

Fuktbaserad konsolidering av freskomåleri



Malin Canessa Selvad

Uppsats för avläggande av filosofie kandidatexamen i
Kulturvård, Konservatorprogrammet

15 hp

Institutionen för kulturvård
Göteborgs universitet

2013:10



Fuktbaserad konsolidering av freskomåleri

Malin Canessa Selvad

Handledare: Krister Svedhage

Kandidatuppsats, 15 hp
Konservatorprogrammet
Lå 2012/13

UNIVERSITY OF GOTHENBURG
Department of Conservation
P.O. Box 130
SE-405 30 Goteborg, Sweden

www.conservation.gu.se
Ph +46 31 786 4700
Fax +46 31 786 4703

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

By: Malin Canessa Selvad
Mentor: Krister Svedhage

Consolidation on wall paintings a fresco

ABSTRACT

The study is based on a conservation project in the Vatican museums where some problems were observed with an aqueous-based consolidant in the preservation of XVI century mural paintings. The medium penetrated the porous surface layer and formed dark circles around the injection hole.

The essay is based on literary investigation and to some extent experimental work. The aim of this study is to highlight issues regarding deterioration of the internal structure, the consolidation process and ethical issues in preservation of fresco paintings. Further the essay presents and evaluates consolidants used in the field, with focus on problems of superficial grouting. In order to understand which consolidation products are used in Sweden today and to get an up to date insight on the various consolidants and their problems. A questionnaire was sent to Swedish conservators working in the field, in both conservation institutes and private firms. The results from the questionnaire and information collected from scientific articles is presented and discussed. Simulated experiments in the laboratory were done with three consolidants, aqueous- or solvent-based mediums used for consolidation of porous superficial grouts.

Title in original language: Fuktbaserad konsolidering av freskomåleri

Language of text: Swedish

Number of pages: 40

Keywords: conservation on murals, mural painting, paintings a fresco, consolidating, aqueous- and solvent-based consolidants, grouting

ISSN 1101-3303

ISRN GU/KUV—13/10-SE

Förord

Före min tid på konservatorsprogrammet hade jag förmånen att arbeta tillsammans med Ingemar Sahlin, trädgårdsanläggare och – mästare. Han lärde mig de grundläggande kunskaperna i mureriyrket. Han delade med sig av sina mångåriga erfarenheter av arbetet med både kallmur och fogade murar, kalkbruk, hydrauliskt bruk och mycket mycket mer.

När jag senare kom ut på min praktik och för första gången fick möjlighet att arbeta med muralmålningar kom min erfarenhet väl till pass i kombination av den teoretiska delen jag fått genom litteratur och föreläsningar på Institutionen för Kulturvård. Under min praktik på konserveringslaboratoriet för måleri på Vatikan museerna fick jag bland annat medverka i ett projekt i Basilica san Paulo fuori le mura där en fresk skulle återfästas då den rasat ner ur valven i ett kapell. Vidare hade jag även möjlighet att utföra kartering av skador, kontroll, konsolidering och fixering av färg av strappade muralmålningar i samband med utlån. Ytterligare projekt jag medverkade i var karteringen och rengöringen som utfördes i november och december månad 2012 i Sixtinska kapellet samt projektet i kartgalleriet, Galleria delle Carte geografiche där en totalkonservering påbörjades av muralmålningarna september 2012.

Jag vill rikta ett stort tack till Francesca Persegati som möjliggjorde min praktikplats. Ytterligare ett tack till Bruno Marocchini, Eugenio Eracadi, Sara lafrate, Aspasia Formichetti, Ilaria Barbetti och Arabella Bertelli De Angelis som delat med sig av sina kunskaper och erfarenheter och svarat på alla mina frågor i ämnet.

Ett särskilt tack riktas även till Ingrid Wedberg och Hanna Eriksson på Skånes Målerikonserveratorer samt Gunnel Rosenquist på Jönköpings läns museum som bidragit med sina erfarenheter och tankar kring konsolidering och konsolideringsmedlen i sig vilket varit till stor hjälp under uppsatsarbetet.

Tack till Michael Lind och Barbro Frisell som ställt upp med material till mina experiment. Tack till mina klasskamrater som delat med sig av erfarenheter och kontakter i fältet samt min handledare Krister Svedhage som bidragit med support och goda synpunkter.

Slutligen ett tack till min man Cesar Canessa som assisterat när jag behövt en extra hand samt för support under skrivandeprocessen.

INNEHÅLL

Titelsida
Abstract
Förord

KAPITEL 1

1 BAKGRUND OCH INLEDNING	9
1.1 Problemformulering och frågeställningar	9
1.2 Målsättning och syfte	10
1.3 Avgränsningar	10
1.4 Metod	10
1.5 Källor och tidigare forskning	11
1.6 Källkritik	11

KAPITEL 2

2 MURALMÅLERI	13
2.1 Muralmålning al fresco	13
2.1.1 Teknisk uppbyggnad	14
2.1.2 Karbonatisering	15

KAPITEL 3

3 NEDBRYTNING	17
3.1 Materialens egenskaper	17
3.2 Bristande teknik	18
3.3 Yttre påverkan	18

KAPITEL 4

4 KONSERVERING	20
4.1 Etik och värderingar	20
4.2 Konsolidering	20
4.2.1 Konsolideringsmedel	21
4.2.2 Konsolidering av yttlig bom	23
4.2.3 Konsolideringsmedel för konsolidering av yttlig bom	23
4.2.3.1 Kalkbaserade produkter	23
4.2.3.2 Syntetpolymerbaserade produkter	25

KAPITEL 5

5 UNDERSÖKNINGSDEL	28
5.1 Konsolideringsmedel	28
5.2 Värmekällor	28
5.3 Testmaterial	29
5.4 Genomförande	29

KAPITEL 6

6 RESULTATDEL	31
6.1 Resultat	31
6.2 Diskussion	33
6.3 Slutsatser	34
6.4 Sammanfattning	35

Figur- och tabellförteckning	37
Käll- och litteraturförteckning	37

KAPITEL 1. BAKGRUND OCH INLEDNING

Som en del i examen vid Göteborg universitets konservatorutbildning praktiserade jag hösten 2012 på Musei Vaticani, Vatikanstaten. Under min praktikperiod medverkade jag vid ett flertal konserveringsprojekt i muralmåleri. Vid ett av projekten kom jag i kontakt med en viss problematik med fuktbaserade konsolideringsmedel vid konservering av 1500-tals muralmåleri. Större och djupare bom mellan ett finare putslager (intonaco) och ett bakomliggande grövre putslager (arriccio) eller mellan ett grövre putslager (arriccio) och det murbruk som i detta fall putsats över den bärande muren konsoliderades med Ledan SM, ett hydrauliskt kalkbruk, detta gav ett tillfredställande resultat. Då bompartien som låg ytligt inte kunde konsolideras med detta kalkbruk då det har alltför hög viskositet och inte kan tränga in i de alltför smala hålrummen krävdes ett mer lågvisköst medel. Vi använde oss av Vinapass, ett dispersionsadhesiv för konsolidering av ytligt bom. Detta användes där bom upptäckts mellan färgskikt med det finare putslagret (intonaco) eller mellan intonacon och bakomliggande arriccio. Konsolideringsmedlet injicerades med kanyl men trängde i många fall ut igenom det porösa ytskiktet och bildade fuktrosor kring injektionshålet. Min önskan med denna uppsats var att resonera kring de situationer som jag själv upplevt under praktiken samt de tester jag utfört med konsolideringsmedel för samma ändamål. Jag önskade undersöka om det med hjälp av värme gick att undvika oönskade effekter såsom fuktrosor. Jag hoppas kunna bidra med en ökad förståelse för problematik vid konsolidering av porösa freskalt målade ytor. Ämnet är av vikt då Sverige har väldigt få muralmålningar i freskoteknik i förhållande till den mängd bevarade målningar utförda i secco och ytterligare kunskaper behövs för att särskilja på problematiken mellan dessa.

1.1 Problemformulering och frågeställningar

Konsolidering bör ses som ett steg i en konserveringsprocess. Kraven som konsolideringsmediet bör uppfylla har definierats sedan tidigare, (Mora, Mora, Philippot, 1997) dessa presenteras närmare i kapitel tre. Momentet för konsolidering är komplext då varje muralmålning bör ses som ett unikt objekt både vad gäller teknik och material. De frågeställningar som har styrt studien för uppsatsen är följande;

- Vilka karaktäriserande egenskaper har ett freskalt bundet muralmåleri?
- Hur ser problematiken ut i ett freskomåleri och vad beror den på? Varför delaminerar, spjälkar ett freskomåleri i de olika skikten?
- Hur ska man förhålla sig till konsolidering och reversibilitet?
- Hur är konsolideringsmedlen för konsolidering av muralmåleri uppbyggda och hur skiljer de sig åt? Vilka är dess för- och nackdelar?
- Vilka möjligheter finns det att förhindra uppkomsten av fuktrosor vid konsolidering med hjälp av en värmekälla?

1.2 Syfte och målsättning

Syftet med denna uppsats är att belysa problematiken gällande konsolidering och etiska aspekter vid konservering av freskalt måleri. Att utvärdera konsolideringsmedlen och att diskutera uppvärmning av färgskiktet vid konsolidering för att bättre anpassa tekniken med de fuktbaseade konsolideringsmedlen till materialet.

Målsättningen är att ge ökad förståelse för konsolidering med fokus på ytliga bompartier.

1.3 Avgränsningar

Uppsatsen presenterar kort en överblick i muralmåleri men fokus ligger i första hand till det freskalt bundna måleriet. De material som används för att bygga upp ett muralmåleri, dess egenskaper samt problematiken för ett muralmåleri presenteras på en översiktlig nivå.

För konserveringsprocessen har en gräns dragits vid konsolidering och denna konserveringsåtgärd är den enda som presenteras. En översiktlig presentation ges i konsolidering för måleriets olika skikt men en avgränsning har gjorts till de material och den process som används för konsolideringsmedel som är ämnade för ytliga bompartier.

Pigmenten för ett freskalt måleri berörs något vid presentation av uppbyggnad och nämns vid konsolidering men någon närmare inblick ges inte av dessa i denna uppsats.

1.4 Metod

Efter praktiska och teoretiska erfarenheter från arbete i konserveringslaboratoriet på Vatikan museerna samt föreläsningar på Institutionen för Kulturvård utfördes en litteraturstudie inom fältet. Litteratur har framförallt sökts via olika databaser såsom BCIN, Bibliografic Conservation Information Network och via Libris, Universitet bibliotekets databas samt via Google Scholar. De böcker och artiklar som funnits via dessa kanaler och visat sig varit relevanta för arbetet har i sin tur genererat ytterligare litteratur genom de referenshänvisningar som funnits.

