05-12]

ELEKTRONISKA KÄLLOR

- *Arte mundit*, <http://www.artemundit.com/artemundit.asp.html> [2013-05-03]
- Baglioni Piero, Giorgi Rodorico, (2010) *Inorganic Nanoparticles for the conservation of works of art*. Inorganic Nanoparticles, Synthesis, Applications and perspectives. Tillgänglig på internet: <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/b10333-3> [2013-05-09]
- Baglioni, Piero, Giorgi, Rodorico, Chen Ching-chih, *Nanoparticle Technology Saves Cultural Relics: Potential for a Multimedia Digital Library*. Tillgänglig på internet: <http://memorynet.org/archives/gmnet/data/p2030601.pdf> [2013-04-29]
- *Baglioni P., Chelazzi D., Giorgi R., Pizzorusso G., Bonini M., Fratini E. (2011) 2A – Chemical gel for the restoration of canvas paintings*, CSGI Report 2011 Research Projects, CSGI, University of Florence s.194-195
- Borrelli, Ernesto. & Umland, Andrea. (red.) (1999). *ARC laboratory handbook [electronic resource]*. Tillgänglig på Internet:
http://www.icrom.org/pdf/ICCROM_14_ARCLabHandbook00_en.pdf [2013-05-09]

- Chelazzi, David., Poggi, Giovanna., Jaidar, Yareli., Toccafondi, Nicola., Giorgi, Rodorico. & Baglioni, Piero. (2012) *Hydroxide nanoparticles for cultural heritage: Consolidation and protection of wall paintings and carbonate materials*, Journal of Colloid and Interface Science. s.44. Tillgänglig på internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021979712011150> [2013-05-09]
- Elding, Lars Ivar, Persson Sten, *väteperoxid*, Nationalencyklopedin, Tillgänglig på Internet: <http://www.ne.se/lang/väteperoxid> [2013-05-10]
- Fjæstad, Monika (red.) (1999). *Tidens tand: förebyggande konservering : magasinshandboken*. 1. uppl. Stockholm: Riksantikvarieämbetet,
- Giorgi Rodorico, Baglioni Michele, Berti Debora, Baglioni Piero. (2009) *New Methodologies for the Conservation of Cultural Heritage: Micellar Solutions, Microemulsions, and Hydroxide Nanoparticles*. Accounts of chemistry research, Washington, s. 698. Tillgänglig på internet: <http://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/ar900193h> [2013-05-09]
- Järtelius Arne (2007-03-21), *Nanomedicin: Dvärgen som är en jätte* <http://www.ne.se/rep/nanomedicin-dv%C3%A4rgen-som-%C3%A4r-en-j%C3%A4tte>, [2013-04-02]
- *kemikalieinspektionen* (2013-04-08), <http://www.kemi.se/sv/Innehall/Fragor-i-fokus/Nanoteknik-och-nanomaterial/> [2013-03-18]
- *Kemikalieinspektionen* (2007), *Nanoteknik små partiklar med stora risker?* https://www.kemi.se/Documents/Publikationer/Trycksaker/Rapporter/Rapport6_07_Nanoteknik.pdf s. 10-11 [2013-06-14]
- Steen Christian, (2011-09-19). *Nanopartiklar orsakar hjärnskada* <http://www.svt.se/nyheter/vetenskap/nanopartiklar-orsakar-hjärnskada>, [2013-04-02]
- Sivenius S. (1997) *S:ta Maria Kyrka i Hemmesdynge*, Lidbergs, Skurup. s. 44 Tillgänglig som pdf på <http://www.svenskakyrkan.se/default.aspx?di=723249> [2013-05-09]
- *Swedishnanotech* (2012). Tillgänglig på internet: <http://swednanotech.com/wordpress/wp-content/uploads/2012/11/SwedNanoTech-broschyr.pdf>, [2013-03-18]
- Tronner Kate, Nord G. Anders, Arronet von Dorrit, Mattsson Einar och Brandi Anna, (2006:1) *Undersökning av en unik färgprovssamling på Kungl. Konsthögskolan Dokumentation, analys och sammanfattning*. Rapport från Riksantikvarieämbetet Stockholm. S. 37-41. Tillgänglig som pdf: <http://samla.raa.se/xmlui/bitstream/handle/raa/57/9172094362.pdf?sequence=1> [2013-05-07]
- Wibo färg AB, <http://www.wibofarg.se/Linoljefarg/ALKYD%201.pdf>, [2013-04-29]
- Munzing Chemie GMHB, Sammanställning av bindemedel. <http://www.munzing.com/techinfo/2.pdf> [2013-05-06]

Bildförteckning

Figur. 1 Nanopartikelns storleksförhållande

<http://oecotextiles.wordpress.com/category/nanotechnology/> [2013-05-03]

Resterande fotografier är författarens egna.

Tabellförteckning

Tabell 1. Hemmesdynge kyrka byggnadspresentation, hämtad ifrån bebyggelse registret (BBR)

Tabell 2. Lyngbykyrka byggnadspresentation, hämtad ifrån bebyggelse registret (BBR)

Tabell 3. Putsprov 1

Tabell 4. Putsprov 2

Tabell 5: Resultat från studieobjekt 1.

Tabell 6. Resultat från studieobjekt 1, känslig yta

Tabell 7. Resultat från studieobjekt 2

Tabell 8. Resultat extrahering av polymerer prov 1

Tabell 9. Resultat extrahering av polymerer prov 2

Bilagor

Bilaga 1, Resultat från utförda prover på studieobjekten

Bilaga 2, Resultat från prover utförda på putsbitar

Bilaga 3, Hälsorisker för använda kemikalier vid rengöringsprover samt deras skyddsåtgärder

Bilaga 4. FTIR

Bilaga 5. Analys på prover från Hemmesdynge kyrka, CSGI, Florens

Bilaga 6. Bevaringsavdelningen, Forskning, Analyse og Rådgivning, bindemedelsanalys.

Bilaga 7. Byggnadsbiologisk analys. Analysrapport nr 13036, Hemmesdynge kyrka

Bilaga 1.

Resultat från utförda prover på studieobjekten

Tabell 5: Resultat från studieobjekt 1.

Prover utförda på mindre känslig yta, studieobjekt 1				
Prov nummer	Produkt	Verktid i minuter	Kommentar	Avvikande appliceringsmetod
1	EAPC	10 min	Vätskan sugts delvis ut i omgivande färgskikt. Får en blekning, får en kallare färg. Dock hopdragning i färgskiktet.	
2	EAPC	30 min	Ytterligare någon blekning, men även här påverkas färgskiktet genom hopdragning.	
3	EAPC	30 min + 10 min	Får ytterligare reaktion, framförallt syns dragningen i färgskiktet tydligare.	
4	Väteperoxid		Rullas över provytan. Bleker väl på detta ställe.	Applicerad med tops
5	EAPC + väteperoxid	10 min	Reagerar kraftigt, löser färgskiktet. Lyfter missfärgningen men löser även delar av färgskiktet.	
6	B-MEK	10 min	Relativt bra blekning. Får en ljusare ton än vad EAPC med samma appliceringstid. Ser ut som ytan får en delvis öppen struktur efter verktiden. Får en lätt blekning även av färgen.	
7	B-MEK	30 min	Bra blekning, dock bör verkningstiden vara något kortare, då man får något av en upplösning av det övre färgskiktet, detta är främst i de områden som inte är	

			missfärgade.	
8	Väteperoxid + EAPC	8 min	Även i detta testet får man en frätande effekt, ytan får en öppen struktur i färgskiktet. Även blekningen sker ner till det undre färgskiktet.	Bomulls-tops, inpackning (EAPC)
9	XYL	10 min	Bra blekning, missfärgningen blir i sin blekta form mer grå än gul, jämfört med resterande prover. Får även här en lätt öppenhet i stukturen.	
10	XYL	30 min	bomullen kraftigt gulnad, blekningen ger färgfilmen en något mjölkigt utseende. Ser även ut som man fått en mindre frätning i yttre färgskiktet.	
<p>Övriga synpunkter: På proverna med EAPC 10 min, 30 min samt de båda kombinationerna av EAPC+ väteperoxid har man fått ett genomslag av något som ger små mörka fläckar. Detta kan bero på att färgskiktet är uppmålat på en grund som är masonit, missfärgningen kan därmed vara någon form av syror eller andra inneslutande ämnen från masonitskivan som dras ut ur produkten.</p>				

