



INSTITUTIONEN FÖR KULTURVÅRD

FRÅN VITT TILL GRÖNT, RÖTT ELLER BRUNT: Kan blindering åtgärdas med kunskap vi redan har?



Annica Drotz

Uppsats för avläggande av filosofie kandidatexamen med huvudområdet kulturvård med inriktning mot
konservering
2023, 180 hp
Grundnivå
2023:9

Från vitt till grönt, rött eller brunt: Kan blindering åtgärdas med kunskap vi redan har?

Annica Drotz

Handledare: Helena Berg
Bihandledare: Kristina Frenguelli och Liv Friis
Examensarbete, 15 hp
Konsevatorsprogrammet, 180 hp

Program in Integrated Conservation of Cultural Property
Graduating thesis, BA/Sc, 2023

<http://www.conservation.gu.se>
Tel: +46 31 786 4700

By: Annica Drotz
Mentor: Helena Berg

From White to Green, Red or Brown: Can blanching be treated with knowledge we already possess?

Abstract

Blanching is a common phenomenon affecting the binding medium within the paint, resulting in an abnormality of the paint's light scattering. Multiple studies have confirmed that the change is the result of pore formation within the binding medium caused by humidity or water damage. Previous research has centred around the cause of blanching, and little is published about treatments. This study aims to evaluate the viability of established conservation materials in the treatment of blanching, with the hope of finding an easily accessible treatment option.

Aged and unaged samples of oil paint with three different pigments have been studied, providing the opportunity to study the variable of age on blanching. The samples were subjected to an artificial blanching process, after which consolidants were applied and tested. Every step of the study has been documented with spectrophotometry and optical microscopy. An assessment of the collected data shows that Laropal A81 performs the overall best result out of the consolidants evaluated. Furthermore, from the microscopy images a surface deposit was noted and analysed, however this does not rule out the existence of both blanching and surface deposit. The analysis implies that a significant chemical change has occurred during the blanching process, when compared to non-blanching reference samples, but will need to be studied further to determine the exact change. The results from this study provide ground for further research into the chemical cause of blanching and the behaviour of the phenomenon. While having established a potential treatment option, further examinations need to be performed to validate the use of Laropal A81.

Title in original language: Från vitt till grönt, rött eller brunt: kan bländering åtgärdas med kunskap vi redan har?

Language of text: Swedish

Number of pages: 50

Keywords: blanching, oil paint, bloom, paint layer, accelerated aging, consolidation,

ISSN 1101-3303
2023:9

Förord

Ett stort och varmt tack till min handledare Helena Berg. Jag är ytterst tacksam att du stått ut med mig och mina slarviga särskrivningar.

Tack till mina bihandledare, Liv Friis och Kristina Frenguelli, för att ni svarat på mina frågor och funderingar i tid och otid.

Tack till Johanna Palm-Avis och Johan Roos på Östergötlands museum för en fantastisk praktiktid som ledde mig in på ämnet blinding.

Till mina kursare, tack för allt sällskap, skratt och bollplankande under dom långa labbsessionerna!

Innehåll

1 - Introduktion	11
Bakgrund	11
Problemformulering och Frågeställning	12
Syfte och Mål	14
Tidigare forskning	14
Avgränsningar	17
Metod.....	18
Teori	18
2- Modellering, Material och utförande	20
Provpreparering	20
Konsolideringsmedel.....	22
Analysmetoder	25
Spectrofotometri	25
Mikroskopi	26
Fourier Transform Infraröd Spektroskopi (FTIR).....	26
Experimentellt utförande.....	27
3 - Resultat	28
Konsolidering	29
Sammanfattning av resultat.....	38
4 - Diskussion	39
5 - Sammanfattning och slutsats.....	42
Framtida forskning.....	44
Källhänvisning	46
Appendix	52
Figur- och tabellförteckning.....	52
Materiallista	52
Analysspecifikationer	52
Figurtabell	53
Mikroskopibilder och spektrofotometridata	54



Figur 1 - Detaljbild från obelisk tillhörande Svanshals Kyrka. På bildens högra sida syns ett rött parti utan blinderingskador. Motsvarande parti på vänster sida visar upp en kraftig blindering.¹

1 - Introduktion

Bakgrund

Blindering är ett optiskt fenomen där färgen upplevs pigmentfattig på grund av en förändring i ljusspridningen men kan återfås temporärt vid vätning av ytan (Lank, 1972; Boissonnas, 1977; Genty-Vincent m.fl., 2015; Getty Research Institute, u.å.). Blinderingskador påverkar bemålade föremåls visuella uttryck och kan förekomma på både färglager och fernissa. Visuellt kan det uppfattas som en blekning av pigmentet, en dammig hinna eller en fläckig beläggning, se figur 1. Skadebildens uttryck kan dock skilja sig beroende på andelen av färgskiktet som påverkats eller hur kraftig blinderingen är. Mekanismen eller reaktionen bakom skadans uppkomst är fortfarande okänd, men anledningen till vår visuella uppfattning har dock kunnat fastställas med hjälp av en rad olika analysmetoder. Idag vet vi att blinderingskador uppstår i färgens bindemedel och utgörs av en porositet i de organiska komponenterna (Genty-Vincent m.fl., 2015, 2017, 2018; Groen, 1988). Porositeten gör att ljusbrytningen skiljer sig från det skadade partierna och det icke-skadade partierna, vilket i sin tur gör att vi upplever skadan som en blekning av färgskiktet. Skadan kan påminna om en beläggning eller hinna men är trots det en optiskt företeelse snarare än ett ytfenomen.

¹ Om inget annat anges är bilderna tagna av Annica Drotz.

Det har konstaterats att ett starkt samband finns mellan uppkomsten av blinding och fukt (Genty-Vincent m.fl., 2015; Groen, 1988; Wyld m.fl., 1980). Föremål som vistats i fuktiga miljöer, utsatts för direkta fuktskador eller konserverats med vattenbaserade metoder eller ämnen har visat en tendens att blinderas. Skadebilden tycks dock inte vara konsekvent och det spekulerats om blinding drabbar vissa pigment eller färger i större utsträckning än andra. Det är också vanligt att ett och samma färgparti innehåller både blinderade och icke-blinderade områden (Genty-Vincent m.fl., 2015; Groen, 1988).

Författarens intresse för blinding uppstod i samband med en rad olika projekt under praktikperioden på Östergötlands museum. Blinderingsproblematiken är väldokumenterad inom kategorin stafflikonst, men desto mindre forskning och litteratur berör fenomenet gällande andra former av måleri (Boissonnas, 1977; Genty-Vincent m.fl., 2015, 2018; Groen, 1988; Koller & Burmester, 1990; Lank, 1972; Wyld m.fl., 1980; Zhang, 2022). Under praktiken noterades en rad kraftigt blinderade kyrkliga inventarier i flera kyrkor, som i övrigt är välbevarade och tillhör en kulturhistorisk miljö. Bemålat trä omfattar en stor andel av det svenska kulturarvet. Främst rör det sig om kyrkliga inventarier, men arkitekturbundet måleri i historiska miljöer utgör också en substantiell del (Bylund Melin, 2017; Hedlund, 1999). Trots detta verkar blinderingsproblematiken i stor utsträckning förbli oåtgärdad och denna brist på agerande påverkar i högsta grad vår kollektiva uppfattning av dessa historiska miljöer.

Med ett tidigare intresse för arkitekturbunden konst och bemålat trä kom fascinationen för den ständigt närvarande men ofta icke-åtgärdade skadan, blinding, som en självklarhet. Bristen på forskning och omfattningen av problematiken har lett till motivation att ta reda på mer och förstå skadan ytterligare.

Problemformulering och Frågeställning

Blinding är ett optiskt fenomen som manifesterar en fysisk skada inom bindemedlet hos färg och fernissa (Genty-Vincent m.fl., 2015, 2017; Groen, 1988). Den exakta mekanismen bakom uppkomsten av skadan har inte fastställts, däremot har det konstaterats att fukt har en avgörande roll (Genty-Vincent m.fl., 2015, 2018). Skadan identifieras av, vad som ser ut som en, vit hinna och orsakas av porositet i bindemedlet hos färgskikt eller fernissa (Genty-Vincent m.fl., 2015; Groen, 1988). Blinderingskador har rapporterats vid direkta fuktskador, på föremål förvarade i fuktig miljö under en längre period och föremål behandlade med vattenbaserade åtgärder (Genty-Vincent m.fl., 2015, 2018; Groen, 1988).

Mycket av vårt icke-museala bemålade kulturarv förvaras i fuktiga miljöer (Bylund Melin, 2017; Hedlund, 1999). Som helhet bidrar dessa platser till en stabil bevarandemiljö, men den fuktiga miljön kommer med tid att orsaka blinding på måleri även om detta sker långsamt (Genty-Vincent m.fl., 2015; Hedlund, 1999; Zhang, 2022), se figur 2. I många fall har dessa föremål redan förvarats i dessa

förhållanden under en lång period, beroende på miljöns ålder. Studier har visat att fortsatt förvaring i fuktiga miljöer kommer låta blindingen fortgå tills det att porositeten täcker allt bindemedel inom färgen (Genty-Vincent m.fl., 2015; Groen, 1988). Efterforskningen om praktiska åtgärder inom området är dock bristfälligt, ytterst få metoder har studerats i ett vetenskapligt kontext och aldrig i en komparativ studie. Således finns inget vetenskapligt underlag för val av metod vid konservering av blinderade färgskikt.

Undersökningen som ligger till grund för denna studie avser att bilda ett underlag varpå etablerade metoder inom konserveringsfältet utvärderas för användning på blindingsskador.

De huvudsakliga forskningsfrågorna blir således:

- Hur skulle erkända konserveringsmaterial prestera om de brukades för åtgärder på blindingsskador?

Modelleringsprocessen ger möjligheten till att ytterligare utforska frågor om hur blinding uppstår och hur den ter sig i olika situationer. Denna möjlighet gör att följande delfrågor även kommer att undersökas i studien:

- Hur skiljer sig åldrade och icke-åldrade material åt gällande tendensen till blinding?
- Hur skiljer sig deras reaktion på åtgärder?



Figur 2 – För- och efterbild av vätning med alifatnafta på ett spegelparti tillhörande Risinge Kyrkas altarring från 1700-talet. Övre bilden visar hur partiet såg ut innan vätning och den nedre bilden visar partiet efter vätning.

Syfte och Mål

Undersökningens syfte är att pröva och utvärdera redan etablerade konsolideringsmaterial för användningen inom blinderingsproblematiken. De experimentella delarna utförs på två modelleringsgrupper, en grupp har utsatts för accelererad åldring i en klimatkammare medan den andra gruppen har låtits lufttorka. Detta upplägg ger möjligheten att undersöka om tendensen till blindering kan kopplas samman med färgens ålder.

Målet med undersökningen är att kunna ge en indikation om vilka konserveringsmaterial som kan vara användbara för hantering av blinderingskador, samt att kunna identifiera om materialets ålder påverkar bildandet av skadan.

Tidigare forskning

En stor andel av forskningen som utförts på ämnet blindering producerades under 1970- och 1990-talet. Den tidigaste forskningsartikeln om fenomenet publicerades 1972 (Lank). Utifrån texten blir det uppenbart att blindering var ett vedertaget begrepp långt innan artikeln släpptes. Undersökningen grundar sig på ett fall där en venetiansk 1700-talstavla har utsatts för en direkt fuktskada varpå blindering under fernissan utvecklats. Med hjälp av gaskromatografi kunde det konstateras att blinderingen inte uppkommer i pigmentet, det antogs således vara kopplat till färgens bindemedel. Efter mikroskopisk analys av tavlan konstaterades det att det översta färgskiktet var vitt och ojämnt till ytan, vilket skiljde sig från prover tagna från icke-blinderade partier. Det spekuleras om skadans uppkomst kan kopplas till oljefilmens absorbering av vatten vid fuktskadan, men inget fastställs (Lank, 1972).

Under 1970- och 1980-talen gavs även ett flertal publikationer om blindering ut i s.k. "technical bulletins". En av dessa behandlar blindering av ultramarinblått och förklarar hur blindering skiljer sig från andra skador associerade med pigmentet (Boissonnas, 1977). Här framförs idén om att blindering orsakas av mikrosprickor i färgskiktet och påverkar ljusspridningen. Den grundar sig i att vätning med lösningsmedel på de blinderade färgskiktet återger den ursprungliga färgen, tills dess att lösningsmedlet avdunstar. Förklaringen återges som trolig av samtliga författare av, den antologiliknande, artikeln "Some Observations on Blanching" (Wyld m.fl., 1980). Under denna tidperiod tycks det dock råda en konsensus kring bristen på forskning kring fenomenet (Boissonnas, 1977; Wyld m.fl., 1980).

Groen (1988) redogör för en 10 år lång studie på blindering av måleri. Artikeln sammanfattar de frågetecken som tidigare fanns i hopp om att förstå fenomenet bättre. Verk från 1600-talet väljs ut då blindering och annan pigmentrelaterad problematik ansågs särskilt vanliga för denna period. Det

fanns förhoppningar om att kunna koppla konstnärernas metoder och materialval till skadebilden. En rad olika analysmetoder användes i studien, men användningen av svepelektron mikroskopi, SEM, kom att bli den avgörande metoden för undersökningen. Med SEM kunde det konstateras att små hål, <0,5 mikrometer, fanns på tavlans yta. Vidare kunde det fastställas att hålen inte endast befann sig i de översta färgskikten utan även i de underliggande lager, vilket motbevisar den teori som Lank (1972) etablerat. Groen (1988) når slutsatsen att färgskiktets porositet inte kan vara den huvudsakliga faktorn till blinding då färgskikt alltid är porösa. Källan bakom detta påstående är dock något bristfällig då det hämtats ur en bildtext varpå ämnet inte utvecklas ytterligare (Percival-Prescott, 1978). Vidare kopplar Groen (1988) utvecklingen av porositeten till de hygroskopiska pigment och grunderingar som användes av dåtidens konstnärer. Materialens hygroskopiska förmåga anses attrahera fukt som med hjälp av kapillärkraft orsakar porositeten i materialet. Baserat på observationer vid rengöring av verken, i sin studie, indikerar Groen att polära lösningsmedel skulle kunna förvärra skadan (Groen, 1988). Under mitten av 2010-talet publiceras en artikel med syftet att utforska den fysikaliska kemin som ligger bakom blinding (Genty-Vincent m.fl., 2015). Undersökningens utformning liknar den studie som genomförts av Groen (1988) men med ett större empiriskt underlag och mer konsekvent användning av analyseringsmetoder. Tidsspannet mellan de två studierna har gett Genty-Vincent's team fördelen att kunna bruka nyare teknik med skarpare upplösning och högre precision (Cik Rohaida Che Hak m.fl., 2015; Genty-Vincent m.fl., 2015). Med hjälp av ett mer avancerat SEM kan forskarteamet, precis som Groen (1988), konstatera att färgskiktet är poröst. Av Genty-Vincent m.fl. (2015) noteras dock en större grad porositet jämfört med vad som tidigare uppmätts. Studien granskar blinderade och icke-blinderade prover från ett flertal målningar tillsammans med ett omfattande modelleringssystem med simulerad blinding. Porositeten som kan urskiljas från de blinderade proverna tycks inte påträffas hos icke-blinderade prover, vilket utmanar tidigare uppfattningar inom forskningsområdet (Genty-Vincent m.fl., 2015; Groen, 1988). Resultaten från undersökningarna som utfördes tycks påvisa en tendens för somliga pigment att blinderas mer än andra, något som andra forskare tidigare spekulerat kring (Groen, 1988; Wyld m.fl., 1980). Lika så tycks prepareringen och valet av färgens bindemedel vara en avgörande faktor för benägenheten att blinderas. Genom användning av FTIR och gaskromatografi masspektrometri kunde Genty-Vincent's team (2015) konstatera att skillnaden i materialkompositionen mellan blinderade och icke-blinderade prover var minimal. Blinding etableras således som ett särskilt skadefenomen som distingieras av en förändring i färgskiktets ljusbrytning. Teamet lägger stor vikt vid bristen av mikrokrackelyr, mättade fettsyror eller förändringar i pigmentet. De anser att detta styrker deras teori om bindemedlets inverkan på blinderingskador (Genty-Vincent m.fl., 2015).

Undersökningen från 2015 ledde Genty-Vincent och hennes team till ytterligare forskning. Den andra studien publicerades 2017 (Genty-Vincent m.fl.) med syftet att utreda om porerna i färgens bindemedel kunde förklaras med de etablerade ljusbrytningsteorierna, Mie eller Rayleigh. Variablern porstorlek, fördelningen av porstorlek och koncentrationen av porer analyserades för att fastställa dess inverkan. Forskarna använder sig av four-flux modellen² för att simulera ljusspridningen genom färg och kunde på så vis förklara hur porernas storlek avgör skadebilden i både upplevd färg och

2 - En modell för att beräkna ljusflöde. Baseras på four-flux teorin om kollimerat och diffust ljus.

opacitet (Genty-Vincent m.fl., 2017). Porstorlek, fördelningen av porstorlek och koncentrationen av porer konstaterades ha en mindre roll för blinding på färgskikt än fernissa. För blinding på färgskikt kan inverkan av de tre variablerna korreleras till Mies princip för ljusbrytning (Genty-Vincent m.fl., 2017).

Efter ett samarbete med det översvämningsdrabbade Girodetmuseet fortsätter Genty-Vincent m.fl. (2018) forskningen inom området. Forskarna (Genty-Vincent m.fl., 2018) kunde tomografi med större säkerhet fastlägga att porositeten som orsakar blinding uppstår i färgens bindemedel. Teorin om att blinding orsakas av "microsegregering av polära områden" till följd av en hydratisering läggs fram och har sin grund i deras samlade bibliografi av forskning. Undersökning av åtgärder på blindingens problematiken beaktas i artikeln. Tillämpningen av starka lösningsmedel kan tros ge ett fullgott resultat, vilket många forskare och yrkesaktiva ansett (Jonsson, 2016; Koller & Burmester, 1990; Lank, 1972; Wyld m.fl., 1980). Den analys som Genty-Vincent m.fl. (2018) utfört visar dock att ett sådant ingreppet inte åtgärdar porositeten. De anser att åtgärden är temporär och kommer att återgå i takt med att lösningsmedlet evaporerar. En hållbar åtgärd kräver att porositeten fylls i eller stängs igen. Teamet (Genty-Vincent m.fl., 2018) fastställer två faktorer för en optimal åtgärd: ljusbrytningsindex likt färgens bindemedel och förmågan att tränga in i porerna. Vidare ställs krav på åtgärdens kemiska stabilitet och reversibilitet. Perfluorerade föreningar, som använts inom stenkonsivering, lyfts fram som ett potentiellt material.

