



INSTITUTIONEN FÖR KULTURVÅRD

CÉRONIS BIVAXFERNISSA

En undersökning av innehåll, löslighet och
åldringsegenskaper

Stina Löf

Uppsats för avläggande av filosofie kandidatexamen med huvudområdet kulturvård med inriktning
mot konservering

2024, 180 hp

Grundnivå

2024:16

CÉRONIS BIVAXFERNISSA

En undersökning av innehåll, löslighet och åldringsegenskaper

Stina Löf

Handledare: Kristina Frenguelli

Examensarbete 15 hp
Konservatorsprogrammet, 180 hp

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

<http://www.conservation.gu.se>
Fax +46 31 786 4703
Tel +46 31 786 0000

Program in Integrated Conservation of Cultural Property
Graduating thesis, BA/Sc, 2024

By: Stina Ljöf
Mentor: Kristina Frenguelli

Céronis beeswax varnish – A study of contents, solubility and aging properties

ABSTRACT

The aim of this study is to provide a comprehensive overview of Céronis beeswax varnish by Lefranc & Bourgeois; its contents, aging properties, solubility, and possible removal methods, with Göteborgs Konstmuseum's (Gothenburg Museum of Art) collection as the study's material. The purpose of the study is to provide a basis for decision-making regarding the treatment of works treated with Céronis wax varnish. The study is based on contemporary conservation theory and interpretation-based decision-making and utilizes FTIR, microscopy, and solubility tests to examine the properties of the varnish. The study shows that Céronis does not appear to be harmful to the treated works and has retained its solubility properties and transparency over time. There is no immediate reason to remove the varnish considering its good aging properties and the lack of potentially harmful substances in the varnish. The FTIR analysis compared the contents of the varnish with shellac, mastic and dammar. The results showed no indication of these materials in the varnish. The microscopic analysis showed no signs of porosity, dust retention, discoloration, cracking or loss of transparency. Solubility tests with isooctane in emulsion gel as well as Evolon® on selected works did not provide a desirable result and further evaluation of removal methods is therefore needed if the varnish is to be removed in the future.

Title in original language: Céronis bivaxfernisser – En undersökning av innehåll, löslighet och åldringsegenskaper

Language of text: Swedish

Number of pages: 58

Keywords: beeswax varnish, painting conservation, aging properties, Céronis

ISSN 1101-3303
2024:16

Innehållsförteckning

1. INLEDNING	1
1.1. FORSKNINGSSÄMNE: CÉRONIS VAXFERNISSA	1
1.2. SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	1
1.3. BAKGRUND	2
1.3.1. Göteborgs konstmuseums samling	2
1.3.2. Fernissor, en kort bakgrund	4
1.4. LITTERATURÖVERSIKT	5
1.4.1. Vax som fernissa	5
1.4.2. Identifikation av vax i fernissor	7
1.4.3. Åldringsegenskaper hos bivax	8
1.4.4. Löslighet av bivax	9
1.4.5. Borttagning av fernissa	11
1.5. TEORETISKA UTGÅNGSPUNKTER	13
1.5.1. Samtida konserveringsteori	13
1.5.2. Tolkningsbaserat beslutsfattande	14
1.6. MATERIAL	14
1.6.1. Arkivkällor	15
1.6.2. Prover från tuber	15
1.6.3. Magasinerade verk	15
1.7. METOD	18
1.7.1. Bildtekniker	19
1.7.2. Fourier transform infraröd (FTIR) spektroskopi	19
1.7.3. Mikroskopi	21
1.8. FÖRUNDERSÖKNING	21
1.8.1. Teas löslighetstriangel	21
1.8.2. Löslighetstest	24
1.9. ÖVERVÅGANDEN OCH AVGRÄNSNINGAR	25
1.10. DISPOSITION	26
2. RESULTAT	27
2.1. FTIR	27
2.2. LÖSLIGHETSTEST OCH MIKROSKOPI	30
3. TOLKNING AV RESULTAT	43
3.1. FTIR	43
3.2. MIKROSKOPI OCH LÖSLIGHET	43
3.3. CÉRONIS SOM YTSKYDD	44
4. SLUTSATSER	46
5. DISKUSSION	47
MATERIAL OCH UTRUSTNING	50
MATERIAL	50
UTRUSTNING	50
REFERENSER	51
BILD OCH TABELLFÖRTECKNING	57
BILDER	57
TABELLER OCH EKVATIONER	58

1. INLEDNING

1.1. Forskningsämne: Céronis vaxfernissa

I denna studie undersöks en vax-fernissa av märket Céronis från Lefranc & Bourgeois, med Göteborgs Konstmuseums samling som material. I samlingen har ca 160 verk noterats vara behandlade med Céronis (ofta benämnd som ”ytskydd”) i konserveringsrapporter mellan 1960–1980-talet. Många av de behandlade verken hänger i museets salar, såsom *Molnet* av Prins Eugen, *Lilla Suzanne* av Carl Larsson, *Ute* av Anders Zorn, samt flera magasinerade verk av bl.a. Isaac Grünewald, Sigrid Hjertén och Carl Wilhemson¹. Från museets sida finns intresse att veta vad fernissan innehåller, då ingen tidigare kemisk analys utförts. På museet finns även två tuber Céronis inköpta ca 1980-1986, respektive ca år 2014, innan produkten togs ur produktion 2017 (Lefranc Bourgeois, personlig kommunikation, april 2024). Enligt tillverkaren skiljer sig innehållen i de två tuberna, då receptet för fernissan har ändrats efter år 1990. Den äldre versionen av produkten ska innehålla blekt bivax i terpentin, varefter terpentin ersattes med mineralterpentin (Lefranc Bourgeois, personlig kommunikation, april 2024). Fernissan har även använts vid andra museer i Norden, bl.a. vid Nationalmuseum i Stockholm (Malin Borin, personlig kommunikation, april 2024) och Munchmuseet i Oslo (Ford, 2022), men har inte i någon större utsträckning undersökts.

Utifrån en visuell bedömning anser Göteborg konstmuseums målerikonservator att Céronis verkar ha goda åldringsegenskaper, samt inte binda större mängder föroreningar. Normalt avlägsnas inte fernissan när verk genomgår konservering. Dock önskas från museets sida en undersökning som ger underlag till beslut vid åtgärd. Vidare finns inte en etablerad metod för borttagning av fernissan, och brist på information om vare sig fernissan negativt kan påverka färgskiktet under. Denna studie ämnar därmed att sammanställa en helhetsbild av fernissans innehåll, åldringsegenskaper, samt löslighet och möjliga metoder för borttagning mot bakgrund av en litteraturoversikt.

1.2. Syfte och frågeställningar

Syftet med studien är att skapa ett underlag till beslut vid åtgärd för verk behandlade med Céronis vaxfernissa. Syftet är även att fastställa om en bivax-fernissa kan anses vara en lämplig ytbehandling för måleri. Studiens mål är att sammanställa en helhetsbild av fernissans egenskaper och dess påverkan på de behandlade verken. Studiens frågeställningar är därmed:

- Vad innehåller Céronis vaxfernissa och kan innehållet vara skadligt för de behandlade verken?
- Hur ser fernissans löslighet och åldringsegenskaper ut över tid?
- Vilka aspekter av Céronis vaxfernissas innehåll och egenskaper kan ge underlag till beslut om borttagning?

¹ Samtliga verk kan hittas via Göteborgs konstmuseums digitala plattform ”Sök i samlingen” (*Göteborgs konstmuseum*, u.å.)

1.3. Bakgrund

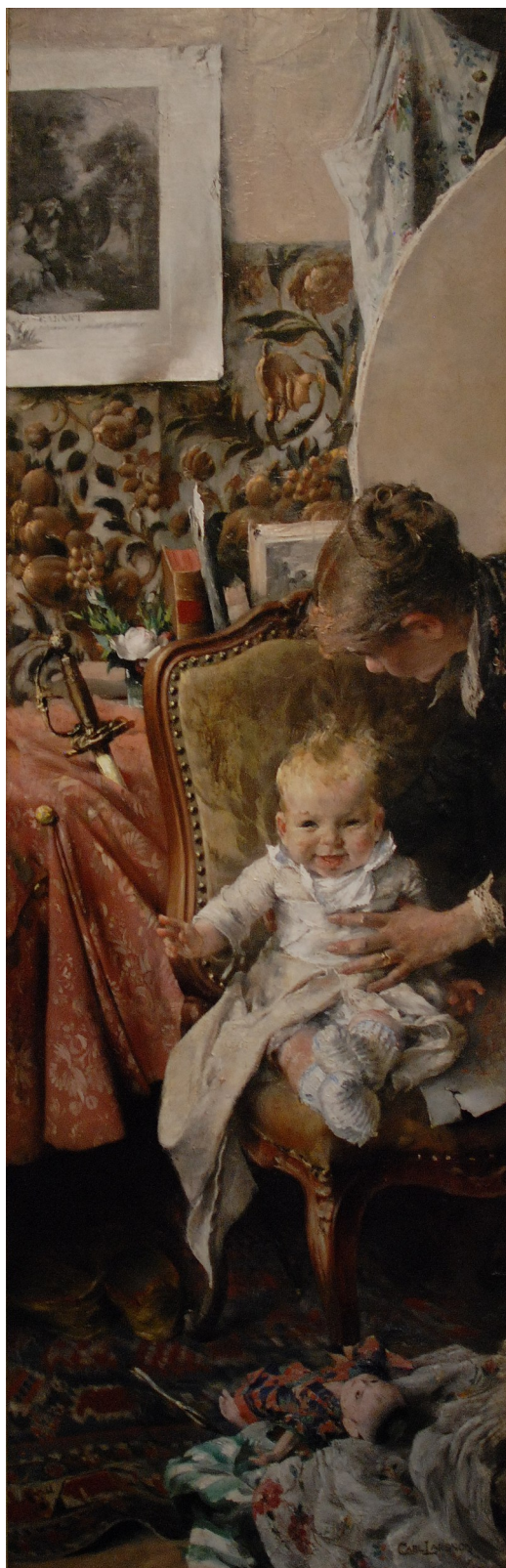
1.3.1. Göteborgs konstmuseums samling

Göteborgs konstmuseum har en samling som omfattar konst från 1400-tal till nutid. Huvuddelen av verken är av nordiska konstnärer, med inslag av internationell konst. Museet har en samling med nordiska kolorister och i samlingen finns även en tonvikt på holländskt och flamländskt 1600-tal, svenskt 1700-tal, romantik och akademiskt måleri från 1800-talet, fransk impressionism och internationell modernism (Arvidsson m.fl., 2014). Samlingen innehåller verk av internationella konstnärer som Rembrandt, Claude Monet, Vincent van Gogh, Pablo Picasso och Marc Chagall, samt stora nordiska namn som Anders Zorn, Carl Larsson, Prins Eugene, Hanna Pauli, Edvard Munch och Bruno Liljefors. Användningen av Céronis hittas i många delar av samlingen och finns dokumenterad på välkända verk som är centrala i museets samlingar och utställningar, däribland *Molnet* av Prins Eugen (fig. 1), *Blommor och höna* av Marc Chagall (fig. 2), *Lilla Suzanne* och *Sjähporträtt framför spegeln* av Carl Larsson (fig. 3 och 4), samt *Ute* av Anders Zorn (fig. 5).



Figur 1: Molnet. Foto: Hossein Sehatlou

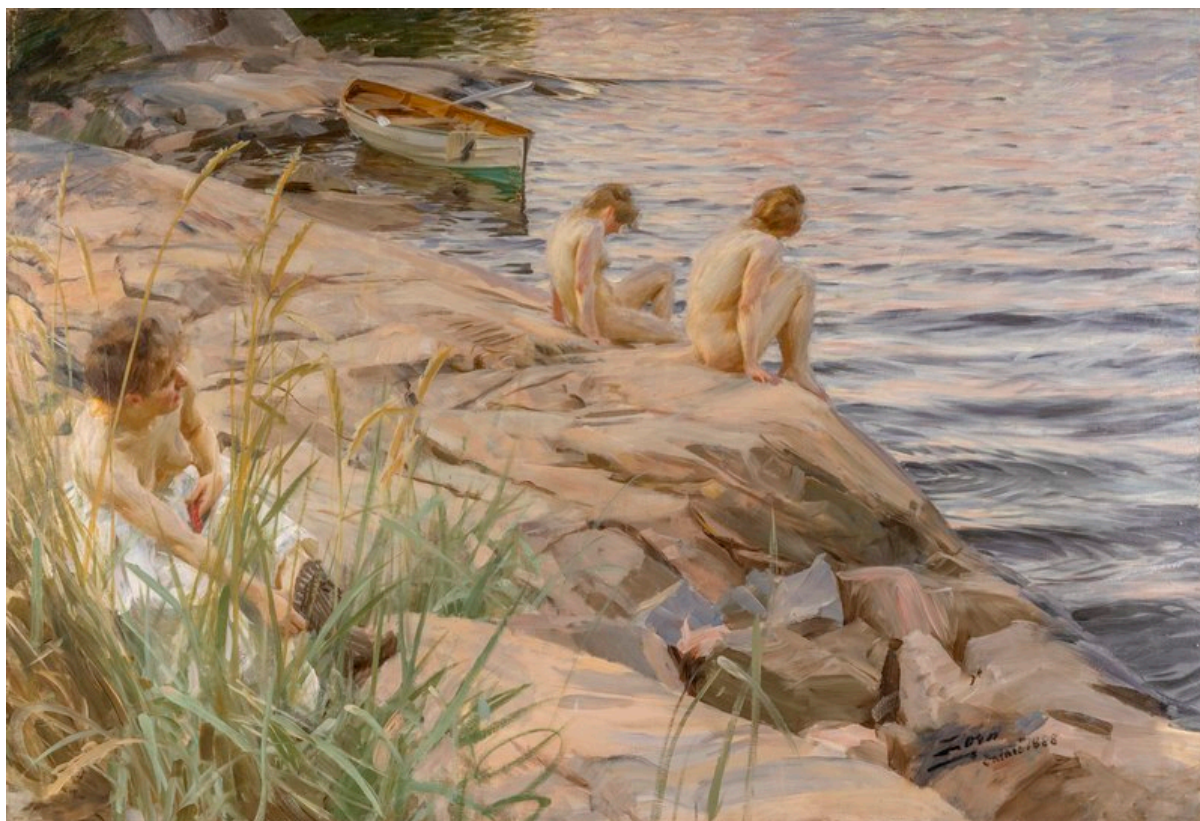
Figur 2: Blommor och höna. Foto: Hossein Sehatlou



Figur 3: Lilla Suzanne av Carl Larsson. Foto: Hossein Sehatlou, Göteborgs konstmuseum



Figur 4: Självporträtt framför Spegeln. Foto: Hossein Sehatlou, Göteborgs konstmuseum



Figur 5: Ute. Foto: Hossein Sehatlou, Göteborgs konstmuseum

Ett av Göteborgs konstmuseums huvuduppdrag är att bevara och tillgängliggöra konsten i samlingen för nutida och kommande generationer. Museets konservatorer ingår i Nordiska konservatorsförbundet i Sverige (NKF-S), och följer ICOM:s yrkesetiska regler (ICOM, 2011). Målet med konservering vid museet är att så långt som det är möjligt bevara föremålets autenticitet, på vetenskaplig grund med internationellt erkända metoder och material (*Bevarande av samlingen – Göteborgs konstmuseum*, u.å.). Dessa aspekter tas även i åtanke i resonemang som förs i denna studie, i och med att museets samlingar används som utgångspunkt och material i undersökningen.

1.3.2. Fernissor, en kort bakgrund

Ordet fernissa i kontexten av måleri härstammar från den franska ordet '*vernix*' och kan spåras till sent 1100-tal, som i sig härstammar från ordet '*vernix*', från medeltida latin, och kan översättas till ungefär doftande harts (*Varnish | Etymology of Varnish by Etymonline*, u.å.). Användandet av ordet fernissa inom området måleri kan ofta sammankopplas med ytbehandlingar bestående av just harts, men ordet används även i bredare bemärkelse för att beskriva alla typer av transparenta, skyddande eller dekorativa ytbehandlingar innehållande harts, äggvita och/eller vax. I denna studie diskuteras huvudmaterialet Céronis i termer av en fernissa.