Uppsatsen baseras även till en del av experiment som utförs för att testa och utvärdera tre konsolideringsmedel. Experimenten baseras på forskning av metoder eller egenskaper hos konsolideringsmedlen. Dessa prövades dels i kombination med en värmekälla dels i rumstemperatur på 21 provtytor och utvärderades sedan okulärt. Testerna utfördes på nytillverkade provplattor, se vidare i kapitel fem. För framtagning och val av material till den experimentella delen har frågor i ämnet skickats ut till ett tiotal konservatorsfirmor i Sverige. Svaren på frågorna tillsammans med aktuella artiklar och rapporter om konserveringsarbeten har nyttjats för att välja ut konsolideringsmedlen.

1.5 Källor och tidigare forskning

Litteratur som behandlar muralmåleri ur olika synvinklar har nyttjats för att kunna behandla ämnet, för att kunna nyansera arbetet och presentera en grundlig genomgång i det.

Målerihandböcker såsom Cennini's *Il libro del arte* från 1839, Jackssons *Handbooks for the designer and craftsmen, Mural Paintings* från 1904 och Linholms *Kalkmålningsteknik: al*

fresco, al secco, stucco lustro, sgraffito från 1969 har nyttjats för att beskriva muralmåleriets material, uppbyggnad, historia och konserveringshistoria.

Det finns ingen samlad litteratur som specifikt tar upp konsolidering och konsolideringsmedlen för muralmåleri. Men för konserveringsprocessen har artiklar som *En undersökning av skador och måleriteknik ovanför valven i Fornåsa kyrka* skriven av Henningsson från 2004 och Hemgrens artikel *Problems in the conservation of mural paintings* från 2001 varit viktiga. Borrelli's båda handböcker *Conservation of Architectural Heritage, Historic structures and materials: ARC Laboratory handbook* om porositet och bindemedel båda från 1999 samt Mora, Mora och Philippot's bok *La conservation des peintures murales* från 1977 har nyttjas för att beskriva muralmåleriets egenskaper och faktorer som kan påverka dess nedbrytning, den senare har även nyttjats till konsolideringsprocessen och egenskaper hos medium som nyttjas för denna. Ytterligare har artiklarna *New autogenous lime-based grouts used in the conservation of lime-based wall paintings* från 1997 och *A New Method for Consolidating Wall Paintings Based on Dispersions of Lime in Alcohol* från 2000 skrivna av Baglioni, Dei, Piqué, Sarti, Ferroni, respektive Baglioni, Dei, och Giorgi samt artiklarna från 2001 *Fixation, Consolidation and cleaning of murals* av Peterson och *Notes on consolidation of plaster in Portugal* av Dos Santos Pestana samt Nyström Larssons magister uppsats *Syntetpolymerbaserade Produkter Inom Svensk Målerikonservering* från 2003 nyttjats för att beskriva konsolideringsmedlen som används för denna specifika problematik. För den kemiska och fysikaliska fakta som finns rörande konsolideringsmedlen har även återförsäljarnas *Safety Data Sheet* och *Technical Data Sheet* nyttjats. För experiment med värme i kombination med konsolidering av ytliga bompartier har artikeln från 2006 *Infra-red photothermal thermography: A tool of assistance for the restoration of murals paintings?* skriven av Candoré, Szatanik, Bodnar, Detalle och Grossel nyttjas för att motivera valen av värmekällor som kan brukas för muralmåleri likaså konferensbidraget från 2010 *Assistance to the restoration of historical frescoes by stimulated infrared Thermography* som presenterades av Candoré, Bodnar, Detalle och Grossel.

1.6 Källkritik

Källor som nyttjats för uppgifter om muralmåleriets historia, uppbyggnad och teknik är målarhandböcker skrivna från 1300-talet fram till 1967. Urvalet har gjorts för att ge en bredare bild i hur måleriet kan och ser ut i västvärlden. Den äldsta källan som nyttjats är Cennini's (ca 1370-1440) *Il libro del arte*, en italiensk upplaga från 1839, trots allt en nytgåva vilket dock inte behöver påverka innehållet. Denna har nyttjats i kombination med den än nyare utgåvan från 2011 som är översatt till svenska för att kunna ta in citat på svenska, det skrivna språket i uppsatsen.

Gällande materialet i ett freskomåleri beskrivs det av Borelli i *Conservation of Architectural Heritage, Historic structures and materials: ARC Laboratory handbook* som utkom 1999 att få signifikanta förändringar skett sedan antiken. Det finns dock givetvis skillnader beroende till tillgång av material och konstnärens egna preferenser i varje målning. För att kunna presentera en så sakligt bild som möjligt från flera perspektiv har även litteratur specifikt skriven inom kulturvårdsfältet såsom *La conservation des peintures murales* skriven av Mora, Mora och Philippot samt refereegranskade artiklar som även berör teknik och material nyttjats.

Det finns lite skrivet på svenska i ämnet men för att kunna presentera en terminologi som används nationellt har källor som behandlat konservering av muralmåleri på en mer generell basis varit viktiga.

Riktlinjer från ICOMOS (International council on monuments and sites) från 2003 samt *Contemporary theory of conservation* från 2005 skriven av Muñoz Viñas har presenteras i denna uppsats för att fungera som en plattform för att kunna reflektera och hålla en diskussion kring den etik som finns på en internationell basis inom yrket. Då ingen publicerad forskning kring sambandet mellan värme och konsolideringsprocessen funnits har konferensbidrag samt erfarenheter från arbete med värme och färgfästning från praktikperioden nyttjats för den experimentella delen i uppsatsen.

KAPITEL 2. MURALMÅLERI

Gemensam nämnare för ett muralmåleri är sanden. Enligt Henningsson (muntlig kommunikation) kan måleriet vara utfört dels på en mineralisk undergrund dels på en brädgrund i trä med exempelvis vassrörning som bärare för putsen. Det kan vara placerat både exteriört som interiört och motiven kan bestå av illusioner av arkitektoniska element, figurativa motiv som kan vara exempelvis religiösa eller historiska men även ornamentik och andra dekorativa element. Det bildar ofta en helhet med stuckatur, förgyllningar och monokroma ytor. Då måleriet är arkitekturbundet bör det ses som en del av byggnaden eller byggnadselementet och därför bevaras följande. Målningen kan vara utförd som ett kalkmåleri i teknikerna al fresco eller al secco eller en blandning av de båda. Kalken är ett viktigt element i ett flertal dekorativa tekniker, ytterligare tekniker i detta material är stucco lustro, encausto och sgraffito (Lindholm, 1969). Ett muralmåleri kan även bestå av ett organiskt färgskikt exempelvis i form av ett limfärgsmåleri, temperamåleri eller olja på puts. Till kalkfärg har en mängd tillsatser förekommit genom tiderna såsom exempelvis skummjolk, kasein, alun, linolja, cellulosaklister och eller såpa (Karppinen, 2008). Materialtekniskt blir färgen en blandning av kalkmåleri och någon av de ovannämnda teknikerna. I Norden har vi en unik samling bevarade muralmålningar (Engellau-Gullander, 2001). Målningar bevarade från medeltid till tidigt 1900-tal finns främst i våra nordiska kyrkor. I svenska sammanhang används benämningen kalkmåleri för teknikerna al fresco, al secco och för en blandning av de båda (Henningsson, 2004).

2.1 Muralmålning al fresco

En av de tidiga teknikerna för kalkmåleri är det freskalt bundna måleriet (Lindholm, 1969). Denna teknik benämns efter det italienska ordet för färsk nämligen al fresco, a fresco eller bara fresco och syftar till att måleriskiktet utförs på våt nylagd puts. Cennini (ca 1370-1440) inleder hans kapitel om muralmåleri med orden:

”När du vill måla på mur, vilket är det ljuvligaste och behagligaste arbete som tänkas kan, tar du först kalk och sand, bådadera ordentligt sållade. Och om kalken är fet och färsk, går det åt två delar sand och en del kalk.”(Cennini, 2011). En översättning ur *Il Libro dell'arte* som troligtvis gavs ut som första upplaga någon gång under sena 1300-talet.

Måleriet kan utföras med pigment och vatten eventuellt kalkvatten och kallas då lasurteknik, denna teknik på en grov putsad yta har främst nyttjats i Norden (Lindholm, 1969). Lasurtekniken med flera skikt ovanpå varandra ger en rik kolorit. I södra Europa har lasurtekniken ofta blandats med den teknik där pigment först blandas i en kalkpasta och sedan appliceras på intonacon. Historiskt sett från antiken till 1700-talet har få innovationer skett vad gäller material och konstruktionsteknik (Borelli, 1999). Recepten för blandningen av bindemedel, ballast och tillsatser är praktiskt taget de samma som de som beskrivs i de tidigaste bevarade byggnadstraktaten såsom Vitruvius *De architectura libri decem*.

2.1.1 Teknisk uppbyggnad

En freskomålning kan vara uppbyggd med åtskilliga olika skikt, mellanskikt av slamningar, kalkgrundering med mera. Brukligt är att de olika skikten tillreds med olika kornstorlek i ballast för att de ska fästa till varandra (Lindholm, 1969). Detta bidrar till att ytan suger jämnt vid applicering av färgskiktet. Rekommenderat för puts-skikten enligt målarhandböcker har varit att låta dessa torka innan nästa skikt slås upp. Lindholm beskriver processen och menar att det första skiktet puts, arriccio ska läggas 5-15 millimeter tjockt för att sedan låtas torka upp till ett dygn. Mellanskikt om 10-15 millimeter tjockt ska ske i ett sammanhang med tidigare skikt för att sedan få torka i 14 dagar. Intonacon läggs på först när vattnet som finns samlat i tidigare skikt hunnit torka upp. Skiktet läggs upp dag för dag, en giornata, dagsverke består i ett område kring cirka en kvadratmeter som sedan skarvas på. Vid figurmåleri är det vanligt att giornata's kanter placeras strax utanför en kontur. Intonacon får stå och dra en stund innan måleriskiktet läggs på. Detta skikt kan variera i tjocklek beroende på hur pigmenten appliceras och beror då på kornstorlek i pigment och eventuell pasta. Mellan samtliga skikt bortsett det sista vattnas underlaget för att de nya skikten ska få fäste. Cennini menar att putsen i mellanskikt eller arriccio ska bestå i ren torrsläkt kalk med högt kalciumkarbonat innehåll (Cennini, 2011). Den ska blandas med ballast för att sedan dränkas in med rikliga mängder vatten. Han menar också att tillräcklig kalkblandning för 15-20 arbetsdagar ska produceras som sedan får stå innan applicering för att undvika sprickbildning vid upptorkning. Ovanpå detta skikt utförs skisser för motivet. Intonacon läggs tunt och bearbetas till en slät yta varpå skissen överförs på nytt och sedan målas.

Viktigt är att samtliga skikt blir likvärdigt mättade med kalk för fullgod sammanbindning mellan dem (Jacksson, 1904).

För att undvika att salter och fukt tar sig från en exteriör yta och in mot måleriet kan man isolera denna med olika medium innan arriccio påförs. Nedan följer en generell beskrivning hur de olika skikten kan se ut.