Tabell 6. Resultat från studieobjekt 1, känslig yta

Prover utförda på känslig yta, studieobjekt 1			
Prov nummer	Produkt	Kommentar	Avvikande appliceringsmetod
1	B-MEK	10 minuter var för kort verkningstid, rengöringen ojämn. Efter 30 minuter får man fortfarande en rengöring som icke är tillräcklig mot vad som önskas. Dessutom får man en kallare ton då färgfilmen även påverkas. Blir en ojämn blekning.	
2	XYL	10 minuter en bra blekningsprocess har startat. Efter 30 minuter, bra blekning, blir något lite kallare, men ger ett gott resultat.	
3	EAPC	10 minuter smutsskiktet har börjat lösa sig, dock lätt ojämnt. Efter 30 minuter får en yta som påverkas av EAPCn. Får en kallare ton.	
4	Bariumhydroxid spätt med 1-propanol, konc. 2 %.	Den här produkten används för att döda mögelsvampen. Något svårt att avgöra verkningen, då den inte bleker i sig.	
5	Kemiskgel	Lätt reaktion på den icke torrengjorda ytan, verktid 10 minuter. På den torrengjorda ytan får man en bra rengöring som även behåller det varma i färgskiktet.	
Prov på yta som även är torrengjorts.			
6	XYL	Verktid 30 minuter, bra blekning dock får man viss påverkan av färgskiktet på delar av ytan.	
7	XYL	Produkten appliceras enbart på missfärgningen, blekning fungerar väl, dock får man en antydning till smutsros.	punkttapplicering
8	Väteperoxid koncentration 3 %	Ger en bra blekning. I en del av provytan reagerade färgskiktet och drog ihop sig.	Appliceras med bomullstops
9	XYL	Verkade som test 6.	Inpackning 30 min
10	Kemiskgel	Missfärgningen har före testet en missfärgning som är gul	Yta tidigare rengjorts med produkten arte
		III	

Tabell 7. Resultat från studieobjekt 2

Prover studieobjekt 2			
Prov nummer	Produkt	Kommentar	Applicering
1 a, b	CaOH, + 1-propanol, konc. 2 %	Tanken är att binda pigmentet. Vid tillförelsen av produkten har man nästintill inget pigmentsläpp. Prov a resulterade i en rengöring och lyft av smutslagret, fick något mer bindande egenskaper. Tillförde ytterligare ett lager på ytorna.	
2 a,b	BaOH+ 1-propanol, konc. 2 %.	Tanken är att produkten skall ta död på möglet/svampen. Svårt att se reaktion och resultatet.	
3 a, b	B-MEK,	Fungerar inte, reagerar kraftigt med färgskiktet. Kraftig pigments förlust.	
4 a,b	XYL	Ser med ögat ut som det verkar bäst, det bästa resultatet fås på den för rengjorda ytan (b).	
5 a,b	EAPC	På den målade fogen, (vilken är otroligt känslig för fukt) får man en färgkrypning och en ljusare ton i mitten av denna fog, som blir såpass ljus att den går i ton med resterande vägg	
6 a,b	CaOH +1-propanol	Likt resultat som tidigare test Nr 1.	
7 a,b	XYL	Får en fuktros med pigment som kryper utåt. Dock släpper inte det så mycket pigment.	Inpackning på yta där CaOH + 1-propanol påförts. 5 minuters verktid.
8 a,b	Kemiskgel	Spännande att se verknigen då denna fungerade bra i Hemmesdyngge kyrka, men detta måleri är känsligt för fukt. Resultatet blev att fukten drar sig ut i måleriet och man får en tydlig fuktros.	Pålagd på yta som konsoliderats med CaOH +1-propanol
9 a, b	CaOH + 1-propanol	Efter 1 applicering fortfarande pudrande färgyta	applicerat på yta med de typiska rinningar, dvs. extra pudrande färg. Test b, applicerades genom japanpapper.
Härefter är proverna enbart påford på en yta.			
10	CaOH+ 1-propanol	Får en vit fällning i kanterna, ev. bariumkarbonat. Se figur 10	Inpackning applicerades på yta som behandlats med

			BaOH +1-propanol. Kort verkningstid ca 3 minuter, därefter torkning med hårtork.
11	Xylen	Ger typisk limfärgs missfärgningar med krypande färg. Får en vit mitt med pigment som kryper ut i kanterna.	Spricka med mögelmissfärgning. Både med och utan torkning efter.
12	Kemiskgel	Får känslan av att missfärgningen blir lite mindre, dock får man en markering efter gelen. Den kan lätt "fuktretuscheras" ner.	Med upptorkning av hårtork
13	Väteperoxid	Bleker för kraftigt, blir nästintill vitt. Avlägsnar mängder av pigment.	Applicerad med bomullstops
14	Xylen	Ger en relativt kall blekning och rengöring. Men rengör väl.	Applicerat på en icke rengjord yta.
15	EAPC	Lyfter även pigmentet. Får en något varmare och gulare ton än blekningen med XYL. Dock löser den upp den målade fogen.	Applicerat på en icke rengjord yta
16	XYL	Blir jämnare men ingen vidare bleknings effekt.	Genom japanpapper större än den yta som lösningen appliceras på.
17	XYL	Får fortfarande färgkrypning och kraftig blekning i provets mitt.	Applicerad med tops, fuktspärr med T-röd
Allmänna kommentarer: Resultaten av konsolideringen med CaOH+1- propanol visar på sommånga ställen mycket bra resultat, där färgskiktet är knappt pudrande efter proven. Men på andra påverkas färgskiktet inte alls och färgen fortsätter släppa stora mängder pigment. Likväl tycks man få ett mjölkaktigt utseende vid applicering över 3 gånger.			

Bilaga 2

Resultat från prover utförda på putsbitar

Tabell 8. Resultat extrahering av polymerer prov 1

Prov 1			
Syntetisk polymer	Lösningsmedel	Appliceringsmetod	Kommentar
Akronal D500	EAPC	Japanpapp, inpackning med bomull samt pappmassa	Får en svällning av polymeren, blir en plastisk yta.
Mowilith DM 772	B-MEK	Japanpapp, inpackning med bomull samt pappmassa	Får svällning, tidigare bubblor har gått sönder.
Paraloid B72	EPAC	Japanpapp, inpackning med bomull	Svårt att se paraloiden, vilket gjorde att resultatet var svårt att se. Troligen borde Paraloiden varit med högre konc.

Tabell 9. Resultat extrahering av polymerer prov 2

Prov 2			
Syntetisk polymer	Lösningsmedel	Appliceringsmetod	Kommentar
Akronal D500	EAPC	Inpackning med pappmassa plast för att undvika för snabb sublimering. Därefter rengjordes ytan med H ₂ O.	Ser en tydlig svällning, både okulärt men ännu tydligare i mikroskop. Efter rensning med bunden fukt ser man en minskning av polymeren.
Mowilith DM 772	EAPC	Inpackning med pappmassa plast för att undvika för snabb sublimering	Ser en tydlig svällning, både okulärt men ännu tydligare i mikroskop.