Fernissor har historiskt använts på måleri på duk av både konstnärer och konservatorer, och har utvecklats från samma material som används i måleri. Fernissor fyller flera funktioner; de har dels använts för att ge ytan en enhetlig glans och mättnad i färgerna (de la Rie, 1987; Phenix), och dels

för att ge ett målningens yta ett skyddande lager, från smuts och damm, och i vissa fall även från de skadliga effekterna av ultraviolett (UV) ljus (René de la Rie & McGlinchey, 1990).

Många impressionistiska och post-impressionistiska konstnärer har haft en preferens att inte fernissa sina målningar. Exempelvis motsade sig Monet och Pissarro att fernissa sina verk efter 1880 av olika anledningar. Pissarro önskade en matt yta, medan Monet inte önskade att effekten i måleriet skulle påverkas av en fernissa (Swicklik, 1993, 171). Även Gauguin önskade en matt yta på sina målningar, men använde istället vax som ett alternativ till fernissa för att uppnå denna effekt, och samtidigt ge målningen ett ytskydd. Kubistiska konstnärer som Picasso och Braque fernissade inte sina egna verk, men flera av deras verk har på senare tid fernissats av konservatorer, vilken kan anses gå emot konstnärens intentioner och vara olämplig konserveringsåtgärd (Richardson, 1983). Dess aspekter övervägs i denna studie i förhållande till Muñoz Viñas samtida konserveringsteori² (Muñoz Viñas, 2005) och Göteborgs konstmuseums förhållningssätt gällande bevarande av autenticitet.

I museets samling har Céronis använts mest frekvent under 1970-talet, vilket kan tala för att denna ytbehandling använts som ett alternativ till cyklohexanonhartser som AW2® och Keton-N. AW2® patenterades av BASF 1930, och ersattes av Keton Resin N® 1960. Keton Resin N® är en polykondensationsprodukt som enbart är baserad på cyklohexanon, men som är mycket känslig för oxidation på grund av ljus och gulnat med tiden (de la Rie & Shedrinsky, 1989). Céronis användes både som en heltäckande fernissa, för punktbehandling för att matta ned vissa områden, samt utspätt i andra fernissor såsom ketonhartsfernissa³.

1.4. Litteraturoversikt

För att ge en bakgrund till hur Céronis och bivaxfernissor har använts och undersökts, presenteras här en översikt av tidigare studier som är relevanta för studiens omfattning. Forskningsöversikten fokuserar på innehållet och användningen av Céronis inom målerikonservering, framförallt i egenskap av fernissa. Dock inkluderas även forskning om bivax i egenskap av konstnärs- och konservatorsmaterial i bredare omfattning, då Céronis inte i större utsträckning undersökts tidigare. Detta kapitel inkluderar även forskning med fokus på löslighet hos bivax samt metoder för avläsning av bivax från historiska föremål, som underlag för studiens tillvägagångssätt.

1.4.1. Vax som fernissa

Innehållet av Céronis har inte bestämts kemiskt, men tillverkaren konstaterar i sina försäljningskataloger att innehållet består av 28% vax (drying extract) löst i petroleum (okänd mängd) (*Retouchingvarnishes Picture varnishes - Lefranc & Bourgeois*, u.å.). Vidare informerar tillverkaren att produkten fram till 1990-talet innehöll bivax löst i terpentin, och därefter producerades med

² Teorin beskrivs i kapitel 1.5.1 Samtida konserveringsteori.

³ Frekvent förekommande blandningar som nämns i Göteborgs konstmuseums konserveringsrapporter är: 7ml Céronis i 200ml Ketonhartsfernissa, Ketonhartsfernissa + 5% Céronis, AW2® + 5% Céronis, dammarlösning + 5% Céronis).

ett innehåll av samma bivax men istället löst i ”mineral petroleum solvent” (Lefranc Bourgeois, personlig kommunikation, april 2024), vilket kan översättas till mineralterpentin.

Bivax, som kommer från bikupor, är ett transparent och fast vax i rumstemperatur. Den kemiska sammansättningen av bivax varierar beroende på biarten, vaxets ålder samt de klimatiska omständigheterna under produktionen. Denna variation skiljer sig dock mest i mängdförhållanden, snarare än den kemiska identiteten. Bivax består huvudsakligen av estrar av långkedjade kolväten, alkoholer, karboxylsyror samt estrar av karboxylsyror och alkoholer. Estrarna kan delas upp i flera olika grupper (tabell 1). Huvudkomponenterna i vaxer är cerider, som innehåller långa kedjor av fettsyror i kombination med icke grenade alkoholer med hög molekylvikt (Tulloch, 1971).

Tabell 1: Komposition av bivax (efter Tulloch), (Tulloch, 1971).

Komposition av bivax

Komponent	Viktprocent
Kolväten	14
Monostrar	34,7
Distrar	13,7
Tristrar	3,3
Hydroximonostrar	3,6
Hydroxipolystrar	7,7
Fria syror	11,9
Syramonostrar	0,8
Syrapolystrar	1,7
Icke-identifierade	8,6

Mättade kolväten är kemiskt inaktiva föreningar. Både kol-kolbindningar och kol-vätebindningar är starka och opolära och bryts inte lätt (Freccero, 2002). Krympning och porositet hos bivax förekommande i föremål är inte ovanligt, men dessa problem verkar inte förekomma i bivaxfernissor (Clydesdale, 1994; Gettens, 1966). Historiskt har vax använts som tillsats i fernissor för att minska glans, minska hygroskopiska tendenser, förbättra reversibiliteten och minska porositet. Vissa menar att det finns risk att vaxet kan separera ut, binda föroreningar, göra fernissan kläbbig eller bli grumlig (Stoner & Rushfield, 2013; 643). Av dessa skäl har användning av ett hårt mikrokristallint vax ofta rekommenderats (Stoner & Rushfield, 2013; 643).

Vax har använts i minst två och ett halvt årtusenden som konstnärsmaterial. Det finns exempelvis dokumenterade bevis att konstnärer som Reynolds, Delacroix och Gauguin har använt sig av vax på olika sätt i sitt konstnärskap (Stoner & Rushfield, 2013) Bivax förekommer ibland som en slutlig heltäckande fernissa, använt av bl.a. Reynolds, och på 1800-talet av Gauguin på vissa av sina målningar, i syfte att bevara dem från färgförändringar och annan nedbrytning, samt för att behålla en matt yta (Christensen, 1993; 92-93). När två av Gauguins målningar från the Courtauld Collection, *Te Rerioa* och *Nevermore*, genomgick konservering 1983, hittades vaxfernissor som hade

blivit missfärgade på grund av ansamling av smuts. Vax-fernissan avlägsnades och ersattes med en ny vaxfernissa enligt Gauguins preferenser (Stoner & Rushfield, 2013; 261).

Vidare har Gauguins målning konstaterats vara känsliga för lösningsmedel, mest troligt på grund av mager oljefärg, samt närvaron av vaxfernissa. En vaxfernissa ovanpå färgskiktet kan ha orsakat att vaxet migrerat in i det magra pigmentlagret och i processen börjat agera som bindemedel för pigmenten. Detta kan vara anledningen till att målningarna är särskilt känsliga för organiska lösningsmedel (Christensen, 1993). Ett liknande resultat hittades när the ”Dutch method” för ”wax-resin lining” utvärderades, där det konstaterades att bivax inte endast penetrerade de mikroskopiska öppningarna i dukens struktur, utan även påverkade bindemedlet i pigmentet (Stoner & Rushfield, 2013; 432). Under 1900-talet har vax använts för att göra naturliga hartsfernissor mattare, antingen genom att vax blandas i en fernissa, eller appliceras i efterhand på en torr fernissa (Stoner & Rushfield, 2013; 653)

I *A Manual of Tempera-Painting* (Armfield, 1930) rekommenderades Céronis för tempera-målningar av den brittiske konstnären Maxwell Armfield. Armfield använde även en vax-fernissa liknande Céronis, som han menar ”liknar skoputs” och med en ”trevlig yta” samt menade att produkten var ”omtyckt av kemisterna” (Colbourne, 2011). Användningen av Céronis får förstas i denna kontext och studiens tillvägagångssätt baseras på denna bakgrund. Metoder för undersökning av fernissans innehåll presenteras i följande avsnitt.

1.4.2. Identifikation av vax i fernissor

Det finns många olika metoder för identifikation av vax i fernissor på verk, som har olika fördelar, beroende på syftet med undersökningen samt det tillgängliga materialet. I avhandlingen *Encausto and ganosis :beeswax as paint and coating during the Roman era and its applicability in modern art, craft and conservation* (Freccero, 2002) beskriver författaren olika metoder för identifikation av vax; bland annat fourier transform infraröd (FTIR) spektroskopi och svepelektronmikroskopi (SEM) i kombination med energidispersiv spektroskopi (EDS). Vidare kan cross-section och tunna prover analyseras med flera olika metoder såsom diffust ljus eller UV-fluorescerande ljus. Även mer traditionella metoder presenteras, såsom optisk mikroskopi och identifikation genom smältpunkt om stora prover finns tillgängliga. I detta avsnitt diskuteras ett urval av studier som använder sig av vissa av dessa metoder, som ett underlag för studiens tillvägagångssätt.

Vid Munchmuseet i Oslo har ett antal fernissor ej applicerade av konstnären på verk i samlingarna undersökts, däribland Céronis (Ford, 2022). I avhandlingen *Revisiting the Surface, Edvard Munch and Varnishes: A Group Case Study and Non-invasive Approach to Conservation Decision-making for Painting Collections* beskrivs en kvantitativ undersökning där FTIR och DRIFT används som undersökningsmetod. År 1954 applicerades Céronis vaxfernissa lokalt på ytorna av *The sick Child* och *Inger in Black*. Båda målningarna visade spår av Munchs eget användande av en lokalt applicerad fernissa. Fyra målningar hade originalytor som lokalt mattats ned med Céronis. Med FTIR behövs endast mikroskopiska prover, och metoden kan därmed karaktäriseras som en mikro-destruktiv metod, i förhållande till icke-invasiva metoder som drivs av stålning, utan behov av prover. Avhandlingen etablerar en metod för identifikation av fernissor på måleri, samt undersöker hur

Céronis har använts av konservatorer på Munchmuseet. Vidare etablerar den tillsammans med resterande forskningsöversikt ett utrymme för denna studies frågeställningar om åldringsegenskaper och löslighet, då dessa aspekter inte undersöks i avhandlingen.

1.4.3. Åldringsegenskaper hos bivax

Denna studie syftar bland annat till att undersöka vare sig det finns någon anledning till att avlägsna Céronis vaxfernissa inom snar tid eller ej. Bakgrunden till denna frågeställning ligger delvis i antagandet att vax-fernissor har en tendens att binda dammpartiklar i större grad än andra fernissor (Stoner & Rushfield, 2013; 261, 643, Bornemann Mogensen, 2017). I artikeln *Degradation of beeswax by NO_x pollution and UV light studied by DSC and FTIR measurements* (Vykydalova m.fl., 2020) undersöks effekterna av en luftmiljö förorenad av NO_x och UV-strålning på den termo-oxidativa stabiliteten hos bivax. Differentiell svepkalorimetri (DSC) användes för att undersöka den termo-oxidativa stabiliteten och FTIR användes för att undersöka förändringar i den kemiska strukturen. Studien visar att både UV-strålning och närvaron av NO_x negativt påverkade stabiliteten hos bivax. Efter fem dagars förvaring i NO_x-förorenad luft förkortades livslängden för bivax med 60%. Dessa resultat stämde överens med resultaten från FTIR-analysen som visade minskning av estergrupper och ökning av fria fettsyror. Artikelns ändamål skiljer sig från målet med denna studie, men ger substans till studiens bakgrund i och med att resultatet visar att närvaron av NO_x negativt påverkar stabiliteten hos bivax. Ytan av verken behandlade med Céronis kommer undersökas i denna aspekt, då en tendens att binda luftföroreningar skulle ge anledning att avlägsna fernissan.

I artikeln *Study of the degradation of beeswax taken from a real artefact* (Čížová m.fl., 2019) undersöks åldringsegenskaper hos bivax, med material från statyn St. Ursula vid Slovak National Museum–Červený Kameň Castle. Resultatet visar att det sker sublimering av n-alkaner vid åldrande av bivax, samt ökning av fria fettsyror. Nedbrytningsmekanismerna som sker är hydrolys och oxidation och är beroende av externa förhållanden. Vid hydrolys av estrar bilas palmitinsyra och stearinsyra samt långkedjade alkoholer. Vidare förkortas kolvätekedjor eller bryts ned helt. När bivax utsätts för UV-ljus genomgår vaxet en oxidering tillsammans med en ökning av hydroxylgrupper. Det sker även en minskning av de omättade föreningarna, på grund av dubbelbindningarnas mottaglighet för oxidation och reduktionsreaktioner. Detta indikerar att bivax kan reagera med syre från atmosfären, medan reaktionen främjas av UV-ljus. Sprödhet, förhårdning, färgförändring, löslighetsförändring och mikrosprickbildning är externa nedbrytningsförändringar. Bivax kan anses vara ett mycket stabilt material, och resultaten i studien visar att det tar cirka 150 år att förändra dess kemiska sammansättning och stabilitet om objektet utsätts för extrema förhållanden.

Avhandlingen *Encausto and gosis :beeswax as paint and coating during the Roman era and its applicability in modern art, craft and conservation* (Freccero, 2002) fokuserar på bivax och natron som huvudsakliga material och undersöker dess användning och materialegenskaper i enkaustisk målning samt i beläggningar, som använts på marmorskulpturer och väggmålningar. Särskild uppmärksamhet har ägnats åt egenskaperna hos bivax och hur det har använts för konstnärliga ändamål. I studien konstateras att bivax är ett relativt stabilt material som inte förändras mycket över tid och endast i

liten grad påverkas av oxidering. Vidare beskrivs att bivax förbättrar åldringsegenskaper hos andra material, exempelvis blekt bivax blandat i konstgjort harts, AW2®, då bivaxet förbättrade hartsets löslighet. I studien konstateras även att bivax är hydrofobiskt men samtidigt tillåter underlaget att andas, då det tillåter fukt att evaporera.

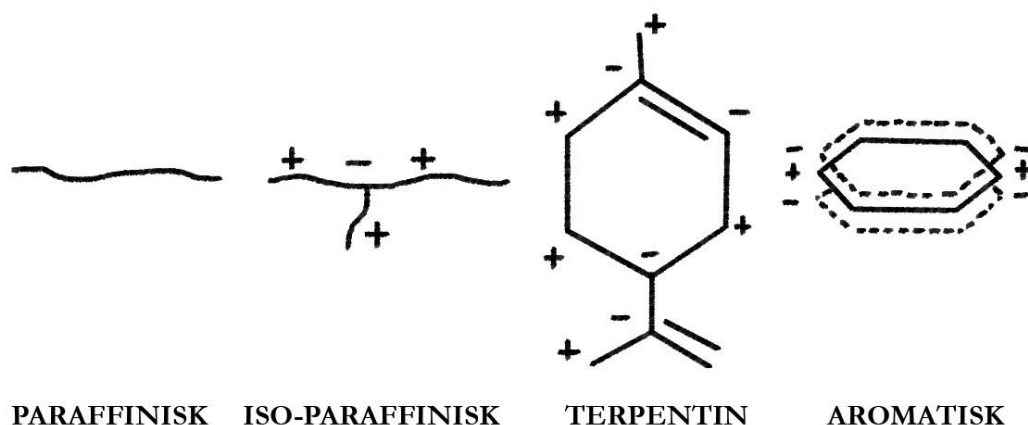
Ett liknande resultat beskrivs i artikeln *A preliminary report on the possibility of using bleached beeswax to improve the resolubility of picture varnishes based on polycyclohexanones* (Raft, 1985), där det föreslås att blekt bivax kan vara lämpligt som tillsats till fernissor baserade på polycyklohexanon. I artikeln framgår det att blekt bivax förbättrar lösligheten hos polycyklohexanonerna. Det menas även att bivaxet förhindrar de bindningar mellan molekyler som gör fernissa mer olöslig över tid.

Det finns därmed, med dessa studier som underlag, grund för att undersöka metoder för löslighet av Céronis på verken i Göteborgs konstmuseums samlingar. Vidare etablerar forskningen om nedbrytningen av bivax på grund av luftföroreningar ett behov av mikroskopisk undersökning av smuts på ytan och/eller i fernissan. Detta för att skapa underlag för beslutsfattande vid konservering. I följande avsnitt presenteras studier av löslighet hos bivax som grund för studiens metod.