Perfluorerade föreningar undersöks vidare i en doktorsavhandling av Zhang (2022) som sammanlänkar skador inom stenkonsivering och målerikonsivering, kopplat till fukt och vatten. Zhang (2022) påvisar de likheter inom impregnering av sten och kraven på åtgärder för blinding, som Genty-Vincent m.fl. (2018) utformat. Efter en utförlig redovisning av de olika fältens ingrepp landar Zhang (2022) i en studie av partiellt perfluorerade föreningar, specifikt C-glykosider och hydroxylerade oligoamider. Arbetet omfattar ett antal experiment ur en kvantitativ modelleringsmetod. Bilderingskador emulerades på de modellerade proverna för att kunna utvärdera de partiellt perfluorerade föreningar. Endast tre av sju undersökta medel anses användbara för hantering av skadan. Zhang (2022) konstaterar dock att vidare utveckling av de syntetiska materialen krävs för att åstadkomma en optimal lösning. För att uppnå detta anges exempelvis en förändring i molekylärvikt, koncentration och mängden vätebindningar kunna behövas. Utvecklingen av ämnet visar lovande resultat men i dagsläget krävs manuell syntetisering då de inte produceras kommersiellt, något som kraftigt begränsar användningen av metoden. Perfluorerade föreningar klassas idag som miljöfarliga och dess negativa inverkan på miljö är väl dokumenterad (Corsini m.fl., 2014). Det bör dock noteras att detta behandlas i Zhang (2022) avhandling tillsammans med diskussioner och experiment med att minimera ämnets negativa miljöpåverkan. Groens forskning (1988) gav en bakgrund och klassificering av blindingsskador men trots detta rådde tvivel kring snarlika fenomen som bloom³ och efflorescence⁴. I en artikel beskrivs en vit avlägsningsbar beläggning som blinding (Burnstock m.fl., 1993). Forskarna konstaterade att beläggningen bestod av metaller och mättade fettsyror. Ett liknande resultat framförs även i artikeln "Blanching of

—

3 - En beläggning på ett föremåls yta, kan beskrivas som vaxig eller pudrigt. Orsaken varierar beroende på substrat .

4 - Skada orsakad en krustbildning av saltavlagningar.

unvarnished modern paintings: a case study on a painting by Serge Poliakoff" (Koller & Burmester, 1990). Ytterligare två forskningsteam (Cotte m.fl., 2007; van Loon & Boon, 2005) har undersökt möjligheten att blyförtvålning⁵ ligger bakom det blinderingsliknande fenomenet, men de avstår från att benämna det med just termen blinding. Artiklar som berör blyförtvålning har dock vid olika tillfällen sammankopplats med blinderingsfenomenet. Det framgår av det resultat som Koller och Burmester (1990) samt Cotte m.fl. (2007) presenterar att det finns mer än en typ av fenomen som kan uppfattas som vita beläggningar på en bemålad yta. De exempel som anges i båda artiklar avser olika former av beläggningar; det vill säga en addition av någonting på ytan som går att fysiskt avlägsna, vilket inte stämmer överens med definitionen av en blindingsskada (Boissonnas, 1977; Genty-Vincent m.fl., 2015; Getty Research Institute, u.å.; Zhang, 2022). En förklaring till detta tycks vara att termen blinding tidigare har haft en bredare användning (Molinari, 2014), men i takt med forskningen inom ytbeläggning av måleri tycks denna innebörd ha smalnat av (White Surface Hazes, 2019). I dagsläget anses termen blinding användas exklusivt för en fysisk skada i färgens bindemedel, vilket ger upphov till en förändring i ljusspridningen och intrycket av en vit dimma (Genty-Vincent m.fl., 2015; Getty Research Institute, u.å.). På grund av denna förändring i språkbruket bortses de artiklar som berör blyförtvålning från det material som ligger grund för denna studie.

Avgränsningar

Denna uppsats kommer enbart att behandla blindingsskador på färgskikt. Det innebär att blinding på fernissor bortses ifrån. Fenomenet är den samma, men skadebilden och åtgärderna skiljer sig betydligt åt jämfört med blinding på färgskikt. Således kommer blinding på fernissa ej behandlas. Detta gäller även andra sorters skador, tidigare klassade som blinding, men som ej faller in under den beskrivning av blinding som ges i bakgrundsdelen. Mer information om detta finns i avsnittet tidigare forskningen men dessa fenomen kommer inte att hänvisas till mer under uppsatsen.

För att hålla arbetet inom ramen för en kandidatuppsats har avgränsningar gällande antalet prover gjorts. Det innebär att uppsatsen endast kommer att behandla handgjorda linoljefärger. En begränsning gällande pigment har även gjorts och den här uppsatsen kommer endast att behandla pigmenten bränd umbra, grön jord och bränd sienna.

Studien har begränsats till att endast undersöka ett recept för oljefärg, således bortses avvikande reaktioner från andra oljefärgsrecept. Receptet är baserat på Cenninis recept men med avsteg gällande användningen av färdig kokt linolja.

Modellerna har preparerats på objektglas för att begränsa studien till att endast undersöka färgskiktets beteende.

–

5 - Uppstår när bly orsakar en hydrolys av färgens organiska komponenter. Skapar ytavlagringar av blytvål.

Uppsatsen ämnar inte föra diskussion om de konserveringsetiska aspekterna bakom impregnering av föremål. Som en grundläggande del inom konserveringsfältet nämns etik men grunden till undersökningen ligger inte i det etiska. För mer information om detta ämne se teori avsnittet nedan. Denna studie utgår endast från källor tillgängliga på svenska och engelska.

Metod

Undersökningen kan delas upp i en *litteraturstudie* och en *experimentell* del. Tillsammans ämnar de undersöka materialålderns inverkan på blinding och utvärdera användningen av, för konservatorn, vanligt förekommande konsolideringsmedel för hantering av blinding.

En *enskiktsrekonstruktion* ligger till grunden för den experimentella delen av undersökningen. Genom att modellera eller skapa *mock-ups* kan den huvudsakliga frågan om färgskikt dras till sin spets. Detta utan att offra kulturhistoriskt material, något som hade gått emot konserveringsetikens grundläggande värderingar (Feilden, 2003; Muñoz Viñas, 2005). Hälften av modellerna åldras i en *klimatkammare* konfigurerade till 40°C och 60% relativ luftfuktighet, RH. Den icke-destruktiva analysmetoden *spektrofotometri* används för att kartlägga provernas färgförändring genom undersökningen. Lika så används *optiskt mikroskop* för att identifiera skadans karaktär och utvärdera konserveringsmetodernas effekt. *Fourier Transform Infraröd Spektroskopi, FTIR*, användes i studies sista skede för att analysera provernas kemi.

En mindre *litteraturstudie* utförs för att kontextualisera undersökningen och dess material. Kritik har riktats mot metoden kring bristen på motivering av urval och avsaknaden av kritiskt granskande (Forsberg & Wengström, 2016). Då litteraturstudie används som ett delmoment i arbetet och främst för *kvalitativ data* anser författaren att metoden är tillförlitlig för undersökningen inom ramen för den här studien. Dock är det viktigt att belysa den kritik som råder och ta det i beaktning.

Teori

Bengt Molander (2017) framhäver att hantverksbaserade ämnen inte får frångå sina grunder vid översättningen till forskning. Utgångspunkten måste förbli det hantverksmässiga och konservering är inte ett undantag. Trots detta är mest naturvetenskapliga texter som ligger till grund för denna studie. Dessa naturvetenskapliga teorier kopplas samman med mer humanistiska teorier kring *värde* och *reversibilitet* för att forma en praktisk åtgärd ur ett bevarandesyfte. Arbetet följer *konserveringens etiska grunder* och det konservatorsmässiga handlaget. Denna sammankoppling mellan naturvetenskapliga och humanistiska teorier samt det hantverksmässiga anslaget lägger grunden för konserveringens tvärvetenskapliga fält.

Pragmatismens kunskapsteori framhäver hur ett *hypotetiskt-deduktivt* arbetsätt är väl anpassat för forskning inom den mer naturvetenskapliga sfären av konserveringen. Det vill säga att *empiriskt* pröva en hypotes som grundar sig i en tidigare etablerad teori (Patel & Davidson, 2011). Teorin framhäver således den typ av resultat som kommer från empirin och hur den tolkas samt behandlas vid analys. Wallén (1996) menar att fokus bör ligga på att systematisera den experimentella aspekten av det hypotetiskt-deduktiva arbetsättet. Något som kommer att eftersträvas i denna studies hantering av experimentella variabler, vilket diskuteras vidare i kapitel 2.

Ovan nämns termerna *reversibilitet* och *värde* som något som anspelar på de samhällsvetenskapliga aspekterna av konservatorsfältet. *Reversibilitet* betraktas av många som en grundpelare inom nutida konserveringsteori och begreppet kan förklaras som en egenskap hos konserveringsåtgärder, vilket gör att den i framtiden kan komma att avlägsnas (Muñoz Viñas, 2005). Principen om reversibilitet bör dock ses som en guide varpå strävan efter åtgärder som är så reversibla som möjligt ställs högst, då total reversibilitet i praktiken är något ouppnåeligt (Appelbaum, 2007; Caple, 2000). Andra teorier har seglat upp som motvikter mot total reversibilitet (Muñoz Viñas, 2005), men kommer inte att behandlas här.

Jaime Cama Villafranca (2006) avhandlar *värde* utefter föremålets funktionella och/eller symboliska värde. Hon menar att ur funktionen kan föremålets attribuerade värde hos samhället som brukade det förstås. Den förståelsen för objektets djupare värden bör guida konserveringen, då utebliven förståelse av en aspekt kan påverka de övriga värdena negativt. Denna åsikt framförs även i Muñoz Viñas diskussion kring funktions (function), värde (value) och innebörds (meaning) centraliserad konserveringsteori (Muñoz Viñas, 2005). Här förklaras funktions-inriktad konserveringsteori varpå historisk och samtida funktion tas i beräkning vid val av konserveringsåtgärd. Det konstateras även att funktion, värde och innebörd i många fall överlappar varandra, eftersom ett föremål med ett historiskt värde även fyller en historisk funktion och har en historisk innebörd. Det är främst de termer och perspektiv som används för att beskriva föremålets värde som skiljer teorierna åt (Muñoz Viñas, 2005).

Den experimentella delen av denna studie utförs enligt Feildens (2003, s.7–12) teori, om åtgärders *godtagbarhet* för kulturhistoriska föremål. Undersökningarna utförs på modeller, mock-ups, för att skapa en förståelse av kontexten kring blinderade färgskikt utan att göra åverkan på föremål. Modelleringen har utformats utifrån Keunes (2022) synpunkter om gränsdragning gällande historisk noggrannhet. Modeller skapade från historiska recept kan inte skapa en kopia av den produkt som producerats när receptet skrevs (Keune, 2022). Vår samhällsutveckling har medfört att färgens råvaror har förädlats och förändrats, vilket begränsar den nutida framställningsmetoden, men detta innebär inte, enligt Keune (2022), att metoden är ogiltig. Förhållningssättet till modeller bör vara att de kan ge en indikation, men inte exakta svar. Vid återskapning läggs vikt vid olika delar av processen beroende på forskningsfrågan, det är således denna som bör avgöra gränsdragningarna (Keune, 2022).

I kontrast till Keune anser Muñoz Viñas (2005) att mock-ups ger otillräckliga resultat som inte blir applicerbara i praktiken. Om modelleringen har ett föremålskontext anses resultatet för lokalt förankrat medan de metodgrundade, det vill säga baserad på en viss estetisk metod, påstås fränkopplande från verkliga föremål. Vidare är Muñoz Viñas (2005) åsikt att ingen av alternativen är tillräckligt reproducerbara. Bristen på andra applicerbara metoder gör att modellering ändå används för undersökningar och jämförelsestudier. Modelleringens metod möjliggör jämförelsestudier då de grundläggande principerna för konservering motsätter experimentella undersökningar på ett objekt (Feilden, 2003).

2- Modellering, Material och utförande

Provpreparering

Valet av undersökningsämne grundar sig på erfarenheter samlade under praktik på Östergötlands museum, vilket även återspeglas i val av material och pigment. Linoljefärg har valts för dess omfattande användning på bemålade träföremål under medeltiden (Hedlund, 1999). Således har receptet för färgen, till denna studie, hämtats från det då samtida verket *Boken om målarkonsten* av Cennino Cennini (Cennini m.fl., 2011).

Pigmentvalet har framkommit efter observationer och resultat från tidigare studier gällande blinding. Färger av bruna och gröna jordpigment har visat sig ha större benägenhet att blindas (Genty-Vincent m.fl., 2015; Groen, 1988) och för att framkalla en reaktion har därför pigmenten bränd umbra och grön jord valts. Under praktiktiden påträffades flertalet blinderade föremål med röd färg. Observationer i samband med tidigare studier har visat att färg med röda pigment troligen har en längre reaktionstid, men färgen verkar ändå blindas i samma utsträckning som de andra pigmenten (Zhang, 2022). För att testa färgens benägenhet att blindas har därför ett rött pigment, bränd sienna, valts.

Modelleringen är enbart menad att representera ett enkelt färgskikt och är därför inte avsedd att representera en modell av en målningens fullständiga uppbyggnad. Genom att separera de beståndsdelar som utgör en målning kan enskilda processer undersökas, vilket kan klargöra samband till målningens helhet.

Preparering av färg

Oljefärgen preparerades enligt recept från Cennino Cenninis (Cennini m.fl., 2011). Ett avsteg har gjort gällande Cenninis instruktioner för linolja. Cennini menar att den bästa oljan för måleri produceras vid kokning i solen under ett antal månader. Detta kan inte tillgodoses verken tids- eller temperaturmässigt, avvägningen gjordes att istället tillgodoses principen av receptet.

Undersökningen i den här uppsatsen avser inte att utreda olika bindemedels tendens att blinderas, utan undersökningen syftar istället till att utreda möjliga åtgärder för konservering av skadan. Mot bakgrund av det bör avsteg från Cenninis recept på linolja inte ha en avgörande effekt på resultatet. Färdigproducerad kokt linolja från Oppboga Säteri har istället använts för preparering av färgen.

I enlighet med Cenninis recept revs pigment och bindemedel med proportionerna 1:1. Först användes en spatel för att enklare inkorporera oljan i pigmentet. När blandningen arbetats till en massa påbörjades rivningen med hjälp av en glaslöpare och en större glasskiva. Färgen bearbetades under 30 minuter vilket producerade lättarbetade och krämiga färger som applicerades på objektglas med en spatel. Vid första omgången producerades tolv prover. Sex dagar senare preparerades ytterligare tolv prover och tre referenser, men av samma färg. Proverna producerades vid olika tillfällen då möjligheten att bruka klimatkammare för accelererad åldring uppstod, vilket krävde fler prover än de tolv som tidigare producerats.

Proverna är uppdelade i två grupper om tolv prover var. Grupperna innehåller fyra prover av varje pigment. Den ena provgruppen har åldrats i klimatkammare medan den andra har lufttorkats. Hälften av proverna har således genomgått auto-oxideringen, som sker när färgen härdas och åldras (Loon m.fl., 2020). Detta innebär att färgens komponenter tvärbinder, eller polymeriseras, vilket skapar ett internt tredimensionellt nätverk. Medan den andra provgruppen befinner sig i stadiet innan, där färgen delvis torkat och bildat en vattenresistent film (Loon m.fl., 2020).

Proverna har kodats med provnamn där AL (Aged linseed oil) innebär gruppen med prover som åldrats och NL (Non-aged Linseed oil) de icke-åldrade proverna. Siffran anger vilket prov det gäller och den sista bokstaven vilket pigment provet avser (r = röd, g=grön och b=brun).

Accelererad åldring

Accelererad åldring har inte använts för att uppnå en specifik ålder utan för att påskynda nedbrytningsfaktorer inom färgen. Detta för att undersöka om ålder, eller grad av nedbrytning, påverkar benägenheten för blindering att uppstå. Genom de två grupperna kan en indikation fås på färgens tendens att blinderas beroende på nedbrytningsstadiet. På grund av tidsramen för uppsatsen har 237 timmar (ca 10 dagar) kunnat avsättas för åldring. Parametrarna har satts till 40°C och 60% RH, vilket valdes med hänsyn till liknande åldring utförd av Zhang (2022) och Genty-Vincent m.fl. (2015). Båda undersökningar har kunnat avlägga mer tid och möjligheten har funnits att stegvis öka både temperatur och den relativa luftfuktigheten under åldringsprocessen. Parametrarna för denna undersökning utgår ifrån deras minimumvärde utan stegringar. Detta för att ge en något ökad nedbrytning, men också för att inte påverka materialen alltför aggressivt.

Den accelererade åldringen har utförts i en klimatkammare från CTS, modell C-20/200.

Konsolideringsmedel

Enligt Genty-Vincent m.fl. (2018) krävs ett konsolideringsmedel med låg viskositet och likvärdigt brytningsindex som bindemedlet för att uppnå den optimala konserveringsåtgärden för blindering. Utöver detta ställs även de generella kraven på åtgärder, det vill säga kemiskt stabil, reversibel och en god materialmässig hållbarhet (Genty-Vincent m.fl., 2018).

För att åtgärden ska vara gångbar för yrkesaktiva konservatorer bör den vara lättillgänglig, säker att arbeta med och hållbar ur ett hälso- och klimatperspektiv (AIC, 1994; E.C.CO, 2003). Tidigare undersökningar av åtgärder har föreslagit preflorerade ämnen. Studien visar lovande resultat, men ämnena säljs inte kommersiellt utan kräver syntetisering (Zhang, 2022). Utöver detta klassas preflorerade ämnen som ett miljöskadligt ämne och bör således undvikas (Corsini m.fl., 2014). Det bör dock noteras att Zhang (2022) vidtagit åtgärder vid syntetiseringen för att minimera ämnens negativa miljöpåverkan.

Undersökningen som ligger till grund för denna studie baseras på redan etablerade konsolideringsmaterial inom konservators verktygslåda. Materialens lättillgänglighet har varit central i urvalsprocessen. Utöver det har materialens konserveringsetiska egenskaper, som reversibilitet, hållbar åldring, kemisk stabilitet, men även dess påverkan på miljö och konservators egen hälsa tagits i beaktning. Konsolideringsmedlens materialegenskaper har även haft en inverkan på valet.