Bilaga 3

Hälsorisker för använda kemikalier vid rengöringsprover samt deras skyddsåtgärder

Nedan beskrivs hälsorisker utifrån säkerhetsblad från Fishersci (Fishersci, 2013-04-26)
EAPC; EA= etylacetat, PC= propylen karbonat

Etylacetat: Inandning, ångorna kan ge huvudvärk och dåsighet, kan irritera slemhinnorna. Förtäring kan bidra till irritation av mag-tarmkanalen, medvetslöshet. Vid hudkontakt riskeras uttorkning med torrsprickor och risk för eksem. Ögon, ångor och vätska kan irritera ögonen. Ämnet klassas som ett förhållandevis oskadligt lösningsmedel, är dock mycket brandfarligt. Skydd: Skyddshandskar Använd skyddshandskar av: Neoprengummi, Polyvinylalkohol (PVA). Använd lämpligt andningsskydd, gasfilter A/organsiska ämnen.

Propylen karbonat: vid kontakt med ögon och hud kan ge irritation. Vid förtäring, kan frambringa illamående, kräkningar och diarré. Inandning kan irritera andningsorganen. Skydd: vid långvarig eller upprepad kontakt med produkten, använd lämpliga skyddshandskar. Vid risk för dammbildning, använd andningsmask. Ögonskydd bör nyttjas vid användning där stänk kan förekomma.

Natriumdodecylsulfat: Kan ge irritation vid ögonkontakt, hudkontakt, farligt vid hudabsorption, kan förorsaka eksem. Farlig vid förtäring, kan bidra till illamående och kräkningar. Kan vid inandning irritera andningsvägarna med hosta och heshet. Kan i höga koncentrationer ge lungödem.

Skydd: Använd dammfiltermask vid risk för dammbildning, skyddshandskar av naturgummi eller plast. Arbetshygieniska rutiner, tvätta huden före och efter vart arbetstillfälle med kemikalien.

1-pentanol: ångor och vätska kan irritera ögon och hud, kan ge allergi. Vid förtäring riskeras irritation av mag-tarmkanalen och medvetslöshet. Inandning kan bidra till irritation av slemhinnorna, andningssvårigheter, hjärtpåverkan, medvetslöshet och cyanos, dvs. syrebrist i blodet. Upprepad kontakt kan ge torr hud eller hudsprickor. Ämnet är brandfarligt. Skydd: vid otillräcklig ventilation använd lämpligt andningsskydd, gasfilter A. Använd skyddshandskar av, butylgummi, nitrilgummi eller fluorgummi/viton. Arbetshygieniska rutiner, tvätta huden före och efter vart arbetstillfälle med kemikalien.

Xylen: Kan orsaka allvarlig irritation och möjligen hornhinneskada vid kontakt med ögonen. Vid hudkontakt, irriterande samt farlig vid hudabsorption, kan förorsaka eksem. Vid förtäring kan ge illamående, kräkningar och diarré. Om ämnet kommit in i lungorna kan det ge lunginflammation och lungskador. Inandning kan orsaka påverkan på centrala nervsystemet med illamående, kräkningar, yrsel och medvetslöshet. Kan irritera andningsvägarna. Ämnet är brandfarligt.

Skydd: Andningsmask gasfilter A, använda skyddshandskar av polyvinylalkohol, använd flerskiktshandske (t.ex. 4H) Nyttja skyddsglasögon vid risk för direktkontakt med ögonen. Kontaktlinser får inte användas vid hantering av ämnet. Arbetshygieniska rutiner, tvätta huden före och efter vart arbetstillfälle med kemikalien.

Bariumhydroxid: Kan orsaka allvarlig irritation vid ögonkontakt, möjligen hornhinneskada. Vid förtäring, orsaka allvarliga frätskador i matstrupe och mag-tarmkanalen. Vid inandning kan ge frätskador i andningsorganen, giftigt.

Skydd: Vid risk för dammbildning använd dammfiltermask, P2, ett dammfilter, för fint damm, skyddshandskar av naturgummi eller plast. Arbetshygieniska rutiner, tvätta huden före och efter vart arbetstillfälle med kemikalien.

Kalciumhydroxid: Vid ögonkontakt kan orsaka allvarlig irritation och möjligen hornhinneskada. Vid kontakt med hud kan orsaka rodnad, sveda kan även orsaka frätskador. Vid förtäring kan orsaka allvarliga frätskador i matstrupe och mag-tarmkanalen. Vid inandning kan orsaka frätskador i lungor och andningsorgan som kan vara fördröjda, kan orsaka lungödem. Skydd: Vid otillräcklig ventilation använd lämpligt andningsskydd, P2. Använd skyddshandskar av naturgummi dvs. latex. Arbetshygieniska rutiner, tvätta huden före och efter vart arbetstillfälle med kemikalien. Tvätta renast förorenad hud.

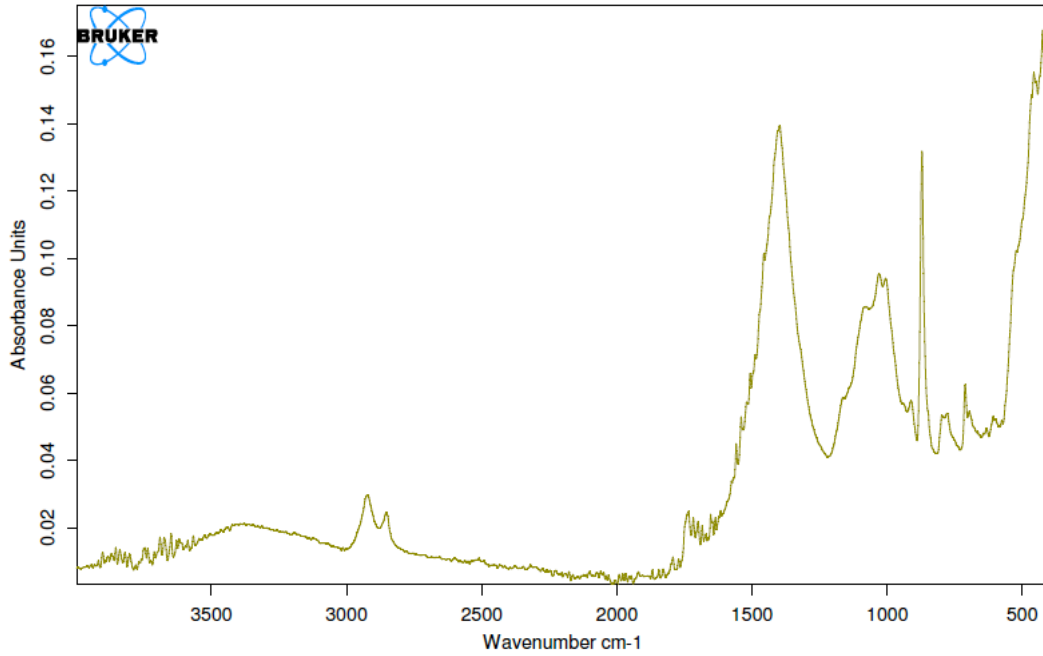
1-propanol: Vid ögonkontakt kan orsaka allvarlig irritation och möjligen hornhinneskada. I kontakt med hud kan irritation ges. Inandning av ångor kan ge huvudvärk och dåsighet, ångan kan irritera slemhinnorna. Vid förtäring, ger irritation av mag-tarmkanalen, medvetlöshet. Ämnet är mycket brandfarligt.

Väteperoxid 3 %: Förtäring av en mindre mängd innebär ingen risk, vid intag av större mängd bör läkare kontaktas. Långvarig kontakt med huden kan ge sveda och rodnad. Stänk och kontakt med ögonen kan ge stark sveda.

Skydd: Vid långvarig eller upprepad hudkontakt bör skyddshandskar nyttjas. Skyddsglasögon bör användas vid risk för direktkontakt eller stänk.