- Vägg

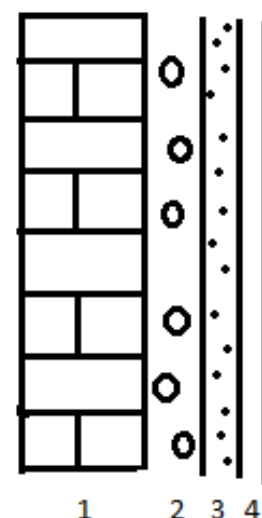
Kan bestå i ett murverk uppbyggd av natursten eller tegelsten tillsammans med bruk.

- Puts

Putsen består av bindemedel (i detta fall av kalk), ballast i form av grus, sand eller mjöl samt eventuella tillsatsämnen.

Tillsatsämnen som exempelvis strå, hår, tegelkross, pozzolan, pimpsten, snäckskal, återanvända bruksrester, aska med mera kan finnas i de undre skikten.

Putsen slås upp i minst två omgångar och bildar olika skikt;



Figur 1: 1 vägg, 2 arriccio, 3 intonaco, 4 färgskikt

- Arriccio

Benämningen efter italienskan av det grövre första putslager som påförs på murverket för att skapa en homogen yta varpå finare putslager kan appliceras. I detta skikt kan cement ingå i kalkblandningen.

- Intonaco

Benämningen efter italienskan av det fint putsade lager som täcker det grövre på vilket färgskiktet kan appliceras. I detta skikt utgör ren kalk bindemedlet.

- Måleriskikt

Pigmenten appliceras på den finputsade ytan av våt intonaco. Dessa blandas med vatten, kalkvatten eller kalkpasta inför appliceringen. Kalkvattnet förbereds en dag i förväg genom att lägga ren släckt kalk i vatten. Kalken sjunker till botten och vattnet blir klart och mättat med kalkhydrat. En tunn film av kalkhydratskristaller bildas, detta då kalkhydratet kommer i kontakt med koldioxiden i luften. Denna hinna måste avlägsnas för att det vid applicering inte ska bilda en glasyr som lägger sig ovanpå intonaco. En glasyr där det finns risk för att pigmenten kryper på den karbonatiserade ytan (Lindholm, 1969). För en pigmenterad kalkpasta rörs pigmenten ut i kalkvattnet och sedan rörs även bottensiktet av kalk upp för att bilda en välling. Färgskiktet binder sedan till intonaco genom karbonatisering oavsett vad pigmenten blandas ut i. Kalken är basisk vilket kräver pigment som är stabila i en alkalisk miljö, pigmenten kallas kalkäkta. Då en kemisk förening sker mellan pigment och kalk påverkas valen av pigment och gör att kulörerna och pigmenten blir begränsade (Jacksson, 1904). Vanligt vid kalkmåleri är därför att man blandar fresco och secco teknik. Dessutom kan de sista detaljerna vara utförda i exempelvis en kaseintempera.

- Efterbehandling

I många målerihandböcker beskriver man även att måleriskiktet efterbehandlas med kristallklart kalkvatten för att göra målningen starkare och hårdig mot kemiska substanser. Detta bidrar till karbonatiseringsprocessen samt till att pigmenten binds starkare till ytan. Det finns dock en risk för att man täpper till ytan varpå denna åtgärd ska utföras med försiktighet eftersom karbonatiseringsprocessen avtar och fortgår alltför långsamt.

2.1.3 Karbonatisering

Kalken till ett freskomåleri förekommer i form av kalkhaltig sten; kalksten, kalksandsten eller marmor. Denna nyttjas i krossad form för bruk, puts och färgskikt. Kalken verkar alltså som både binde- och fyllnadsmedel, tillsammans med vatten som lösningsmedel för pigment samt som rent pigment för måleriet. Det som gör tekniken unik och på ett sätt mer beständig än övriga tekniker är karbonatiseringsprocessen. Karbonatiseringen börjar i samma ögonblick som kalciumhydratet kommer i kontakt med luft (Lindholm, 1969). Detta gäller för både kalkbruket i de olika skikten, kalkvattnet och pastan som färgpigmenten blandas i inför applicering på väggen. Processen innebär att koldioxiden i luften omvandlar den släckta kalken så att den återgår till kalciumkarbonat, nu i förening med sand. Detta gör så att materialet torkar, binder och hårdnar. Processen är långsam men då processen startar så fort det kommer upp på väggen kräver detta att målningen utförs i delar, "giornate". Både

rummets luftfuktighet och väggens sugförmåga är avgörande för hur snabb karbonatiseringsprocessen är. För freskomåleri används släckt kalk. Enligt Nyrén (muntlig kommunikation) framställs kalken genom processen:



Cykeln för kalken som nyttjas vid freskomåleri sker alltså från kalkstenen som vid bränning ger bränd kalk och koldioxid, som avgår. Den brända kalken släcks genom tillsättning av vatten, vilket ger släckt kalk. När den släckta kalken torkar upp och härdar nyttjas koldioxiden på nytt, denna tas upp ur luften. Vattnet avgår vid upptorkning och kalken återgår till sin ursprungliga form men här med tillsatsen av ballast.

KAPITEL 3. NEDBRYTNING

Muralmålningar är uppbyggt av flera olika lager, lager som med tiden har en tendens att delaminera som en effekt av nedbrytningen (Baglioni, Dei, Giorgi, 2000). Det finns en mängd olika anledningar till att förändringar som leder till nedbrytning sker i ett muralmåleri (Mora, 1974). Nedbrytningsprocessen kan härledas till materialets egenskaper, bristande teknik vid skapandet av konstverket, senare konservering, luftfuktighet, fukt eller andra yttre faktorer som exempelvis naturkatastrofer. Då en muralmålning in situ är en del av en större konstruktion påverkas den även av ovan nämnda faktorer gällande byggnaden och rummet den är placerad i.

3.1 Materialens egenskaper

Materialets egenskaper är av vikt för att förstå en del i nedbrytningsprocessen. Dess egenskaper är som nämnt tidigare en del redan från skapandet av konstverket då karbonatiseringsprocessen styrs av väggens sugförmåga.

Önskvärt är att de material som nyttjas är så rena och stabila som möjligt. Materialen kan ha en inbyggd defekt som över tid utvecklas och bidrar till nedbrytningen (Mora, 1974).

Föroreningar som kan förekomma naturligt i kalkstenen är vanligen lermineral och pyrit (Hansson, 1999).

Materialen i supporten i detta fall murverket är av största vikt då den i många fall kan vara en yttervägg och måste klara yttre påverkan och inte transportera nedbrytande eller missfärgande material genom dess porositet.

Materialen för de olika putslagren är även dessa av största vikt. Tack vare dess inbyggda hygroskopiska egenskaper är dessa mycket känsliga för vatten. Både fukt och svaveldioxid, som är en vanlig orenhet i luften tränger in i materialet vilket kan leda till förändring av kalciumkarbonat i materialet till kalciumsulfat vilket leder till delaminering (Mora, 1974).

Organsikt material, exempelvis vass eller andra växtfibrer samt djurhår som ibland nyttjas i dessa skikt för att ge en armerande styrka i väggen kan påverka negativt ifall dessa exponeras i ytan. De kan då blockera flödet av fukt och orsaka förändringar genom frostsprängningar i samband med kalla förhållanden.

Pigmenten som nyttjas för ett freskomåleri bör vara stabila mot kalkens basiska natur och över tid motstå förändringar på grund av olika föroreningar i luften.

Bindemedlet tillsammans med vatten, sand och eventuell annan ballast samt eventuella tillsatser bildar den ett bruk som hårdnar och binder samman putslagren med väggen (Borrelli, 1999). Vanliga bindemedel för murverk är, lera, gips, kalk, hydraulisk kalk och hydraulisk cement. Alla material med olika egenskaper. Kalken som nyttjas för kalkmåleriet är känslig för syror såsom sura lösningar då dessa bryter ner kalk till vattenlösligt gips (Karpinen, 2008).

Materialen som nyttjas som byggnadsmaterial från tegelsten till puts har en inneboende egenskap i form av hålrum (Borrelli, 1999). Dessa är på olika sätt fördelade i materialet i olika former och storlekar som porer, håligheter och sprickor. Dessa tillsammans står för materialets porositet, porerna kan vara slutna eller öppna. Slutna porer bidrar till materialets densitet och mekaniska styrka, öppna porer transporterar fukt i materialet. Öppna porer kan fungera som kanaler och kan vara sammankopplade med porer i ett exteriört skikt och på så vis föra in väta och medverka till nedbrytning. Kalksten är en sedimentär sten som har en porositet på 15-20 % med porer som varierar storleksmässigt främst från micro- till

macroskala. En kännedom om porstrukturen är av betydelse för att kunna karaktärisera materialet, förstå hur det kommer eller har påverkats av väderförhållanden och slutligen för att kunna utföra en bedömning av nedbrytning och vilken effekt en konservering skulle kunna komma att ha. Det är dessutom av största betydelse för att kunna förstå hur vatten transporteras i materialet och hur vätska eller vattenbaserade medium kommer agera i materialet.

3.2 Bristande teknik

- Vid framställandet

Är materialet instabilt kan de härledas till konstnärens kunskap eller preferenser. Slarv vid applicering av arriccio mot murverk såsom otillräcklig rengöring eller vätning kan leda till delaminering (Mora, 1974). Detta gäller även för övriga kommande putslager inför applicering. En felaktig blandning bindemedel, ballast och eventuella tillsatser kan leda till bland annat sprickbildning och delaminering.

- Övermålning och överkalkning

Att kalka över, vitkalka en yta eller lägga ett nytt färglager över ett annat är något som utförts genom tiderna av olika skäl. Dessa överkalkningar kan ibland vara för kompakta och på så vis riskera delaminering.

- Vid konservering

Tidigare konserveringar med felaktiga eller instabila material kan leda till att man täpper till porer eller orsakar nya spänningar i eller mellan skikten vilket kan bidra till delaminering och nedbrytning av materialet.

- Inomhusklimat

Muralmålningar speciellt i kyrkor har under långa perioder uppvärmts felaktigt. Intermittent uppvärmning med svängningar i temperatur och luftfuktighet utsätter målningar för påfrestning som kan orsaka nedbrytning (Mora, 1974).

3.3 Yttre påverkan

Måleriskiktet är trots karbonatisering med övriga skikt mer skört mot yttre påverkan än något annat skikt då det ständigt står i utbyte med förändringar i fukt i dess omgivning, både i supporten men också i rummet det är placerat i (Mora, 1974). Måleriskiktet är dessutom, trots önskemål om att bevara in situ, det skikt som avspeglar en berättelse och konstnärens intention och därmed det skikt vi i högsta mån önskar bevara (Hemgren, 2001).