1.4.4. Löslighet av bivax

Bivax som en lösningsmedelsbaserad fernissa anses generellt vara mer lättlost än exempelvis olje- eller hartsbaserade fernissor. Detta eftersom de inte bildar ett tvärbundet nätverk när de åldras (Stoner & Rushfield, 2013). I regel kan ett fast material lösas upp av en vätska som har liknande struktur. Det vill säga att molekylerna i lösningsmedlet har samma attraktionskrafter som molekylerna i det fasta ämnet. För att hitta lösningsmedel för, i detta fall bivax, kan lösningsmedel klassificeras enligt de attraktionskrafter som finns i dem: dipol-dipol, vätebindning och dispersion (Crowley m.fl., 1966). Eftersom bivax till stor del består av estrar av långkedjade kolväten kommer bl.a. lösningsmedel bestående av kolväten undersökas.

Kolväte-lösningsmedel består av molekyler med sex till tolv kolatomer. Kortare molekyler är mer flyktiga medan längre molekyler avdunstar långsammare. Linjära kedjor av kolväten (som n-oktan) kallas paraffiniska. Förgrenade kedjor kallas iso-paraffiniska (såsom isooktan). Ringformiga kolväten kallas naftena. Terpentin innehåller ringformiga kolväten med sidokedjor och dubbelbindningar. Terpentin är därför något polär och reaktiv (den kan polymerisera eller oxidera). Idag ersätts terpentin ofta av lämpliga blandningar av paraffiniska och aromatiska kolväten som är mer stabila. Alla kolväten som innehåller en bensenring i sin molekyl kallas aromatiska kolväten. De alternerade ("konjugerade") dubbelbindningarna tillåter att vissa elektroner rör sig runt ringen, inte exakt där kolatomerna är men något ovanför eller under. Denna speciella fördelning av elektronerna orsakar en svag polaritet samt vissa andra egenskaper hos de aromatiska kolvätena (doft, toxicitet). Kolväte-lösningsmedel kan rangordnas som följer, med ökande polaritet (fig. 6): (Torraca, 1990)



Figur 6: Kolväte-lösningsmedel rangordnat enligt polaritet (efter Torraca, 1990, s. 27).

Denna teori om löslighet i fall av intermediär polaritet används som grund i förundersökningen av löslighet av bivax, som beskrivs under rubriken 1.8. Förundersökning.

En iakttagelse har dragits genom att jämföra paraffin och ceresin, som från en sammansättningsmässig synpunkt har nästan identiska resultat enligt en FTIR-undersökning (Baglioni m.fl., 2018). Trots det visade sig deras beteende i lösningsmedel väsentligt olika. Bivax och ceresin är nästan olösliga, medan paraffin löses lätt upp av alla testade lösningsmedel. Ceresin svällde i alla lösningsmedel, medan bivaxets beteende var mer varierat; det emulgeras av ligroin och nonan samt svällde i limonen och terpentin (Baglioni m.fl., 2018). Lösligheten graderas som följer: löst > emulgerat > svällt (tabell 2):

Tabell 2: Gradering av löslighet (efter Baglioni m.fl., 2018).

Vax	Lösningsmedel					
	Ligroin	n-Nonan	p-Xylen	Limonen	Terpentin	Chloroform
Bivax	Emulgerat	Emulgerat	Löst	Svällt	Svällt	Löst
Paraffin	Löst	Löst	Löst	Löst	Löst	Löst
Ceresin	Svällt	Svällt	Svällt	Svällt	Svällt	Svällt

I denna studie utgörs materialet av bivax på oljemåleri, och metoden måste därmed även ta hänsyn till det underliggande materialet, för att försäkra att svällande av oljefärg inte sker. I artikeln *Nanocomposite Organogel for Art Conservation - A Novel Wax Resin Removal System pNIPA-LAP Gels* (Kaniewska m.fl., 2023) används organogel med tre-komponents lösningsmedel för att avlägsna vaxhartslim från dukar på målningar, där en ny duk fästs på baksidan av en målning med ett lim tillverkat av bivax och naturharts.

Potentiella trekomponentsblandningar valdes, med fokus på effektiv borttagning av vaxhartslimmet och minskade hälsorisker för konservatorer. Komponenterna i blandningarna valdes bland billiga organiska lösningsmedel med låg toxicitet som vanligtvis används inom konservering (t.ex. etanol, isopropanol, hexan, isooktan, aceton, petroleumeter och lacknafta).

Giftiga lösningsmedel (t.ex. xylen och toluen) exkluderades. Syftet var att maximera affiniteten hos rengöringsblandningen till komponenterna i vaxhartslimmet, innehållande kolväten (inklusive fettsyror, alkoholer och estrar) med huvudsakligen hydroxyl-, karbonyl- och karboxylgrupper.

Två trekomponentsblandningar förvaldes i undersökningen: etanol/isooktan/acetone (EOA) och isopropanol/isooktan/acetone (POA), vars sammansättningar utformades för att uppfylla kraven i Teas parametrar⁴: EOA—etanol: 30–36 %, isooktan: 42–48 %, acetone: 15–22 %; POA – isopropanol: 32–40 %, isooktan: 41–46 % och acetone: 17–24 %. Experimentet bekräftade effektiviteten hos EOA- och POA-blandningar för avlägsnande av vaxhartslimmet. POA-blandningen gav ett något bättre resultat med en blandning av isopropanol 35 %, isooktan 45 % och acetone 20 %; Teaparametrar: 68,8–12,0–19,3 (Kaniewska m.fl., 2023). Detta används som en bakgrund och jämförelse för löslighet av bivax i kombination med implementering av Teas löslighetstriangel, som vidare beskrivs i kapitlet metod 1.7.3.

1.4.5. Borttagning av fernissa

Argument för borttagning av fernissa inkluderar att öka läsbarheten i målningen genom att avlägsna gulnade, blekta, dimmiga eller opaka lager av fernissa och missfärgad övermålning samt återföra bilden närmare konstnärens estetiska avsikt. Samtidigt kan borttagning av fernissa medföra risker och bör noga övervägas innan beslut om borttagning fattas. Sutherland (2003) har forskat om hur lösningsmedel bevaras i färglagret vid borttagning av fernissa och undersökte hur lösningsmedel påverkade måleriet och oljefärgen. Resultaten visade att när lösningsmedel appliceras på ett måleri riskerar bindemedlet i färgen att svälla, vilket kan resultera i mjukare färgskikt som blir känsliga för mekanisk påverkan. Dessutom kan lösningsmedel bidra till urlakning av fettsyror och organiska material i färgskiktet, vilket negativt kan påverka bindemedlet i färgen. Effekten då lösningsmedel löser upp komponenter i färgens bindemedel, som avlägsnas från färgskiktet i samband med rengöring, kallas *leeching*. Resultatet kan leda till ett mycket skört och ömtåligt färgskikt (Phenix m.fl., 2020).

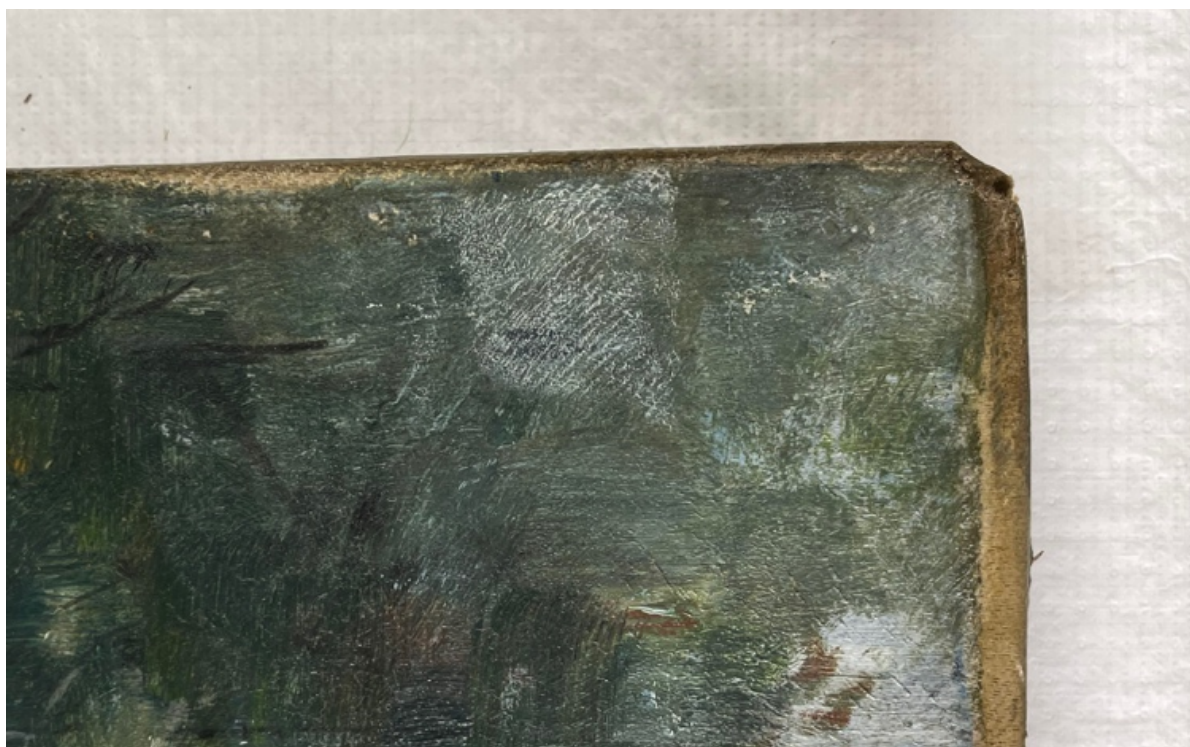
Vidare kan *förtvålning* av metaller som ingår i pigmenten inträffa när oljefärg kommer i kontakt med organiska lösningsmedel, genom extraktion av mättade fettsyror (Baij m.fl., 2020). Förtvålning är en kemisk process där metalljoner i pigmenten reagerar med extraherade fettsyror från oljan, vilket bildar vattenlösliga tvålföreningar. Detta kan bland annat resultera i bildandet av krutor. Både metod för applicering av lösningsmedel och tidsperioden som färgskiktet utsätts för lösningsmedel påverkar mängden mättade fettsyror som extraheras (Baij m.fl., 2019).

Detta förhållande mellan organiska bindemedel, lösningsmedel och pigment konstaterades även vara relevant för måleri behandlat med bivax i artikeln *Study and Documentation of the Materials and Techniques of Tasmanian Artist Philip Wolfhagen and the implications of the use of beeswax medium in his paintings* (Brown & Gomez Lobon, 2016). Studien fann att pigment som innehåller zinkoxid kan orsaka skador på målningen genom att det bildas vita, fläckiga utfällningar på ytan. Vidare menas att sammansättningen av fettsyror i kombination med färgskikt och klimatomständigheter, i stor

⁴ Teas parametrar presenterar vidare i kapitlet metod under rubrik 1.7.3. Teas Lösighetstriangel.

grad påverkar reaktiviteten hos oljan. Studierna visade att reaktionshastigheterna i produktionen av zinktvål minskade när kedjelängden ökade. Detta innebär konsekvenser för vax som bindemedel med zinkpigment, med tanke på att vax innehåller en mängd olika fettsyror. Vax som bindemedel visade sig kunna öka flexibiliteten i målarfilmen och minska reaktionshastigheterna för bildandet av zinktvål. Ytterligare forskning krävs dock inom detta område (Brown & Gomez Lobon, 2016).

Blindering är ytterligare ett fenomen som kan uppstå vid fernissaborttagning och innebär att målningens yta upplevs som vitdimmig eller disig. Detta kan uppstå på flera olika sätt, men den generella orsaken är bildandet av luftfickor i det ytliga färg- eller fernissaskiktet, vilket resulterar i ojämn spridning av ljus. När ljuset träffar dessa luftfickor sprids det oregelbundet, vilket skapar en effekt av vit dimma på ytan (fig. 7) (Stoner & Rushfield, 2013; 435). För att motverka blinderingseffekten kan ett annat lösningsmedel användas, antingen ett som dunstar långsammare eller som verkar snabbare. Dessutom kan effekten dämpas genom att applicera ett nytt lager fernissa, vilket fyller de luftfickor som orsakar ojämn spridning av ljus (Genty-Vincent m.fl., 2015). Vidare finns det en risk med lösning av bivax, i och med att vaxet när upplöst, kan impregnera duken och orsaka en mörkare färg, vilken kan påverka målningens helhetston om färgskiktet är tunt (Stoner & Rushfield, 2013; 436).



Figur 7: Exempel på blindering vid fernissaborttagning.

1.5. Teoretiska utgångspunkter

Studien utgår från samtida konserveringsteori och ett tolkningsbaserat beslutsfattande. Teorierna används både som ansats i studien och som verktyg för att tolka resultatet.

1.5.1. Samtida konserveringsteori

I denna studie används samtida konserveringsteori som en teoretisk utgångspunkt, som beskriver förhållningssätt och arbetssätt för konservatorer baserat på etik och filosofi. Muñoz Viñas redogör för hur samtida konserveringsteori möter objektivism, ett förhållningssätt som framförallt utvecklades under 1900-talet början. Enligt ett objektivistiskt perspektiv utesluts betraktarens och konservatorns subjektivitet eftersom vetenskapliga undersökningar och fynd anstår fysiska bevis, vilka förblir desamma, oavsett vem som betraktar dem. På så vis söker objektivistisk konservering en objektiv sanning (Muñoz Viñas, 2005). Muñoz Viñas menar att samtida konserveringsteori däremot erkänner att sanning inte är det slutgiltiga målet för konservering, utan snarare en av många faktorer. Teorin betonar även behovet av konservering som en överenskommelse snarare än en påtvingad åtgärd. Dessa aspekter appliceras i studiens förundersökning om lämpliga lösningsmedel och metoder för borttagning av fernissa, som utgår från prövade metoder och en litteraturöversikt.

Studien utgår även från denna teori i avseendet av *minsta möjliga åtgärd*, som innebär att konserveringsåtgärder bör utgöra så lite åverkan som möjligt. Vidare betonas även vikten av att material som riskerar att utgöra framtida åverkan bör avlägsnas (Muñoz Viñas, 2005). Studien förhåller sig även till *reversibilitet*, där åtgärder som utförs av konservatorer bör gå att avlägsna eller göras om. Reversibilitet har beskrivits som ett av de centrala begreppen inom kulturvård, vägledande för inställningen till fysiska åtgärder på föremål (Barclay, 2010, s. 96). Begreppet har även kritiserats i och med att fullständig reversibilitet är ouppnåelig, och att ordet därför är felaktigt. Likväl är begreppet fortfarande användbart för att avgränsa och vägleda graden och omfattningen av tillåtet ingrepp (Barclay, 2010). Fernissaborttagning klassas som en icke reversibel åtgärd, och kräver starka argument för att utföras. Dock kan en grad av reversibilitet eftersträvas genom att inte tillåta material att deponeras på ytan (Wolbers m.fl., 2021). Dessa aspekter används även för att tolka resultatet av undersökningen i frågan om Céronis bör avlägsnas.

Vidare bör den estetiska aspekten av val av konserveringsåtgärder kommenteras. Muñoz Viñas har föreslagit att för klassiska teorier kan "integriteten" hos ett objekt ligga på fyra huvudsakliga faktorer: (1) dess materiella komponenter, (2) dess uppfattningsbara egenskaper, (3) producentens avsikt och (4) dess ursprungliga funktion (Muñoz Viñas, 2005). Dessa kan vara svåra att balansera eftersom de ofta kan vara motstridiga. Under 1900-talet började två nya konserveringsteorier att växa fram: den estetiska och den vetenskapliga konserveringsteorin. Båda teorierna är i grunden klassiska, då de strävar efter att bevara objektets integritet, men de estetiska teorierna betonar konstnärlig integritet medan de vetenskapliga teorierna även beaktar den historiska integriteten. Att navigera mellan dessa mål är en utmaning. Val måste göras eftersom det inte är möjligt att genomföra dem alla samtidigt. Vidare behandlas konstnärlighet inom dessa teorier som en nästan

objektiv egenskap hos objektet och att konservatorns handlingar inte på något sätt bör förändra konstverket, utan istället betona och klargöra det (Muñoz Viñas, 2005). När konserveringsåtgärder motiveras får dessa aspekter vägas mot varandra i förhållande till Göteborgs konstmuseums konserveringsmål gällande autenticitet.