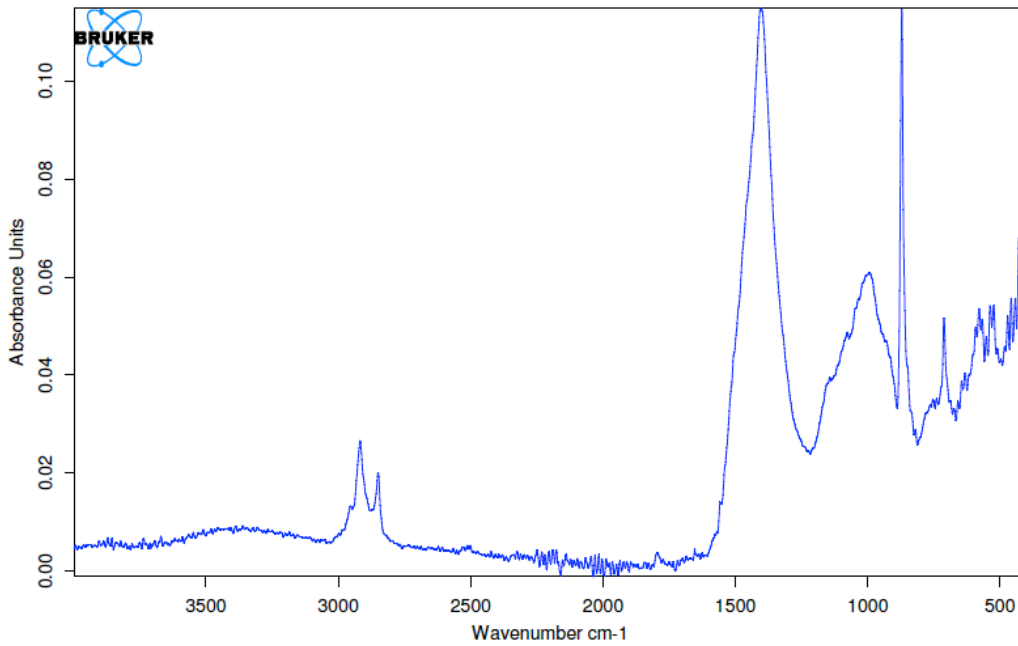
Bilaga 4

FTIR- analyser



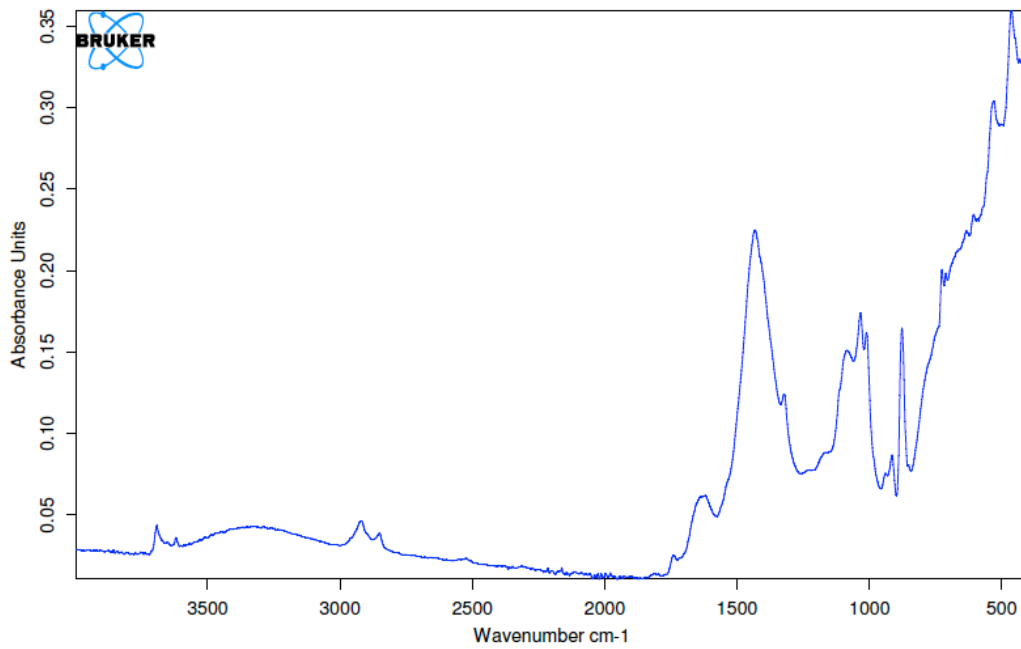
D:\opus\matilda2.1	matilda2	ALPHA-P diamond	26/03/2013
--------------------	----------	-----------------	------------

Page 1/1

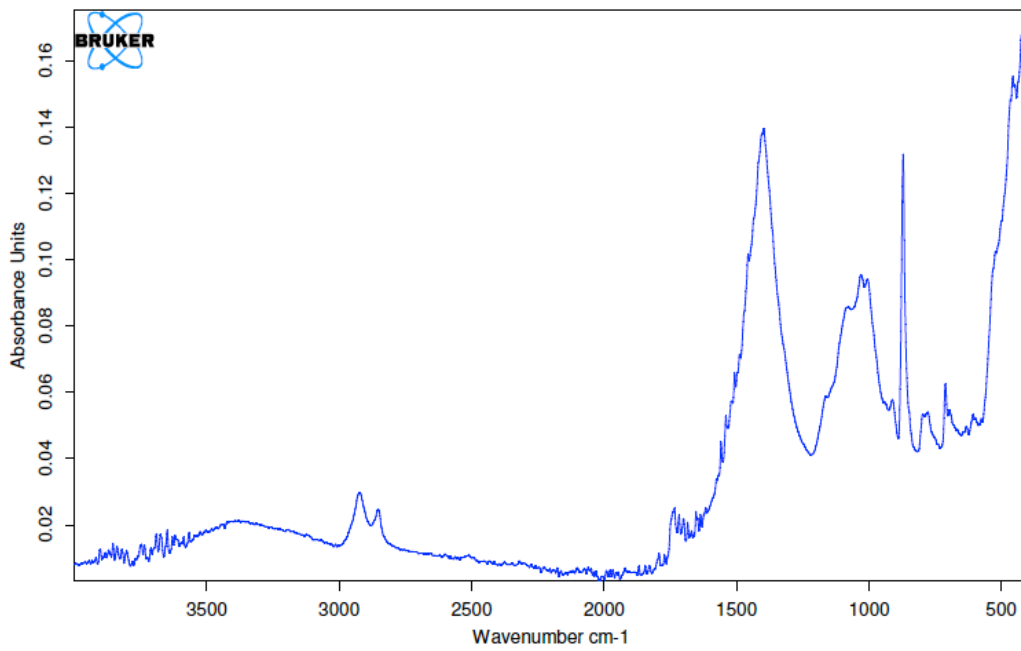


D:\opus\matilda3.1	Matilda3	ALPHA-P diamond	26/03/2013
--------------------	----------	-----------------	------------