- Salter

Salter rör sig inte i materialet om dess omgivning med temperatur och luftfuktighet är stabil. Alla salter fungerar inte nedbrytande för materialet då detta beror på saltets egenskaper som löslighet, hygroskopicitet, möjlighet till rörelse i materialet och dess kristallina form (Borrelli, 1999). Nedbrytande för materialet är när kristallerna i salter har möjlighet att expandera till följd blir då att porositeten i materialet fylls igen vilket förändrar strukturen, ytterligare expansion leder till sönderfall (Mora, 1974). Utsätts muralmålningen för hög

temperatur och luftfuktighet riskerar man att måleriskiktet täcks av en slöja av salt eventuellt att saltkrustor bildas på och mellan ytskikt.

- Fukt

Fukt är ofta katalysatorn till att en nedbrytningsprocess sätter igång i ett muralmåleri då denna fungerar som transportmedel i det porösa materialet för många andra nedbrytande faktorer. Materialet kan absorbera fukt i en miljö om luftfuktigheten är hög (Borrelli, 1999.) Det tar även till sig fukt i rinnande form om det exponeras exempelvis för regn eller konsolidering. Vattnet absorberas *kapillärt* i vätskeform, genom *diffusion* i både vätske- och ångfasen från porer med högre vatteninnehåll till porer med lägre, genom *osmos* (när salter är närvarande i vattnet) vilket skapar en elektrisk laddning och drar till sig vatten, genom *hygroskopisk absorption* och slutligen genom *kondensation*. Vattnet utgör en av de största orsakerna i nedbrytningsprocessen, då det påverkar materialet genom kemisk reaktion med föroreningar, genom fysiskt nötning vid exempelvis frostcykler, som ovan nämnt då det transporterar salter i lösning och slutligen då det gynnar biologisk påväxt.

- Biologisk nedbrytning, damm och annan deposit

Mikroorganismer i form av alger och svampar bildar färgade sporer som växer på färgskiktet. De flesta typerna orsakar ingen hållfasthetsförändring men de missfärgar och kan verka toxiskt. Vid rengöring kan substansförluster i ytskiktet bli synliga. Damm och annan deposit attraherar och binder fukt vid ytan vilket verkar nedbrytande. Det kan orsaka permanenta missfärgningar och basisk eller sur deposit kan komma att skapa korrosion på ytskiktet (Mora, 1974).

- Ljus, vind och vibrationer

Solljus med infraröda och ultravioletta strålar bleker och bryter ner både pigment och bindemedel (Mora, 1974). Vind med smuts och sand är en nedbrytande faktor för exteriöra målningar. Vibrationer skapar mekanisk nötning. Dessa kan vara små vibrationer och komma från exempelvis en konservators knackningar på ytan för att upptäcka bompartier, trafik i dess närhet eller större vibrationer när marken rör sig.

KAPITEL 4. KONSERVERING

Konst eller ett konstverk beskrivs enligt encyklopedin Britannica, med sökordet "art", med orden: "a visual object or experience consciously created through an expression of skill or imagination" I grunden är konstverket en produkt av en process i att uttrycka en människas känslor, tankar och eller observationer.

Vid konservering av ett konstverk har konservatorn för avsikt att bevara eller återställa materialet eftersom detta bär på det ursprungliga budskapet konstnären hade vid skapandeprocessen. Ur en vetenskaplig synvinkel finns viktiga aspekter som är värdefulla att bevara. De huvudsakliga orsakerna till konservering är här för att bevara eller förstärka ett objekt, för att kunna nyttja det idag och i framtiden för undersökning och som ett vetenskapligt bevis, för att bevara eller förstärka en social symbolisk mening som delas av en större grupp eller för att bevara eller förstärka ett symboliskt värde ett objekt har för en mindre grupp eller individ (Muñoz Viñas, 2005).

Alla åtgärder som syftar till att säkra bevarandet av ett kulturarv för framtiden kan definieras som konservering. Syftet med bevarandet är att studera, säkerställa och återställa kulturellt betydelsefulla kvaliteter av ett objekt med minsta möjliga ingrepp.

4.1 Etik och värderingar

För att kunna förhålla sig till konservering på ett etiskt sätt har internationella riktlinjer för konservering av muralmålari diskuterats och sammanställts vid ett flertal tillfällen.

ICOMOS publicerade 2003 ett dokument benämnt "ICOMOS PRINCIPLES FOR THE PRESERVATION AND CONSERVATION-RESTORATION OF WALL PAINTINGS". Dokumentet behandlar med tio paragrafer behandlar generella principer och metoder för konservering av målningar utförda på en support i puts, sten, tegelsten eller lera. Man beskriver hur en muralmålning är en integrerad del av byggnaden och bör bevaras som en enhet med denna i dess ursprungliga omgivning. Att man som konservator vid samtliga åtgärder bör utföra det nödvändiga men med minsta möjliga ingrepp för att undvika att budskapet förändras i en minskning av material eller äkthet.

De metoder och material som nyttjas vid en konservering av muralmålningarna ska om möjligt ta hänsyn till framtida konserveringar och inte hindra möjligheter till sådana. Därför bör nyttjandet av nya eventuellt främmande material och metoder baseras på vetenskapligt samlad information med utförliga tester som utförs över tid i laboratorier på prover för att sedan kritiskt testas på originalmaterial. Nyttjandet av traditionella material som är kompatibla med materialet i konstverkets alla skikt är att föredra.

4.2 Konsolidering

Konsolidering är ett av stegen i konserveringsprocessen. Ett konsolideringsmedel appliceras för att konstverket i något av skikten på ett eller annat sätt brutits ned och förändrats med tiden. Generellt sett finns det fem olika anledningar till att en konsolidering utförs (Baglioni, Dei, Giorgi, 2000) och (Mora, Mora, Philippot, 1997).

1. Vidhäftning av flagor i färgskiktet.
2. Sammanbinding av pudrande färg där bindemedlet brutits ned.
3. Utjämning av måleriskiktet för att återställa och minimera spridningseffekter som ger färgerna opacitet eller matthet.
4. Djupare konsolidering av grunden vid skiktning mellan intonaco och arriccio.
5. Förebyggande konsolidering inför exempelvis en kommande rengöring eller en nedtagning det vill säga strappo eller stacco, av en muralmålning.

En konsolidering leder till en stabilisering och åsyftar samtliga åtgärder som innebär en förstärkning eller strukturell stabilisering av materialet. Viktigt att ha i åtanke är att konsolidering, oavsett den är lokal eller generell, är en direkt åtgärd in i materialets originalstruktur. Åtgärden är irreversibel, vilket bör tas i beaktning i samband med val av metod och material.

4.2.1 Konsolideringsmedel

Ett konsolideringsmedel kan vara naturligt, oorganiskt eller baserat på syntetpolymerprodukter (Mora, Mora, Philippot, 1997). De krav som konsolideringsmediet bör uppfylla är följande:

- God limstyrka
- God penetrationsförmåga
- God elasticitet
- Goda optiska egenskaper
- Motstå biologiska angrepp
- Inte bidra till att samla damm
- God evaporeringsförmåga
- God åldersbeständighet
- Reversibilitet
- Vara så lite miljö- och hälsovådlig som möjligt

Konsolideringsmedlen bör ha olika egenskaper beroende på vad behovet är men samtliga ovanstående punkter är generellt sett grundläggande för alla tidigare nämnda behov (se 4.2). Konsolideringsprocessen vid bomfästning är näst intill irreversibelt därav vikten att medlet möjliggör en framtida konservering (Baglioni, Dei, Piqué, Sarti, Ferroni, 1997). Att konsolideringsmedlet är kompatibelt med originalmaterialet är därför av största vikt. Det bör på ett gynnsamt sätt samverka med materialet, dess struktur, rörelser och egenskaper för att fungera i de miljöförhållanden konstverket är placerat i.

Både organiska och oorganiska medium har använts för konsolidering av muralmålningar de senaste decennierna (Baglioni, Dei, Giorgi, 2000). Detta gäller även de syntetiskt framställda

produkterna baserade på akryl- och vinylhartser. Nanoprodukter för muralmåleri introducerades under det sena 1960-talet. Forskning om konsolideringsmedel lämpliga för djupare större bompartier har utförts på många håll.

Ett projekt som utförts i Sverige beskrivs av Asp i artikeln från 2001 *Test of injectable mortars in laboratory field*. Artikeln beskriver hur man i laboriemiljö och på originalmaterial i Mälsåker slott, Södermanland har testat Ledan (en kommersiell produkt) samt tre rent mineralbaserade injektionsbruk för fixering av lösa skikt i muralmåleri. De mineralbaserade bruk som testades var en blandning av mald och siktad gotländsk sandsten i tre variationer, den ena med ballast, den andra med ballast och pyrogen kiseldioxid slutligen en variation med ballast och bentonit. Ytterligare mineraliska bruk var baserade på flygaska respektive öländsk kalksten. Produkten Ledan testades i tre olika utföranden, Ledan D1 med två olika volymförhållanden till vatten samt Ledan D/F.

Suneson beskriver likaså projekt som utförts i Sverige, ett som utfördes på Göteborgs Universitet och ett på Byggnadshyttan Gotland i artikeln från 2001 *Hydraulic lime based injectable mortars*. Tester utfördes med kalkbruk gjort på Gotländsk sandsten, öländsk hydraulisk kalk samt ett hydratiserande hydrauliskt kalkbruk Lafarge "Chaux Blancche" i en första studie 1997. 1998 undersöktes tre grupper av injiceringsbruk, en med våtsläckt gotländsk kalk, kvarts, vatten och alkohol med olika additiv. Ytterligare testades injiceringsbruk baserade på våtsläckt gotländsk kalk, kvarts, vatten och additiver samt injiceringsbruk baserade på våtsläckt gotländsk kalk, lera, kvarts, kalkmjöl, vatten och additiver.

I artikeln *New Autogenous Lime-Based Grouts Used in the Conservation of Lime-Based Wall Paintings* skriven 1997 av Baglioni, Dei, Piqué, Sarti och Ferroni beskrivs forskning där framställandet av autogena kalkbaserade injiceringsbruk testas både i laboriemiljö men även i Branacci's kapell i Florens, Italien med syfte att ersätta de hydrauliska injiceringsbruken. Det autogena bruket är baserat på våtsläckt kalk där man tillsatt additiv av koldioxidproducerande föreningar. En ökad mängd koldioxid möjliggör härdning av bruket i en miljö där det normalt inte skulle härda. För att öka injektionsmöjligheterna testades även additiv som gör bruket mer lågvisköst. Preliminära tester visar att det autogena bruket med tillägg av ammoniumkarbamat ger goda resultat och ökar injektionsmöjligheterna.