Nedan följer en kort beskrivning av de konsolideringsmedel som används i undersökningen.

Klucel- G

Klucel är ett produktnamn för hydroxipropylcellulosa, en variant av cellulosaeater (Ashland, 2017). Materialet är hygroskopiskt, men anses vara en av de mindre hygroskopiska alternativen inom de vattenlösliga polymererna. Materialet kan skapa flexibla filmer utan addition av mjukgörande additiv, och filmerna rapporteras förbli torra och minimalt påverkade av fukt vid hög luftfuktighet. Materialet anses vara bättre än övriga cellulosaetrar vad gäller motståndskraftighet till kemisk och biologisk nedbrytning (Ashland, 2017). Som nämnts består Klucel av en serie material där Klucel-G förekommer till största utsträckning inom konserveringsfältet, vilket också är varför den har valts till denna studie. Klucel-G har en rad mycket positiva egenskaper som gör den väl ämnad för konserveringsfältet, den har en mycket fördelaktig löslighet och kan brukas med vatten eller alkohol, den sistnämnda ger en mindre viskös blandning (Ashland, 2017). Således används etanol, inom ramen för studien, för att konsolideringsmedlet lättare kan tränga in i porer och bilda en skyddande film. Lösligheten vid preparering är inte den enda fördelen som Klucel-G har, utan materialet går även att avlägsnas med vatten efter åldring (Digney-Peer m.fl., 2020). Detta kan vara en av de största drivkrafterna för dess användning inom konserveringen då den är mycket skonsam och reversibel.

Funori

Funori är en polysackaridblandning som utvinns ur sjögräs, *Gloiopeltis furcata* (Horie, 2010). Materialet fungerar mycket bra på matta ytor och det rapporteras att ingen optisk förändring görs på materialet vid konsolidering, detta avser dock konsolidering av skadade färgskikt och inte nödvändigtvis blinding (Catenazzi, 2017). Vid konsolidering ska inte heller fuktfläckar eller tydliga materialgränser orsakas, vilket gör den ytterligare välanpassad för matta färgskikt. Bristen på optisk åverkan sträcker sig även till nedbrytning via UV-ljus, då det rapporteras att materialet förblir transparent, till skillnad från många andra organiska konsolideringsmedel och adhesiv (Catenazzi, 2017). Precis som Klucel förblir Funori reversibelt med ålder och kan enkelt avlägsnas med vatten (Digney-Peer m.fl., 2020). Materialet är dock hygroskopiskt och det finns en risk att mögel utvecklas (Catenazzi, 2017; Digney-Peer m.fl., 2020). Det är viktigt att klimatet är stabilt och har en relativ luftfuktighet mellan 12% och 76% för att ge materialet optimala förutsättningar (Catenazzi, 2017).

Aquazol 200

Aquazol är en tertiär amidpolymer och härstammar från monomeren 2-etyl-2-oxazolin, även förkortat PEOX (Arslanoglu, 2003). Materialet är kompatibelt med en rad andra konsolideringsmaterial och kan användas med lösningsmedel som vatten och organiska syror (Horie, 2010). Aquazol förekommer i olika molekylläsvikter, som bidrar med olika egenskaper, och kan blandas fritt med varandra. För denna studie valdes Aquazol 200, då den kombinerar penetrationsförmågan hos Aquazol 50 med utfyllningsförmågan av Aquazol 500 (Arslanoglu, 2004). Materialet är hygroskopiskt men innehåller de fördelaktiga egenskaperna ett neutralt pH, orsakar minimal krympning och ger inte upphov till mögelpåväxt (Goltz, Birkenbeul, m.fl., 2020). Utöver detta är Aquazol kemiskt stabilt och kompatibelt med matta färger. Aquazol är mycket reversibelt och avlägsnas lättast med aceton men kan i viss fall även avlägsnas med etanol (Arslanoglu, 2003). Undersökningar har visat att konservatorer föredrar användningen av Aquazol i klimatkontrollerade miljöer (Arslanoglu, 2004). Detta beror troligen på materialets hygroskopiska natur, men dess positiva egenskaper ger ett tillräckligt underlag för att undersöka dess gångbarhet.

Regalrez 1094

Regalrez 1094 är en oligomer och ett lågmolekylärt kolvätehart. Tester med accelererad åldring har påvisat att materialet inte tvärbinder eller förändrar löslighet med ålder. Det finns däremot en risk till ökad polaritet, samt att sprödhet utvecklas (Goltz, Proctor, m.fl., 2020; Horie, 2010). Förändringen inom polariteten kan däremot dämpas genom att addera Tinuvin 292 till lösningen. Inom kategorin lågmolekylära hartser anses dock Regalrez 1094 som är en av de mest kemiskt stabila (Goltz, Proctor, m.fl., 2020). Materialets lågmolekylära karaktär gör att det lätt tränger in i porer, vilket ger den stor potential för åtgärder inom blinding där utfyllningen av porerna i färgensbindemedel är önskvärt (Genty-Vincent m.fl., 2018; Goltz, Proctor, m.fl., 2020).

Vid användning som färgsättare anses Regalrez 1094 ha utmärkt förmåga att mätta färger och ge en hög glans, vilket dock kan anses olämpligt för åtgärder på matta färgskikt. Regalrez 1094 har ansetts ha en förmåga att användas på föremål som är känsliga för lösningsmedel, då det är lösligt i icke-polära och icke-aromatiska lösningsmedel, som ättiksyra och dietyleter. Det bör påpekas att Regalrez 1094 också är lösligt i aromatiska lösningsmedel, men inte uteslutande (Goltz, Proctor, m.fl., 2020).

Laropal A81

Laropal A81 är ett lågmolekylärharts av ureaaldehyd. Det är lätt polärt och används bland annat som bindemedel i Gamblins konserveringsfärger (Goltz, Proctor, m.fl., 2020). Materialet har en bra fotokemisk stabilitet och utvecklar ingen sprödhet vid åldring. Laropal A81 tenderar däremot att få en ökad polaritet vid åldring, precis som Regalrez 1094. Detta kan dock motverkas genom addition Tinuvin 292 till lösningen (Goltz, Proctor, m.fl., 2020).

Ketoner, alkoholer och etrar fungerar alla som lösningsmedel för materialet, såväl kolvätelösningar med 35% till 40% aromater (Goltz, Proctor, m.fl., 2020). Vad avser miljöaspekter och konservatorers hälsa är dessa lösningsmedel relativt harmlösa (Carvalho m.fl., 2021).

Materialet anses vara speciellt användbart vid konservering av tavlor från 'de gamla mästarna' på grund av dess naturliga glans. Den beskrivs ha ett satinliknande utseende som efterliknar deras estetiska uttryck (Goltz, Proctor, m.fl., 2020).

Paraloid B-72

Paraloid B-72 är en syntetiskt framställd polymer med låg viskositets och kan kategoriseras som ett akrylharts (Digney-Peer m.fl., 2020). Materialet utvecklades som en beläggning inom industriell produktion, men har inom konserveringsfältet fått en rad användningsområden bland annat som retuschmedium, adhesiv och konsolideringsmedel. Paraloid-B72 är uppskattad inom konserveringsfältet, då materialet är mycket stabilt mot kemisk förändring och anses vara reversibel (Digney-Peer m.fl., 2020; Koob, 1986).

Tidigare preparerades Paraloid B-72 med toluen eller xylen, men på grund av deras toxicitet har den vardagliga användning av dessa medel fasats ut och användningen har således avtagit. Aceton eller etanol rekommenderas istället som ersättare (Koob, 1986). Avlägsning av åldrad Paraloid B-72 kräver fortsatt de aromatiska ämnen, toluen och xylen, alternativt starkt polära lösningsmedel (Digney-Peer m.fl., 2020; Horie, 2010). Valet av lösningsmedel påverkar materialets egenskaper och preparering med aceton anses ge en snabb torktid väl anpassad för användning som adhesiv. Det rapporteras att en lösning bestående av mer än 40 % etanol ger en längre torktid (Koob, 1986). För denna studie används Paraloid-B72 i etanol. En lång torktid kan vara negativt för användning som adhesiv, men kan tvärtom vara fördelaktigt för ett konsolideringsmedel. Det ger konsolideringsmedlet längre tid att tränga in i färgskiktets porer.

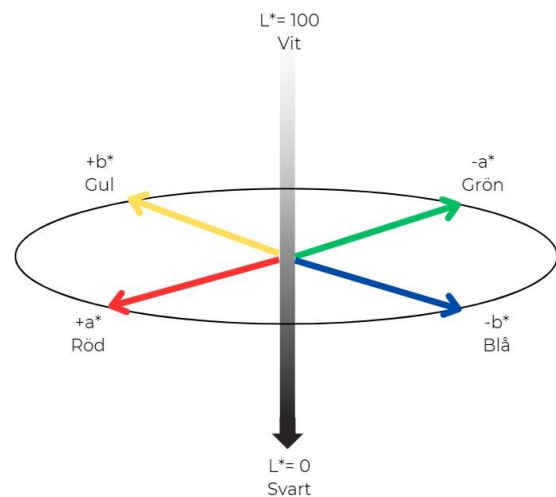
Tester har visat att Paraloid B-72 bibehåller sin löslighet efter exponering i både solljus och artificiellt ljus. Tvärbinding uppstår inte vid accelererad åldring men en viss oxidering kan ske. Materialet blir inte sprött trots att den bibehåller sin rigiditet och styrka vid åldring (Horie, 2010).

Analysmetoder

De analysmetoderna som används för denna studie har valts för dess förmåga att dokumentera förändringar som sker genom undersökningen. Detta material kan sedan användas för att analysera skillnaden mellan de olika analystillfällena och på så vis ge en djupare förståelse för vad som har skett.

Spectrofotometri

Färgförändring är en given aspekt av blinderingskador. Förändring inom graden porositet och porernas storlek, i färgens bindemedel, har kunnat kopplas till graden av blindering och hur vi uppfattar färgen (Genty-Vincent m.fl., 2015, 2017). Skadan påverkar inte färgens pigment utan manifesteras optiskt till följd av den fysiska skadan inom färgens bindemedel, vilket enkelt demonstreras genom vätning av den blinderade ytan och illustreras i figur 2 (Boissonnas, 1977; Genty-Vincent m.fl., 2017, 2018; Groen, 1988). Genom att numeriskt dokumentera provernas färgförändring kan processen kartläggas. Möjligheten ges således att analysera och jämföra den simulerade blinderingen och åtgärderna mot den första mätningen, det vill säga vid ett icke-blinderat tillstånd.



Figur 3 – En mycket enkel visualisering av hur de uppmätta värdena L^* , a^* och b^* tolkas. Illustration skapad av: Annica Drotz.

Genom undersökningen används en spektrofotometer, Konica Minolta CM-26d. Instrumentet läser av ljusreflektioner från provet som översätts till värden inom den internationella standardmodellen för färg CIELAB (A. B. Butterfield m.fl., 2016). Värdena kan jämföras med koordinater inom en tredimensionell sfär och representerar den uppmätta färgen. Mätningarna utförs på tre olika punkter på vardera prov, utefter en mall som använts för alla mätningar (se figur 5). Mätningarna avger värde för L^* , a^* och b^* , en visualisering av de olika koordinaterna i en tredimensionell rymd illustreras i figur 3 (Genty-Vincent m.fl., 2017). Färgskillnaden som uppmättes, återgiven i ΔE , mellan de olika mätillfällena ger en indikation om hur färgerna har förändrats (Catenazzi, 2017).

Nackdelen med spektrofotometri gällande blindering är att skadan är heterogen och skiftningar i skadans intensitet förekommer över hela provytan, på så vis kan skillnaden mellan de tre provtagningspunkterna vara mycket stor (Genty-Vincent m.fl., 2015; Groen, 1988). Som nämnts

tidigare utförs mätningar på tre punkter per prov, genom att räkna ut medelvärdet mellan dessa punkter bör dock potentiella skiftningar jämnas ut.

Mikroskopi

Optisk mikroskopi är ett mycket värdefullt verktyg inom konserveringsfältet. Inte minst inom praktiska utförande av åtgärder, men även vid analys och forskning. Många skador som orsakas av färgskiktets materialnedbrytning kan ses med blotta ögat, såsom ytavlagringar, sprickbildning eller färgförändring (Eastaugh & Walsh, 2020). Däremot kan det krävas ett mikroskop för att identifiera de fysiska och kemiska faktorer som ligger bakom skadan. Det har rapporterats att blinderade partier, vid undersökning i mikroskop, uppfattas som vitt med vad som kan beskrivas som en avsaknad av pigment (Lank, 1972). Utan användning av SEM kommer dessvärre inte porerna inom bindemedlet att kunna identifieras, men de vita fläckarna som Lank beskriver bör dyka upp (Genty-Vincent m.fl., 2015, 2017; Groen, 1988; Lank, 1972; Loon m.fl., 2020). Optisk mikroskopi används inte i denna studie för att identifiera existensen av porer, då etablerad forskning har fastställt porbildningen inom bindemedlet (Genty-Vincent m.fl., 2015; Groen, 1988). Istället kommer optiska mikroskop att användas för att dokumentera provernas eventuella ytförändringar för jämförelse mellan de olika stegen i undersökningen.

I många fall kan mikroskopi anses vara en destruktiv analysmetod, då ett prov av föremålet kan behövas (Eastaugh & Walsh, 2020). I detta fall är materialet redan placerat på ett objektglas och bör således kunna analyseras utan åverkan.

För denna studie har ett polariseradljusmikroskop, utan den polariserade effekten, använts. Proverna belystes med en dubbel svanhalsad fiberoptisk lampa, inställd för att ge en svag släpljuseffekt. Det mikroskop som användes var Leica DM 2700 P med tillhörande mikroskopsobjektiv (N Plan EPI 20x/0.40).

Fourier Transform Infraröd Spektroskopi (FTIR)

FTIR ger möjligheten att upptäcka förändringar i materialet genom att jämföra olika mätningar med ett referensmaterial (Stuart, 2007). En infraröd stråle passerar genom provet varpå en detektor analyserar det sätt på vilket atomerna i molekylen vibrerar. Rörelsemönstret hos atomerna beror på den absorbering eller transmittans av energi som strålen avger, detta noteras sedan som en topp eller en dal på ett spektrum. Genom att utmärka var på spektrumet som rörelsen sker kan olika molekylära bindningar eller funktionella grupper urskiljas (Stuart, 2007). Spektrumet sträcker sig från 4000 till 500 cm^{-1} . Spannet mellan 4000 och 1500 cm^{-1} , ibland uppdelat i ytterligare regioner, kallas för den funktionella grupp-regionen. Från denna del av spektrumet kan tydliga resultat extraheras (ACS, 2017; Stuart, 2007). Det resterande området, från 1500–500 cm^{-1} , benämns ofta som fingeravtrycksregionen och sägs vara unikt för varje molekyl (ACS, 2017). Detta område ger dock mycket opålitlig data gällande molekylen uppbyggnad, till skillnad från andra partier av spektrumet.

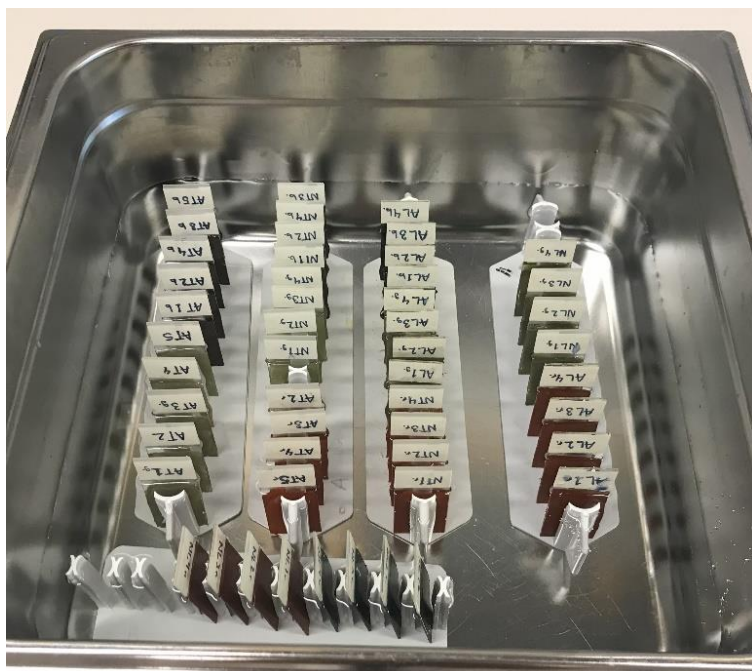
Detta område kan däremot användas för att undersöka om några förändringar har skett mellan två prover, eller identifiera ett okänt prov (Stuart, 2007).

För denna studie har en FTIR av modell Bruker ALPHA-R använts, med platinum-ATR och triglycinsulfat-detektor. Resultatet återges i en grad av transmittans i ett spektrum.

Experimentellt utförande

Blinderingsskador kan uppstå vid direkt kontakt med vatten eller indirekt vid exponering i fuktiga miljöer (Genty-Vincent m.fl., 2015; Groen, 1988; Wyld m.fl., 1980). Ur den litteraturstudie som utförts påträffades inga studier som kunde påvisa en åtskild skadebild beroende hur blinderingen uppstått. Däremot indikerar en undersökning att prover som sänkts ner i vatten resulterar i en snabbare benägenhet till blindering, än de som utsatts för exponering för fuktig miljö i en klimatkammare (Genty-Vincent m.fl., 2015). I studien används dock simulerad vattenskada för undersökning av blindering på fernissa. Likheten mellan blinderingsskador på fernissa och färgskikt tyder på att samma förlopp borde vara applicerbart även på färgskikt (Genty-Vincent m.fl., 2015).

Med hänsyn till detta valdes nedsänkning av proverna i avjoniserat vatten som metod för att skapa blindering på undersökningens prover. Figur 4 illustrerar hur proverna arrangerades i ett kärl av rostfritt stål. Hela den bemålade ytan av objektglasets sattes under vatten.



Figur 4 – Proverna arrangerades i provrörsstativ för att se till att den bemålade ytan fick maximal kontakt med vattnet.



Figur 5 – Mall för spektrofotometrimätningar, till vänster, bredvid prov AL1b efter åtgärd.