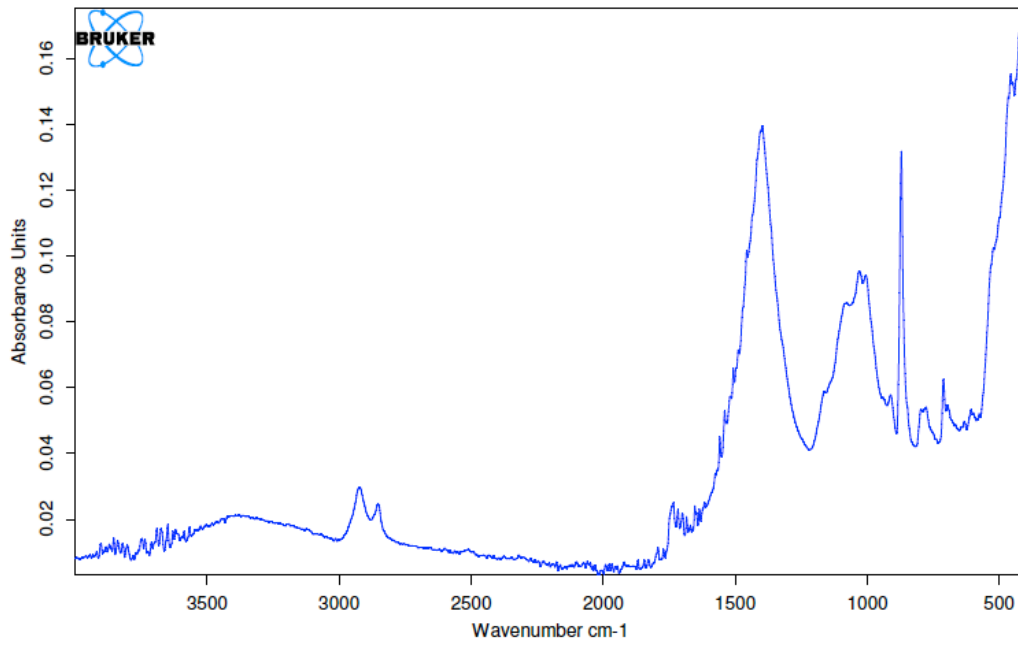
Page 1/1



D:\opus\Matilda4.1	Matilda4	ALPHA-P diamond	26/03/2013
--------------------	----------	-----------------	------------

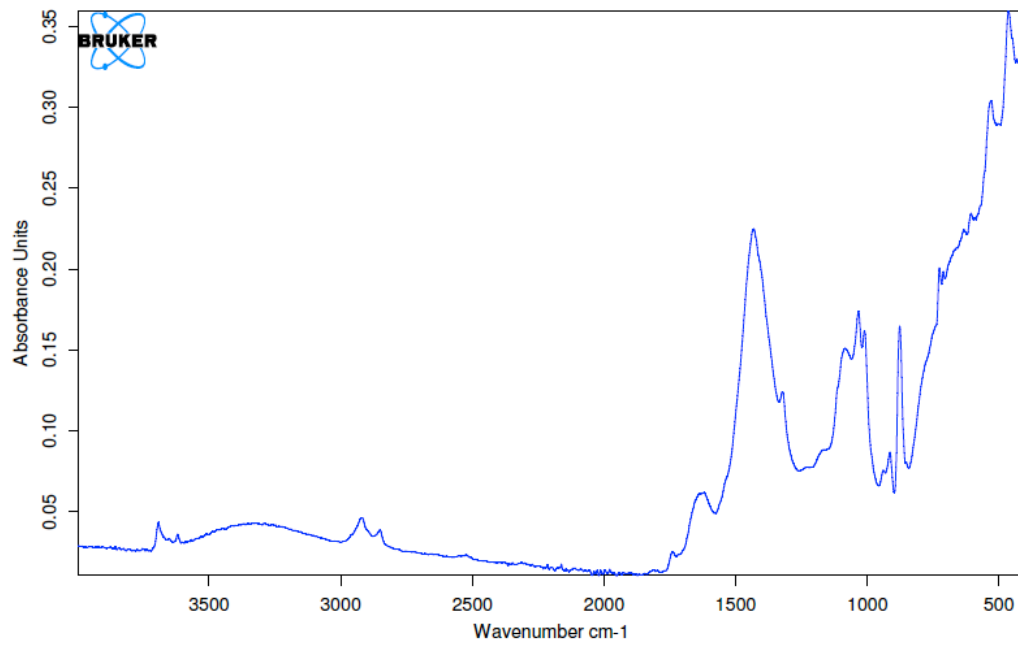


D:\opus\matilda2.1	matilda2	ALPHA-P diamond	26/03/2013
--------------------	----------	-----------------	------------



D:\opus\matilda2.1	matilda2	ALPHA-P diamond	26/03/2013
--------------------	----------	-----------------	------------

Page 1/1



D:\opus\Matilda4.0	Matilda4	ALPHA-P diamond	26/03/2013
--------------------	----------	-----------------	------------

Page 1/1

Bilaga 5

Analys på prover från Hemmesdynge kyrka, CSGI, Florens

Fourier Transform IR reflectance spectroscopy (μ R-FT-IR) and attenuated total reflectivity, ATR FT-IR, were used to investigate the three samples from the wall paintings in the Hemmesdynge church (Sweden).

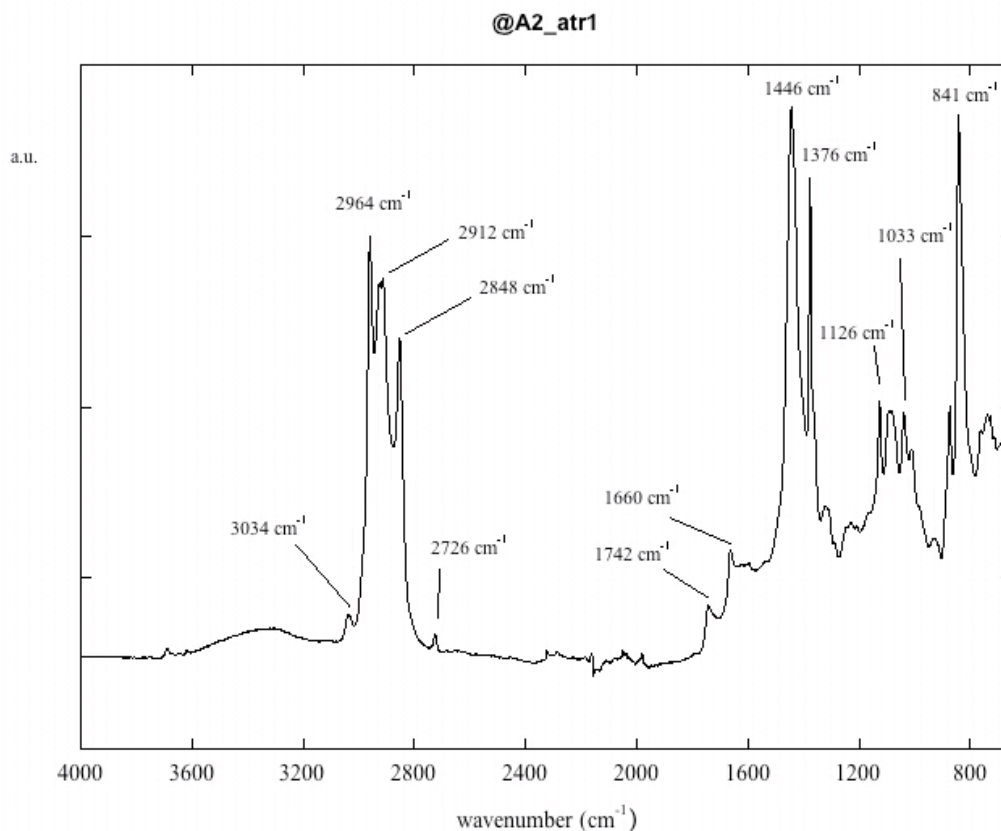
Only two ATR spectra (the more representatives) are here reported since they show very clear profiles, which allowed the identification of polymer coating. On the other hand, infrared microreflectance analysis showed the very intense absorption due to calcium carbonate, which covered the most of the spectral range, inhibiting clear identification (for that, spectra are omitted).

Spectra were compared with the one taken from the IRUG database (International Infrared Raman User Group), corresponding to araldite®.