Autenticitet är i sig ett problematiskt koncept med många olika tolkningar. Det kan i fall av fernissaborttagning syfta på konstnärens intentioner och en borttagning av en gulnad fernissa kan innebära att verkets autenticitet ökar i och med avslöjande av tidigare gömda detaljer. Å andra sidan kan det även innebära att verk i framtiden kommer anses vara mer autentiska om de har en äldre fernissa, även om den är gulnad. Därmed påverkar våra tolkningar och val även framtida generationer. Denna studie förhåller sig till begreppet i syftet att inte medvetet ändra eller gå emot konstnärens intentioner.

1.5.2. Tolkningsbaserat beslutsfattande

Denna studie kommer att även att tillämpa ett förhållningssätt baserat på perception och beslutsfattande inom konservering för att tolka resultaten av undersökningen av målningens yta och bedöma om fernissan bör avlägsnas eller inte. Detta förhållningssätt är baserat på subjektivitet och utgår från observation i syfte att sammanställa information om konstverkets tillstånd för att fatta informerade beslut om lämpliga konserveringsåtgärder (Caple & Williams, 2023). För tolkning av verkens yta kommer optisk mikroskopi att användas för att undersöka målningens tillstånd och identifiera eventuella problemområden. Detta förhållningssätt integreras med konserveringspraxis och estetiska värderingar. Denna tolkning av resultaten kommer att baseras på både objektiv information om målningens tillstånd samt subjektiva bedömningar och professionellt omdöme.

Det bör därmed även kommenteras att studiens tolkning delvis utgår från en viss subjektivitet. Resultaten som nås via tolkning av objektiv information kan givetvis skilja sig från andras tolkningar. Dock utgår dessa tolkningar från bestämda parametrar⁵, såsom om det finns smuts på samtliga verk som verkar enhetligt, eller porositet och sprickbildning som endast syns i fernissan och inte i färgskiktet. Vidare definieras urvalet av materialet utifrån särskilda förhållanden. På så sätt blir undersökningen reproducerbar, då samma metodik kan användas och samma förhållanden kan undersökas utifrån dessa parametrar.

1.6. Material

Materialet för studien utgörs dels av magasinerade verk behandlade med Céronis. Denna del av materialet används i undersökningen om löslighet och en optisk bedömning av fernissans yta. Materialet utgörs även av prover från två tuber av Céronis, en inköpt ca 2014 och en med okänt datum, men som enligt tillverkaren Lefranc & Bourgeois tillverkades under 1980-1990-talet (Lefranc Bourgeois, personlig kommunikation, april 2024), och därmed troligtvis inköpts mellan 1980 och 1986, då Céronis inte noterats i konserveringsrapporter efter 1986. Dessa prover används

⁵ Studiens metod och tillvägagångssätt enligt denna teori beskrivs vidare i kapitel 1.7. Metod.

för analys av produktens innehåll. Vidare ingår även arkivmaterial i studien, i form av konserveringsrapporter, som utgångspunkt för urval av material.

1.6.1. Arkivkällor

Som utgångspunkt för urval av studiens material användes en övergripande ansats för tolkning av arkivmaterialet i form av konserveringsrapporter, där fokus låg på användning av Céronis, men även andra fernissor och ytbehandlingsmedel. Urvalet av studiens material gjordes i förhållande till de individuella verkens övriga konserveringshistoria. Urvalet grundades på följande punkter:

- Verk där Céronis applicerats och därefter inte vidare genomgått konserveringsåtgärder som påverkat ytan.
- Verk som inte har annan ytbehandling eller fernissa under behandlingen av Céronis.
- Verk där Céronis som tidigast respektive senast applicerats.
- Verk med minst texturerad yta, för att lättast optiskt kunna undersöka ytan.
- Verk där en ytbehandling eller fernissa av olika anledningar inte är lämpligt, och därmed ger anledning till borttagning av fernissa.

1.6.2. Prover från tuber

För analys av produktens innehåll användes två tuber Céronis inköpta av museet, en inköpt ca 2014 och en med okänt datum, men som troligtvis är inköpt mellan 1980 och 1986 (fig. 8-9). Prover från tuberna analyseras med FTIR och jämfördes mot referensspektrum för bivax samt andra material som möjligtvis kan finnas i produkten, såsom andra vaxer eller hartser.



Figur 8: Céronis inköpt ca 1980-1986 (Prov 1)



Figur 9: Céronis inköpt 2014 (Prov 2)

1.6.3. Magasinerade verk

För analys av löslighet och optisk bedömning med mikroskop användes ett urval av verk från museets samlingar. De utvalda verken är magasinerade och urvalet är baserat på kriterierna som beskrivs ovan. Verken som undersöks i studien är *Gata i Montparnasse, Paris* av Nils Kreuger (GKM 0529) (fig. 10), där Céronis applicerats 1970, *Franskt landskap* av Jean Charles Cazin (F19) (fig. 11),

Céronis applicerad 1972, *Arbetare* av Jean-Francois Raffaëlli (F129) (fig. 13), Céronis applicerad 1978, *Marstrands hamn* av Olof Sager-Nelson (GKM 1066) (fig. 14), Céronis applicerad 1969, samt. Vidare undersöks även ett verk med ketonfernissa som jämförelse, *Italienskt landskap med bro*, okänd konstnär (GKM 1209) (fig. 12).



Figur 10: GKM 0529 Gata i Montparnasse, Paris. Foto: Hossein Sehatlou, Göteborgs konstmuseum



Figur 11: F19 Franskt landskap. Foto: Hossein Sehatlou, Göteborgs konstmuseum

Figur 12: GKM 1209 Italienskt landskap med bro. Foto: Hossein Sehatlou, Göteborgs konstmuseum



Figur 13: F129 Arbetare. Foto: Hossein Sehatlou, Göteborgs konstmuseum

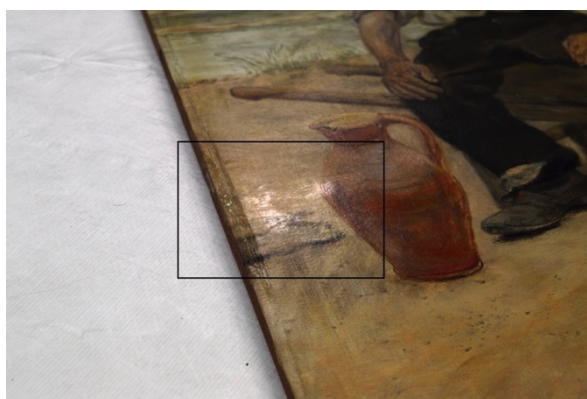


Figur 14: GKM 1066 Marstrands hamn. Foto: Hossein Sehatlou, Göteborgs konstmuseum

Samtliga verk undersöks optiskt med mikroskop, och ett verk, *Arbetare* (F129), väljs ut för löslighetstest i kombination med mikroskopi. Verket har tidigare haft en fernissa av naturharts som har avlägsnats. Vid undersökning av verket visar det sig att det ligger kvar vissa stråk av naturhartsfernissan under bivax-fernissan, som har gulnat och även ger en skillnad i ytans glans (fig. 15-17). Därför finns det anledning att avlägsna bivax-fernissan för att även avlägsna de gula partierna av naturharts-fernissan. Vidare är verket ett oljemåleri på pannå som lämpar sig för undersökning av löslighet av bivax på oljemåleri, men minskar risken för att lösningsmedel tränger djupare in i duk och färgskikt. Avsikten är att bivaxfernissan ska avlägsnas från hela ytan, men endast delar av ytan undersöks i denna studie. Ytterligare ett verk, *Fransket landskap* (F19) väljs ut för löslighetstest i ett dolt område under ramen.



Figur 15: Gulnad naturharts-fernissa inom markerat område.



Figur 16: Gulnad naturharts-fernissa inom markerat område. Figur 17: Ojämn ytglans inom markerat område.

1.7. Metod

Studien har använt en förklarande sekventiell design av blandad metod, genom att samla in och analysera kvantitativ data följt av analys av kvalitativ data (Bryman, 2016). Detta utförs mot bakgrund av en förstudie av löslighet och en litteraturoversikt. Vidare stöds detta av samtida etiska standarder (Appelbaum, 2007; Muñoz Viñas, 2005; Sease, 1998).

Metoderna för studien utgår från det tillgängliga materialet. Materialet undersöks först i kontexten av dess historiska dokumentation, och med en optisk undersökning. Vidare följer tekniska och kemiska analyser. I detta fall finns material som tillåter både invasiva och icke-invasiva metoder. Prover från tuber tillåter en analys av materialet utan behov icke-invasiva metoder på verken. Vidare kan vissa magasinerade verk testas med invasiva metoder, i form av löslighetstester. Studien

fokus ligger i föremålsbaserad konservering, samt att utföra en undersökning med reproducerar och lätt tolkbar data.

1.7.1. Bildtekniker

Verken fotograferades utan ram av museets fotograf, samt detaljer av studiens författare. Vidare används Leica mikroskopkamera för bilder av mikroskopiundersökning. Dessa används för redovisning av optisk analys, samt visualisering av process.

1.7.2. Fourier transform infraröd (FTIR) spektroskopi

Fourier transform infraröd (FTIR) spektroskopi är en väletablerad analysmetod som används för att identifiera organiska och oorganiska sammansättningar (Arana & Madariaga, 2021; Robinson m.fl., 2021; Stuart, 2004). FTIR har under de senaste årtiondena använts för identifikation av bindemedel, fernissor och adhesiv, och har använts frekvent inom materialstudier av måleri (Derrick m.fl., 1999; Galeotti m.fl., 2009).

Grundprinciperna för FTIR är absorption och splittring av infrarött ljus när ett prov testas. Hela IR-spektrumet sänds ut och når detektorn, genom att en interferometer delar upp IR-strålen i två delar och återförenar dem till en pulserande stråle, som efterliknar de olika mönstren av frekvenser i IR-strålen. Strålen riktas mot provet, och frekvenserna som absorberas eller reflekteras av provet erhålls via ett interferogram. Fourier transform är den matematiska uträkningen som omvandlar interferogrammet till ett spektrum som kan avläsas. Resultatet jämförs med ett bakgrundspektrum (mätt utan provet) för att få ett slutgiltigt läsbart spektrum (Arana & Madariaga, 2021; Robinson m.fl., 2021; Stuart, 2004).

Det spektrala intervallet som vanligen används för identifikation av fennissa är mid-IR (MIR) regionen, som motsvarar vågtal från ~ 500 till ~ 4000 cm^{-1} (Doménech-Carbó m.fl., 2001; Invernizzi m.fl., 2018; Palencia m.fl., 2021). När IR strålningen passerar genom provet, absorberas en del, en del går rakt igenom och en del reflekteras tillbaka till källan. Absorptionen av IR-energi resulterar i vad som kallas vibrationslägen (Derrick m.fl., 1999, 8; Stuart, 2004, 7). Molekyler kommer endast absorbera strålning när frekvensen av strålningen är samma som dess egen vibrationsfrekvens (Arana & Madariaga, 2021, 102; Stuart, 2004, 8). Om IR-strålningen interagerar med fluktuationerna mellan positiva och negativa elektriska laddningar hos atomerna i molekylen, kommer det skapa rörelse i bindningarna mellan atomerna, vilket är unikt för varje molekyl i provet (Derrick m.fl., 1999, 11). Varje typ av unik rörelse klassas i olika axlar i spektrumet, x, y och z. Dessa axlar motsvarar translationell, roterande och vibrerande, där vibrerande är den mest relevanta delen för denna studies MIR-spektroskopiska tolkning (Derrick m.fl., 1999, 10).

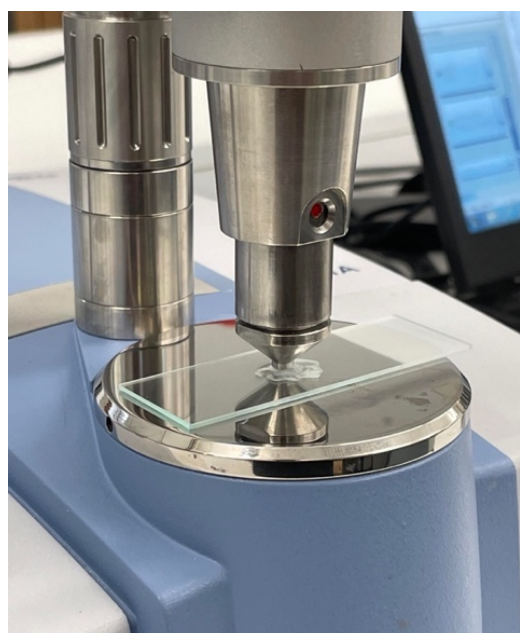
Vidare finns det två typer av vibrationslägen: sträckning (förändringar av längden i bindningar mellan två atomer) och böjning (förändring av vinkeln i bindningar mellan två atomer). Hur dessa vibrationslägen visar sig kan specificeras för kända molekyler (Arana & Madariaga, 2021, 102; Robinson m.fl., 2021, 166; Stuart, 2004, 102). Dessa specifika interaktioner, i relation till

vibrationslägena, ger information om den molekylära strukturen hos ett prov. Identifikationen av kända funktionella grupper hjälper till att ge en generell uppfattning om vad provet innehåller.

FTIR tillåter inte specifik identifiering av olika föreningar av bivax. Däremot möjliggör metoden visualisering av funktionella grupper. Uppmärksamhet ägnas därmed åt absorptionsbanden för fettsyror och estrar (RCOOR1), där karboxylgrupperna (C = O) har valensvibrationer vid 1780 eller 1736 cm^{-1} (Čížová m.fl., 2019; Griffiths, 2007; Regert m.fl., 2001). Vidare fokuserar även analysen på C-H sträckning vid 2850 och 2916 cm^{-1} , och C-H böjning vid 1473, representativt för alifatiska kolvätekedjor närvarande i bivax. Det är viktigt att notera att FTIR-spektrumet för bivax kan variera beroende på flera faktorer, inklusive renhet av bivaxet, eventuella tillsatser eller föroreningar, samt hur provet bereds för analys.

I detta fall analyseras inte fernissan på verkens yta, utan endast de rena proverna från tub. Det finns även fördelar med att utföra FTIR-analys på ett rent prov, snarare än på en bemålad yta, eftersom det inte finns andra material som kan påverka resultatet (Brunetti m.fl., 2017; 3).

FTIR-analys utförs med en Alpha Compact FT-IR Spectrometer på två prover från tuberna inköpta av Göteborgs Konstmuseum (fig. 18-19). Proverna analyseras utan att lösningsmedlet avdunstat och resultatet jämförs mot referensspektrum för bivax⁶, Céronis⁷, mastix⁸ och dammar⁹. En bakgrundscanning görs med 24 scannningar, med en upplösning av fyra. Proverna analyseras med 150 scannningar.



Figur 18: FTIR-analys av prov från Céronis-tuber.



Figur 19: Prov 1 och 2 från Céronis-tuber.

⁶ (Beeswax – Database of ATR-FT-IR Spectra of Various Materials, u.å.).

⁷ (Ford, 2022, s. 241).

⁸ (Mastic – Database of ATR-FT-IR Spectra of Various Materials, u.å.).

⁹ (Dammar Resin – Database of ATR-FT-IR Spectra of Various Materials, u.å.).

1.7.3. Mikroskopi

De optiska undersökningarna utfördes med mikroskopi i kombination med fotografisk dokumentation. Mikroskopi användes även i kombination med löslighetstest på verken, för att bedöma resultatet av lösligheten. Verken undersöktes och dokumenterades med ett Leica Wild M8 stereomikroskop med 8:1-zoomområde, med en kontinuerlig zoom från 7,5x – 60x, med syfte att undersöka vax-fernissans yta i följande aspekter:

- Porositet
- Ojämnheter
- Ytglans
- Transparens
- Partiklar av smuts/damm
- Sprickbildning

1.8. Förundersökning

Baserat på studierna om löslighet av bivax presenterade i forskningsöversikten utfördes en förundersökning av för att fastställa en lämplig metod för undersökning av fernissans löslighet. Syftet med förundersökningen är att bestämma ett lämpligt lösningsmedel för bivax, som inte riskerar att svälla eller lösa färgskiktet under (Phenix & Sutherland, 2001). I detta fall undersöks organiska opolära lösningsmedel i kombination med geler eller bärande material såsom Evolon®. För att hitta en lämplig metod för löslighet av bivax implementerades Teas löslighetstriangel med hjälp av mjukvaran TriSolv®, som beskrivs i följande avsnitt.