Konsolideringsmedlen preparerades enligt litteraturen och innehåll är angivet i tabell 1. Magnetorrörare användes för att snabbare lösa upp granulaten, i de valda lösningsmedlen. Vardera konsolideringsmedel applicerades sedan relativt flödigt med pensel på sin angivna plats. Området för applicering baseras på samma mall som användes för spektrofotometrimätningarna, se figur 5. Under medlets verksamma tid användes sedan penseln för att 'förflytta' konsolideringsmedlet över provytan för att få en bättre fördelning. Proverna läts sedan torka i 1–2 timmar innan den sista undersökningen i mikroskop och sista provtagningen med spektrofotometer utfördes.

Tabell 1 – Innehållsförteckning för samtliga konsolideringsmedel som används i studien.

Konsolideringsmedel	Koncentration	Innehåll av konsolideringsmedel och lösningsmedel
Klucel-G	2%	3g Klucel-G 150ml Etanol
Funori	1%	0,25g Funori 25g Kallt vatten (avjoniserat)
Aquazol 200	2%	0,5g Aquazol 200 25g Vatten (avjoniserat)
Regalrez 1094	10%	2,5g Regalrez 1094 25g Mineralterpentin
Laropal A81	10%	2,5g Laropal A81 25g Etanol
Paraloid-B72	5%	2,5g Paraloid-B72 50g Etanol

Samtliga prover analyserades i mikroskop före och efter den simulerade vattenskadan. Efter vattenskadan noterades vita fläckar på alla prover, se figur 6. Fläckarna upplevs vara belägna på toppen av färgskiktet, men i vissa fall även i underliggande lager, se figur 7. Med hjälp av en spatel kunde belägningen avlägsnas, men samma blinderade effekt uppkom återigen. Vid kontakt med oljan från fingrar mätades ytskiktet, men precis som innan återgick det till sitt blinderade stadie. Belägningen efterliknar inte den som uppstår vid förtvålning eller efflorescence, däremot finns en tydlig likhet till blooming. En analys av belägningen genomfördes med FTIR för att identifiera om en kemisk förändring skett. Samtliga testerna utfördes på referensproverna efter det att den huvudsakliga undersökningen slutförts. Testerna påverkar således inte resultatet för den huvudsakliga undersökningen.

3 - Resultat

Blinderingen på de åldrade proverna upplevs som relativt svag vid jämförelse med de icke-åldrade proverna, se AL4r och NL4r i figur 8–9. De prover som var preparerade med bränd umbra, AL1b-AL4b, tycks ha genomgått störst förändring under den simulerade vattenskadan. Beträffande proverna med grön jord-pigment, AL1g-AL4g, kan det konstateras att partier med mer markant



Figur 6 – Prov NL4b efter blinding i simulerad vattenskada. Visar den beläggning som påträffades vid undersökning av proverna efter vattenbadet.



Figur 7 - Mikroskopbild av prov AL1g efter konsolidering med Funori. Tydliga fläckar kan ses på ytan men även i det underliggande skiktet.

blinding har börjat bildas även om provet generellt är relativt opåverkat. Likaså kan det på de röda proverna, utförda med bränd sienna, AL1r-AL4r, om än mycket svag blinding. Den simulerade vattenskadan tycks ha påverkat färgens glans snarare än att orsaka direkta eller tydliga blindingsskador.

Mätdata från spektrofotometern, se figur 15, tydliggör den svaga grad av blinding som uppkommit efter exponering i vattenbadet. Som nämnt ovan är det främst de bruna proverna där en förändring har skett, vilket också återspeglas i den uppmätta data som redovisas nedan.

Från figur 15 indikeras också en trend för samtliga åldrade prover preparerade med bränd sienna och grön jord. Dessa prov tycks ha uppmätt ett så pass lågt värde efter blinding att åtgärderna gör mer åverkan på färgförändringen än blindingen. Det bör noteras att färgen på det åldrade gröna referensprovets, AL4g, är något mindre täckande än det övriga proverna och uppfattas således som ljusare, se AL4g i figur 8, 10 och 13.

Konsolidering

Här nedan presenteras resultatet för vardera konsolideringsmedel som testats i studien.

Resultaten för varje konsolideringsmedel kommer att redovisas utifrån och utefter följande variabler: optiskt bedömning, mikroskopiering och dess spektrofotometri data.

Klucel-G

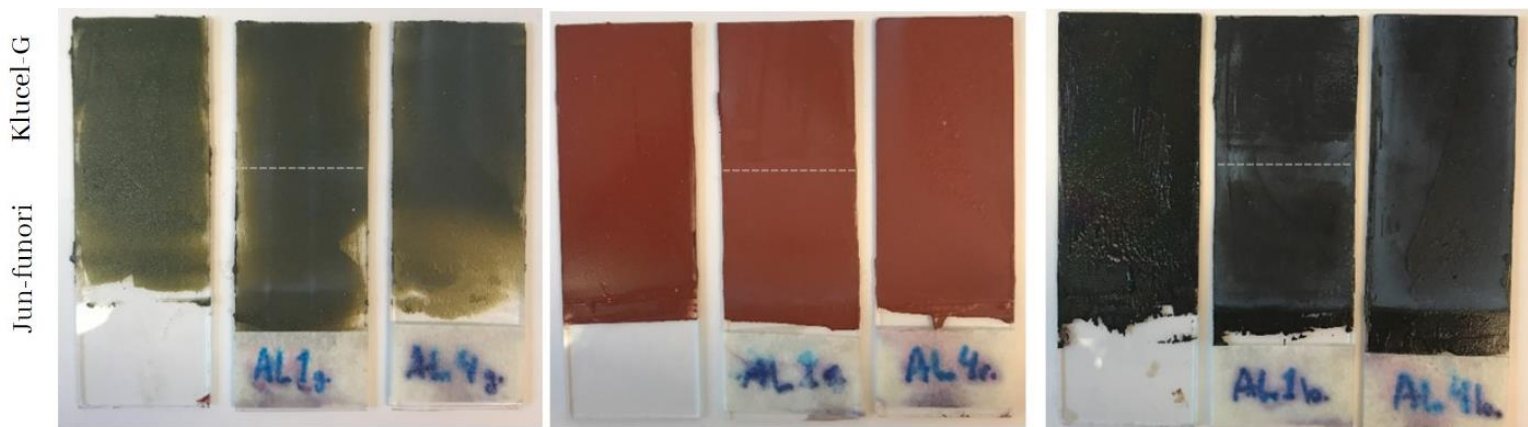
Klucel-G har testats på de övre partierna av proverna i figur 8–9.

På prov AL1r och AL1b kan tydliga och ojämna färgförändringar noteras över hela provytan efter konsolideringsmedlet applicerats. Vissa partier av färgskiktet tycks ha påverkats mer av konsolideringen än andra. Åtgärden på AL1b upplevs ge en bättre korrigerings än de utförda på AL1r. De gröna proverna, både AL1g och NL1g, har streckad blinding och dessa kan urskiljas tydligt även efter åtgärd. Jämfört med provets mitt parti, där ingen åtgärd utförts, kan det dock noteras att Klucel-G ger en viss minimering av den blinderade effekten.

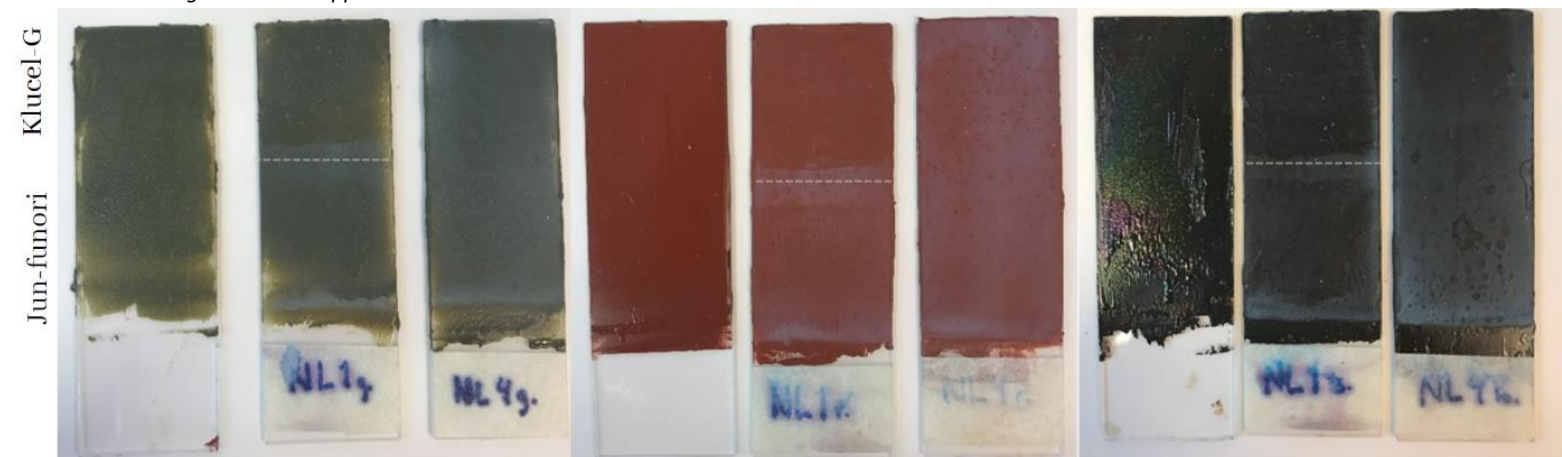
På de icke-åldrade proverna uppfattas åtgärden som mer enhetlig, än den som utfördes med samma medel på de åldrade proverna. När proverna NL1g, NL1r och NL1b jämförs med de två referensproverna syns det att en tydligt korrigerings har skett, men att de fortsatt innehar blindingens något dammiga utseende.

De bilder som tagits genom mikroskop återspeglar de observationer som gjorts vid den okulära bedömningen av konsolideringsåtgärderna och dess resultat.

Mätningarna gjorda med spektrofotometer styrker också till stor del de observationer som gjorts gällande okulär bedömning och mikroskopi. Grafen i figur 15 indikerar att prover med bränd umbra



Figur 8 – Prov AL1g, AL1r och AL1b efter åtgärd. Placerade mellan icke-blinderad referens, till vänster och blinderad referens, till höger. Ett sträck har placerats mellan de två provytorna för att illustrera var skiljelinjen för åtgärderna går. Texten till vänster indikerar vilket konsolideringsmedel som applicerats var.



Figur 9 - Prov NL1g, NL1r och NL1b efter åtgärd. Placerade mellan icke-blinderad referens, till vänster och blinderad referens, till höger. Ett sträck har placerats mellan de två provytorna för att illustrera var skiljelinjen för åtgärderna går. Texten till vänster indikerar vilket konsolideringsmedel som applicerats var.

(AL1b och NL1b) har reagerat mest på åtgärderna med Klucel-G, oavsett ålder. De icke-åldrade provet med grön jord (NL1g) har även det gett ett gångbart resultat, med en minskning av färgförändring efter åtgärd. Resterande prover (AL1g, AL1r och NL1r) indikerar dock att färgförändringen har ökat efter åtgärd. Emellertid bör det anmärkas att skillnaden i mätvärde mellan den andra och tredje mätningen för de icke-åldrade röda provet (NL1r) är marginell. Resultatet kan således jämföras med en brist på förändring, något som motsägs vid den okulära bedömningen.

Funori

Funori har testats på de nedre partierna av proverna i figur 8–9.

Utifrån bilderna ovan är det tydligt att Funori har gett ett bristande resultat för konsolidering av de blinderade partierna på samtliga prover. En mycket liten förändring har påvisats på de gröna och röda åldrade proverna (AL1g och AL1r), visuellt ser ytorna nästan opåverkade ut. Prover med bränd umbra ger ett inadekvat resultat, trots att de visuellt upplevs som det bäst presterande resultatet från konsolideringen med Funori.

Åtgärden upplevs lämna en organisk kant mellan de konsoliderade och icke-konsoliderade områdena. Det förekommer inga tydliga fläckar eller streck, men konsolideringen är dock mycket ojämn. Vid jämförelse med referenserna kan det konstateras att en betydlig blindering återstår efter åtgärd.

Från mikroskopibilderna kan det fastställas att graden av blindering som kvarstår efter åtgärd är större än för de andra åtgärderna. Detta avser främst de icke-åldrade proverna, men baserat på den mängd blindering som förekom på proverna innan åtgärd, uppskattas effekten vara ungefär densamma för de åldrade proverna.

Till skillnad från resultatet från den okulära bedömningen kvarstår mest blindering på de båda bruna proverna efter åtgärd. Medan de icke-åldrade röda och gröna proven (NL1g och NL1r) visar bäst resultat sett från mikroskopieringen.

Den mätdata som samlats för Funori indikerar att åtgärden har genererat en reducering i färgförändring för alla prover utom de åldrade gröna och röda proverna (AL1g och AL1r). Resultaten för de bruna proverna stödjer den okulära observationen och de båda proverna har en likvärdigt minskad färgförändring.

Aquazol 200

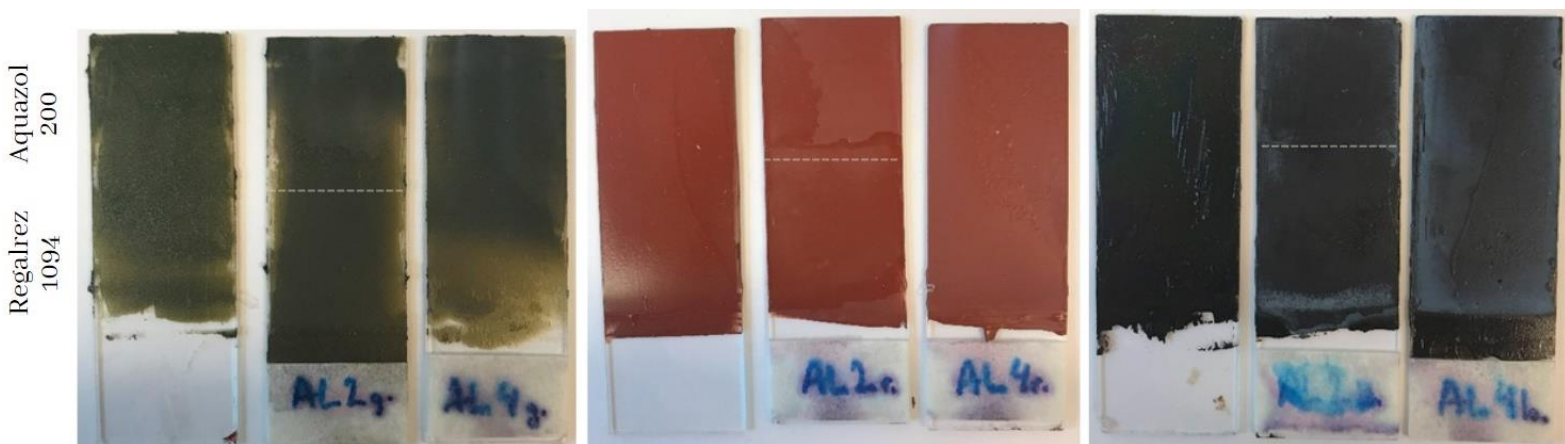
Aquazol 200 har testats på de övre partierna av proverna i figur 10–11.

Översiktligt ser Aquazol 200 ut att ge ett enhetligt, om något svagt, resultat på alla provytor. Samtliga provers utseende efter åtgärd uppskattas ligga mellan de båda referenserna, det vill säga något matta men utan tydlig blindering.

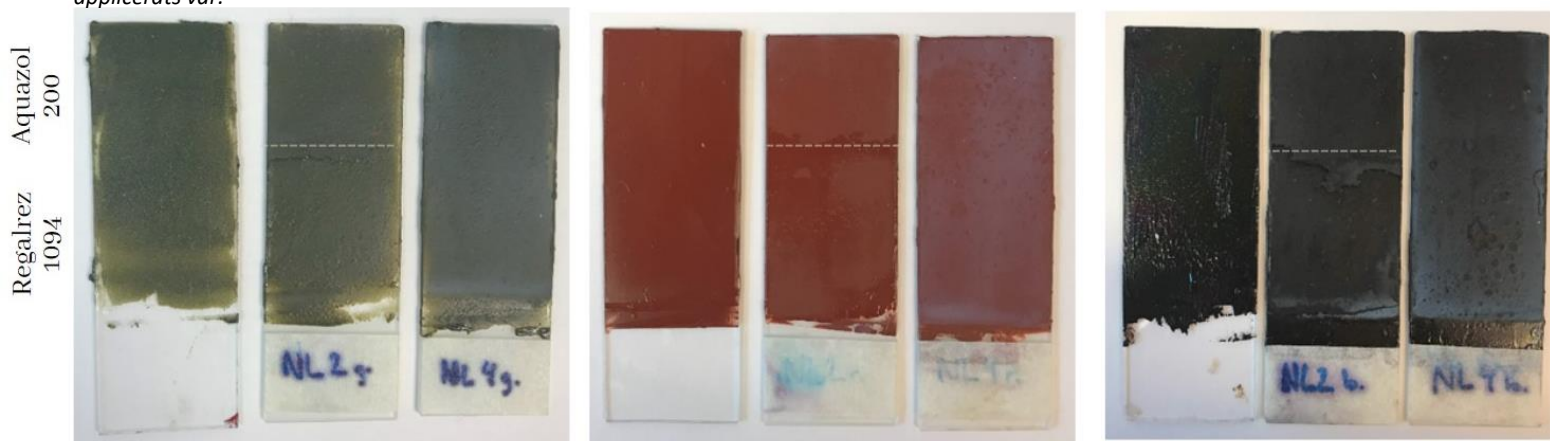
Det bruna åldrade provet (AL2b) upplevs som det främsta resultatet för åtgärd med Aquazol 200, gällande korrigerande av blinding. Däremot kan det konstateras att åtgärden blivit något ojämn, med tydliga blinderade streck som återstår på vänster sida, se figur 10. Utöver detta tycks åtgärden inte lämna några åtgärdskanter eller fläckar, även om detta är något svårt att konstatera på grund av den kontaminering som förekommer mellan provytorna, orsakade av Regalrez 1094.

Det åldrade röda provet (AL2r) kontaminerats av Regalrez 1094 från det nedre partiet, vilket går att se på den vänstra sidan av det översta provområdet. På grund av detta har den högra sidan av provet granskats för bedömningen av Aquazol 200s resultat.

En tydlig likhet med resultaten från Klucel-G och Funori kan noteras vid granskning av mikroskopieringen. Det är främst hos de åldrade proverna som likheter i resultatet kan fastställas. De icke-åldrade proverna visar en något starkare reaktion och resultat på åtgärderna. Minskningen av blinding är större hos de icke-åldrade proverna men en märkbar grad av blinding kvarstår på proverna efter åtgärd.