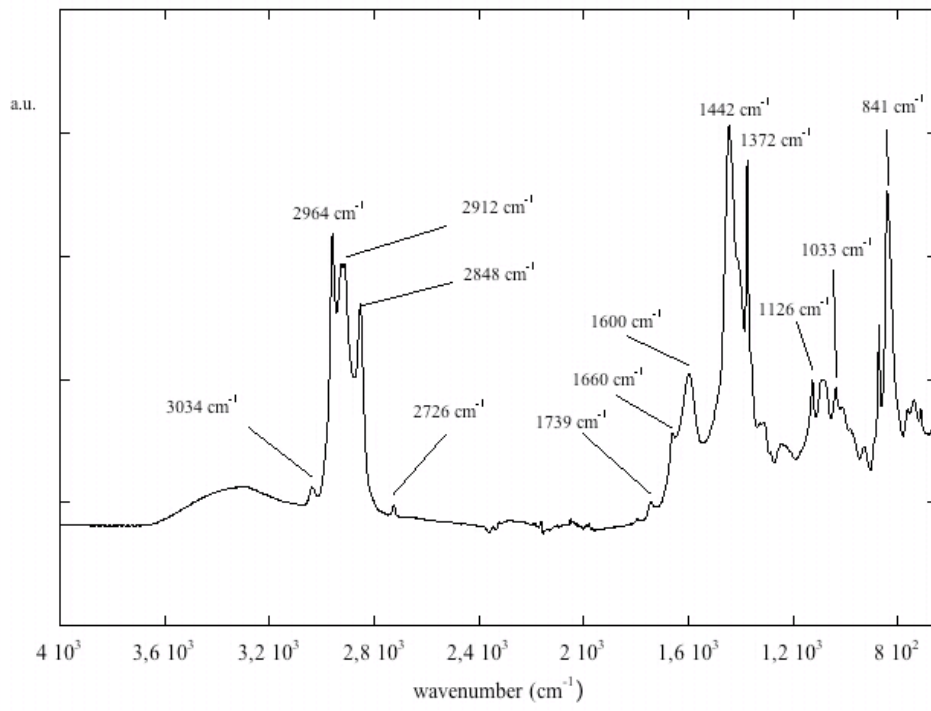
Araldite® is a bi-component adhesive, based on acrylic and polyurethane epoxy resin.

Comparing our spectra, it can be seen that most the absorption bands can be attributed to araldite, except the one at 1444 cm^{-1} due to calcium carbonate. Therefore, this identification seems correct.

This result is quite surprising because the use of araldite on mural paintings is not well documented and to our knowledge it is not a commonly used procedure by conservator.



@A3_atr1



Bilaga 6

Bevaringsafdelingen, Forskning, Analyse og Rådgivning, bindemedelsanalys

*Bevaringsafdelingen, Forskning, Analyse og
Rådgivning*

I.C. Modewegsvej, Brede, 2800 Kgs. Lyngby, Tlf. 41206470, Fax 33 47 33 27, E-mail cons@natmus.dk

Notat vedrørende bindemiddelanalyser på prøver fra Hemmesdyngge Kyrka.

Sagsnummer: 11031333

Kontakt: Ingrid Wedberg

Sammenfatning:

Alle 5 prøver indeholdt olie eller alkydolie. Kun prøve I indeholdt protein i større mængder, hvilket tyder på at den prøve består af limfarve.

Introduktion

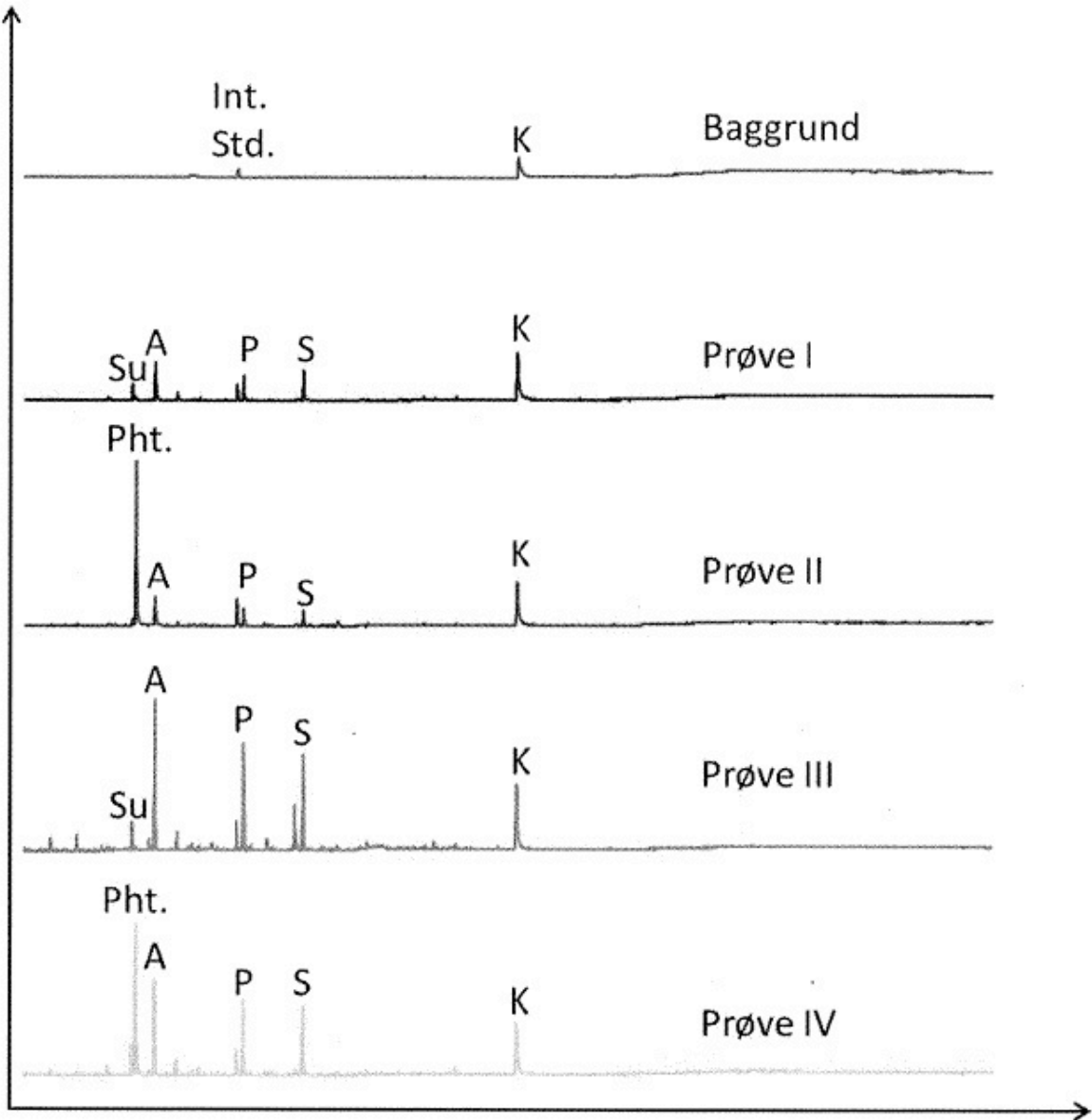
Der er foretaget bindemiddelanalyser på dekorationsbemaling fra sent 1800-tal i Hemmesdyngge kyrka i det sydlige Skåne. Bemalingen er blevet delvist overmalet i SO'erne og på både overmaling og originalfarve findes der områder med svampeangreb. Formålet med analyserne er, at klargøre om der findes nogen organiske forbindelser i prøverne, som mikroorganismene kunne leve af. Der kunne muligvis være tale om limfarve med kasein.

De 5 prøver (se prøvebeskrivelse i skema nedenfor) er blevet analyseret med gaskromatografi- masse spektrometri (GC-MS) for henholdsvis olie/vokser og harpikser og for aminosyrer. Desuden er der lavet mikrokemiske spottests for olie og protein på to af prøverne.