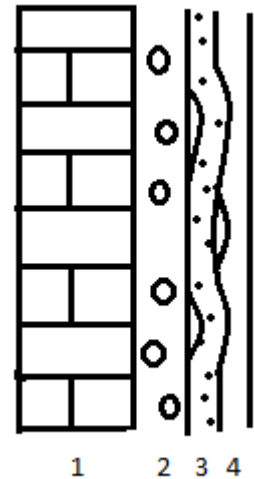
För sammanbinding av pudrande färg där bindemedlet brutits ned och där konsolidanten appliceras framifrån har studier bland annat utförts i Italien. I artikeln från 2000 *A New Method for Consolidating Wall Paintings Based on Dispersions of Lime in Alcohol* skriven av Baglioni, Dei och Giorgi presenteras forskning med dispersion av våtsläckt kalk i propanol. Tack vare att kalken löses i alkohol istället för vatten är det möjligt att nyttja cirka tre gånger mer $\text{Ca}(\text{OH})_2$ än i en vattenlösning. Studien visar att det är möjligt att erhålla stabila kalk/alkohol dispersioner som kan användas för muralmåleri.

Hydrauliska injiceringsbruk såsom hydraulisk kalk, portlandcement och gips används ofta för bomfästning (Baglioni, Dei, Piqué, Sarti, Ferroni, 1997). Dessa medel kan orsaka sprickbildning och delaminering då de trots liknande kemiska och fysikaliska egenskaper medför lokala variationer i strukturens heterogenitet. Ett injiceringsbruk baserat på släckt kalk likt originalstrukturen är att föredra.

4.2.2 Konsolidering av ytlig bom

De olika konsolideringsmedlen som nyttjas för muralmåleri påverkar på ett eller annat sätt strukturen i putsen och kan komma att leda till spänningar som leder till sprickbildning eller ytterligare delaminering (Baglioni, Dei, Piqué, Sarti, Ferroni, 1997).

Önskvärt är som tidigare nämnt att det tillförda medlet är kompatibelt med originalet och har liknande fysikaliska och kemiska egenskaper. Att finna ett injektionsbruk med samma egenskaper som originalstrukturen i varje skikt som dessutom uppfyller de krav som konsolideringsmedel bör ha kan vara svårt. Analyser av putsskikten före en konservering utförs dessutom sällan (Suneson, 2001). För ett kalkmåleri är ett konsolideringsmedel vars bindemedel består av kalk önskvärt. Ett problem som uppkommer vid konsolidering av ytliga bompartier är dock att dessa håligheter kan vara millimetertunna och inte förse injektionsbruket tillräckligt med koldioxid för att kunna härda. Dessutom är de för högviskösa, alltför utspädda lösningar för svaga för att fungera som konsolidant på grund av den låga lösligheten med förhållandena (1-7:1) av $\text{Ca}(\text{OH})_2$, kalciumhydroxid i vatten (Baglioni, Dei, Giorgi, 2000). Bompartierna kan vara placerade mellan skikten arriccio och intonaco men även mellan intonaco och färgskikt. Detta om färgskiktet är applicerat i en kalkpasta, för närmare beskrivning se kapitel 2.1.1. Är det ytliga bompartiet stort finns risk för att det delaminerade ytskiktet lossnar och faller ned varför man på något sätt önskar säkra och fästa ned området.



Figur 2: 1 vägg, 2 arriccio, 3 intonaco, 4 färgskikt. Bompartier mellan arriccio och intonaco respektive intonaco och färgskikt

4.2.3 Konsolideringsmedel för konsoliering av ytlig bom

Nedan följer en översiktlig presentation av konsolideringsmedel som nyttjas för konsolidering av ytliga tunna bompartier. Produkterna är indelade i två grupper; kalkbaserade respektive syntetpolymerbaserade produkter.

4.2.3.1 Kalkbaserade produkter

En av fördelarna med de kalkbaserade produkterna är som tidigare nämnt att de har liknande egenskaper som originalmaterialet. De är både hydrofila och de åldras troligtvis på ett liknande sätt som originalstrukturen (Suneson, 2001). Enligt Henningsson (muntlig kommunikation) har dispergerad kalk, det vill säga kalk sönderslagen i nanopartiklar, tagits fram för att användas där det finns bompartier. Den har bra egenskaper då kalken finfördelas och slås sönder till nanopartiklar vilket gör den tät och bidrar till att den vid torkning inte spricker upp på samma sätt som exempelvis våtsläckt kalk. Den dispergerade kalken kräver mindre vatten, sanden är i form av mjöl och tillsammans med nanokalken ökar injektionsmöjligheterna.

- Nanorestore

Kemiska och fysikaliska egenskaper: Nanorestore är en nanokalkbaserad dispersion (C.T.S España, srl,2008) Det är en färdigblandad produkt som är mjölkvit till utseendet. Produkten är löst i isopropanol och kan spädas upp till 50 % i isopropanol eller en blandning av denna och avjoniserat vatten. Produkten har god penetrationsförmåga och sprids kapillärt.

Försiktighetsåtgärder: Produkten är brandfarlig och kan vara irriterande för hud och ögon.

Kommentar: Produkten är hållbar i upp till tolv månader om den förvaras svalt men frostfritt.

Användning: Produkten nyttjas för konsolidering av freskomåleri bland annat i olika projekt i Italien och Mexiko. Den har även nyttjats i Sverige bland annat i Vendels kyrka, Uppland.

- Ledan TB 1

Kemiska och fysikaliska egenskaper: Ledan är en hydraulisk kalkprodukt med ett tillägg av pozzolan (Kremer Pigmente, 2008). Produkten kommer som ett färdigblandat pulver och är blekt gråvitt till utseendet. Den blandas med avjoniserat vatten inför användning och kan även spädas något med vatten. Produkten har liknande egenskaper som originalmaterialet och kräver ingen förvätning. Ledan är stabilt och åldersbeständigt.

Försiktighetsåtgärder: Produkten kan vara irriterande för hud och ögon.

Kommentar: En nackdel är att produktinformationen inte visar allt innehåll. Eventuellt spill kan vara svårt att få bort mekaniskt varpå viss retuschering kan vara nödvändig.

Användning: Produkten används för konsolidering av ytligare bompartier och putsspjälkning eller för krackelerad puts med fina sprickor om maximalt 5 millimeter. Produkten har nyttjats i Europa sedan 15 år tillbaka.

- CalXnova

Kemiska och fysikaliska egenskaper: Calxnova är en kalkhydratbaserad dispersion (Deffner & Johann, 2002). Produkten är färdigblandad och har ett mjölkvitt utseende. Den går att späda med maximalt 10 % vatten. Produkten ger stark vidhäftning till materialet och har god penetrationsförmåga.

Försiktighetsåtgärder: Produkten kan vara irriterande för hud och ögon.

Kommentar: Produkten är hållbar i upp till tolv månader om den förvaras kyld. Förvätning krävs av exempelvis vatten alkohol lösning 1:1.

Användning: Produkten är lämplig för att fylla bompartier och sprickor i alla mineraliska underlag.

4.2.3.2 Syntetpolymerbaserade produkter

De syntetiska produkterna är inte lika kompatibla till originalstrukturen som de kalkbaserade men de fyller många av de övriga kraven som är önskvärda i ett konsolideringsmedel. De har god bindeförmåga och är elastiska och därmed inte lika benägna att krympa och orsaka ny sprickbildning som de kalkbaserade produkterna (Suneson, 2001).

- Plextol B 500

Kemiska och fysikaliska egenskaper: Plextol B 500 är en akrylbaserad emulsion som innehåller <5% ammoniak (Nyström Larsson, 2003). Den har ett högt pH på 9,5–10 vilket lämpar sig för konsolidering av kalkputs. Tg, (glasomvandlingstemperaturen) för Plextol B 500 ligger på cirka 9° C.

Försiktighetsåtgärder: Produkten har ingen känd hälsovådighet

Kommentar: En nackdel är att det med tiden gulnar (Nyström Larsson, 2003).

Användningsområde: Produkten har nyttjats i bland annat Portugal för konsolidering av freskomåleri där mer viskösa medium varit nödvändiga (Dos Santos Pestana, 2001). Plextol B 500 används även för konservering av måleri på textil.

- Primal AC 33

Kemiska och fysikaliska egenskaper: Primal är en akrylbaserad emulsion med egenskaper som god penetrationsförmåga och god bindningsförmåga (Peterson, 2001). Primal har ett högt pH på 9.2 vilket lämpar sig för konsolidering av kalkmåleri. Tg, (glasomvandlingstemperaturen) för Primal ligger på cirka 16° C. Det är en färdigblandad produkt med mjölkvit utseende som kan spädas med vatten vilket gör mediet lågviskosit och möjligt att applicera med kanyl. Eventuella rester på ytskiktet kan avlägsnas med aceton.

Försiktighetsåtgärder: Produkten har ingen känd hälsovådighet.

Kommentar: En nackdel är att det med tiden gulnar (Nyström Larsson, 2003). Då det är en syntetisk produkt som är ångtät förändras strukturen i putsen. Detta förhindrar den normala fuktvandringen och skulle kunna komma att orsaka problem vid större områden som ska konsolideras.

Användning: Produkten har nyttjats i bland annat Italien för freskomåleri sedan 1970-talet (Sten Peterson, 2001). Primal AC 33 nyttjas för konsolidering av yttlig spjälkning av kalk. Den har även används för konservering av måleri på textil och trä. Primal SF 016 är en ersättningsprodukt till Primal AC 33.

- Paraloid B-72 (även benämnd, Acrolid B-72, B- 72)

Kemiska och fysikaliska egenskaper: Paraloid B-72 är en akrylbaserad produkt (Lascaux, 2012). Den kommer i granulär form som löses i lösningsmedel som aceton, etanol, isopropanol, toluen eller xylen. Produkten kan spädas med etanol och högaromatisk lacknafta. Paraloid kan appliceras med kanyl och eventuellt överskott kan lösas med aceton. Tg,

(glasomvandlingstemperaturen) för Paraloid ligger på cirka 40° C. Produkten har god bindeförmåga och bra penetrationsförmåga som tränger långt in i materialet. Det är även ljusäkta och åldersbeständig.

Försiktighetsåtgärder: Hälsovådligheten är beroende på lösningsmedel. Både toluen och xylen klassas som cancerogena och för lösningar med etanol och aceton kan ångorna av dessa verka irriterande för slemhinnorna.

Kommentar: Medlet är starkare och hårdare än exempelvis produkter baserade på polyvinylacetat.

Användning: Mediet har nyttjats sedan 1950-talet för konsolidering och impregnering av muralmåleri (Lascaux, 2012). Produkten används även för konservering av måleri på glas, metall, keramik och på textil.

- Mowilith DMC2

Kemiska och fysikaliska egenskaper: Mowilith är en vinylacetat/malatsyradibutylester dispersion med ett pH värde på 4-5 (Lascaux, 2012). Tg, (glasomvandlingstemperaturen) för Mowilith ligger på cirka 10° C. Produkten kommer i granulat och löses i etanol, aceton, etylacetat och toluen. Den kan spädas med vatten.

Försiktighetsåtgärder: Hälsovådligheten är beroende på lösningsmedel. Toluen klassas som cancerogen och både toluen och etylacetat kan påverka det centrala nervsystemet. För lösningar med etanol och aceton kan ångorna av dessa verka irriterande för slemhinnorna.