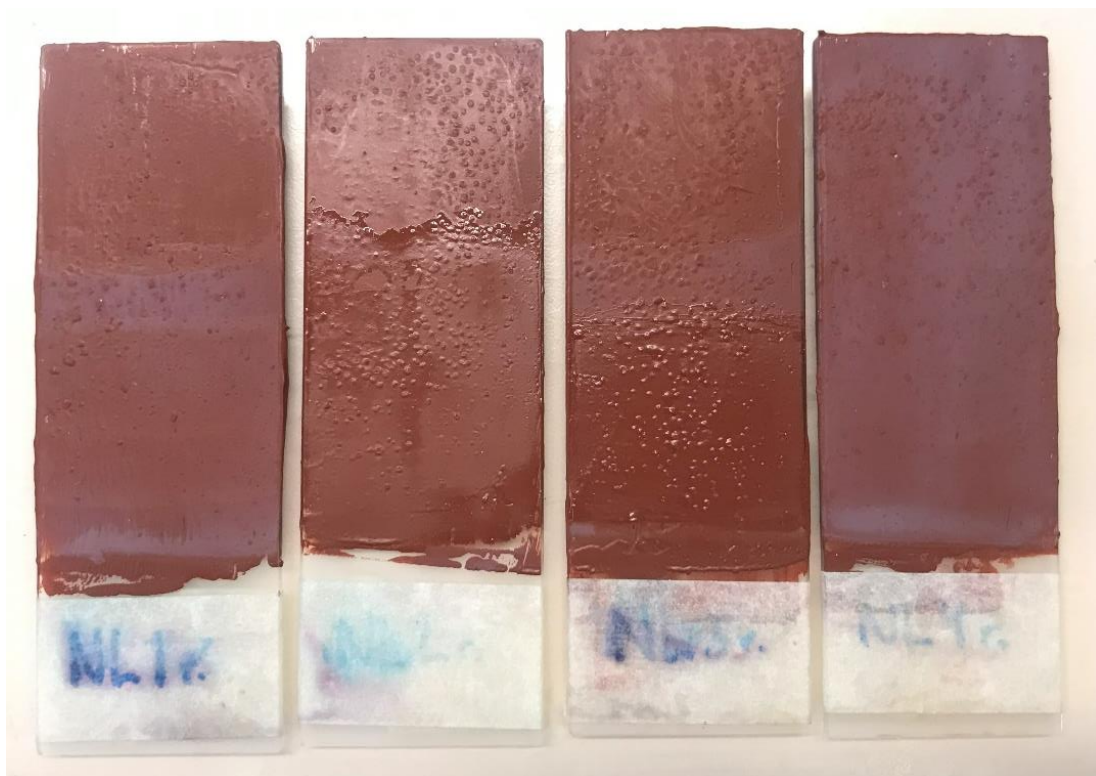
Figur 10 - Prov AL2g, AL2r och AL2b efter åtgärd. Placerade mellan icke-blinderad referens, till vänster och blinderad referens, till höger. Ett sträck har placerats mellan de två provytorna för att illustrera var skiljelinjen för åtgärderna går. Texten till vänster indikerar vilket konsolideringsmedel som applicerats var.



Figur 11 - Prov NL2g, NL2r och NL2b efter åtgärd. Placerade mellan icke-blinderad referens, till vänster och blinderad referens, till höger. Ett sträck har placerats mellan de två provytorna för att illustrera var skiljelinjen för åtgärderna går. Texten till vänster indikerar vilket konsolideringsmedel som applicerats var.

Mätningarna indikerar att åtgärderna på det åldrade bruna provet (AL2b) och det icke-åldrade gröna provet (NL2g) har lett till den största minskningen i färgförändring. Det icke-åldrade bruna provet (NL2b) visar också en minskning, om än något svagare. Resterande prover påvisar däremot en ökad färgförändring efter åtgärd.

Skillnaden mellan de två mätningarna från det icke-åldrade röda provet (NL2r), är mycket liten, precis



Figur 12- Samtliga prover av den röda färgen, illustrerar den glans och mättad av färg som uppstod efter åtgärd med Regalrez1094 (NL2r, nedre partiet) och Paraloid B-72 (NL3r, nedre partiet)

som resultatet för samma prov preparerat med Klucel-G.

Regalrez 1094

Regalrez 1094 har testats på de nedre partierna av proverna i figur 10–11.

Det mest noterbara med proverna för Regalrez 1094 är dess glans och vätningsförmåga. Figur 10–11 ger inte en tydlig bild av provytornas glans efter behandling, då de framstår som relativt matta när de fotas ovanifrån. När de fotas i en annan vinkel är glansen mycket distinkt, se figur 12.

Konsolideringsmedlet har skapat påtagliga åtgärdskanter och resultatet av konsolideringen är oregelbunden, sett till både täckning och glans. Denna ojämnhet är mest framstående på prover med bränd umbra och bränd sienna (AL2b, NL2b, NL2r och NL2r). Delar av provytan är mycket mättad medan andra ser nästintill opåverkade ut, något som förekommer oavsett provets åldring,

men är mest noterbart på de icke-åldrade proverna. De gröna proverna (AL2g och NL2g) tycks däremot ha fått en bra fördelning av konsolideringsmedel över hela ytan och ger ett någorlunda jämnt resultat. Det åldrade gröna provet upplevs däremot som något mörkare än innan åtgärd. Det icke-åldrade gröna provet och samtliga åldrade prover framstår som enhetligt och majoriteten av blinderingen tycks vara korrigerad, med undan tag från prov AL2b. På de icke-åldrade röda och bruna proverna (NL2r och NL2b) har små droppar av Regalrez1094 formats på ytan vilket, troligen orsakar provets ojämna effekt.

Mätningarna tyder på en generell reduktion av färgförändringarna hos de icke-åldrade proverna. Värdena uppmätta för prov NL2r indikerar en brist på förändring, vilket motsäger både mikroskopieringen och den okulära bedömningen. Mätningarna för de åldrade proverna understryker däremot den okulära bedömningen.

Laropal A81

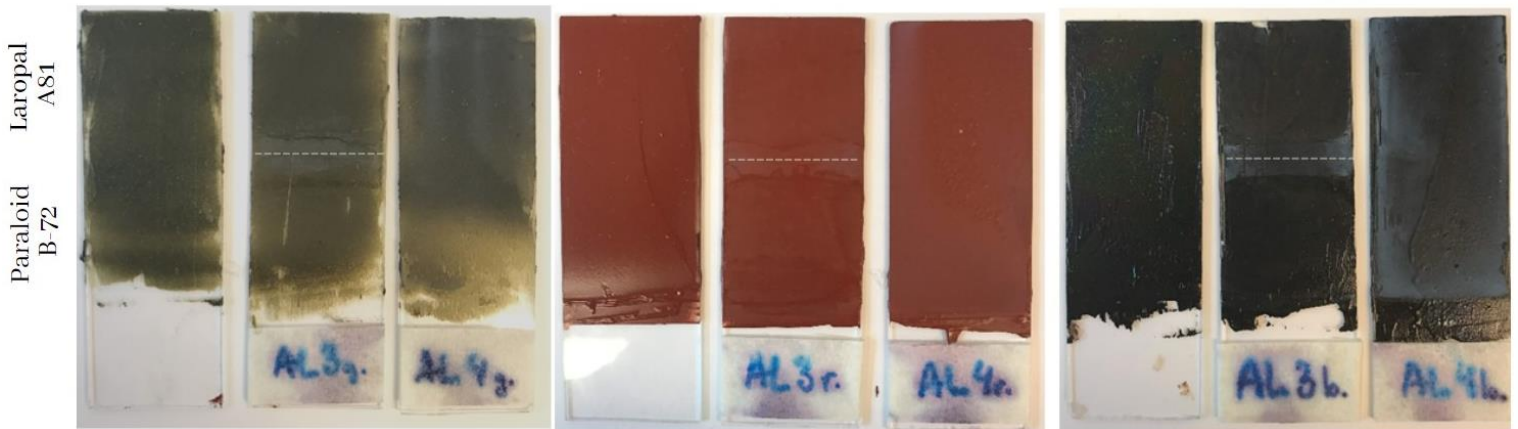
Laropal A81 har testats på de övre partierna av proverna i figur 13–14.

Åtgärden uppfattas som homogen på samtliga prover, däremot syns en tydlig kant där konsolideringen avslutats, se figur 13 och 14. Det noteras även att appliceringen i höger hörn av det icke-åldrade bruna provet (NL3b) är något fläckig, se figur 14.

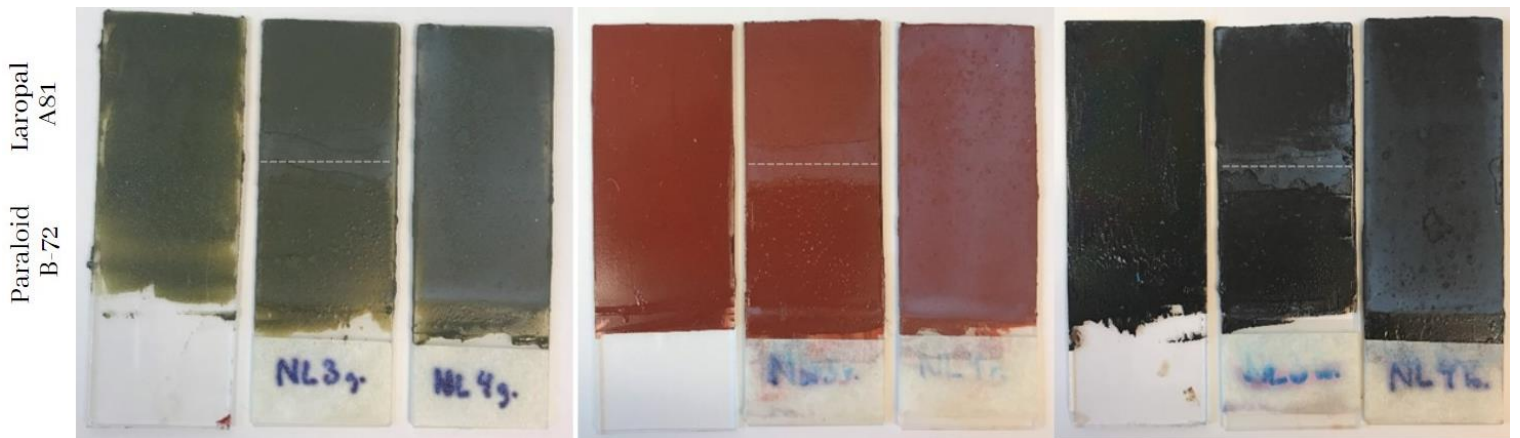
Tillskillnad från resterande prover uppvisar de röda proverna (AL3r och NL3r) en svagare reaktion på konsolideringen. Nyansen på dessa och de resterande proverna tycks återställas något efter åtgärden och efterlikna de icke-blinderade referensprovet.

Utifrån mikroskopbilderna kan det fastställas att Laropal A81 har genererat det bästa resultatet gällande både utseende efter åtgärd och korrigerig av blinderingen. Genom de tidigare redogörelserna kan en trend noteras, där åtgärdernas korrigerig av blinderingen på samtliga prover med bränd umbra har minst effekt. Laropal A81 är inget undantag, men blinderingen som kvarstår på dessa prover är minimal gentemot de andra åtgärderna.

Data från spektrofotometern bekräftar de anmärkningar som gjorts gällande okulär bedömning och mikroskopi, med undantag från prover (AL1-4g och AL1-4r) som ingår i en övergripande trend för hela undersökningen.



Figur 13 - Prov AL3g, AL3r och AL3b efter åtgärd. Placerade mellan icke-blinderad referens, till vänster och blinderad referens, till höger. Ett sträck har placerats mellan de två provytorna för att illustrera var skiljelinjen för åtgärderna går. Texten till vänster indikerar vilket konsolideringsmedel som applicerats var.



Figur 14 - Prov NL3g, NL3r och NL3b efter åtgärd. Placerade mellan icke-blinderad referens, till vänster och blinderad referens, till höger. Ett sträck har placerats mellan de två provytorna för att illustrera var skiljelinjen för åtgärderna går. Texten till vänster indikerar vilket konsolideringsmedel som applicerats var.

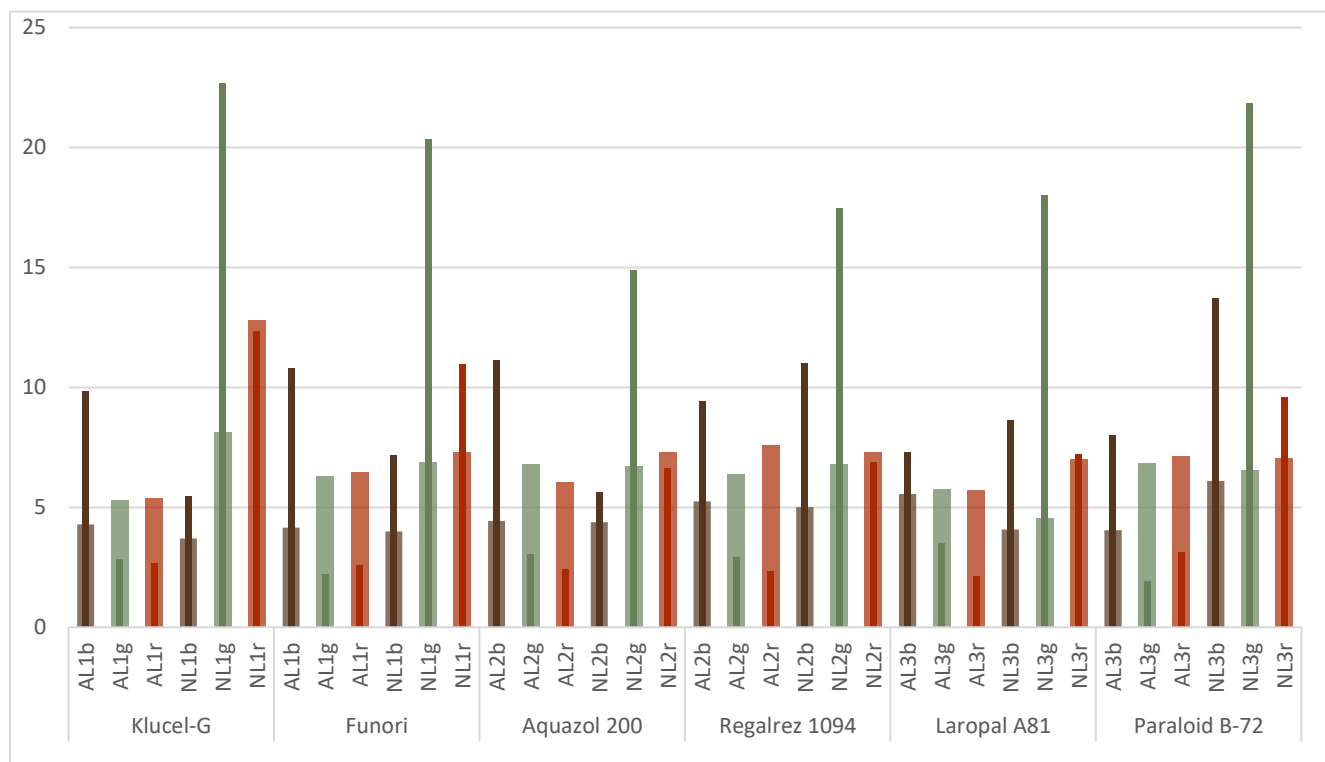
Paraloid B-72

Paraloid B-72 har testats på de nedre partierna av proverna i figur 13–14.

Likt resultatet för Requalrez 1094 är provernas mest noterbara faktor den glans som konsolideringsmedlet tillför. Konsolideringen upplevs relativt enhetligt på alla provytor, bortsett från den utbredda fläckbildningen på det röda åldrade provet (AL3r). Samtliga prover ser också ut att ha återfått en närliggande nyans till det icke-blindederade referensen, åtgärden upplevs som nyapplicerad även efter torkning. Det kan fastställas att tydliga åtgärdskanter uppstår efter konsolideringen.

Likt resultatet för Laropal A81 kan mikroskopibilderna klargöra att majoriteten av blinderingen har korrigerats. Paraloid B-72 uppvisar störst skillnad i mängd blindering innan och efter åtgärd av de konsolideringsmedel som testades.

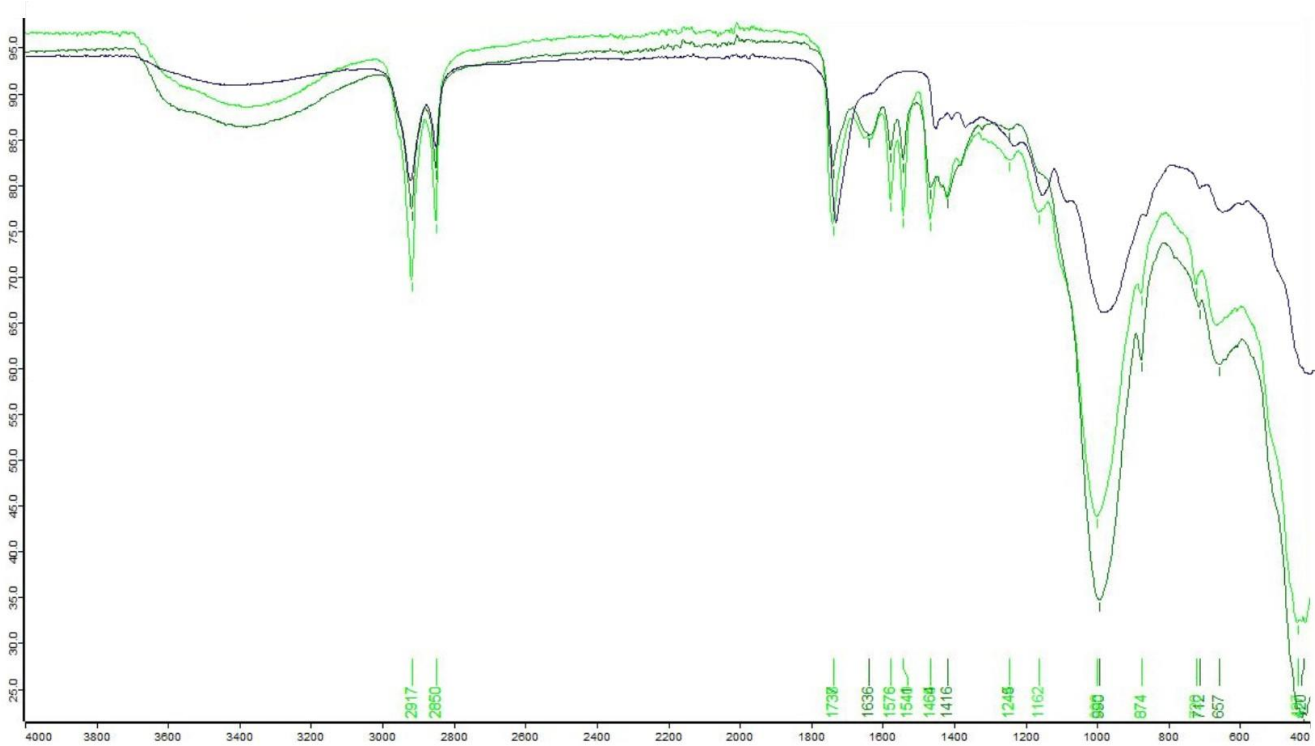
Mätningarna pekar på en minskning av blinding efter åtgärd för samtliga prover, vilket styrker de observationer som gjort i samband med mikroskopieringen. Det motsätter dock den okulära bedömningen, men analysmetoden tar inte hänsyn till glans.