Prøve	Beskrivelse
I	Originalt lyst farvelag
II	Sekundær blå overmaling
III	sekundært grønt og hvidt farvelag
IV	Sekundær lys farve
V	DekorationsrmaUng

Resultater af olie/voks/harpiksanalysen

Efter forbehandling med basisk hydrolyse, ekstraktion samt derivatisering med diazomethan (se note 1), er fire ud af fem prøver blevet analyseret for bindemiddelsammensætning med GC/MS. Kromatogrammerne ses i figur 1.



Figur 1. Kromatogrammer af de analyserede prøver I, II, III og IV og øverst et baggrundskromatogram. Forkortelser fra venstre: Pht: Dimethylphthalat, Su: Suberinsyre, A: Azelainsyre, Int. Std.: intern standard P: Palmitinsyre, S: Stearinsyre og K: plastikkontaminering.

I alle prøver er der fundet de fede syrer palmitin(P)- og stearinsyre(S) sammen med disyren azelainsyre(A). Azelainsyren er indikator for tilstedeværelsen af en tørrende olie. I skemaet nedenfor ses forholdene Su/A, A/P og P/S, samt forholdet mellem dimethylphthalat og P.

Prøvenavn	Su/Ai%	Dimethylphthalat/P	A/P	P/S
Prøve I	44	0,05	2,2	0,7
Prøve II	22	4,7	2,4	1,0

Prøve III	19	0,04	1,5	1,0
Prøve IV	35	1,7	1,6	1,0

Der er i prøve 3 og formodentlig også prøve 4 tale om en linolie, P/S forholdet i prøve I er en smule lavere end normalt. I prøve I og III er suberinsyre (Su) relativt højt i forhold til azelainsyre, og der er derfor tale om en kogt linolie.

Prøve II og IV indeholder store mængder af dimethylphthalat i forhold til fedtsyreindholdet, og det betyder at disse prøver indeholder en eller anden form for alkydolie.

Resultater af aminosyreanalysen

Aminosyreanalysen på prøve 11-V viste kun negligerbare mængder af aminosyrer, og der er altså ikke tilsat noget proteinholdigt i disse prøver.

Resultater af spottests:

Prøve I er blevet testet positiv for protein med mikrokemisk spottest. Hvilket tyder på at denne prøve indeholder en animalsk lim eller kasein.

Prøve Verblevet testet positiv for olie ved mikrokemisk spottest.

21.03.2013



Vibeke Rask

Mads Christian Christensen

Stud. Scient.

Enhedsleder

Note 1:

GC/MS (=Gas chromatography- mass spectrometry)

Ved hjælp af gaskromatografi (GC) adskilles flygtige stoffer. Et massespektrometer (MS) i forbindelse med GC fungerer som en følsom detektor og analysator for de adskilte stoffer. For at gøre stofferne flygtige er det ofte nødvendigt at derivatisere materialet.

Ved analyse for olie/voks og harpiks bliver det gjort ved først at lave en basisk hydrolyse. Herefter bliver prøven gjort sur og ekstraheret med ether. Etherekstraktet bliver så metyleret med diazomethan og analyseret med GC/MS.

Ved karakterisering af tørrende olier med GC/MS går man ud fra at oliernes indhold af de stabile fedtsyrer palmitinsyre (P) og stearinsyre (S) ikke ændres under ældningen. Herudover er det karakteristisk at der i tørningsprocessen dannes betydelige mængder af azelainsyre. Da forskellige tørrende olier har forskelligt indhold af P og S kan forholdet mellem mængderne af de to fedtsyrer i en prøve fortælle noget om hvilken slags olie der er brugt. De fleste andre (umættede) fedtsyrer i tørrende olier omdannes under ældningen til azelainsyre (A). A/P forholdet skal helst være > 1 for at det kan siges at der kun er fedtsyrer tilstede fra tørrende olier. Et P/S forhold mellem ca. 1 og 2,2 tyder på at der er linolie i prøven, ligger forholdet mellem 2,3 og 3,5 er der formentlig tale om valnøddolie. Endelig indikerer et P/S forhold $> 3,5$ tilstedeværelsen af valmueolie. Andre umættede olier kan naturligvis tænkes anvendt. Nåletræs harpiks genkendes i analyserne på deres indhold af diterpener.

Metode: Metode: Olieterp_inj_A.mth, Kolonne: Restek. Rtx-5: 10223, monteret med 5 m Supelco 25747 forkolonne, samfet med Nlisis gule samlinger.

Den udførte analyse baserer sig på: J. Milis, The Gas Chromatographic Examination of Paint Media. Part I. Fatty Acid Composition and Identification of Dried Oil Films, Studies in Conservation 11(1966) 92-107.

Aminosyreanalyse: Aminosyranalysen er baseret på en sur hydralyse af proteinholdigt materiale, toretaget over 24 timer ved IOSC i et iltfrit miljø, i en 6M vandig HCl opløsning. Herefter inddampes prøven og resuspenderes i vand. Efterfølgende derivatiseres de tilstedeværende aminosyrer med ethylchlorformiat, og de derivatiserede aminosyrer analyseres med GC/MS.

Metode: Aminoacids-SIS3_1iq_inj.mth, Kolonne: Restek. Rtx-5: 10223, monteret med 5 m Supelco 25747 forkolonne, samfet med Nlisis gule samlinger.

Note 2:

Mikrokemi

Med mikrokemiske metoder arbejder man med volumener på ca. 1 µl, og der kan typisk påvises substansmængder på under 10 ng. Reaktionen udføres oftest i kapillarrør og på objektglas. Der anvendes så vidt muligt metoder, som giver anledning til karakteristiske krystaldannelser eller farvereaktioner, der er så specifikke at de ikke forstyrres af andre stoffer i prøven. De anvendte metoder er beskrevet i: H.P. Schramm & B. Hering, "Historische Malmaterialien und ihre Identifizierung," Akademische Verlagsgesellschaft, Graz, (1988) og E.M. Charnot & C.W. Mason, "Handbook of Chemical Microscopy", vol. II, J. Wiley & Sons, New York, (1960)

Bilaga 7

Byggnadsbiologisk analys. Analysrapport nr 13036, Hemmesdynge kyrka

BYGGNADS BIOLOGISK ANALYS

Analysrapport nr 13036, Hemmesdynge kyrka

Uppdragsgivare

JAPE Produkter AB
Box 158
281 22 Hässleholm

Laboratorium

WSP Jerbol
Sjögatan 29
383 30 Mönsterås Tel:
+46 499 125 60
www.wspgroup.se/jerbol

Kontaktpersoner

Uppdragsgivare: Claes af Klinteberg, 0451 898 77
WSP Jerbol: Ann-Marie Flisberg, 0499 125 60

Administrativ beskrivning

Provnr: 13036
Beteckning: Hemmesdynga kyrka
Provtagningsdag: 2013-01-25
Provet inkom: 2013-01-31
start analys: 2013-01-31

Analys utförd av:



Malin Johansson, Biolog

Granskning: Ann-Marie Flisberg, Gruppchef/Laboratoriechef



Innehåll

Uppdragsgivare	1
Laboratorium.....	1
Kontaktpersoner	1
Administrativ beskrivning.....	1
Analysresultat 13036	3
Analysförklaring	5
Alltnänt om mögel.....	6

Analysresultat 13036

Provnr: 13036
Kundens märkning: Färgskikt
Beteckning: Hemmesdyngge kyrka

FYSIKALISK BESKRIVNING

OKULÄR

MATERIAL Färgskikt
LÄGE I KONSTR Yta i valvkappa, söder

Fukt/temp

Lab% Stf% In situ% Temp 0C **18** RF% **44**

BIOLOGISK BESKRIVNING

MIKROSKOPERING

Visuell besiktning Gulaktig missfärgning på färgskiktets ena sida.
DIREKTMIKRO Svag mögelpåväxt på färgskiktets båda sidor. Smuts.
FASMIKRO Riklig förekomst av hyfer och sporer av mögel på färgskiktets båda sidor. Mögelyperna *Aspergillus* och *Penicillium* bedöms vara närvarande.