Kommentar: Produkten finns även i en något utspädd form som kallas Mowilith 35/73-25 % och är löst i 25 % Isopropanol/etylacetat, 4:1. Ersättnings produkt till Mowilith DMC2 är numer Mowilith DM427. Denna liknar DMC2 men istället för nyttjandet av celluloaeter som stabilisator nyttjas numer polyvinylalkohol vilket innebär vissa förändringar i produkten.

Användning: Produkten används för konsolidering av puts men även inom konservering av textil och trä.

- Vinamul 9300

Kemiska och fysikaliska egenskaper: Vinamul är en polyvinylacetat emulsion med ett pH på 4,5-5,5 (Nyström Larsson, 2003). Tg, (glasomvandlingstemperaturen) för Vinamul ligger på cirka 36° C. Medlet kan spädas med vatten och appliceras genom kanyl. Eventuellt överskott avlägsnas med aceton.

Försiktighetsåtgärder: Produkten har ingen känd hälsovådlighet.

Kommentar: En nackdel är att medlet kan ge mörka eller blanka fläckar kring injektionshållet och vid eventuellt spill.

Användning: Produkten används för konsolidering av muralmåleri men även för konservering av måleri på trä.

- Vinnapas

Kemiska och fysikaliska egenskaper: Vinnapas är en vinylacetat dispersion som är mjölkvitt till utseendet (S.P.N Roma, srl, 2010). Den har ett pH på 5-7,5 och kan spädas med vatten. Lägsta temperatur för filmbildning ligger på cirka 4° C. Eventuellt överskott löses i aceton efter upptorkning då polymeren sammansmält. Medlet kan appliceras genom kanyl och har god penetrationsförmåga.

Försiktighetsåtgärder: Produkten kan vara irriterande för hud och ögon.

Kommentar: En nackdel är att medlet kan ge mörka eller blanka fläckar kring injektionshållet och vid eventuellt spill.

Användning: Produkten används bland annat för konsolidering av ytliga bompartier i ett muralmåleri.

KAPITEL 5. UNDERSÖKNINGSDEL

I kapitlet presenteras de konsolidanter som nyttjas för den experimentella delen samt hur och under vilka förhållanden de injicerats. I kapitlet presenteras även projekt där värme nyttjats vid konsolidering och hur testmaterialet har framställts.

5.1 Konsolideringsmedel

De konsolideringsmedel som testas är de två syntetpolymerbaserade produkterna Primal AC 33 och Paraloid B-72 i en 5 % lösning med aceton samt den kalkbaserade produkten CalXnova. För ytterligare produktinformation se kapitel 4.2.3.1 respektive 4.2.3.2. Konsolidanten Vinapass, som beskrivs i kapitel 1, var inom tidsramarna för uppsatsen svår att få tag i varpå denna produkt inte testats i experimentet.

5.2 Värmekällor

Vanliga värmekällor inom konservering är vakuumbord med reglerbar temperatur, hårtork och fristående värmekällor i form av lampor av olika slag. För muralmåleri lämpar sig en fristående värmekälla på grund av måleriets natur och plats.

I artikeln *Infra-red photothermal thermography: A tool of assistance for the restoration of murals paintings?* från 2006 skriven av Candoré, Szatanik, Bodnar, Detalle och Grossel samt i konferensbidraget *Assistance to the restoration of historical frescoes by stimulated infrared Thermography* som presenterades 2010 av Candoré, Bodnar, Detalle och Grossel beskrivs ett projekt där författarna arbetar med en metod för att nyttja en teknik med fototermisk radiometri för att detektera bomparter i ett muralmåleri. Projektet startades inför en kommande konservering av den florentinska 1400-tals muralmålningen Saint Christopher tillhörande Musée du Louvre, Paris.

Fresken värms upp med hjälp av bestrålning av en ljuskälla, detta i kombination med en Thermovision-kameran av märket LRMH gör att man i fotografierna sedan kunnat avläsa freskens struktur. För att värma ytan inför fotografering utfördes tester med infraröda lampor samt halogenlampor. Halogenlamporna gav en mer homogen uppvärmning av ytan. Metoden visade sig vara möjlig att nyttja för att minska den mekaniska stress som den traditionella metoden med knackningar orsakar. Metoden är snabbare och med hjälp av den fototermiska utrustningen blir den mer precis.

Under ett konserveringsprojekt lett av Francesca Persegati, av oljemålningarna Nativité och Veronique, i Vatikan-Museernas laboratorium som utfördes hösten 2012 nyttjades infrarött ljus för att konsolidera färg och fixera färgflagor. Värmen nyttjades för att reaktivera adhesivet och i kombination med vakuum fixera och plangöra färgskiktet. Konsolideringsmedlet som nyttjades var Plextol B-500. Tester utfördes på olika avstånd och med temperaturer upp till 60 grader. Efter dessa tester beslutades att nyttja infrarött ljus på cirka 30 centimeters avstånd från färgskiktet, med detta avstånd uppnås 60 grader på ett par minuter. Lamporna kopplades till en sensor som automatisk stängdes av när önskad temperatur var uppnådd. Sensorn nyttjades i kombination med en fristående yttertermometer för kontroll av temperaturen på färgfilmen.

5.3 Testmaterial

För en freskomålning är förhållandena mellan kalk och ballast 1:2 och 1:3 representativa för den puts som ska bemålas (Baglioni, Dei, Giorgi, 2000). För att imitera en nedbruten fresk brukar förhållanden som 1:5, 1:8 och 1:10 mellan kalk och ballast nyttjas. De simulerade bompartierna skapades efter inspiration från artikeln från 2006, *Infra-red photothermal thermography: A tool of assistance for the restoration of murals paintings?* skriven av Candoré, Szatanik, Bodnar, Detalle och Grossel.

5.4 Genomförande

- Förberedande av provplattor

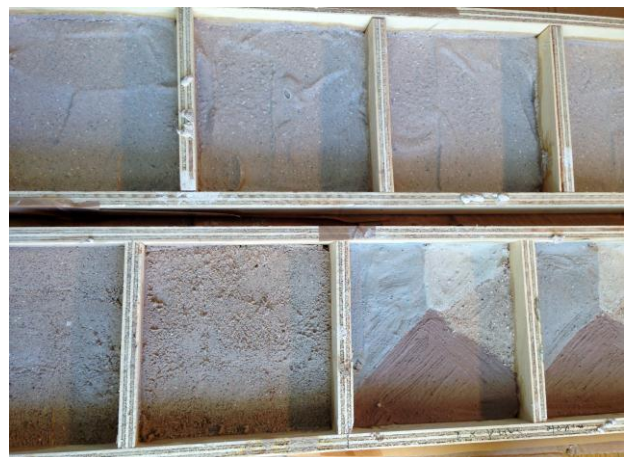
21 formar om 150 millimeter x 150 millimeter i trä fylldes med kalkbruk. Det första skiktet ska efterlikna arriccio och lades enligt Erik Lindholms beskrivning i boken *Kalkmåleriteknik*, i ett skikt om cirka 10 millimeter. Detta skikt fick sedan vila i 14 dagar innan skiktet med intonaco appliceras. Kalkbruket blandades enligt volymförhållandena 1:5 med sand med en kornstorlek om 0-2 millimeter.

För de tre konsolideringsmedlen förbereddes en serie om sex plattor. En hög om 30 gram torr sand i kornstorleken 0-12 millimeter respektive 0-17 millimeter och 0-33 millimeter placerades ut centralt på plattorna för att simulera en ökad porositet och ett hålrum där bindning saknas. Det vill säga två plattor med samma kornstorlek inom varje serie.

Ytorna kring sanden fuktades inför applicering av intonacon. Härefter slogs intonacon upp, ett skikt om cirka 2-5 millimeter, tjockare kring sandhögen för att få ett jämnt och plant ytskikt. Denna blandades enligt samma volymförhållanden som tidigare skikt men nu med kornstorleken 0-1 millimeter för sanden för att uppnå en slätare yta. Intonacon och färgskiktet applicerades i ett sammanhang under samma dag enligt tekniken för ett freskomåleri. Pigmenten för måleriskiktet blandades ut i kalkvatten före tillredning av bruket för intonacon. Kalkvattnet rördes samman med kalken som sjunkit till botten för att få en pigmenterad kalkpasta. Pigmenten som nyttjades var bränd umbra och grönjord samt kalciumkarbonat, likt en vitkalkning. Färgskiktet applicerades ovanpå den våta intonacon med en freskopensel.



Figur 3: Till vänster i bild arriccio som låtit torka i fjorton dagar med en hög sand av den mest finkorniga varianten som ska imitera en ökad porositet, till höger i bild nyslagen intonaco.



Figur 4: Överst i bild ett första putsskikt arriccio, nederst till vänster intonacon innan plangöring och till höger färgskikt som målats på den våta intonacon.

- Mätning av värme från värmekälla

En halogenlampa på 500 W nyttjades som värmekälla för experimentet. Två olika yttermometrar användes för att kontrollera temperaturen. Värmekällan placerades på ett avstånd om 25 centimeter för att hålla en jämn värme på ytan av cirka 45° Celsius. Efter två tester med Primal AC 33 (A1 och B1) i kombination med värme flyttades värmekällan till 20 centimeter från ytskiktet för att öka temperaturen till 50° Celsius.

- Applicering av konsolideringsmedlet

Tre av de sex provplattorna i samma serie injicerades under värme. Halogenlampan tändes och när ytan nått en värme på 45-50° Celsius injicerades först alkohol/vatten-lösning 1:1 med etanol 99,9 % och avjoniserat vatten och sedan konsolidanten. Alkohol/vatten lösningen nyttjades för att öppna upp gångar i porositeten och öka injektionsmöjligheterna för konsolidanten. Värmekällan läts stå på och höll temperaturen i fyra timmar efter konsolidering. Samma procedur utfördes på övriga tre provplattor men i rumstempertur på 21° Celsius. Ett hål om 0,5-1 millimeter gjordes med en nål, centralt i provplattan. Primal AC 33 och Paraloidlösningen kunde härigenom injiceras med en tunn kanyl. Den kalbaserade produkten CalXnova kunde inte appliceras genom kanyl på detta sätt. Den löstes först i 5 % avjoniserat vatten, produkten kunde fortfarande inte injiceras i provplattan och löstes därför till 10 %, dess maximalt rekommenderade procentsatts för god bindning. Först vid en lösning om 50 % kunde konsolidanten appliceras in i det simulerade bompartiet. Ett borrhål om 4 millimeter förborrades och 10 milliliter alkohol/ vatten lösning injicerades, därefter 3 milliliter CalXnova i en lösning om 50 % genom en grövre kanyl. Konsolidanten kunde enbart injiceras där porositeten bestod i den största kornstorlek i sand om 0-33 millimeter.

KAPITEL 6. RESULTATDEL

Kapitlet inleds med att presentera resultaten för de experiment som utförts. Detta följs av en diskussion och de slutsatser som dragits under studiens gång samt en sammanfattning.