1.8.1. Teas löslighetstriangel

Teas löslighetstriangel är en grafisk representation av löslighetsegenskaper för olika ämnen, särskilt lösningsmedel och polymerer. Triangelns varje hörn representerar en typ av intermolekylär kraft: dispersion, polär och vätebindning. Olika ämnens position i triangeln visar deras relativa löslighetskaraktärer baserat på deras interaktion med dessa tre krafttyper. Grafen introducerades av Jean P. Teas (Teas, 1968), med hjälp av en uppsättning bråkdelparametrar, matematiskt baserade på de tre Hansen-parametrarna (dispersionskraft, polär kraft och vätebindningskraft) (Hansen, 2007). Grafens tydlighet och användarvänlighet har gjort Teas-grafen till ett välanvänt verktyg bland konservatorer för problemlösning, dokumentation och analys.

Teas-grafens konstruktion är baserad på den hypotetiska antagandet att alla material har samma Hildebrand-värde¹⁰ (Burke, 1984). Enligt detta antagande bestäms löslighetsbeteendet inte av

¹⁰ Hildebrands löslighetsparameter är kvadratroten ur den sammanhängande energitätheten:

$$\delta = \frac{\sqrt{\Delta H_{vap} - RT}}{V_m}$$

skillnader i det totala Hildebrand-värdet, utan av de relativa mängderna av de tre komponentkrafterna som bidrar till det totala Hildebrand-värdet. Detta gör att grafen kan förstås i termer av procent istället för orelaterade summor. Hansens parametrar är additiva komponenter av det totala Hildebrand-värdet (ekvation 1) (Burke, 1984):

$$\partial_t^{2=} \partial_d^{2=} + \partial_p^{2=} + \partial_h^{2=}$$

Ekvation 1

$\partial_t^{2=}$ total Hildebrand parameter

$\partial_d^{2=}$ dispersionskomponent

$\partial_p^{2=}$ polär komponent

$\partial_h^{2=}$ vätebindningskomponent

Det innebär att om alla tre Hansen-värden läggs ihop, kommer summan att vara lika med Hildebrand-värdet för det lösningsmedlet. Teas-parametrarna, eller bråkdelparametrarna, uträknas matematiskt från Hansen-värdet och indikerar den procentuella delen som varje Hansen-parameter medför till det totala Hildebrand-värdet (ekvation 2) (Hansen, 1967; Teas, 1968):

$$\int d = \frac{\partial d}{\partial d + \partial p + \partial h} \quad \int p = \frac{\partial p}{\partial d + \partial p + \partial h} \quad \int h = \frac{\partial h}{\partial d + \partial p + \partial h}$$

Ekvation 2

Det betyder att om alla tre bråkdelparametrar läggs ihop, kommer summan alltid att vara densamma (100) (ekvation 3):

$$\int d + \int p + \int h = 100$$

Ekvation 3

Eftersom Hildebrand-värden inte är desamma för alla lösningsmedel bör det kommenteras att Teas-grafen är ett empiriskt system med liten teoretisk motivering. Positionerna för lösningsmedel placerades ursprungligen på grafen enligt Hansenvärden, och justerades sedan för att överensstämja med empiriska tester (Burke, 1984). Denna brist på teoretisk grund hindrar dock inte Teas-grafen från att vara ett användbart verktyg, och ett lättförståeligt sätt att illustrera löslighetsinformation på. Grafen kombinerar tre löslighetsskalor, som var och en går i en annan riktning. På så sätt använder varje punkt inom grafen tre koordinater, vars summa alltid kommer att vara densamma: 100.

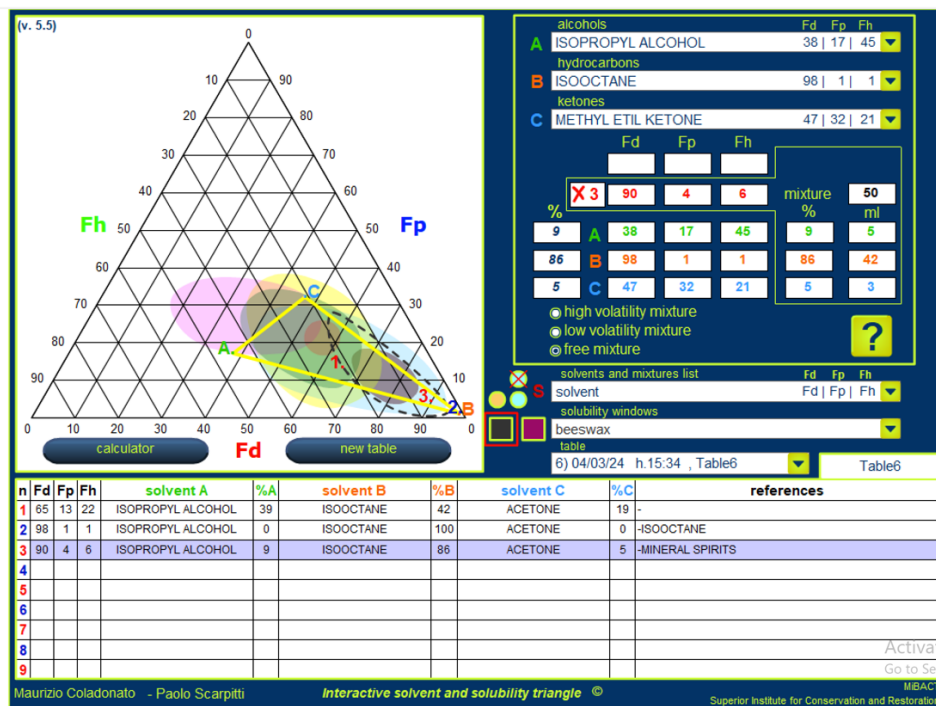
I grafen kan sedan lösningsmedel positioneras i tre riktningar. Lösningsmedel i det nedre högra hörnet motsvarar 100% dispergeringskrafter och 0% polära eller vätebindande krafter (ex. alkaner). Det nedre vänstra hörnet, som motsvarar 100% vätebindande krafter, som hos exempelvis alkoholer och vatten; molekyler med relativt lite dispergeringskrafter jämfört med deras höga grad vätebindande krafter. Genom att röra sig från botten av grafen uppåt ökar lösningsmedlets

polaritet, vilket beror mindre på vätebindande grupper, och mer på ett allt större dipolmoment hos molekylerna som helhet, såsom ketoner (Burke, 1984).

Lösningsmedel kan därefter grupperas i grafen enligt klasser. Ökande molekylvikt inom varje klass förskjuter den relativa positionen för ett lösningsmedel på grafen närmare det nedre högra hörnet. Detta beror på att när molekylvikten ökar, blir den polära funktionella gruppen, mer "utspädd" av progressivt större, opolära alifatiska molekylgrupper. Detta ger molekylerna som helhet relativt mer dispergeringskraft och mindre av den polära karaktären som är specifik för dess klass ((Burke, 1984).

När man vet lösningsmedlens positioner är det därefter möjligt att ta reda på polymerlösligheter med metoder liknande de som används av Hansen: en polymer testas i olika lösningsmedel, och resultaten indikeras på grafen. Aktiva lösningsmedel, delvis aktiva lösningsmedel samt icke-lösningsmedel kan markeras med prickar. Kanterna på detta område, eller polymerlöslighetsfönster, kan närmare bestämmas på följande sätt. Två lösningsmedel nära kanten av löslighetsfönstret väljs, en inom fönstret och en utanför fönstret. Lösning av polymeren testas sedan i olika blandningar av dessa två vätskor, och blandningen som ger bäst löslighet noteras på grafen, vilket bestämmer kanten på löslighetsfönstret.

Denna metod för att bestämma löslighetsfönstret kan utföras på prover under ett mikroskop, och resultaten plottas på en Teas-graf. För att implementera Teas löslighetsgraf används i denna studie mjukvaran TriSolv® (fig. 25), skapat av Mauricio Coladonato och Paolo Scarpitti, som kan hämtas via *Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro* (Scarpitti & Coladonato, u.å.). Fördelar med programmet är att illustrera olika områden av löslighet, för exempelvis bivax, samt blandningar av lösningsmedel.



Figur 20: TriSolv, området för bivax markerat med svart streckad cirkel, lösningsmedel listade och markerade 1, 2, 3.

1.8.2. Löslighetstest

Teas-grafen används i studien för att ta fram lämpliga lösningsmedel för avlägsnandet av Céronis vax-fernissa. Cancerogena och neurotoxiska lösningsmedel såsom xylen, toulén och kloroform, som teoretiskt kan lösa bivax valdes inte ut i förundersökningen. De lösningsmedel som togs fram genom grafen för en förundersökning av löslighet av bivax är:

- Shellsol A¹¹
- Shellsol A, Shellsol D40¹² 1:1
- Terpentin
- POA: isopropanol, isooktan, aceton 2:2:1
- Shellsol A, isooktan 1:1
- Isooktan
- Mineral spirits (lacknafta)

Rent bivax testades i de valda lösningsmedlen, där 50,0 mg bivax nedsänktes i 10,0 ml av de valda lösningsmedlen och lämnades utan att skaka eller omröras. Flaskorna observerades sedan under fem minuter och resultatet antecknades. Därefter lämnades proverna i en timme för att vidare bedöma lösligheten, eftersom provbitarna av bivax är betydligt tjockare än bivax-fernissan. Det lösningsmedel som gav bäst resultat var isooktan, vilket även är lämpligt att applicera på måleri eftersom det medför minst risk för svällande av oljefärg jämfört med övriga lösningsmedel. Lösligheten graderas som följer, från högst till lägst grad lösligt: löst > emulgerat > svällt > ingen påverkan (tabell 3):

Tabell 3: Gradering av löslighet för bivax.

Lösningsmedel	Löslighetsgrad 5 min	Löslighetsgrad 1h
Shellsol A	Ingen påverkan	Svällt
Shellsol A, Shellsol D40 1:1	Ingen påverkan	Svällt
Mineral spirits (lacknafta)	Ingen påverkan	Svällt
Terpentin	Svällt	Emulgerat
Shellsol A, isooctane 1:1	Svällt	Emulgerat
POA: isopropanol, isooktan, aceton 2:2:1	Svällt	Emulgerat
Isooktan	Emulgerat	Löst ¹³

Applikation av lösningsmedel

En risk med fernissaborttagning är att fernissan löses upp men inte avlägsnas helt, och istället tränger djupare in i färgskiktet. För att undvika detta, och samtidigt undvika extensiv mekanisk bearbetning samt för att applicera en kontrollerad mängd lösningsmedel, används för denna undersökning gel i kombination med isooktan. Följande emulsionsgel förberedes (Wolbers, 2003, 107):

¹¹ Naftenkolväten, innehåller aromatiska kolväten

¹² Blandning av paraffin- och naftenkolväten C9-C11, aromfri

¹³ Hela provet av bivax löstes inte upp, däremot löstes de tidigare emulgerade delarna av provet.

1,0 g Carbopol 934
12,5 ml Ethomeen C-12
50,0 ml isooktan
0,75 ml avjoniserat vatten

Ethomeen blandades med Carbopol till en jämn pasta, varpå isooktan tillsattes. Därefter tillsattes vatten droppvis under omrörning tills en gel bildades.

Vidare används även Evolon® CR, ett bärande material som laddas med isooktan. Evolon® CR är en mikrofiberduk producerad av Freudenberg Performance Materials. Metoden har utvecklats i syfte att minska mekanisk åverkan på måleri i samband med rengöring och går att ladda med en kontrollerad mängd lösningsmedel (Vergeer m.fl., 2019). Evolon® CR klipps i bitar om 1x5 cm. För beräkning av mängden lösningsmedel som adderas används data enligt den tabell (tabell 4) som utformats av Tauber m.fl. (2018) där 1x1 cm² av materialet behöver 0,039 ml etanol för att mättas till fyra gånger sin vikt. Detta kan ersättas med isooktan utan större variation i mängd lösningsmedel (Baij m.fl., 2021, 6). För att impregnera 5 cm² av materialet krävs enligt tabellen 0,195 ml för 100% mättnad.

Tabell 4: Beräkning av lösningsmedel för Evolon® (Tauber m.fl., 2018).

Solvent capacity of Evolon CR Ethanol or Isopropanol: 0.78 g/ml	0.1-m² Evolon CR (e.g., 20 X 50 cm)	0.0001-m² Evolon CR (1 X 1 cm)
100% based on Evolon's capacity to absorb 4 times its weight	30.4 g/39 mL	0.0304 g/0.039 mL
Ca. 51%	15.6 g/20 mL	0.015 g/0.02 mL
Ca. 44%	13.4 g/17.2 mL	0.013 g/0.0172 mL
Ca. 34%	10.1g/13 mL	0.01 g/0.013 mL

1.9. Överväganden och avgränsningar

En kommentar bör riktas åt valet av metod och analysmaterial. Vanligtvis är FTIR en fördelaktig icke-invasiv metod, men i detta fall kan metoden inte användas på de utvalda verken, eftersom Göteborgs konstmuseum inte har tillgång till FTIR. En portabel metod med pFTIR (pFTIR) hade varit möjligt, men är i detta fall inte nödvändigt eftersom det finns prover från material på tub som kan förflyttas. FTIR bedöms som en lämplig metod i förhållande till studiens mål att undersöka vad fernissan innehåller. Vidare begränsas studien till undersökning av fernissans synliga egenskaper och inkluderar inte tillståndsbedömning i övrigt. Studien undersöker inte heller förändringar i den kemiska strukturen, utöver en teoretisk litteraturoversikt.

Gällande löslighet av bivax kan det konstateras att bivax borde vara lösligt i dess ursprungliga lösningsmedel, i detta fall terpentin och mineralterpentin, med det går inte att veta hur dessa

lösningsmedel ursprungligen blandats med bivax. Bivaxet kan t.ex. varit uppvärmt vid produktion av produkten, vilket inte är ett alternativ för borttagning av fernissan på måleri. Vidare kan innehållet i produkter benämna lacknafta eller terpentin variera och är därmed inte det mest lämpliga lösningsmedel på måleri.

Vidare bör museets arkivhistoria kommenteras, då Göteborgs konstmuseums arkivmaterial i form av konserveringsrapporter har dokumenterats som tidigast 1950. I rapporterna finns det varierande grad av detaljer, där det i vissa fall förekommer noteringar om verkets tillstånd innan konservering, och i andra fall endast beskrivning av konserveringsåtgärderna. Vidare är konserveringsåtgärderna noterade vid senare tillfälle av andra konservatorer, eftersom dessa vid senare tidpunkt infördes i den digitala databasen. Verkens konserveringshistoria innan 1950 är därmed okänt, och om det finns andra aspekter som kan påverka undersökningen kan inte sägas med säkerhet. Vidare kan det finnas bristfällig information i de nuvarande konserveringsrapporterna. En pFTIR-metod hade i detta fall varit applicerbar för att fastställa att Céronis inte avlägsnats sedan konserveringsrapporten skrevs. Vissa verk har även en fernissa benämnd som ceramatt (även bestående av blekt bivax löst i terpentin), under Céronis-fernissan. Om denna avlägsnats innan behandling med Céronis är inte heller säkert. På grund av osäkerheten i detta har verk med anteckningar om andra fernissor eller ytbehandlingar under exkluderats i urvalet av material. I denna undersökning begränsas testerna till att (baserat på den information som finns i konserveringsrapporterna) optiskt jämföra ytbehandlingens glans och karaktär, för att relativt säkert kunna göra ett urval av målningar.

1.10. Disposition

I kapitel två presenteras resultatet av FTIR-analyserna samt de optiska mikroskopiundersökningarna och löslighetstesterna. Här besvaras den första frågeställningen; *vad innehåller Céronis vaxfernissa?* Här besvaras även den andra frågeställningen; *hur ser fernissans löslighet ut över tid?* I kapitel tre analyseras och tolkas resultatet och den tredje frågeställningen besvaras; *bör fernissan avlägsnas inom snar tid?* I kapitel fyra sammanfattas studiens resultat i tre slutsatser, varpå en diskussion av resultatet följer i kapitel fem.