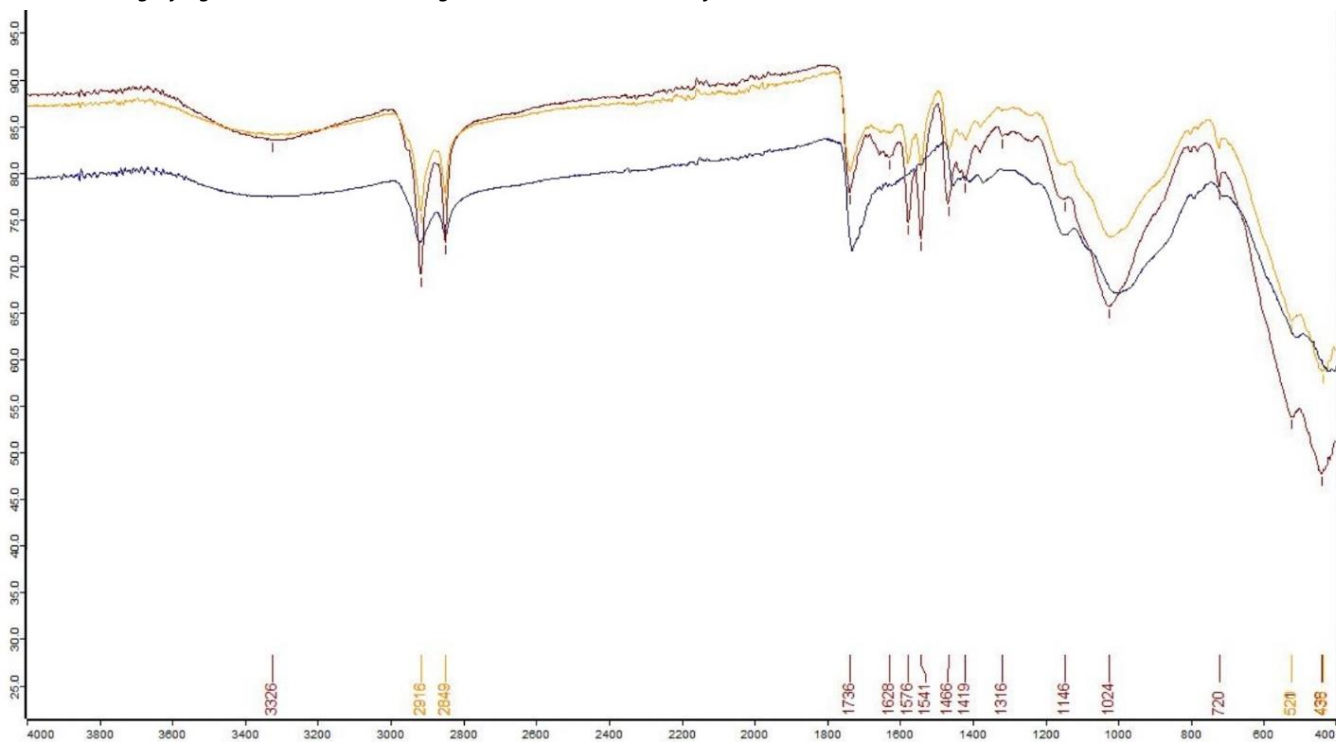
Figur 15 – Representation av skillnad i ΔE mellan blinderade och konsoliderade provområden. Stapelns färg härleds till färgen av provet. De smalare och opaka staplarna indikerar mätningen som utförts efter blinding. De bredare och mer transparenta staplarna innebär att mätningen gjorts efter åtgärd.

FTIR- analys

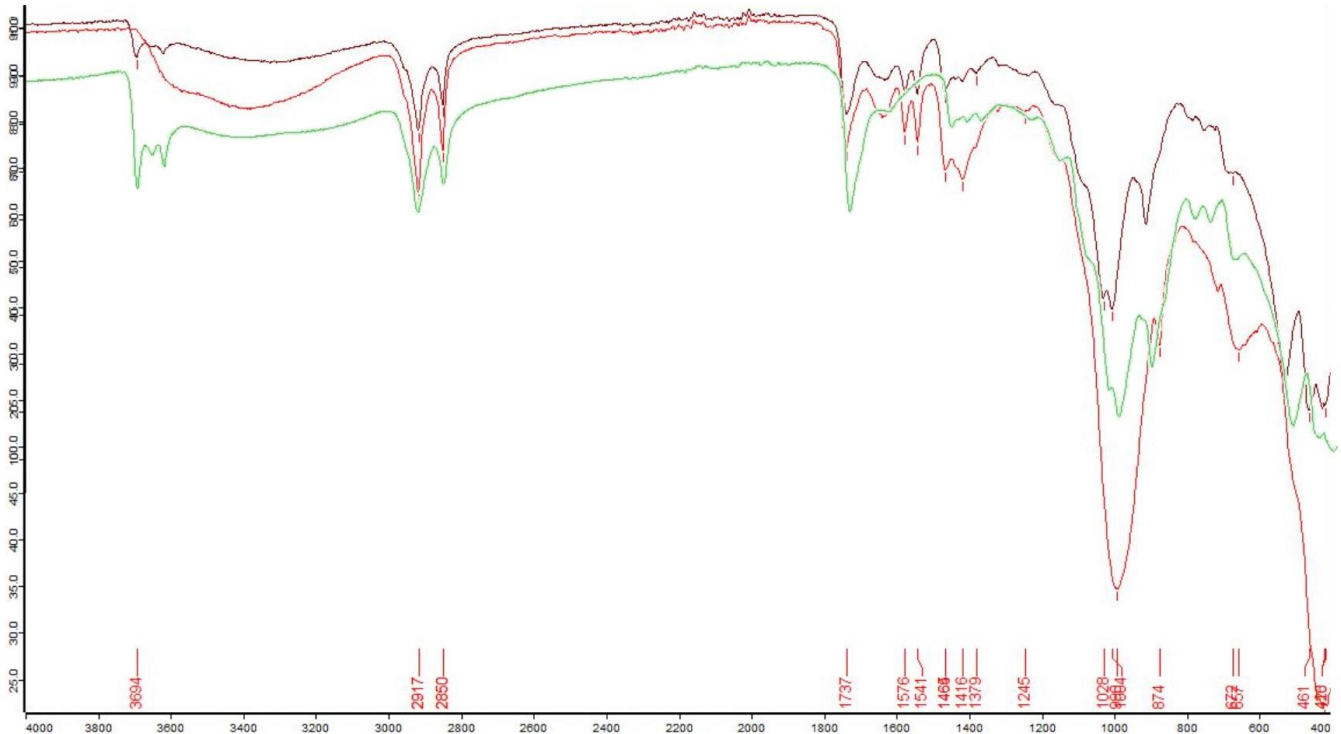
Nedan återges spektra från FTIR analys. Varje figur innehåller tre mätningar: ett åldrat och ett icke-åldrat prov, samt en referens. Alla mätningar har gjorts specifikt för denna studie. Mätningarna utfördes på de sex blinderade referensproven (AL4g-r-b och NL4g-r-b) medan referensmätningarna för FTIR analysen togs från de icke-blinderade referensproven. På samtliga prover kan en förändring gentemot referensen noteras, denna punkt förekommer mellan $1500-1600\text{cm}^{-1}$.



Figur 16 – Spektrum för FTIR- analys av grön jord.
 Förklaring: Ljusgrön – icke-åldrad Mörkgrön – åldrad Mörkblå – referens



Figur 17 - Spektrum för FTIR-analys av bränd umbra.
 Förklaring: Gul – icke-åldrad Brun – åldrat prov Mörkblå - referens



Figur 18 - Spektrum för FTIR-analys av bränd sienna.
Förklaring: Ljusröd- icke-åldrad Mörkröd - åldrad Grön - referens

Sammanfattning av resultat

Tabellerna nedan ger en översiktlig sammanfattning av resultatet från undersökningen. För mer utförlig information se avsnitten ovan med beskrivning av resultatet för varje konsolideringsmedel. Cellens färg indikerar hur åtgärden presterat inom de olika utvärderingskategorierna. Grönt = bra, gult = medioker, rött = undermåligt.

Tabell 2 – Tabellen ger en översikt av undersökningens resultat inom gruppen med åldrade prover.

Åldrade	Grön jord				Bränd sienna				Bränd umbra			
	Korrigerig	Fördelning	ΔE	Ytskikt	Korrigerig	Fördelning	ΔE	Ytskikt	Korrigerig	Fördelning	ΔE	Ytskikt
Klucel-G	Yellow	Yellow	Red	Green	Yellow	Red	Red	Green	Yellow	Red	Green	Green
Funori	Red	Green	Red	Green	Yellow	Green	Red	Green	Red	Red	Green	Green
Aquazol 200	Yellow	Green	Red	Green	Yellow	Green	Red	Green	Yellow	Yellow	Green	Green
Regalrez 1094	Green	Yellow	Red	Red	Green	Yellow	Red	Red	Green	Yellow	Green	Red
Laropal A81	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green
Paraloid-B72	Green	Green	Red	Red	Green	Yellow	Red	Red	Green	Green	Green	Red

Tabell 3 – Tabellen ger en översikt av undersökningens resultat inom gruppen icke-åldrade prover

Icke-åldrade	Grön jord				Bränd sienna				Bränd umbra			
	Korrigerig	Fördelning	ΔE	Ytskikt	Korrigerig	Fördelning	ΔE	Ytskikt	Korrigerig	Fördelning	ΔE	Ytskikt
Klucel-G	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Green	Red	Green	Yellow	Green	Green	Green
Funori	Red	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Red	Yellow	Green	Green
Aquazol 200	Red	Green	Green	Green	Yellow	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red
Regalrez 1094	Yellow	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Red	Green	Red
Laropal A81	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
Paraloid-B72	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Red

4 - Diskussion

Premissen för denna studie är att utforska redan etablerade material inom konserveringsfältet för att identifiera potentiella åtgärder som är lättillgängliga för yrkesaktiva konservatorer. En annan aspekt är att nya material tas i bruk mycket långsamt, även om åtgärderna utlovar utmärkta resultat (Goltz, Birkenbeul, m.fl., 2020). Studien har inte för avsikt att finna en felfri åtgärd i det här skedet, utan avser endast att utforska möjligheten av att identifiera en potentiell åtgärd för blinding bland de redan etablerade konserveringsmaterialen.

Inom konserveringen finns sällan en åtgärd som löser alla avarter av en skadebild, utan varje objekt och miljön runt objektet är unik. Det krävs således mer än ett alternativ för att hitta en optimal lösning på ett problem. Användningen av hygroskopiska material kan i okontrollerade miljöer skapa fler problem än den åtgärdar. I en stabil miljö, där medlet möter de övriga kriterierna som objektet kräver av åtgärden, kan ett hygroskopiskt konsolideringsmedel däremot vara den mest gynnsamma lösningen. Således gjorde valet att se på den bredare problematiken och var objekten kan befinna sig snarare än att fokusera på en specifik miljö och ett specifikt föremål.

I dagsläget finns ingen forskning om användandet av hygroskopiska material inom hantering av blindingproblematik. Visserligen uppstår skadan på grund av fukt och således kan det möjligen förvärra situationen. Trots detta är många av de komponenter som ingår i ett måleri redan hygroskopiska, till exempel pigment och substrat. Vidare undersökning hade krävts för att konstatera

om hygroskopiska material förvärrar blinderingen efter åtgärd eller inte. Från undersökningens samlade data går det dock att konstatera att de hygroskopiska materialen har presterat generellt sämre än de icke-hygroskopiska, se tabell 2–3. Däremot har ingen del av undersökningen påvisat att det är den hygroskopiska naturen hos dessa material som gör att de har presterat sämre. Det är mer troligt att det rör sig om materialens viskositet eller koncentrationen på lösningen.

Reversibiliteten hos Klucel-G och Funori är utmärkt. De är båda enkla att preparera och bidrar inte till negativ miljö- eller hälsopåverkan. Däremot presterar båda dessa konsolideringsmedel undermåligt i studien. Från mikroskopibilderna kan det noteras att en hög grad av blindering kvarstår även efter åtgärd. Detta är troligen kopplat till materialens viskositet som resulterar i att konsolideringsmedlet inte kan tränga in i porerna och således inte ger ett fullgott resultat. Om problemet grundar sig i viskositeten bör en lösning med lägre koncentration ge mer framgång, alternativ justering i valet av lösningsmedel. Det bör dock noteras att båda dessa material är hygroskopiska, vilket begränsar möjligheten för dess användning (Ashland, 2017; Catenazzi, 2017). Enligt rekommendationer bör materialen enbart användas i stabila och klimatsäkrade miljöer, vilket begränsar användbarheten av dessa ämnen (Catenazzi, 2017).

Aquazol 200, som också tillhör den hygroskopiska gruppen, ger en enhetlig fördelning över hela provytan men med en medelmåttig reduktion av blinderingen. Vid mikroskopiering framkommer det tydligt att kluster av blinderade partier kvarstår efter åtgärd. Ingen anmärkning kring fläckbildning gjordes vid den okulära bedömningen, däremot kan fläckbildningen styrkas av spektrofotometri-mätningarna. Möjligen är även detta en fråga om konsolideringsmedlets koncentration. Eftersom en 10% lösning anses vara adekvat för konsolidering, rör det sig mer troligen om molekylärvikten eller lösningsmedlet (Arslanoglu, 2004). Aquazol 50 har en bättre förmåga att tränga in i porerna och kombinerat med isopropanol hade d möjligen givit ett bättre resultat. Valet att använda Aquazol 200 grundade sig i dess kombination av egenskaper från de andra två molekylärvikterna, men kan ha varit ett felaktigt beslut för att ge ett gångbart resultat.

Regalrez 1094 och Paraloid B-72 återgav en nyans och mättnad näraliggande den icke-blinderade referensen. De uppfattas lika eftersom de har mättat färgskiktet och levererat glans i kombination med konsolideringen. Vid arbete med äldre föremål förekommer den här typen av nypreparerade utseenden och glansiga ytskikt mycket sällan. Vid åtgärder på moderna konstverk med hög glans kan detta dock vara ett möjligt alternativ. Brytningsindexet för den torkade filmen är troligen högre än färgens, vilket gör att färgskiktet mättas och ger en kraftigare färgförändring. Denna skillnad bidrar även till att de båda konsolideringsmedlen utvecklar tydliga kanter vid avslutad åtgärd.

Det är värt att notera den vätningsförmåga som Regalrez 1094 har, vilket gör det något svårare att arbeta med. Detta skulle kunna justeras genom att använda ett annat lösningsmedel. Bortsett från detta har Regalrez 1094 presterat relativt bra vad gäller att korrigera blindering.

Polaroid B-72 ger ett mycket bra resultat, sett ur dess möjlighet att korrigera blinderingen. Däremot bidrar konsolideringen till mer glans än vad som vanligen efterfrågas, även om det finns undantag.

Åldrade åtgärder med Polaroid-B72 kräver starka aromatiska lösningsmedel för att avlägsnas, således är användningen av denna metod inte att rekommendera när andra alternativ är gångbara (Digney-Peer m.fl., 2020; Horie, 2010). Paraloid-B72 anses i många fall vara reversibelt och inom ramarna för den moderna konserveringetiken möter den många kriterier (Appelbaum, 2007; Caple, 2000; Muñoz Viñas, 2005). Om åtgärden ses ur ett etiskt perspektiv kan appliceringen av Paraloid-B72 klassas som etisk (AIC, 1994; E.C.CO, 2003). När en åtgärd väljs bör även framtida borttagningar tas i beräkning. Fastän åtgärden fortsatt kan anses som reversibel är den i majoriteten av fallen inte etisk, då användningen av aromatiska lösningsmedel utgör en risk för den utförande konservatorns hälsa. Detta är en avvägning som får göras i beroende på situationen och tillgängligheten av skyddsutrustning, men när andra alternativ finns bör dessa prioriteras. Utöver detta är prepareringen, av Paraloid-B72, den mest tidskrävande av de konsolideringsmedel som testats även om det är lättillgängligt.

Laropal A81 har tillsammans med Paraloid B-72 presterat de bästa resultaten gällande korrigeringen av blinding. De har båda liknande positiva egenskaper, som dess kemiska stabilitet och bra åldringsförmåga. Till skillnad från Paraloid B-72 behåller Laropal A81 sin grad av löslighet, vilket gör att den kan avlägsnas med ketoner eller alkoholer (Goltz, Proctor, m.fl., 2020). Åtgärdskanter har noterats på provytan och precis som för de andra materialen skulle detta kunna motverkas genom användningen av ett annat lösningsmedel. Alternativ skulle dessa kanter kunna undvikas genom att applicera åtgärden genom ett tunt lager japanpapper.