6.1 Resultat

A) avser provplattor med kornstorlek om 0-33 millimeter för porositeten

B) avser provplattor med kornstorlek om 0-17 millimeter för porositeten

C) avser provplattor med kornstorlek om 0-12 millimeter för porositeten

1) konsolideras under värme

2) konsolideras i rumstemperatur

Tabell 1: Synlig fuktros efter torktid på efter 1 dygn

	A 1	A 2	B 1	B 2	C 1	C 2
Primal AC 33	ja	ja	ja	ja	nej	nej
Paraloid B 72	nej	nej	nej	nej	nej	nej
CalXnova	-	-	-	-	-	-

De tre tabellerna nedan redovisar för var konsolidant hur mycket som injicerats samt under vilka temperaturförhållanden.

Tabell 2: Primal AC 33

	A 1	A 2	B 1	B 2	C 1	C 2
Alkohol/vatten 1:1	3 ml	3 ml	3 ml	3 ml	3 ml	3 ml
Konsolidant	5 ml	4 ml	5 ml	5 ml	5 ml	4 ml
Temperatur	45° C	21° C	45° C	21° C	50° C	21° C

Kommentar: Primal AC 33 lämnar mörka fuktrosor om cirka fem centimeter i diameter i proverna A1 till och med B2. Missfärgningen är mörkare mot fuktrosens kant. Fuktrosorna i de båda proverna A är tydligare än i proverna B. Vid provplattorna C1 och C2 finns ingen synlig fuktros. Resultaten läses av efter ett dygn samt efter 14 dagar och ger samma resultat.



Figur 5: Ovan i bild redovisas de tre prover som konsoliderats under värme (A1, B1 och C1), Nedan i bild redovisas de tre prover som konsoliderats i rumstemperatur.

Tabell 3: Paraloid B 72

	A 1	A 2	B 1	B 2	C 1	C 2
Alkohol/vatten 1:1	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml
Konsolidant	5 ml	10 ml	5 ml	10 ml	10 ml	10 ml
Temperatur	50° C	21° C	50° C	21° C	50° C	21° C

Kommentar: Konsolidering med Paraloid B 72 i en 5 % lösning med aceton ger inte utslag av fuktros eller glans i någon av provplattorna i serien.



Figur 6: Ovan i bild redovisas de tre prover som konsoliderats under värme (A1, B1 och C1), nedan i bild redovisas de tre prover som konsoliderats i rumstemperatur.

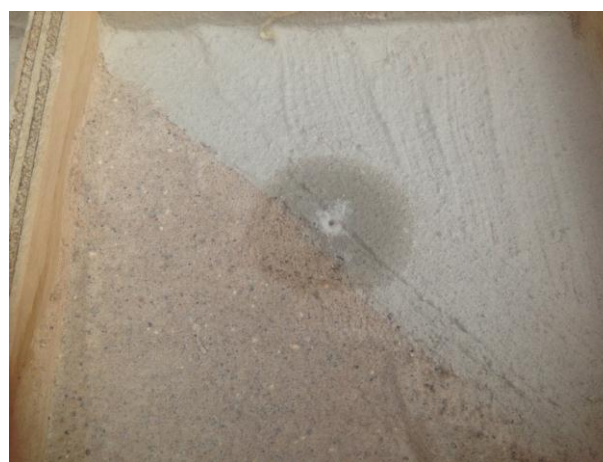
Tabell 4: CalXnova

	A 1	A 2	B 1	B 2	C 1	C 2
Alkohol/vatten 1:1	10 ml	10 ml	-	-	-	-
Konsolidant	2 ml	3 ml	-	-	-	-

Kommentar: CalXnova i en 50 % lösning kunde enbart injiceras i de två provplattorna med störst kornstorlek i sanden, om 0-33 millimeter. Största delen av konsolidanten fyller troligtvis ut det borrade hålet.



Figur 7: före konsolidering med den kalkbaserade konsolidanten



Figur 8: under konsolidering med CalXnova

6.2 Diskussion

Syftet med uppsatsen har inte varit att hitta det optimala konserveringsmedlet eller metoden, de finns inte, utan att undersöka vilka medium som finns och nyttjas för den specifika problematik utlåg som ger, att belysa problematiken kring ett muralmåleri med konsolideringsprocessen och de etiska aspekter en konservator bör ta hänsyn till. Vid val av en konsolidant finns flera aspekter att förhålla sig till. Genomgående analyser av originalmaterialet är viktigt för att få en förståelse av samtliga material och dess egenskaper. Då konsolideringsmomentet är en del i en större konserveringsprocess är det viktigt att göra rätt val för just den målningen arbetet ska utföras på, för att inte förhindra kommande ingrepp inom projektet eller i framtiden. Frågor som bör ställas är; Konsolidanterna hur pass kunskaps- och kostnadskrävande är de? Är de praktiska att användas in situ där det kanske inte finns möjlighet till fullgod ventilation? Om det i framtiden skulle anses finnas ett bättre material eller teknik för att säkra ett muralmåleri kan dagens ingripande lätt korrigeras?

Konsolideringsmedlen som presenteras är till viss del reversibla men själva processen där man injicerar ett medel i ett okänt hålrum bakom ytskiktet är näst intill irreversibel.

Det är därför svårt att förhålla sig till den etik som inom konservering säger att alla medel och metoder som nyttjas bör vara reversibla. Etiska riktlinjer främjar nyttjandet av kompatibla material som traditionellt använts. Men då de många typer av injektionsbruk som nyttjas för konsolidering av djupare och större bompartier är alltför högviskösa har man varit tvungen att vända sig till de syntetiskt framställda medlen. Dessa medel är inte lika kompatibla med originalstrukturen, de medför loka förändringar som verkar skadande för objektet. De kan fungera som en fuktspärr som hindrar den naturliga fuktvandringen i strukturen, vilket kan leda till spänningar som kan komma att orsaka sprickbildning och ny delaminering över tid. Härdar konsolidanten för snabbt och är för kraftig kan den orsaka omedelbara delamineringar i området kring injiceringshållet. Oorganiska medel har en ökad kompatibilitet och reagerar liknande på nedbrytningsfaktorer som originalmaterialet vilket är en stor fördel. Den dåliga möjligheten att lösa kalk tillräckligt för att den ska kunna appliceras genom en tunn kanyl och fortfarande ge en fullgod konsolidering har varit ett hinder. Likaså har den lilla mängd koldioxid i dessa smala hålrum lett till att den optimala konsolidanten av släckt kalk inte kunnat nyttjas. Den hydrauliska kalken har här fungerat som en ersättare då den härdar i närvaro av vatten men även denna har kemiska och fysikaliska egenskaper som visat sig leda till lokala strukturförändringar som kan komma att leda till sprickbildning och delaminering. Tekniken med autogena släckta kalkbruk av nanokalk med tillsattser av koldioxidproducerande föreningar kanske kan öppna upp för nyttjandet av mer kompatibla material för konsolidering av tunna ytligt placerade bompartier.

Att för var målning kunna utföra analyser av originalmaterial och sedan därur kunna producera en lågviskös konsolidant med samma beståndsdelar och egenskaper som originalmaterialet vore ett gott alternativ. Att dessutom kombinera denna konsolidant med ny teknik för att detektera nedbrutna områden inom ett muralmåleri som exempelvis den teknik med fototermisk radiometri som forskats på för Louvre-museets samlingar vore att ta konserveringsprocessen ett steg längre. I detta läge skulle det vara möjligt att på ett rättvist sätt förhålla sig till de etiska riktlinjerna och utföra det nödvändiga arbetet men med minsta möjliga ingrepp. Konsolidanten skulle i största mån möjligt vara kompatibel med originalstrukturen och den skulle enbart injiceras där det var nödvändigt och i rätt mängd.

6.3 Slutsatser

Hypotesen i att värme skulle minska risken för fuktrosor då den skulle påskynda upptorkningen av konsolidanten mot ytan fungerade inte för de konsolideringsmedel som testades under den angivna temperaturen. Värderingen jag gör av mina tester bygger på min subjektiva tolkning av vad jag okulärt kan avläsa i proverna. Resultaten visar att vid konsolidering med Primal AC 33 uppstår fuktrosor oavsett temperatur förhållanden. Det som tycks vara avgörande är istället porositetens struktur. De proven med sand i störst kornstorlek visar svårast fuktrosor, prover med sand i kornstorlek 0-17 visar mindre mörknad i fuktrosorna och på prover med sand i den minsta kornstorleken saknas fuktrosor helt. Konsolidering med Paraloid B-72 i en 5 % lösning ger ur en estetisk synvinkel gott resultat då den inte alls påverkar färgskiktets utseende. Hur denna konsolidant beter sig över tid är dock något som måste analyseras men efter 14 dagar är resultatet fortfarande gott. Konsolidering med produkten CalXnova var i detta fall näst intill omöjligt då den var alltför trögflytande för den simulerade porositeten.

Ytterligare tester skulle kunna utföras med andra konsolidanter i kombination med högre värme. En infraröd lampa skulle möjliggöra en högre temperatur vid ett större avstånd från ytskiktet vilket skulle underlätta för framkomlighet under konsolideringsarbetet.

Man bör då ha i åtanke att varje muralmålning är unik, har nedbrutits på ett visst sätt beroende på klimat, bruk, tidigare konserveringar samt skillnader i konstnärernas recept beroende av kunskap, preferenser och av tillgång till material.

Det material jag nyttjat för den experimentella delen är material som beskrivs historiskt, detta gäller även den teknik som nyttjats för att bygga upp testmaterialet men samtliga material är nya och saknar ett naturligt åldrande. Hållrummet skapat av torr sand simulerar en porositet med både hållrum och sandkorn, ett naturligt bomparti i ett nedbrutet muralmåleri mellan två skikt består troligtvis både av viss mängd ballast som saknar bindning men också av betydligt större mängder faktiskt hållrum, luft. De testade konsolidanterna skulle troligtvis bete sig något annorlunda i ett originalmaterial och nyttjandet av den kalkbaserade produkten skulle möjligtvis vara mer lättapplicerad i dess originallösning.

De olika konsolidanterna som nyttjas för konsolidering av ytliga bomparter har alla olika egenskaper som fyller olika krav som ställs på ett konsolideringsmedel. En optimal konsolidant som generellt kan nyttjas för muralmåleri finns inte, utan vid varje konserveringsprojekt krävs genomgående analyser för att kunna förhålla sig till de riktlinjer som finns som främjar nyttjandet av kompatibla medium.

Viktigt är att ha i åtanke att de valda medlen eller dess lösningsmedel är så lite miljö- och hälsovådliga som möjligt då man enligt de internationella riktlinjerna önskar bevara samtliga muralmålningar in situ, i dess naturliga miljö och därmed inte kan påverka arbetsprocessen som det skulle gå att göra i ett laboratorium.

Konsolideringsmomentet är en del i konserveringsprocessen vilket innebär att samtliga åtgärder måste planeras och utföras så att det inte förhindrar kommande konservering.