2. RESULTAT

2.1. FTIR

Nedan redovisas de jämförbara vågtalen (tabell 5-9) för de relevanta funktionella grupperna. Resultatet av analysen visar att det, av de jämförda materialen, inte förekommer annat material än bivax i Céronis. Absorptionsbanden för fettsyror och estrar, där karboxylgrupperna har valensvibrationer vid 1736 cm^{-1} , förekommer i FTIR analysen av båda proven Céronis (fig. 26-27), samt i referensspektra för bivax¹⁴ och Céronis¹⁵. Vidare förekommer valensvibrationer mellan 2848 och 2850 cm^{-1} , samt vid 2917 cm^{-1} , representativt för C-H sträckning hos alifatiska kolväten, i båda proven Céronis, samt i referensspektra för bivax och Céronis. Även valensvibrationer runt 1473 cm^{-1} , representativt för C-H böjning hos alifatiska kolväten, återfinns i de två proverna och referensspektra för bivax och Céronis.

Jämförelser med referensspektrum för schellack¹⁶ visade valensvibrationer vid 2916 och 1473 cm^{-1} vilket är representativt för alifatiska kolväten. Även valensvibrationer vid 1736 cm^{-1} , (karboxylgrupper) återfinns i schellack. Eftersom detta även förekommer i bivax kan inte slutsatsen dras att schellack skulle finnas närvarande i Céronis. Vidare skiljer sig vibrationstopparna något där C-H sträckning hos schellack förekommer vid 1738 cm^{-1} medan det hos Céronis och bivax förekommer vid något lägre nummer, 1734 respektive 1736 cm^{-1} . Även C-H böjning hos alifatiska kolväten skiljer sig något där valensvibrationerna hos schellack förekommer vid 1462 cm^{-1} , medan Céronis och bivax förekommer vid 1473 , respektive 1472 cm^{-1} . Därmed kan det konstateras att vibrationstopparna för funktionella grupper i Céronis-provet i högre grad korrelerar med referensspektrum för bivax än för schellack. Jämförelser med referensspektrum för dammar¹⁷ och mastix¹⁸ visade inga korrelerande valensvibrationer.

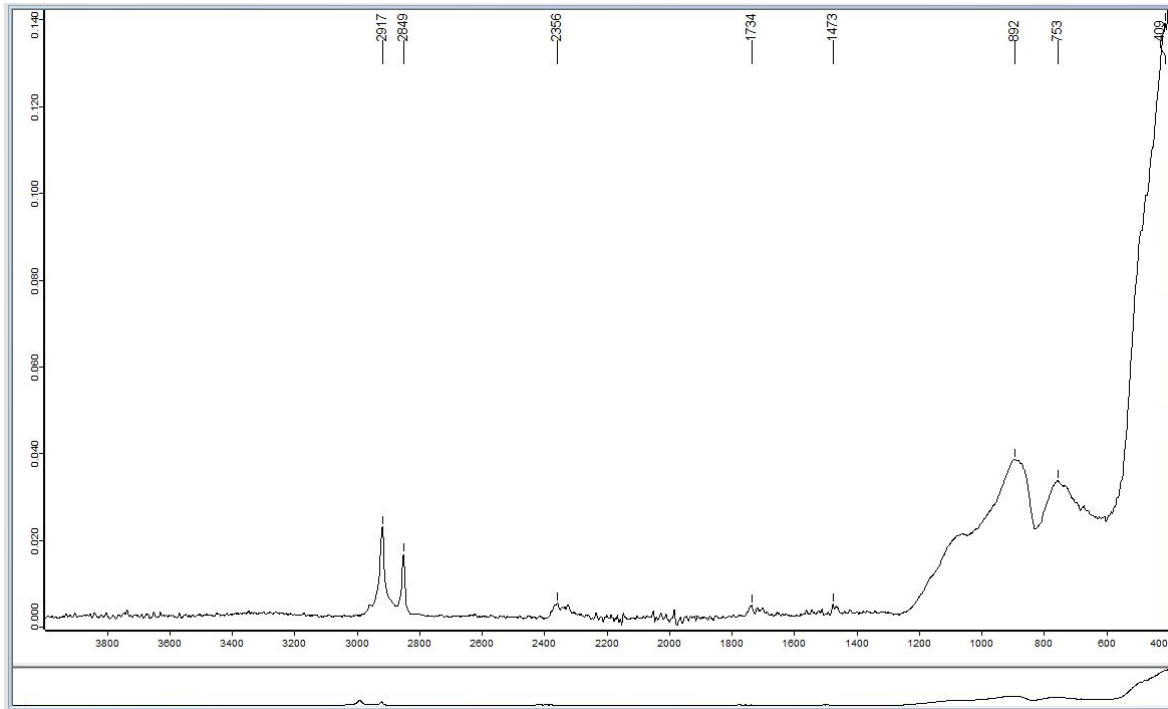
¹⁴ (*Beeswax – Database of ATR-FT-IR Spectra of Various Materials*, u.å.).

¹⁵ (Ford, 2022, 241).

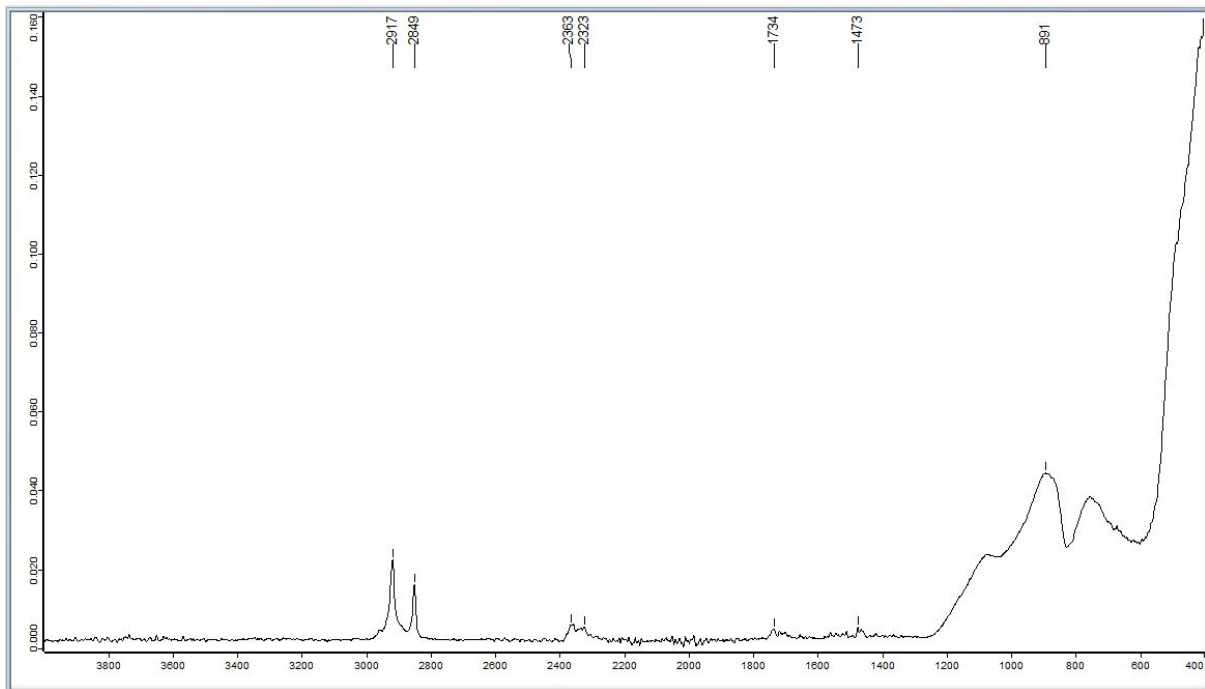
¹⁶ (*Shellac Wax – Database of ATR-FT-IR Spectra of Various Materials*, u.å.).

¹⁷ (*Dammar Resin – Database of ATR-FT-IR Spectra of Various Materials*, u.å.).

¹⁸ (*Mastic – Database of ATR-FT-IR Spectra of Various Materials*, u.å.).



Figur 21: Prov 1, Céronis inköpt ca 1980-1986



Figur 22: prov 2, Céronis inköpt 2014

Tabell 5: Korrelerande vibrationstoppar för prov 1, 2 och bivax markerat i grönt.

Bivax:	Prov 1 (Céronis)	Prov 2 (Céronis)
2916	2917	2917
2848	2849	2849
1736	2356	
1710	1734	
1472	1473	

1170	892	2363
719	753	2323
729	409	1734
		1473
		891

Tabell 6: Korrelerande vibrationstoppar för prov 1, 2 och Céronis (Ford, 2022) markerat i grönt

Céronis	Prov 1 (Céronis)	Prov 2 (Céronis)
2926	2917	2917
2891	2849	2849
2851	2356	2363
2733	1734	2323
1735	1473	1734
1714	892	1473
1464		891
1414		
809		
731		

Tabell 7: Korrelerande vibrationstoppar för prov 1, 2 och schellack markerat i grönt

Schellack	Prov 1 (Céronis)	Prov 2 (Céronis)
2955	2917	2917
2916	2849	2849
1848	2356	2363
1738	1734	2323
1473	1473	1734
1462	892	1473
1413		891
1366		
719		

Tabell 8: Korrelerande vibrationstoppar för prov 1, 2 och dammar markerat i grönt

Dammar	Prov 1 (Céronis)	Prov 2 (Céronis)
3446	2917	2917
3076	2849	2849
2928	2356	2363
2867	1734	2323
1704	1473	1734
1453	892	1473
1307		891
1145		
972		
888		

Tabell 9: Korrelerande vibrationstoppar för prov 1, 2 och mastix markerat i grönt

Mastix	Prov 1 (Céronis)	Prov 2 (Céronis)
3423	2917	2917
2932	2849	2849
2866	2356	2363
1704	1734	2323
1453	1473	1734
1376	892	1473
1244		891
885		

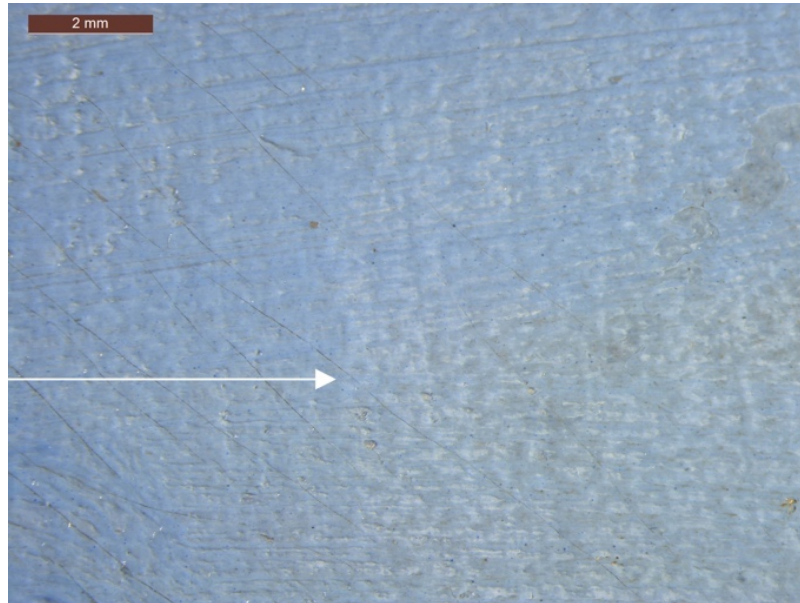
2.2. Löslighetstest och mikroskopi

Baserat på förundersökningen om löslighet av bivax utfördes lösighetstester på två verk från samlingens magasin, *Arbetare* (F129) och *Franskt landskap* (F19). Ett test utfördes i ett dolt område under ramen på verket F19 (fig. 28). För att undvika extensiv mekanisk bearbetning, och för att applicera en kontrollerad mängd lösningsmedel, testas först Carbopol- och isooktan-gel. Verket bedömdes ha en ren yta och provområdet rengjordes lätt med tops och bunden fukt. Gelen appliceras med pensel och bearbetas lätt på ytan, varefter gelen torkas av med tops och en liten mängd isooktan.

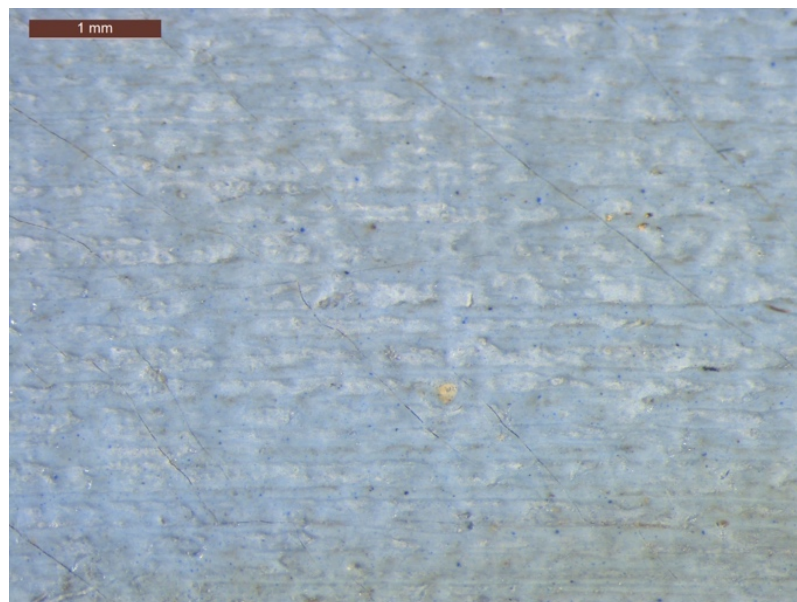


Figur 23: Franskt landskap F19, test- och analysområden.

Resultatet av rengöringen visar en betydligt mattare yta, som även har ett dimmigt utseende (fig. 29). Pilen i figur 36 indikerar en linje där skillnad i ytskiktet är tydligt, mellan det rengjorda området och det ej rengjorda området. I större förstoring finns det även antydning till att material deponerats på ytan (fig. 30). Materialet kan vara rester från Carbopol, eller rester av Céronis som delvis lösts upp och sedan åter deponerats på ytan.

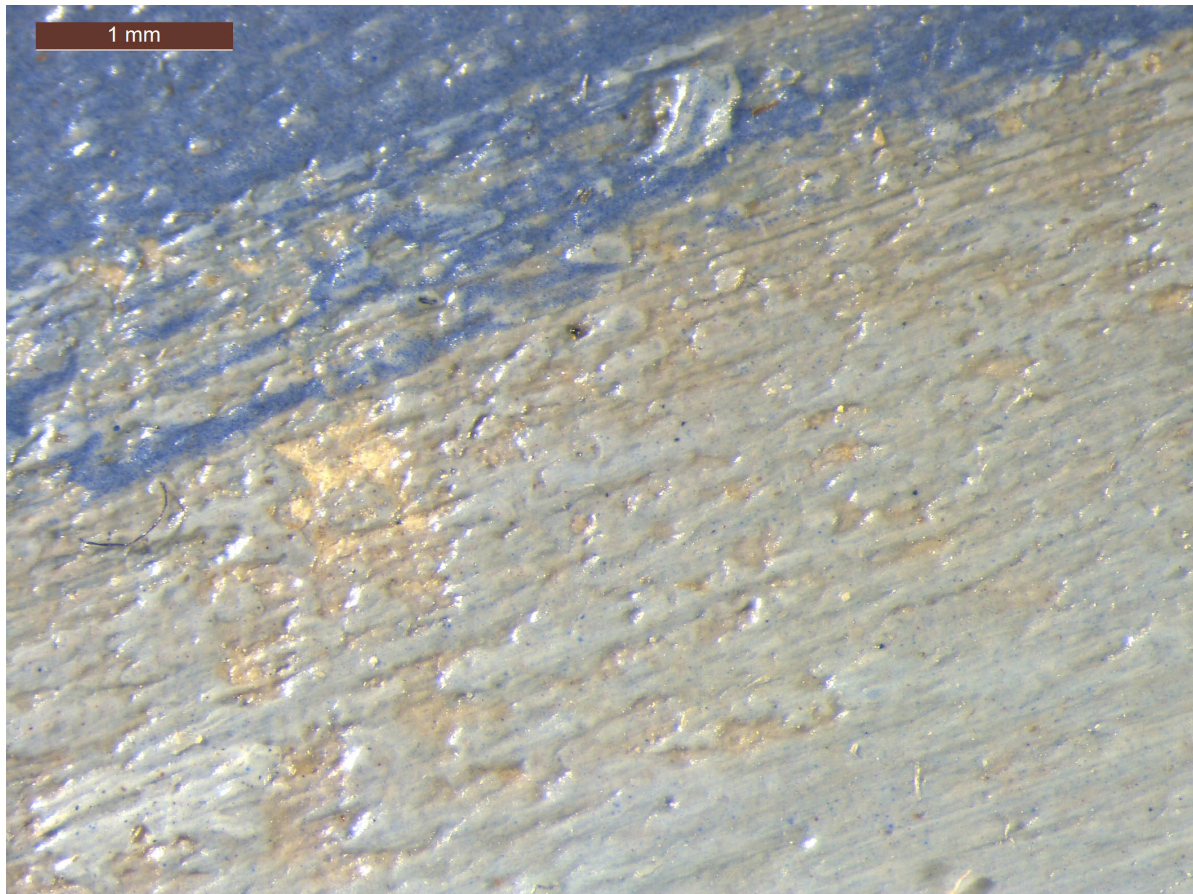


Figur 24: Rengjort område med Carbopol-gel (1).