Det finns en tydlig skillnad på graden av blinding som uppkommit mellan de icke-åldrade och de åldrade proverna. Bilderna som syns i resultatavsnittet indikerar att de icke-åldrade proverna har utvecklat blinding i större utsträckning. Här upplevs de blinderade referensproverna som något grå och dammiga medan de åldrade proverna främst ser ut att ha tappat sin glans. Utan vidare undersökning är det svårt att förklara exakt vad som ligger bakom detta. Däremot finns det troliga skäl för att det rör sig om polymeriseringen som skett hos de åldrade proverna, i och med den accelererade åldringsprocessen (Loon m.fl., 2020). Tvärbindingarna som sker när oljefärgen härdats kan antas ge ett partiellt skydd mot den reaktion som sker vid blinding. Detta leder till frågan om det finns en punkt där skyddet avtar, eller om polymeriseringen av oljefärgen fortsätter att ge ett ökat skydd under åldringsprocessen. En vidare undersökning med accelererad åldring som omfattar olika grader av åldring hade kunnat ge ett tydligare svar på denna tendens.

Som nämnts upptäcktes en beläggning på det yttersta färgskiktet efter den simulerade vattenskadan. Då effekten kvarstår även efter avlägsnande av beläggningen går det inte att avskriva möjligheten om att både blinding och en ytbläggning har bildats under den simulerade vattenskadan. Den beskrivning som Lank (1972) anger sin artikel kan sägas matcha det utseende som förekommer på mikroskopibilderna i fråga. Bristen på mikroskopibilder av blinding i litteraturen innebär dock att det är svårt att konstatera om detta är det typiska utseendet för skadan. Beläggningen kan beskrivas som fläckar med ett organiskt utseende och det finns en tydlig likhet till det utseende som "blooming" kan ha på föremål. På grund av den utbytbara användningen av ord för att förklara en blindingliknande skador, som beskrivits i tidigare forskning, är det svårt att urskilja om blooming

faktiskt är densamma som blinding, just vad gäller måleri. Blooming är mer vanligt förekommande på andra material, som metall, trä och läder, även om det finns noterade fall av blooming även på måleri (Ordonez & Twilley, 1997).

För att undersöka kompositionen av ytbeläggningen utfördes en FTIR-analys. Från resultaten kan det konstateras att undersökningens prover och referenser förblir relativt lika genom den funktionella grupp regionen. Däremot syns en tydlig förändring vid gränsen till fingeravtryck regionen, det vill säga runt $1600\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$, vid samma område på samtliga spektra kan en förändring urskiljas. Vidare undersökningar krävs för att kunna fastslå vad det är som har förändrats, troligen kan detta dock korreleras till det faktum att proverna för denna undersökning har blinderats till skillnad från referensen. Samtliga mätningar av undersökningens blinderade prover visar upp liknande mönster. Om skillnaden gentemot referensen hade grundat sig i provernas åldring hade det förekommit en skillnad även mellan de två blinderade proverna, vilket de inte gör.

5 - Sammanfattning och slutsats

En stor del av vårt skandinaviska kulturarv utgörs av föremål som befinner sig i fuktiga miljöer. Dessa miljöer kan bidra till en relativt bra bevarandemiljö ur vissa aspekter, men kan även ge upphov till blindingsskador på bemålade föremål. Forskning har visat att blinding kan fortgå tills dess att färgensbindemedel är fullständigt nedbrutet. Kulturhistoriska miljöer innefattar både historiska, kulturella konstnärliga värden, ofta nära knutna till varandra. Att ett föremål förlorar sin färg skulle därför inte bara innebära en förlust av det konstnärliga värdet, utan i många fall hade det även inneburit en förminskning av det kulturella och historiska värdet. Trots att pigmentet finns kvar förmedlas inte längre det uttryck som platsen en gång hade. Detta skulle i värsta fall kunna leda till en falsk uppfattning av platsen, inte olik den nyklassicistiska tolkningen av grekiska statyer som helt vita.

Tidigare forskning har fokuserat på mekanismen bakom blinding: vad som orsakade den, hur den uppkommer och andra aspekter som präglar skadebilden. Ytterst lite har publicerats gällande eventuella behandlingar av blinding och det som har föreslagits är svårtillgängligt. Avståndet mellan forskare och yrkesaktiva konservatorer är relativt stort och att introducera ett nytt material kan ta tid. I många fall grundar sig detta i en begränsad ekonomi och brist på tid och möjlighet att sätta sig in i nya material. Således har avsikten med denna studie varit att använda material som redan brukas inom fältet, med förhoppningen att detta skulle kunna minska gapet. Det vill säga att en ny åtgärd för blinding skulle kunna implementeras snabbare hos yrkesaktiva konservatorer.

Denna studie avser en enskiktsrekonstruktion av ett färgskikt, vilket skiljer sig betydligt från en tavla eller ett bemålade föremål. Modelleringen ger möjligheten att minimera föremålens komplexitet och endast undersöka en aspekt, i detta fall färgskiktet. Att förstå en aspekt kan ge klarhet och djupare förståelse vid senare undersökningar av föremålens helhet.

Tre färger med tre olika pigment preparerades och grupperades i två grupper om fyra prover av varje färg. Hälften av proverna åldrades i en klimatkammare medan resterande prover lufttorkades. Proverna utsattes sedan för en simulerad blindingsskada, avsett att emulera en direkt vattenskada. Detta utfördes genom att placera proverna i ett vattenbad under en begränsad tid. Genom att designa studien med två provgrupper bestående av både åldrade och icke-åldrade modeller gavs möjligheten att undersöka vilken inverkan som provets ålder har på blinding. Således kunde det konstateras att polymeriseringen som sker när oljefärgen härdas ger ett visst skydd för de åldrade proverna. En ytterligare provgrupp med ytterligare åldring hade kunnat inkorporeras för att fastslå när eller om detta skydd avtar. Denna kunskap skulle kunna leda till förbättrade riskbedömningar ur ett samlingsförvaltningsperspektiv.

De konsolideringsmedel som undersöktes i denna studie valdes utifrån deras tillgänglighet, reversibilitet och deras materialegenskaper. De konsolideringsmedel som undersöktes var Klucel-G, Funori, Aquazol 200, Regalrez 1094, Laropal A81 och Paraloid-B72. Skillnaden i graden av blinding mellan de två provgrupperna innebär att resultatet av konsolideringen är mer noterbart på det icke-åldrade proverna. Detta konstateras vid okulär bedömning men dementeras vid undersökning av både spektrofotometridata och mikroskopiering, då olika resultat framkommer för samtliga analysmetoder. Från spektrofotometrimätningarna syns en påtaglig skillnad mellan åldrade och icke-åldrade prov, medan mikroskopieringen indikerar att åtgärderna i största utsträckning presterat likvärdigt mellan de två grupperna. De två provgrupperna har således kunnat ge svar på ålderns inverkan på blinding men har inte uppvisat en skillnad mellan åtgärderna. Användning av andra analysmetoder hade kunnat ge klarhet i hur väl konsolideringsmedlen har trängt in i bindemedlets porer och åtgärdens hållbarhet. Från samlad analysdata kan det konstateras att Laropal A81 har givit det mest fullgoda resultatet för åtgärd av blinding, vad avser både visuella aspekter och förmåga att konsolidera. Tillsammans med Paraloid-B72 har Laropal A81 mest effektivt korrigerat blindingen, vilket kan urskiljas från mikroskopibilderna. Laropal A81 ger en matt yta och återger den nyans som färgen hade innan, men behåller en viss grad av patina. Det bör noteras att åtgärden efterlämna kanter, men detta bör kunna korrigeras med förändringar av lösningsmedel eller applikationssätt. Paraloid-B72 presterade också mycket väl, vad gäller korrigeringen av blindingsskadan. Däremot har den, precis som Regalrez 1094, ett något för glansigt visuellt intryck för att vara gångbart i de flesta situationer.

De hygroskopiska materialen, Klucel-G, Funori och Aquazol 200, har givit otillräckliga resultat, däremot återfinns inga indikationer på att resultaten är kopplade till de hygroskopiska egenskaperna. Vidare undersökningar kring den långsiktiga effekten av hygroskopiska material för åtgärder på blinding rekommenderas för att kunna utvärdera denna materialgrupp vidare.

Vid mikroskopiering, efter provernas blindingprocess, upptäcktes en ytbeläggning på proverna. I dagsläget går det inte att konstatera om detta är den vanliga skadebilden för blinding eller ett orelaterat ytfenomen. En FTIR-analys gjordes av samtliga referensprover, både blinderade och icke-blinderade. Dessa visar på en tydlig kemisk förändring under blindingprocessen. För att

konstatera den exakta orsaken och på vilket sätt som provet har förändrats krävs ytterligare undersökningar. Inga indikationer finns om denna förändring avser ytfenomenet eller blinderingen, alternativt om detta innefattar en och samma skada.

I och med att forskningen utvecklats har även användningen för olika termer som förklarar skador förändrats. Inom forskningen har termer som blooming, efflorescence och blindering (blanching) i vissa perioder varit utbytbara, vilket nu gör det svårt att särskilja de olika skadorna från de olika termerna. Resultatet från denna studie indikerar dock att blindering och blooming skulle kunna vara samma skada.

Denna studie har väckt fler frågor än den besvarat och dessa kräver vidare forskning. Vikten av att förstå blindering och kunna åtgärda den har vid flera tillfällen pekats ut. Denna kunskap ger oss inte bara möjlighet till effektiva åtgärder utan kan bistå med hjälp att bevara föremål innan blindering uppstår. Alla led av konservering gynnas av att förstå en skadas bakgrund och uppkomst.

Framtida forskning

Nedan följer en lista med aspekter av denna undersökning som kan vidareutvecklas i framtida forskning. Svar på dessa forskningsfrågor skulle ge en bättre förståelse för fenomenet blindering och hur det interagerar med vårt kulturarv.

- Var går gränsen för att en åtgärd ska klassas som etisk? Vilka risker utsätts kulturarvet för vid åtgärd av blindering eller brist på åtgärder?
- Vilka tillkommande komplikationer finns för skadan vid avlägsning av en tidigare åtgärd för blindering?
- Vilka åtgärder använder yrkesaktiva konservatorer i dagsläget för att behandla blinderingskador på färgskikt?
- Hur skiljer sig skadebilden av blindering beroende på substrat? Vilka komplikationer tillför olika substrat?
- Hur djupt behöver konsolideringsmedel tränga ner i porerna för att ge ett acceptabelt resultat?
- Hur påverkas resultatet om åtgärdernas koncentration eller lösningsmedel förändras? Hur påverkas åtgärdskanterna av ett långsammare evaporerande lösningsmedel?
- Hur hade resultatet förändrats om konsolideringsmedlen applicerades via Japanpapper? Skulle det minska överflödigt konsolideringsmedel och samtidigt ge bättre förutsättningar att nå bindemedlets porer?
- Hur skiljer sig tendensen till blindering mellan färger som innehåller hygroskopiska eller icke-hygroskopiska pigment?
- När slutar färgens polymerisering att skydda mot blindering och vilken inverkan har ålder och exponeringstid?
- Vad sker inom materialet när det blinderas och vad orsakar den förändring som noterats under denna studies FTIR-analys?

- Hur skiljer sig blinderingen mellan olika färgmedier?
- Vilka bindemedel är mest benägna att blinderas?

Källhänvisning

ACS, A. C. S. (2017, januari 1). *Infrared Spectroscopy*. ACS Reagent Chemicals.

<https://doi.org/10.1021/acsreagents.2008>

AIC, A. I. F. C. (1994). *Code of Ethics and Guidelines for Practice*. AMERICAN INSTITUTE FOR

CONSERVATION. <https://www.culturalheritage.org/about-conservation/code-of-ethics>

Appelbaum, B. (2007). *Conservation treatment methodology*. Butterworth-Heinemann.

Arslanoglu, J. (2003). Evaluation of the use of Aquazol as an adhesive in painting conservation. *WAAC Newsletter*, 25, 12–18.

Arslanoglu, J. (2004). Aquazol as used in conservation practice. *WAAC Newsletter*, 26, 10–15.

Ashland. (2017). *Klucel® Hydroxypropylcellulose (HPC)—Physical and Chemical Properties*.

https://www.ashland.com/file_source/Ashland/Product/Documents/Pharmaceutical/PC_11229_Klucel_HPC.pdf

Boissonnas, P. (1977). A Treatment for Blanching in Paintings. *Studies in Conservation*, 22(1), 43–44.

<https://doi.org/10.1179/sic.1977.006>

Burnstock, A., Odlyha, M., & Caldwell, M. (1993). 'A Technical Examination of Surface Deterioration of Stanley Spencer's Paintings at Sandham Memorial Chapel'. *ICOM Committee for Conservation tenth triennial meeting, Washington, DC, 22-27 August 1993: preprints*, 231–238.

Butterfield, A. B., Ngondi, G. E. N. E., & Kerr, A. K. (2016). CIE colour model. I A. Butterfield, G. E. Ngondi, & A. Kerr (Red.), *A Dictionary of Computer Science*. Oxford University Press.

<https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/acref/9780199688975.001.0001/acref-9780199688975-e-742>

Bylund Melin, C. (2017). *Wooden objects in historic buildings: Effects of dynamic relative humidity and temperature*. <https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/54179>

- Cama Villafranca, J. (2006). A living cultural heritage. The theory of restoration as a reference framework for defining intervention methodology for polychromed altarpieces. I F. Descamps (Red.), *Methodology for the Conservation of Polychromed Wooden Altarpieces* (s. 14–19). The Getty Conservation Institute.
https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/wooden_altarpieces.html
- Caple, C. (2000). *Conservation skills: Judgement, method and decision making*. Routledge.
- Carvalho, C. R., Osete Cortina, L., Araujo, M. E., Pérez-Marín, E., & dos Santos Bailao, A. M. (2021). Study on the impregnation of Laropal A81 to consolidate the wood support in easel paintings. *International Journal of Conservation Science*, 12(3), 869–878.
<https://riunet.upv.es/handle/10251/186043>
- Catenazzi, K. (2017). Evaluation of the use of Funori for consolidation of powdering paint layers in wall paintings. *Studies in Conservation*, 62(2), 96–103.
<https://doi.org/10.1080/00393630.2015.1131043>
- Cennini, C., Forsberg, K., & Lindberg, B. O. (2011). *Boken om målarkonsten = Il libro dell'arte*. Sekel.
- Cik Rohaida Che Hak, Foo, C. T., & Nor Azillah Fatimah Othman. (2015). *Field Emission Scanning Electron Microscope (FESEM) Facility in BTI*. NTC 2015: Nuclear Technical Convention 2015, Malaysia.
- Corsini, E., Luebke, R. W., Germolec, D. R., & DeWitt, J. C. (2014). PERFLUORINATED COMPOUNDS: EMERGING POPs WITH POTENTIAL IMMUNOTOXICITY. *Toxicology letters*, 230(2), 263–270.
<https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2014.01.038>
- Cotte, M., Checroun, E., Susini, J., & Walter, P. (2007). Micro-analytical study of interactions between oil and lead compounds in paintings. *Applied Physics A*, 89, 841–848.
<https://doi.org/10.1007/s00339-007-4213-4>

- Digney-Peer, S., Thomas, K., Perry, R., Townsend, J., & Gritt, S. (2020). The imitative retouching of easel paintings. I *Conservation of Easel Paintings* (2:a uppl.). Routledge.
- Estaugh, N., & Walsh, V. (2020). Optical microscopy. I *Conservation of Easel Paintings* (2:a uppl.). Routledge.
- E.C.CO, E. C. of C.-R. O. (2003). *E.C.C.O. Professional Guidelines (II) Code of Ethics*. European Confederation of Conservator-Restorers' Organisations. https://www.ecco-eu.org/wp-content/uploads/2021/03/ECCO_professional_guidelines_II.pdf
- Feilden, B. M. (2003). *Conservation of historic buildings* (3. ed.). Elsevier.
http://ezproxy.ub.gu.se/login?url=http://www.GU.ebib.com/EBLWeb/patron?target=patron&xtendedid=P_298483_0&
- Forsberg, C., & Wengström, Y. (2016). *Att göra systematiska litteraturstudier: Värdering, analys och presentation av omvårdnadsforskning*. Natur & kultur.
- Genty-Vincent, A., Eveno, M., Baglioni, P., Bastian, G., Ravaud, E., Uziel, J., Lubin-Germain, N., & Menu, M. (2018). Painted works of art degradations induced by water damages: Physico-chemical characterization and proposal of an adapted conservation treatment. *Cultural Heritage Facing Catastrophe: Prevention and Recoveries*, 127–130.
- Genty-Vincent, A., Eveno, M., Nowik, W., Bastian, G., Cabillic, I., Uziel, J., Lubin-Germain, N., & Menu, M. (2015). Blanching of paint and varnish layers in easel paintings: Contribution to the understanding of the alteration. *Applied Physics A*, 121(3), 779–788.
<https://doi.org/10.1007/s00339-015-9366-y>
- Genty-Vincent, A., Van Song, T. P., Andraud, C., & Menu, M. (2017). Four-flux model of the light scattering in porous varnish and paint layers: Towards understanding the visual appearance of altered blanched easel oil paintings. *Applied Physics A*, 123(7), 473.
<https://doi.org/10.1007/s00339-017-1092-1>

- Getty Research Institute. (u.å.). Blanching (clouding condition). I *Art & Architecture Thesaurus*. Getty Research Institute. Hämtad 16 mars 2023, från <http://vocab.getty.edu/page/aat/300252414>
- Goltz, M. von der, Birkenbeul, I., Horovitz, I., Blewett, M., & Dolgikh, I. (2020). Consolidation of flaking paint and ground. I *Conservation of Easel Paintings* (2:a uppl.). Routledge.
- Goltz, M. von der, Proctor, R. G., Whitten, J., Mayer, L., Myers, G., Hoenigswald, A., & Swicklik, M. (2020). Varnishing as part of the conservation treatment of easel paintings. I *Conservation of Easel Paintings* (2:a uppl.). Routledge.
- Groen, K. (1988). Scanning electron microscopy as an aid in the study of blanching. I I. McClure (Red.), *The first ten years: The examination and conservation of paintings, 1977 to 1987*. University of Cambridge. Hamilton Kerr Institute.
- Hedlund, H.-P. (1999). Bemålat trä. I M. Fjæstad (Red.), *Tidens Tand—Förebyggande konservering* (s. 208–217). Riksantikvarieämbetets förlag.
- Horie, C. V. (2010). *Materials for Conservation: Organic Consolidants, Adhesives and Coatings*. Taylor & Francis Group. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/gu/detail.action?docID=629942>
- Jonsson, T. (2016). *Metoder för behandling av blindingar med fokus på regenerering Med fallstudie från Göteborgs konstmuseum*. <https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/44677>
- Keune, K. (2022, september 15). *From model to painting: Added values and limitations of reconstruction and model-based research*. The Lecture Series “Current Topics in Heritage Science” of the IPERION HS Academy. <https://www.iperionhs.eu/lectures-series/>
- Koller, J., & Burmester, A. (1990). Blanching of Unvarnished Modern Paintings: A Case Study on a Painting by Serge Poliakoff. *Studies in Conservation*, 35(sup1), 138–143. <https://doi.org/10.1179/sic.1990.35.s1.029>

- Koob, S. P. (1986). The use of Paraloid B-72 as an adhesive: Its application for archaeological ceramics and other materials. *Studies in Conservation*, 31(1), 7–14.
<https://doi.org/10.1179/sic.1986.31.1.7>
- Lank, H. (1972). The Use of Dimethyl Formamide Vapour in Reforming Blanched Oil Paintings. *Studies in Conservation*, 17(sup1), 809–813. <https://doi.org/10.1179/sic.1972.17.s1.016i>
- Loon, A. van, Noble, P., & Burnstock, A. (2020). Ageing and deterioration of traditional oil and tempera paints. I *Conservation of Easel Paintings* (2:a uppl.). Routledge.
- Molinari, S. (2014). White phenomena on the surfaces of 24 unvarnished paintings by Willem Witsen. *CeROArt. Conservation, exposition, Restauration d'Objets d'Art, EGG 4*, Article EGG 4.
<https://doi.org/10.4000/ceroart.3994>
- Muñoz Viñas, S. (2005). *Contemporary theory of conservation*. Elsevier Butterworth-Heinemann.
<https://doi-org.ezproxy.ub.gu.se/10.4324/9780080476834>
- Ordonez, E., & Twilley, J. (1997). Clarifying the Haze: Efflorescence on Works of Art. *Analytical Chemistry*, 69(13), 416A-422A. <https://doi.org/10.1021/ac971692l>
- Patel, R., & Davidson, B. (2011). *Forskningsmetodikens grunder: Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Studentlitteratur.
- Percival-Prescott, W. W. (1978, oktober). The examination of paintings using high resolution contact micro radiography. *New Applications of Methods of Examination*. ICOM Committee for Conservation 5th Triennial Meeting Zagreb Yugoslavia 1-8 October 1978, Zagreb, Yugoslavia.
<https://www.icom-cc-publications-online.org/3779/The-examination-of-paintings-using-high-resolution-contact-micro-radiography>
- Stuart, B. H. (2007). *Analytical Techniques in Materials Conservation*. John Wiley & Sons, Incorporated.
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/gu/detail.action?docID=291268>
- van Loon, A., & Boon, J. (2005, september 1). *The whitening of oil paint films containing bone black*.