Nya metoder för att undersöka måleriets struktur i kombination med olika kalkbaserade produkter i nanoskala med olika additiver skulle förbättra möjligheterna att på ett etiskt sätt förhålla sig till konservering av muralmåleri byggt på vetenskapliga studier istället för de traditionella vedertagna metoderna.

6.4 Sammanfattning

Uppsatsen, som är uppdelad i sex kapitel, presenterar freskomåleri. Dess egenskaper, nedbrytningsfaktorer och konsolidering vid delaminering samt ytligt liggandes bomparter. För att få en ökad förståelse för freskomåleriet, dess problematik och de konserveringsåtgärder som följer ställdes frågorna; Vilka karaktäriserande egenskaper har ett freskalt muralmåleri? Hur ser problematiken för ett freskomåleri ut och vad beror den på? - varför delaminerar, spjälkar ett freskomåleri i de olika skikten? Hur ska man förhålla sig till konsolidering och reversibilitet? Hur är konsolideringsmedlen uppbyggda och hur skiljer de sig åt? -vilka är dess för- och nackdelar? Och slutligen är det möjligt att med värme avhjälpa att konsolideringsmedlet tar sig genom porositeten och upp mot ytan?

Det första kapitlet är en inledande del. I det andra kapitlet presenteras muralmåleriet, tekniken ur ett historiskt och geografiskt perspektiv samt materialen och den tekniska uppbyggnaden i de olika skikten. Därefter behandlas nedbrytningsprocessen och dess faktorer. Fokus ligger på processer som leder till delaminering vilket ger bompardier i de olika skikten eller totala materialförluster om de delaminerade skikten rasar samman. I det fjärde kapitlet behandlas konservering med fokus på konsolideringsprocessen och medium som nyttjas för denna. Detta kapitel presenterar de krav som ställs på ett konsolideringsmedel ur ett etiskt och ett bevarande perspektiv. Det ger en översiktlig bild av produkternas fysikaliska och kemiska data, såsom innehåll, uppbyggnad, utseende, åldersbeständighet, glasomvandlingstemperatur, pH och viskositet. Eventuell hälsovådighet presenteras för samtliga konsolidanter liksom dess användningsområden inom konservering.

Uppsatsen inkluderar ett kapitel där analyser av tre olika konsolideringsmedel testas i kombination med värme. I kapitlet presenteras projekt där värme nyttjats inom konservering av muralmåleri. Framställningen av testmaterialet som nyttjats för denna del beskrivs stegvis för varje skikt. Slutligen presenteras resultat, diskussion och de slutsatser som dragits i det sista kapitlet. Resultaten i undersökningsdelen visar att hypotesen om att uppvärmning som ett moment i konsolideringsprocessen skulle minska risken för fuktrosor inte fungerade för de konsolideringsmedel som testades. De visade att vid konsolidering med Primal AC 33 uppstår fuktrosor oavsett temperaturförhållanden. Konsolidering med Paraloid B-72 i en 5 % lösning gav inga synliga fuktrosor och slutligen visade sig produkten CalXnova vara alltför trögflytande, för den simulerade porositeten i dessa tester, för att kunna analyseras.

Det som tycks vara avgörande för problematiken med fuktrosor är porositetens struktur då de prover med sand i störst kornstorlek visade svårast fuktrosor, prover med sand i kornstorlek 0-17 visade mindre mörknad i fuktrosorna och på prover med sand i den minsta kornstorleken saknas fuktrosor helt.

Slutsatser som dragits under studien är att det inte finns någon optimal konsolidant som generellt kan nyttjas för muralmåleri utan att det vid varje konserveringsprojekt krävs genomgående analyser för att kunna förhålla sig till de riktlinjer som finns. De nya metoder som prövas för att undersöka måleriets struktur i kombination med injiceringsbruk av autogen dispergerad kalk löst i alkohol skulle kunna förbättra möjligheterna att nyttja så kompatibla material som möjligt i förhållande till originalstrukturen. Ytterligare forskning och undersökningar i detta fält är nödvändigt.

Figur- och tabellförteckning

Samtliga fotografier i uppsatsen är tagna av Malin Canessa Selvad

Samtliga illustrationer och tabeller är utförda av Malin Canessa Selvad

Omslagsbild: Måleri i freskoteknik med pigmenten bränd umbra och verona grönjord.

Figur 1: Illustration av lagerföljden i ett freskomåleri.

Figur 2: Illustration av lagerföljden med ytliga bompartier i ett freskomåleri

Figur 3: Framställning av testmaterial

Figur 4: Framställning av testmaterial

Figur 5: Serie om sex provplattor för Primal AC 33

Figur 6: Serie om sex provplattor för Paraloid B 72 löst i aceton.

Figur 7: Provplatta för test av Calxnova före injicering.

Figur 8: Provplatta för test av CalXnova efter injicering.

Tabell 1: Okulär bedömning av samtliga resultat

Tabell 2: Information om hur mycket Primal AC 33 som injicerats i varje provplatta samt under vilka temperaturförhållanden.

Tabell 3: Information om hur mycket Paraloid B 72 som injicerats i varje provplatta samt under vilka temperaturförhållanden.

Tabell 4: Information om hur mycket av injektionsbruket CalXnova som injicerats.

Källförteckning

Otryckta källor och litteratur

Karppinen, Arja (2008) *Back to basics, Jordfärgernas karaktärisering, egenskaper och användning*, Avdelningen för Byggnadsvård, Högskolan på Gotland 2008

Informeranter

Anna Henningsson, konservator:
Föreläsning på Institutionen för Kulturvård maj 2012

Ole Ingolf Nyrén, fil dr och konstnär
Föreläsning på Institutionen för Kulturvård maj 2012

Tryckta källor

Asp, Misa (2001) Tests of injectable mortars in laboratory and field. I: Lindborg, Ulf (red.) (2001). *Conservation of mural paintings*. 1. [uppl.] Stockholm: National Heritage Board [Riksantikvarieämbetet] S. 39-44

Baglioni, Piero. Dei, Luigi. Giorgi, Rodorico. (2000) *A New Method for Consolidating Wall Paintings Based on Dispersions of Lime in Alcohol*, *Studies in Conservation*, Vol. 45, No. 3 S. 154-161

Bodnar J. L, Candoré J. C, Detalle V och Grossel P. (2010) *Assistance to the restoration of historical frescoes by stimulated infrared Thermography*, 10th International Conference on Quantitative InfraRed Thermography, Québec, Canada 2010
<http://www.ndt.net/article/qirt2010/papers/qirt2010-028.pdf> 2013-02-18

Borrelli, Ernesto. (1999). *Conservation of Architectural Heritage, Historic structures and materials: ARC Laboratory handbook, Binders*. Vol 4, ICCROM. Rom: ATEL S.p.A

Borrelli, Ernesto. (1999). *Conservation of Architectural Heritage, Historic structures and materials: ARC Laboratory handbook, Porosity*. Vol 2, ICCROM. Rom: ATEL. S.p.A

Borrelli, Ernesto. (1999). *Conservation of Architectural Heritage, Historic structures and materials: ARC Laboratory handbook, Salts*. Vol 3, ICCROM. Rom: ATEL S.p.A

Cennini, Cennino. (1839). *Il libro dell'arte* Ny utg. Florens: Le Monnier

Cennini, Cennino (2011). *Boken om målarkonsten = Il libro dell'arte*. [Ny utg.] Lund: Sekel

C.T.S España, srl (2008) *Nanorestore® Technical Data Sheet*

Deffner & Johann (2002) *CalXnova Injektionsmörtel Technische Information*

Dos Santos Pestana, José Artur (2001) Notes on consolidation of plaster in Portugal. I: Lindborg, Ulf (red.) (2001). *Conservation of mural paintings*. 1. [uppl.] Stockholm: National Heritage Board [Riksantikvarieämbetet] S. 78-81

Encyclopedia Britannica: *Art*, <http://www.britannica.com> 2013-04-24

Engllau- Gullander, Cecilia (2001) Preface. I: Lindborg, Ulf (red.) (2001). *Conservation of mural paintings*. 1. [uppl.] Stockholm: National Heritage Board [Riksantikvarieämbetet] S. 5-6

Hansson, Hans-Erik (1999). Sten och gips. I: Fjæstad, Monika (red.) (1999). *Tidens tand: förebyggande konservering : magasinshandboken*. 1. uppl. Stockholm: Riksantikvarieämbetet. S. 103-109

Hemgren, Ingrid (2001) Problems in the conservation of mural paintings. I: Lindborg, Ulf (red.) (2001). *Conservation of mural paintings*. 1. [uppl.] Stockholm: National Heritage Board [Riksantikvarieämbetet] S. 9-13

Henningson, Anna (2004). En undersökning av skador och måleriteknik ovanför valven i Fornåsa kyrka. *Meddelelser om konservering*. 2004:2

Infra-red photothermal thermography: A tool of assistance for the restoration of murals paintings? (2006) Candoré, Jean Charles...Quirt (2006) *Book of Abstracts*, Padova <http://qirt.org/archives/qirt2006/papers/037.pdf> 2013-02-18

International Council on monuments and sites. General Assembly (2003). *ICOMOS Principles for the preservation and conservation-restoration of wall paintings (2003)*. 14th General Assembly, Victoria Falls, Zimbabwe, in 2003

Jackson, Frederick Hamilton (1904). *Handbooks for the designer and craftsmen, Mural Paintings*. London: Sands & CO

Kremer Pigmente (2008) *Ledan 1 Safety Data Sheet*

Lascaux (2012) *Synthetic Resins and Varnishes*

Lindholm, Erik (1969). *Kalkmålningsteknik: al fresco, al secco, stucco lustro, sgraffito*. Stockholm: Norstedt

Mora, Paolo, Mora, Laura & Philippot, Paul (1977). *La conservation des peintures murales*. Bologne:

Mora, Paolo (1974). *Causes of deterioration of mural paintings*. Roma:

Muñoz Viñas, Salvador (2005). *Contemporary theory of conservation*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann

New autogenous lime-based grouts used in the conservation of lime-based wall paintings (1997) Baglioni, Piero ... *Studies in conservation*, Volume 42, Number 1, S. 43-54.

Nyström Larsson, Ingalill (2003). *Syntetpolymerbaserade produkter inom svensk målerikonservering*. Göteborg: Univ., Institutionen för miljövetenskap och kulturvård

Peterson, Sten (2001) Fixation, consolidation and cleaning of murals. I: Lindborg, Ulf (red.) (2001). *Conservation of mural paintings*. 1. [uppl.] Stockholm: National Heritage Board [Riksantikvarieämbetet] S. 25-29

S.P.N Roma, srl (2010) *Vinnapas scheda tecnica*

Suneson, Carola (2001) Hydraulic lime based injectable mortars. I: Lindborg, Ulf (red.) (2001). *Conservation of mural paintings*. 1. [uppl.] Stockholm: National Heritage Board [Riksantikvarieämbetet] S. 45-51