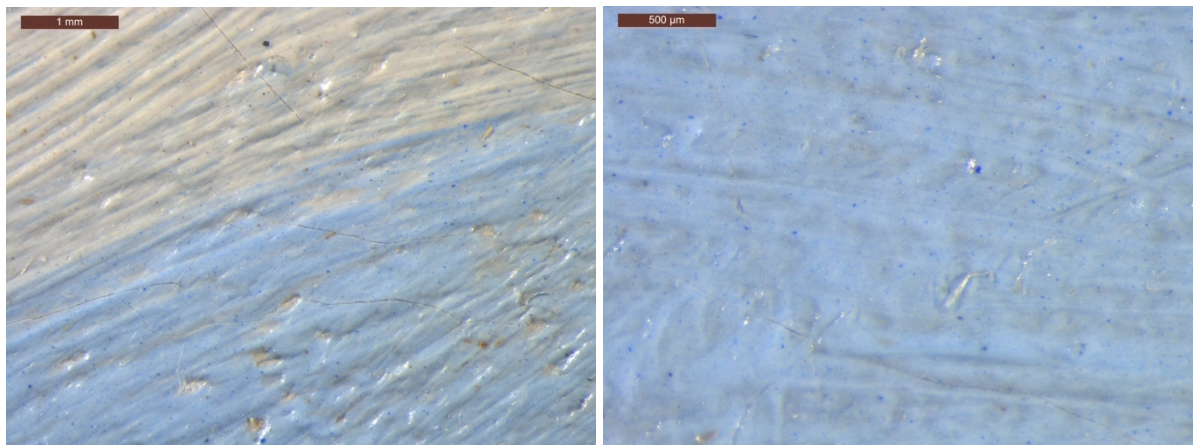


Figur 25: Rester av material på det rengjorda området, (1).

Vid mikroskopisk undersökning av fernissans yta på samma verk, framgår fernissans ytglans, som är betydligt mattare än exempelvis hartsfernissor. Fernissans transparens är även tydlig i fig. 31, där delar av duken även är synlig genom tunnare partier i färgskiktet. Det kan även konstateras att fernissan har applicerats tunt. Undersökningen av detta verk visar ingen gulnad eller färgförändring och inga tecken på sprickbildning eller porositet.

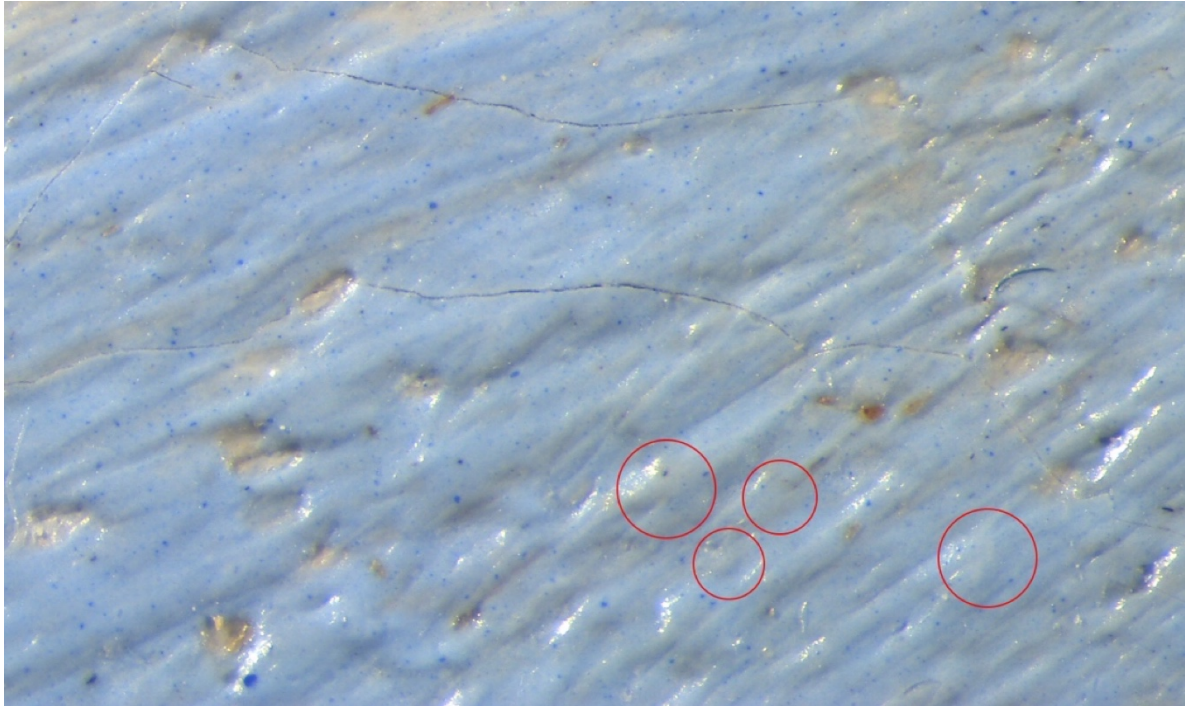


Figur 26: Fernissans ytglans och transparens (2).



Figur 27: Sprickbildning i färgskikt, tunt applicerad fernissa (3). Figur 28: Smuts under fernissan (4).

Vidare har verket en relativt ren yta. I figur 32 kan nedsänkningar i färgskiktet ses, som den tunt applicerade fernissan inte fyller ut. Om fernissan haft en tendens att binda föroreningar hade dessa nedsänkningar möjligtvis förekommit mörkare eller synligt smutsiga. I figur 33 finns däremot vissa områden som förekommer som mer smutsiga, i synnerhet i dalar av penselstråk. I förhållande till fernissan ytglans och transparens verkar dock smutsen ligga under fernissan, snarare än i fernissan, och detta kan därför inte hänföras till fernissans tendens att binda föroreningar. Fernissan förekommer generellt vara jämnt applicerad, och ger en enhetlig ytglans. Dock finns vissa partier av mer opak fernissa, se fig. 34.



Figur 29: Partier av mer opak fernissa (3).

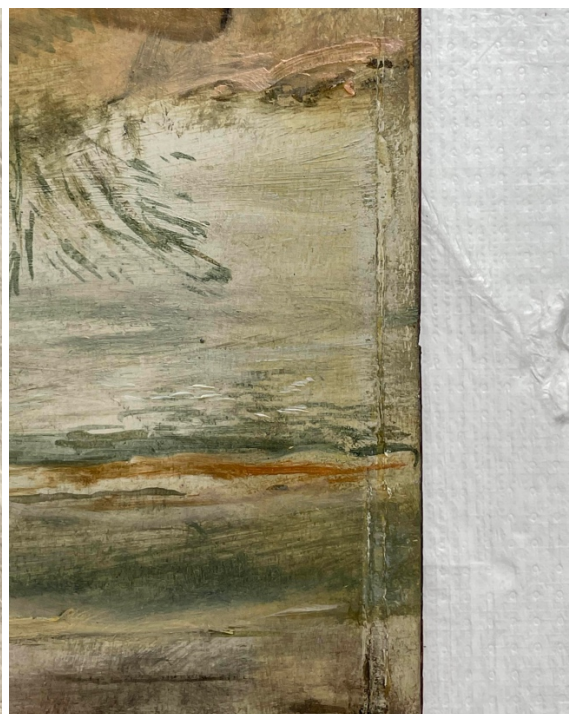
Då rengöring med Carbopol-gel inte gav ett tillfredställande rengöringsresultat, testas rengöring med Evolon® laddat med isooktan. Testerna utförs på tre testområden (fig. 35) på verk F129 (*Arbetare*) under fem minuter. De förberedda bitarna Evolon® placeras på testområde 1. (rengjort innan med tops och bunden fukt) och täcks med polyesterfilm (Melinex) under verkningstiden (fig. 36). En lätt vikt placeras ovanpå polyesterfilmen. Detta gav inget synbart resultat, och området bearbetas därefter lätt med tops och isooktan för att försäkra att ingen löst fernissa har deponerats på ytan igen. Resultatet visar ingen tydlig skillnad i färg eller måttnad (fig. 37-38). Resultatet visar dock inte samma matta dimmiga yta som rengöringstestet med Carbopol-gel. Den dimmiga ytan kan därför troligtvis hänvisas till närvaron och rester av Carbopol.



Figur 30: Arbetare F129, test- och analysområden.



Figur 31: Evolon placeras på testområde (1).

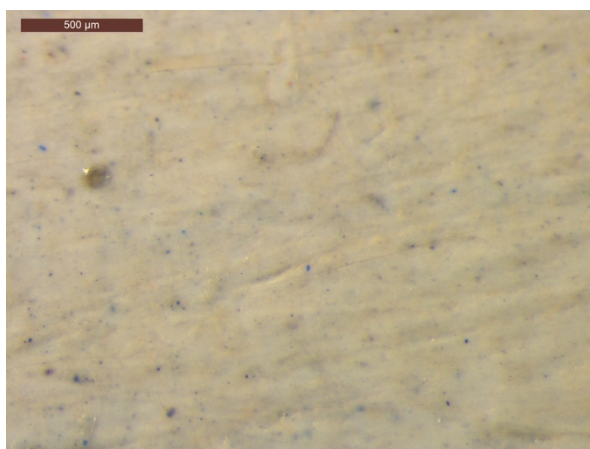


Figur 32: Testområde efter rengöring med Evolon (1).



Figur 33: Rengjort testområde, efter applicering av Evolon (1).

Därefter förbereds ett större område i ett ljusst parti (testområde nr. 2), för att bättre bedöma skillnad i ytglans och färg, som först rengörs med en rengöringsgel av triammoniumcitrat, klucel g och vatten. Därefter placeras en större bit Evolon® över området, enligt samma procedur som innan. Området bearbetas därefter lätt med tops och isooktan. Resultatet visar ingen tydlig skillnad i färg eller mättnad (fig. 39). Detta kan delvis bero på att det testade områden har ett ljusst färgskikt. Av denna anledning testas även ett område i ett mörkade parti, enligt samma procedur som innan. I förstoring blir det tydligt att området har en matt, dimmig yta (fig. 40), liknande F19 rengjort med Carbopol-gel. Detta kan tolkas som blinding, vilket i detta fall inte kunde åtgärdas genom fortsatt rengöring av ytan. Effekten kan även bero på att ytan blivit förändrad av mekanisk bearbetning. Vidare kan det konstateras att ytan i figur 39 inte förekommer renare efter rengöring och fernissaborttagning, vilket indikerar att smutsen inte är bunden i fernissan.



Figur 34: Rengjort område (3).

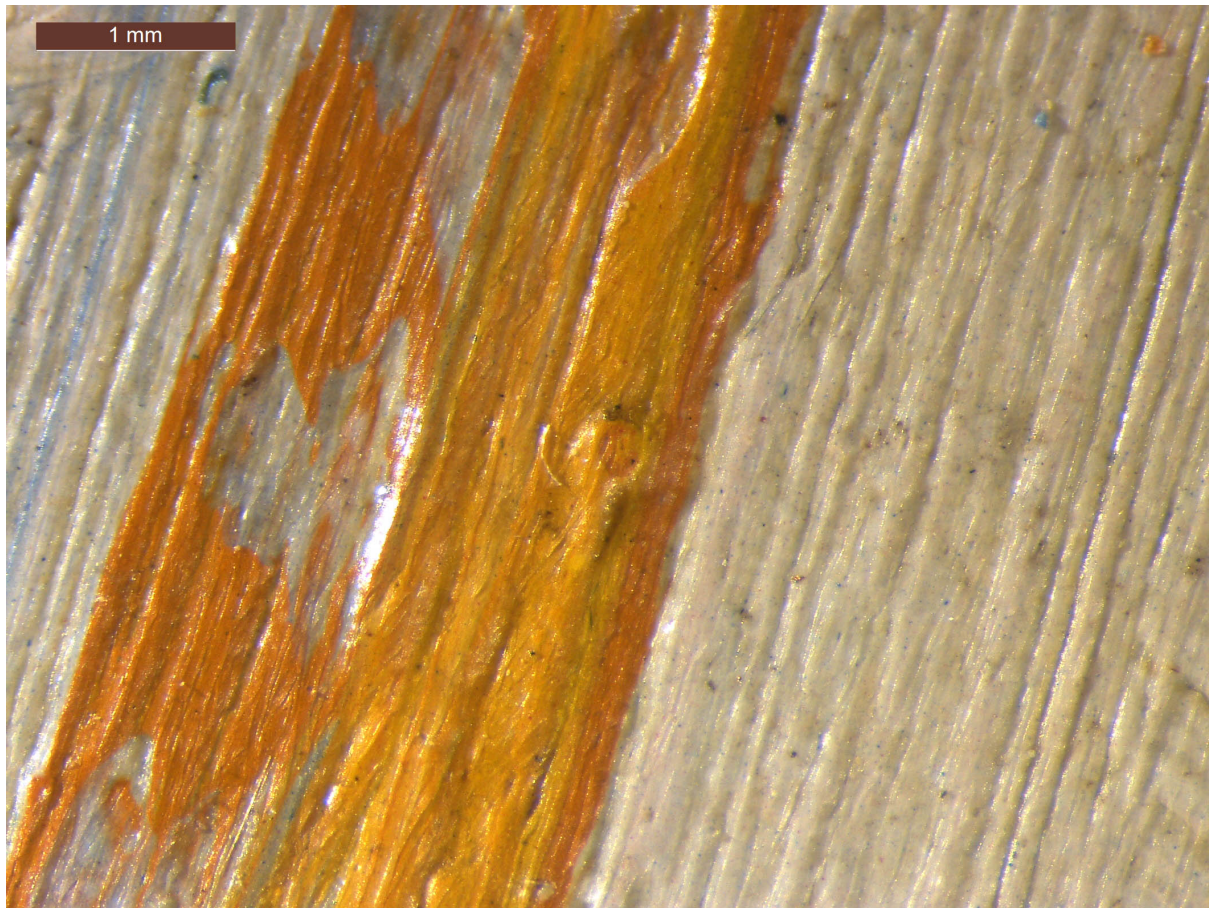


Figur 35: Rengjort område, med en dimmig yta (4).

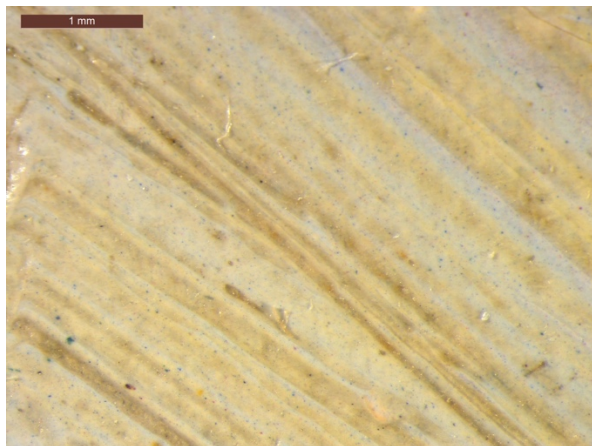
Verket *Marstrands hamn*, GKM 1066 (fig. 41) hade en betydligt smutsigare yta än de övriga verken, men även i detta fall verkar en del smuts ligga under fernissan (fig. 42–43). Viss smuts verkar även vara inbäddat i färglagret (fig. 43). Inget uniformt smutslager uppfattas och ytglansen uppfattas som samma som på verk F19, samt verkar ytglansen inte vidare påverkad av smuts. Vidare förekommer fernissans transparens vara opåverkad av smuts (fig. 42), vilket även ger anledning att tro att ytsmuts inte kan hänföras till fernissans tendens att binda föroreningar.