Wallén, G. (1996). *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*. Studentlitteratur.

White Surface Hazes. (2019, februari 18). Wiki. https://www.conservation-wiki.com/wiki/White_Surface_Hazes

Wyld, M., Mills, J., & Plesters, J. (1980). Some Observations on Blanching (with Special Reference to the Paintings of Claude). *National Gallery Technical Bulletin*, 4, 48–63.

Zhang, Y. (2022). *Partially perfluorinated derivatives as powerful components for artwork restoration* [Phdthesis, CY Cergy Paris Université ; Università degli Studi di Firenze]. <https://theses.hal.science/tel-03736246>

Appendix

Figur- och tabellförteckning

I det följande avsnittet redogörs material, analysmetoder och figurer.

Materiallista

Redogörelse av de material som använt under studien.

Material	Producent	Artikelnr.	Kommentar
<i>Kokt linolja</i>	<i>Oppboga Säteri</i>		
<i>Verona Green Earth</i>	<i>Kremer Pigmente</i>	<i>#11000</i>	
<i>Terra di siena, bränd</i>			<i>100% rent torrpigment</i>
<i>Bränd umbra</i>			<i>100% rent torrpigment</i>
<i>Klucel-G</i>	<i>PEL</i>	<i>993-0200</i>	
<i>Funori</i>	<i>Kremer Pigmente</i>	<i>#63477</i>	
<i>Aquazol® 200</i>	<i>Kremer Pigmente</i>	<i>#63902</i>	
<i>Regalrez® 1094</i>	<i>Kremer Pigmente</i>	<i>#67280</i>	
<i>Laropal® A81</i>	<i>Kremer Pigmente</i>	<i>#67204</i>	
<i>Paraloid-B72</i>	<i>PEL</i>	<i>422-9250</i>	
<i>Etanol</i>			
<i>Avjoniserat vatten</i>			
<i>Mineralterpentin</i>	<i>Nitor</i>	<i>500353489</i>	

Analysspecifikationer

Metod	Producent	Modell	Kommentar
Spectrofotometer	Konica Minolta	CM-26d	D65 som vit ljusstandard
Polariserandeljuskroskop	Leica	DM 2700 P	Med mikroskopobjektiv N Plan EPI 20x/0.40
Fourier Transform Infraröd Spektroskopi	Bruker	ALPHA-R	Med platinum-ATR och triglycinsulfat-detektor

Klimatkammare	CTS	C-20/200	Inställd till 40°C och RH 60%
---------------	-----	----------	-------------------------------

Figurtabell

Nedan följer en förteckning av alla figur och tabell texter.

Nr.	Figurtext
Figur 1	<i>Detaljbild från obelisk tillhörande Svanshals Kyrka. På bildens högra sida syns ett rött parti utan blinderingskador. Motsvarade parti på vänster sida visar upp en kraftig blinding.</i>
Figur 2	<i>För- och efterbild av vätning med alifatnafta på ett spegelparti tillhörande Risinge Kyrkas altarring från 1700-talet. Övre bilden visar hur partiet såg ut innan vätning och den nedre bilden visar partiet efter vätning.</i>
Figur 3	<i>En mycket simpel visualisering av vad de uppmätta värdena L^*, a^* och b^* kan tolkas. Illustration skapad av: Annica Drotz.</i>
Figur 4	<i>Proverna arrangerades i provrörsstativ för att se till att den bemålade ytan fick maximal kontakt med vattnet.</i>
Figur 5	<i>Mall för spektrofotometrimätningar, till vänster, bredvid prov AL1b efter åtgärd.</i>
Figur 6	<i>Prov NL4b efter blinding i simulerad vattenskada. Visar den beläggning som påträffades vid undersökning av proverna efter vattenbadet.</i>
Figur 7	<i>Mikroskopbild av prov AL1g efter konsolidering med Funori. Tydliga fläckar kan ses på ytan men även i det underliggande skiktet.</i>
Figur 8	<i>Prov AL1g, AL1r och AL1b efter åtgärd. Placerade mellan icke-blinderad referens, till vänster och blinderad referens, till höger. Ett sträck har placerats mellan de två provytorna för att illustrera var skiljelinjen för åtgärderna går. Texten till vänster indikerar vilket lösningsmedel som applicerats var.</i>
Figur 9	<i>Prov NL1g, NL1r och NL1b efter åtgärd. Placerade mellan icke-blinderad referens, till vänster och blinderad referens, till höger. Ett sträck har placerats mellan de två provytorna för att illustrera var skiljelinjen för åtgärderna går. Texten till vänster indikerar vilket lösningsmedel som applicerats var.</i>
Figur 10	<i>Samtliga prover av den röda färgen, illustrerar den glans och mättnad av färg som uppstod efter åtgärd med Regalrez1094 (NL2r, nedre partiet) och Paraloid B-72 (NL3r, nedre partiet).</i>
Figur 11	<i>Prov AL2g, AL2r och AL2b efter åtgärd. Placerade mellan icke-blinderad referens, till vänster och blinderad referens, till höger. Ett sträck har placerats mellan de två provytorna för att illustrera var skiljelinjen för åtgärderna går. Texten till vänster indikerar vilket lösningsmedel som applicerats var.</i>
Figur 12	<i>Prov NL2g, NL2r och NL2b efter åtgärd. Placerade mellan icke-blinderad referens, till vänster och blinderad referens, till höger. Ett sträck har placerats mellan de två provytorna för att illustrera var skiljelinjen för åtgärderna går. Texten till vänster indikerar vilket lösningsmedel som applicerats var.</i>
Figur 13	<i>Prov AL3g, AL3r och AL3b efter åtgärd. Placerade mellan icke-blinderad referens, till vänster och blinderad referens, till höger. Ett sträck har placerats mellan de två provytorna för att illustrera var skiljelinjen för åtgärderna går. Texten till vänster indikerar vilket lösningsmedel som applicerats var.</i>

<i>Figur 14</i>	<i>Prov NL3g, NL3r och NL3b efter åtgärd. Placerade mellan icke-blinderad referens, till vänster och blinderad referens, till höger. Ett sträck har placerats mellan de två provytorna för att illustrera var skiljelinjen för åtgärderna går. Texten till vänster indikerar vilket lösningsmedel som applicerats var.</i>
<i>Figur 15</i>	<i>Representation av spektrofotometer data. Stapelns färg härleds till färgen av provet. De smalare och opaka staplarna indikerar mätningen som utförts efter blinding. De bredare och mer transparanta staplarna innebär att mätningen gjorts efter åtgärd.</i>
<i>Figur 16</i>	<i>Graf för FTIR analys av bränd umbra. Förklaring: Gul – icke-åldrad Brun – åldrat prov Mörkblå - referens</i>
<i>Figur 17</i>	<i>Graf för FTIR analys av Grön jord. Förklaring: Ljusgrön – ej åldrad Mörkgrön – åldrad Mörkblå – referens</i>
<i>Figur 18</i>	<i>Graf för FTIR analys av Bränd sienna. Förklaring: Ljusröd– ej åldrad Mörkröd – åldrad Grön – referens</i>
<i>Tabell 1</i>	<i>Innehållsförteckning för samtliga konsolideringsmedel som används i studien.</i>
<i>Tabell 2</i>	<i>Tabellen ger en översikt av undersökningens resultat inom gruppen med åldrade prover. Cellens färg indikerar hur åtgärden presterat inom de olika utvärderingskategorierna. Grönt = bra, gult = medioker, rött = undermåligt.</i>
<i>Tabell 3</i>	<i>Tabellen ger en översikt av undersökningens resultat inom gruppen icke-åldrade prover. Cellens färg indikerar hur åtgärden presterat inom de olika utvärderingskategorierna. Grönt = bra, gult = medioker, rött = undermåligt.</i>

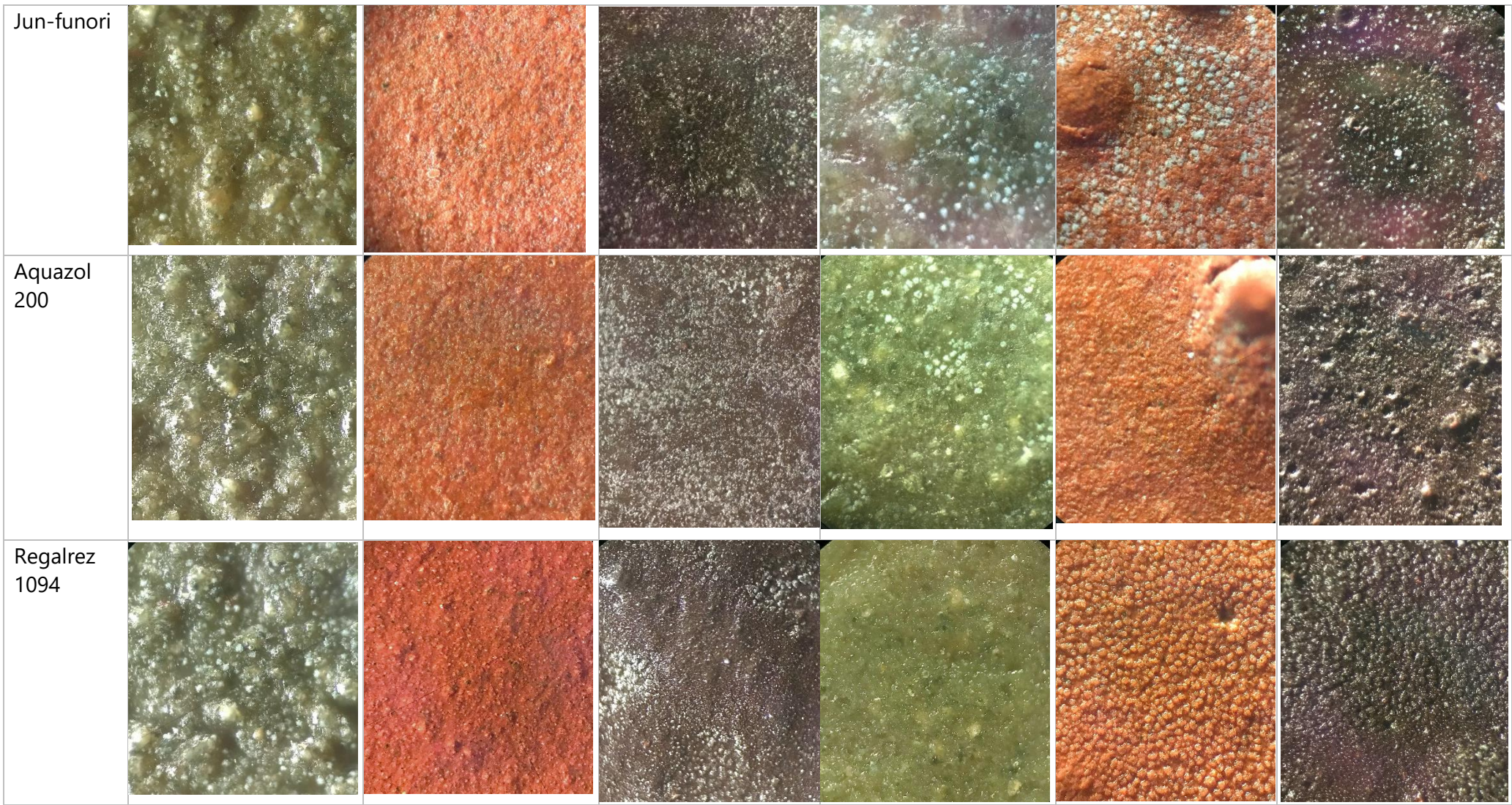
Mikroskopibilder och spektrofotometridata

Nedan följer en tabell som redogör mikroskopibilder för samtliga prover. Tabellen visar proverna innan blinding, efter blinding och efter åtgärd.

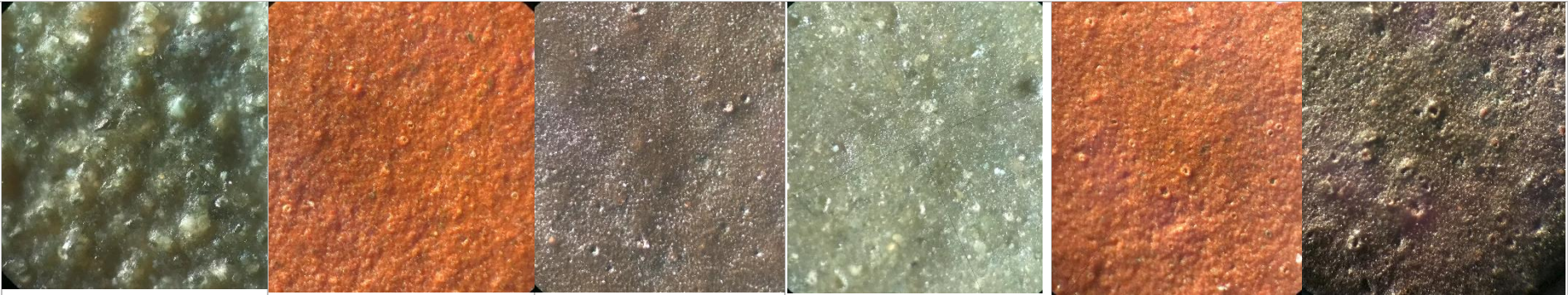
Åldrade prover

Icke-åldrade prover

	Grön jord	Bränd Sienna	Bränd umbra	Grön jord	Bränd Sienna	Bränd umbra
Innan blinding						
Efter blinding						
Klucel-g						



Laropol
A81



Paraloid
B-72



Denna tabell redogör för exakt mätdata från spektrofotometri och anger ΔE värde för mätning efter blindering (2) och efter åtgärd (3). Detta är data som stapeldiagrammet i figur 15 är baserat på.

Konsolideringsmedel	Namn	Medelvärde av deltaE - mätning 2	Medelvärde av deltaE - mätning 3
Aquazol 200	AL2b	11,14660748	4,429472728
Aquazol 200	AL2g	3,047666555	6,783025749
Aquazol 200	AL2r	2,409638815	6,053139233
Aquazol 200	NL2b	5,621845628	4,383245124
Aquazol 200	NL2g	14,8951793	6,727865383
Aquazol 200	NL2r	6,619072197	7,314446764
Jun-funori	AL1b	10,78350515	4,15335378
Jun-funori	AL1g	2,20221761	6,296313282
Jun-funori	AL1r	2,576591945	6,478386486
Jun-funori	NL1b	7,185224144	3,988740489
Jun-funori	NL1g	20,33345151	6,879949527
Jun-funori	NL1r	10,95175294	7,282013166
Klucel-G	AL1b	9,820393397	4,28548016
Klucel-G	AL1g	2,846672567	5,287629868
Klucel-G	AL1r	2,675999477	5,392284959
Klucel-G	NL1b	5,480442671	3,702020881
Klucel-G	NL1g	22,66203834	8,145688305
Klucel-G	NL1r	12,34400306	12,81844484
Laropal A81	AL3b	7,291728669	5,556520418
Laropal A81	AL3g	3,504183399	5,763965671
Laropal A81	AL3r	2,133381751	5,708785921
Laropal A81	NL3b	8,619662567	4,080607459
Laropal A81	NL3g	18,01785828	4,5392956
Laropal A81	NL3r	7,20512422	6,99053658
Paraloid B-72	AL3b	8,001082635	4,046606634
Paraloid B-72	AL3g	1,90299668	6,829389036
Paraloid B-72	AL3r	3,135645716	7,148726301
Paraloid B-72	NL3b	13,70872517	6,102842063
Paraloid B-72	NL3g	21,84139584	6,535946973
Paraloid B-72	NL3r	9,609765614	7,067391726
Regalrez 1094	AL2b	9,423390033	5,249795652
Regalrez 1094	AL2g	2,918933357	6,370913042
Regalrez 1094	AL2r	2,331164231	7,575945616
Regalrez 1094	NL2b	10,99251588	5,004107768
Regalrez 1094	NL2g	17,4782676	6,785864603
Regalrez 1094	NL2r	6,878693847	7,281145516