ODLING

MAKRO-OBSERVATIONER

Tid	Provyta			Avt!Yck				
1 dygn	svamp	0	bakt	0	svamp	0	bakt	0
4 dygn	svamp	0	bakt	0	svamp		bakt	2
7 dygn	svamp	0	bakt	0	svamp	2	bakt	2

DELTAGANDE TYPER *Aspergillus, Penicillium*

BAKTERIETYPER	1d	0	4d	1d		anm
SPORBILDNING				1d	3	anm
KONDENS	1d	2	4d	1d	1	anm

ODÖR/KOMMENTAR

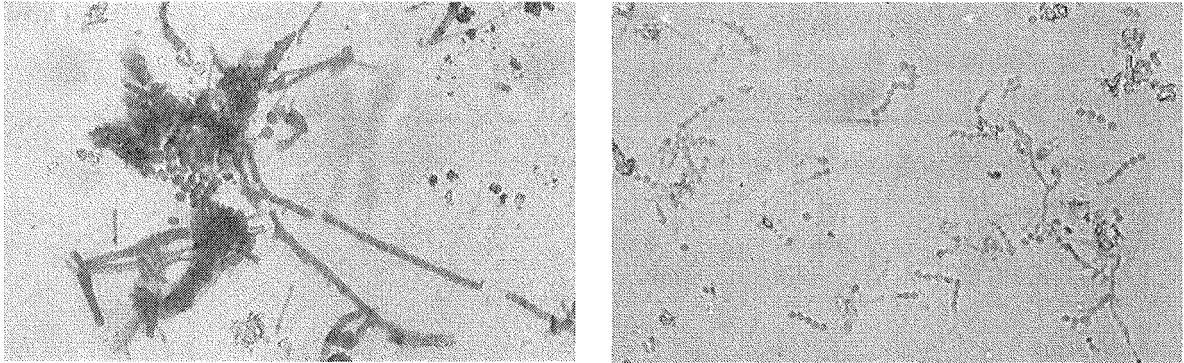
RESULTATBESKRIVNING

På färgskiktets båda sidor bedöms finnas närvaro av mögelpåväxt, vilket kan tyda på att färgen målats på en redan mögelangripen yta. Om man målar över en yta med påväxt av mögel är risken stor att möglet på underliggande yta så småningom kan komma att växa igenom det yttersta färgskiktet. Det man bör göra innan man målar över en yta med påväxt av mögel är att eliminera mögelpåväxten. Detta kan göras på olika sätt.

Den rikliga mängden mögelpartiklar som påvisas vid mikroskopering tillväxer långsamt vid odling. Detta stämmer väl överens med uppmätt låga fuktvärden på plats. Bakterietillväxten är hämmad.

OMDÖME **Avviker**
RISKBEDÖMNING **3**

Bilder 13036



Hyfer och sporer av mögel på färgskiktets båda sidor (x400)

Analysförklaring

Vid tolkning av analysresultat förutsätts att uppdragsgivaren använder sig av analysförklaringen.

Fuktkvot w	bestämde IEN 212 vid ankomst till lab
STF w	snabbbestämning enl STF i mikrovågsugn
In Situ w	bestämd elektroniskt av uppdragsgivaren på provtagningsplats
Temp 0C	temperaturen på provtagningsplats
Rh%	relativ luftfuktighet på provtagningsplats
Direktmikro	provets yta sedd under stereomikroskop i förstoring 10-40 ggr
Fas	snitt av provets yta sedd under fasmikroskop i förstoring 100-1000 ggr
Snitt	tunna snitt för analys av rötsvamp förstoringsgrad 100-400 ggr
Odling 1 vecka	vid 22°C / >RH85% på jästpepton. 3 avläsningar.
Mikro	bestämning av floran under mikroskop
sterilitet	parallellprov steriliserat med Micobor 13 alt BORACOL 10Rh
Sporbildning	subjektiv bedömning av sporproduktionen efter odling
Kondens	odlingens vattenavgivning
Odör	subjektiv organoleptisk bedömning
Resultat	växtplatsens ekologi bedömd från analysresultat och informationer
Omdöme	laboratoriets sammanfattande bedömning

Riskbedömning	siffermässig sammanfattning av alla erhållna informationer
Provyta	Provet lagt på odlingsmedia (mindre fukt, mindre näring vid odling)
Avtryck	Provet tryckt mot odlingsmedia (mer näring och fukt vid odling)
Frekvens av sporer o hyfer	Inget påvisbart 0, Sparsam 0-1, Tämligen riklig 2, Riklig 2-3, Mycket riklig 3

Resultatbedömning

Kod	frekvens	odör	Tillväxt	Riskbedömning*
0	saknas	fri	Ingen	Ingen avvikelse
	sparsam	doft	Liten tillväxt	Liten avvikelse
2	medel	lukt	Kraftig tillväxt	Avviker
3	riklig	stank	Mycket kraftig tillväxt	stor avvikelse

* Uppdragsgivaren avgör på plats hur riskbedömningen skall tolkas.

Tolkning

Vid resultattolkningen skall man räkna med att det finns en ofrånkomlig bakgrundsinfektion på allt material. De organismer som uppträder ovanpå bakgrundsinfektionen bör antas kunna ge problem. Det skall emellertid uppmärksammas att även den ofrånkomliga bakgrundsinfektionen kan ge problem. Förutsättningen för tillväxt är vanligen att ovidkommande vatten tillstöter. Detta är en teknisk och lokal bedömning. Ett material i innemiljö ska inte ha påväxt av mögel. Om påväxt kan påvisas bedöms detta awika från vad som kan anses vara normalt. Vår bedömning utgår från det prov vi har att tillgå i laboratoriet. Vi ger inga garantier att övrigt material på plats kan bedömas på samma sätt. Är provet tagit av en kunnig yrkesman kan man dock anta att provet är representativt för intilliggande miljö på plats.

Inledning

Oavsett vilket mögel som deltar i ett angrepp kan problem uppstå vid hög frekvens speciellt för personer med överkänslighet. Om mögel växer på behandlat material eller inte har rätt förhållande för tillväxt kan mögel även i lägre frekvens avge lukter som kan orsaka problem. Personer som är sensibiliserade kan få problem i inomhusmiljö med klimatskador tidigare än icke sensibiliserade personer. Personer som inte är sensibiliserade kan bli det vid långvarig vistelse i klimatskadade miljöer. Vid rivningsarbete och sanering bör det observeras att det kan föreligga risk att nivån av mögelpartiklar ökar. På grund av detta bör man av försiktighetsskäl använda personligt skydd när man sanerar.

Noterade typer i denna rapport

Aspergillus: Denna mögeltyp är vanligt förekommande i samband med klimatskador på byggnadsmaterial. Den kräver lite fukt för tillväxt (70-75% RF). Flera arter av *Aspergillus* utvecklar toxiner som kan ge problem för personer med överkänslighet.

Penicillium: Det finns ett stort antal arter av *Penicillium*, varvid flera är vanligt förekommande på byggnadsmaterial. *Penicillium* tillväxer vid låg relativ fuktighet (70-75% RF) i ett temperaturområde mellan 5-37 °C. På grund av att den kräver mindre fukt är den mycket vanligt förekommande i alla miljöer både in- och utomhus. Flera arter av *Penicillium* kan orsaka problem för personer med överkänslighet.