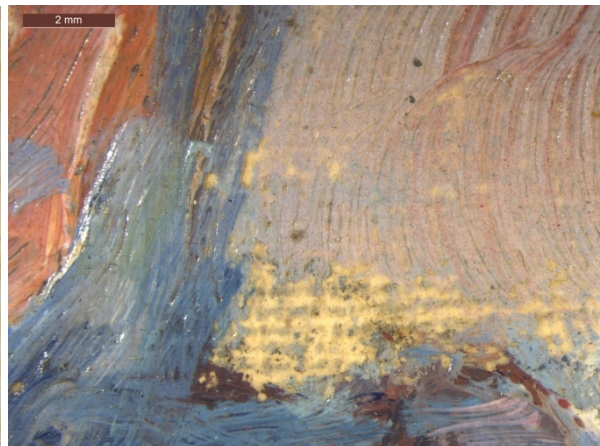
Figur 36: Marstrands hamn GKM 1066, analysområden.



Figur 37: Uniform ytglans, inga färgförändringar (1),

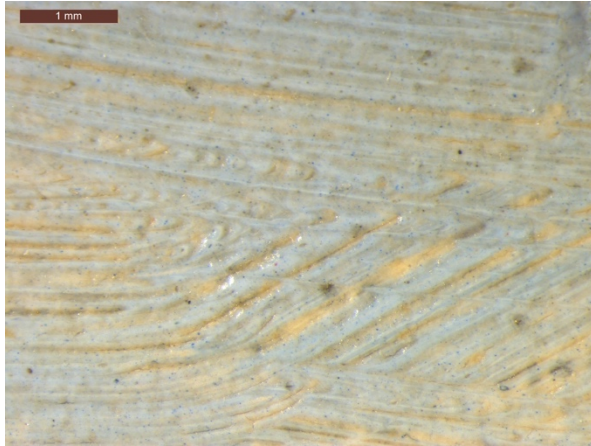


Figur 38: Smuts möjligtvis under fernissan (2).

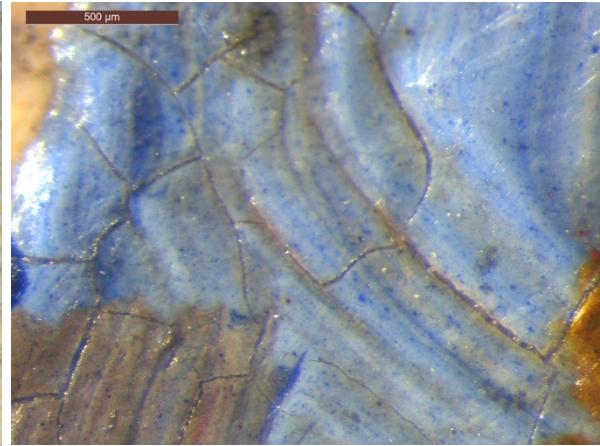


Figur 39: Uniform ytglans och transparens (3).

I figur 45 går det även att antyda viss smuts under både fernissan och färgen. Fernissan förekommer även transparent och tunt applicerad. Vid sprickbildningen i färglagret går det även att se att fernissan är applicerad efter sprickbildningen uppstått, då Céronis delvis fyller ut sprickor, samt att ingen sprickbildning i fernissan separat från färglagret har skett (fig. 46). Inget enhetligt smutslager kan hänföras till fernissans tendens att binda föroreningar.



Figur 40: Transparens och smuts under fernissa (4).

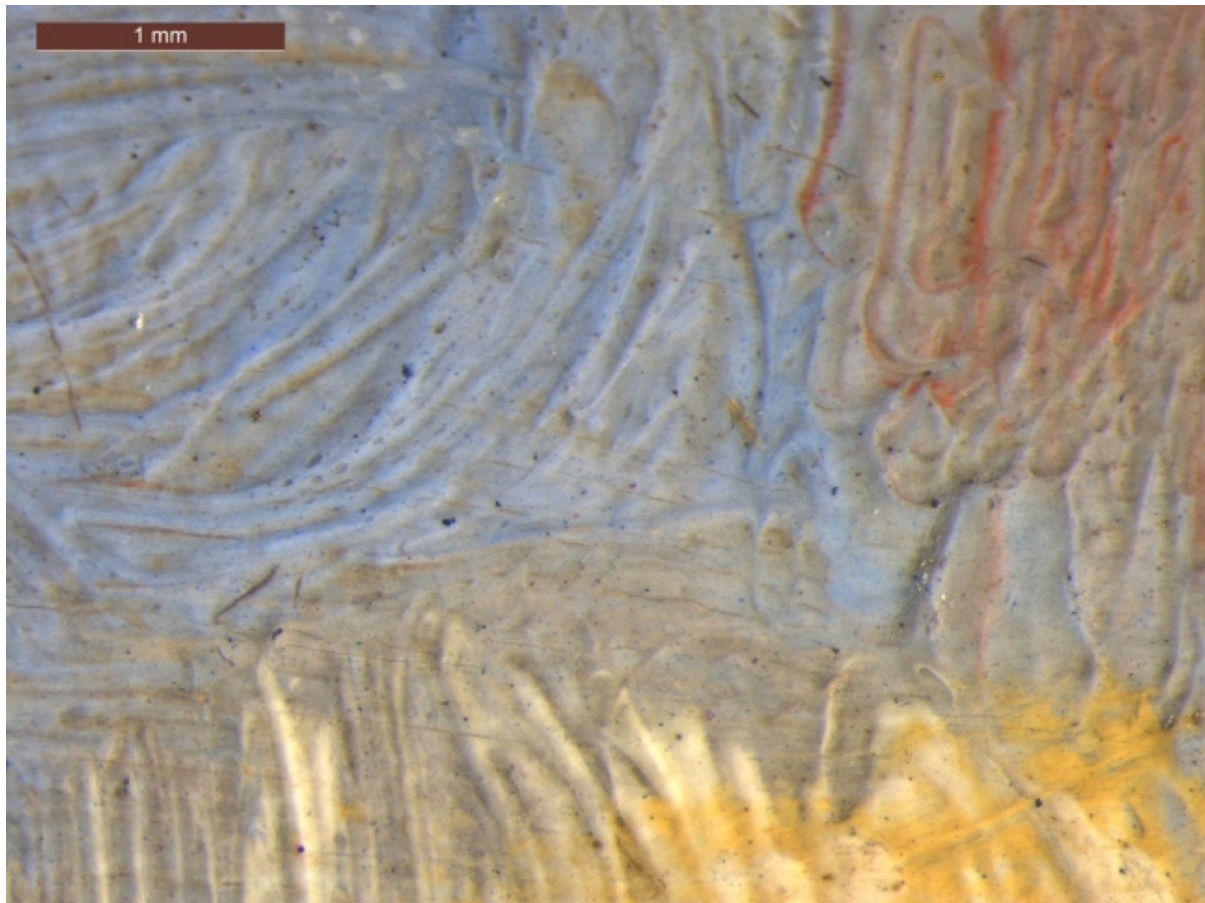


Figur 41: Sprickbildning i färglager (5).



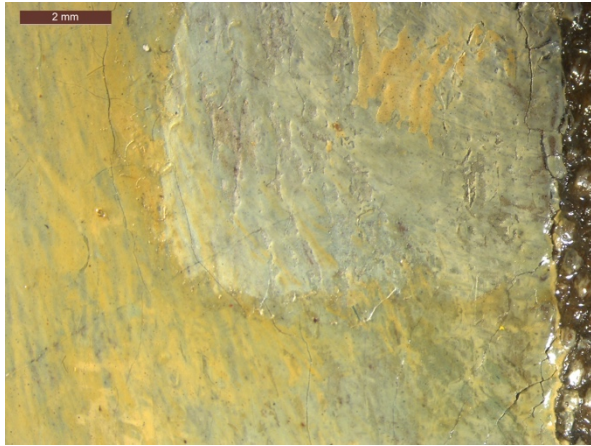
Figur 42: Gata i Montparnasse, Paris GKM 529, analysområden.

Även verk GKM 529 (*Gata i Montparnasse, Paris*) (fig. 47) har en smutsigare yta än de övriga verken, men smutsen förekommer inte vara bunden i fernissan. Undersökningen av detta verk gav liknande slutsatser som de tidigare undersökta verken. Fernissan visar ingen sprickbildning, porositet eller färgförändringar (fig. 48). Inget enhetligt smutslager bland de fyra verken kan hänföras till fernissans tendens att binda föroreningar.

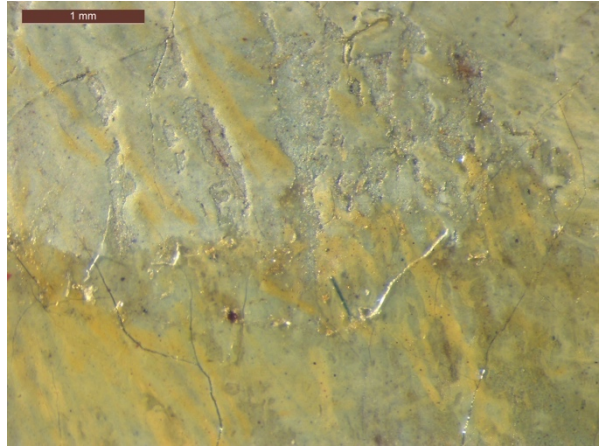


Figur 43: GKM 529 (1).

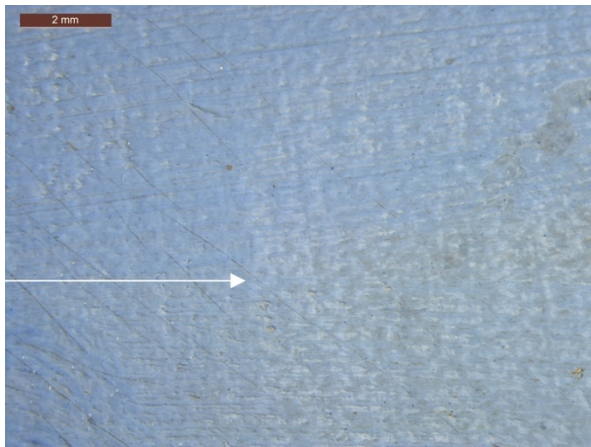
I en jämförelse med en keton-fernissa går det att se en tydlig skillnad mellan de två ytbehandlingarna, där keton-fernissan visar en tydlig färgförändring, medan bivax-fernissan visar en avsaknad av detta (fig. 49-50). Vidare är keton-fernissan applicerad i betydligt tjockare lager (fig. 50). Även detaljer av den upplösta fernissan syns tydligt, där fernissan förekommer som små runda partiklar i övergångsområdet av fernissaborttagning. I jämförelse med borttagning av Céronis ger denna fernissaborttagning ett tydligt och tillfredställande resultat, medan borttagningen av bivax-fernissan ger ett otydligt och ej tillfredställande resultat (fig. 51-52). Vidare får konservatorn arbeta ”i blindo” då graden av avlägsnade är svårt att avgöra utan mikroskop.



Figur 44: Ketonfernissa



Figur 45: Ketonfernissa



Figur 46: Rengjort område F19 (1)



Figur 47: Rengjort område F129 (4).

3. TOLKNING AV RESULTAT

I följande kapitel tolkas studiens resultat av FTIR-analys, mikroskopiundersökning samt löslighetstester med hjälp av samtida konserveringsteori och tolkningsbaserat beslutsfattande.

3.1. FTIR

Resultatet av FTIR-analysen ger information om sammansättningen av fernissan, vilket är avgörande för att förstå dess egenskaper och hur den interagerar med konstverken över tid. Genom att identifiera de funktionella grupperna i fernissan kan slutsatser dras om dess kemiska karaktär och eventuella påverkan på konstverken. Att karboxylgrupperna och C-H sträckning hos alifatiska kolväten, som förekommer i bivax, finns representerade i fernissan bekräftar att bivax är det huvudsakliga materialet i Céronis-fernissan. Detta resultat är konsistent med tidigare antagande att Céronis-fernissan endast innehåller bivax. Det bör även noteras att det förekommer små skillnader i vågtal för vissa vibrationstoppar mellan fernissan och referensspektrum för bivax och Céronis. Dessa skillnader kan bero på olika faktorer, såsom eventuell förorening eller bearbetning av bivaxet vid tillverkningen av fernissan, eller skillnader i produktionen av bivax. Det kan därför finnas variationer mellan fernissan och rent bivax, men dessa påverkar inte analysen av lösligheten eller utvärdering av fernissans åldringsegenskaper. Jämförelsen med referensspektrum för andra potentiella material visar att fernissan inte innehåller dessa material. Resultatet av FTIR-undersökningen visar att Céronis inte innehåller ämnen som kan vara skadliga för färgskiktet. Denna kunskap är viktig för att vidta lämpliga konserveringsåtgärder samt för att förstå fernissans beteende över tid och dess löslighet.

3.2. Mikroskopi och löslighet

Resultatet av mikroskopiundersökningen visade inga synliga tecken på färgförändringar, något som däremot är vanligt förekommande hos exempelvis ketonfernissor. Utifrån löslighetstest på verk F129 och F19 kan det konstateras att fernissan behållit sin transparens och inte gulnat över tid. Utifrån denna aspekt är det inte motiverat att avlägsna fernissan. Vidare har fernissan applicerats i ett tunt lager på samtliga undersökta verk, och har en enhetlig glans som är betydligt mattare än exempelvis ketonfernissan. I och med detta finns det inte heller skäl till borttagning av fernissan utifrån konstnärlig integritet (Muñoz Viñas, 2005), om det inte gäller verk där en fernissa är otidsenlig eller av andra anledningar opassande.

Mikroskopiundersökningen visade inga tecken på en enhetlig ansamling av smuts/damm, som kan hänföras till fernissans tendens att binda föroreningar. De undersökta verken visade olika grader av smuts antingen på ytan, under fernissan, bundet i färgskiktet eller under färgskiktet. Ytrengöring av verk F129 och F19 visade inte en synbart renare yta, där den synliga smutsen verkar förekomma under fernissan. Det kan därmed konstateras att smutsen inte är beroende av fernissan, utan hänsyn får riktas till att verk kan ha förvarats och varit utställda i olika konditioner, samt har skillnader i dess konserveringshistorik som inte beskrivs i konserveringsrapporter. Det kräver därför vidare undersökningar för att bestämma exakt till vilken grad just fernissan binder smuts. Utifrån en optisk mikroskopiundersökning kan det däremot konstateras att det inte finns synliga

tecken på att fernissan i någon betydande grad binder smuts, utan snarare fortsatt agerar som ett skyddande lager mot luftföroreningar. I och med att närvaron av NO_x negativt påverkar stabiliteten hos bivax, vilket i sin tur kan påverka det underliggande färgskiktet, är det fördelaktigt att fernissan inte till större grad verkar binda föroreningar, i förhållande till bevarande av verkets materiella komponenter (Muñoz Viñas, 2005), och motiverar inte borttagning av fernissan.

Vidare kunde inga tecken på krackelering eller sprickbildning separat från färgskiktet uppfattas. Fernissan förekommer jämnt applicerad och intakt utan tecken på porositet. Endast vissa mer opaka områden kunde uppfattas i fernissan, som troligtvis beror på en, på dessa områden, ojämn applikation. Ytterligare en observation är att fernissan har en transparent och icke-störande effekt på konstverken. Trots närvaron av smuts och föroreningar på vissa av verken, har fernissan behållit sin transparens och glans. Detta tyder på att fernissan har fungerat som en skyddande barriär mot yttre påverkan samtidigt som den tillåtit konstverkets egenskaper att förbli synliga och intakta.

Användandet av Carbopol-gel gav inte ett tillfredställande eller önskvärt rengöringsresultat, sett till verkets uppfattningsbara egenskaper, då rester av (troligen) Carbopol deponerades på ytan och lämnade en vit-dimmig yta. Resultatet av rengöringen är inte tillfredställande när konstnärlig integritet ska övervägas (Muñoz Viñas, 2005). Vid rengöring med Evolon® laddat med isooktan gav rengöringen inte ett önskvärt resultat, där blinding uppstod och inte kunde åtgärdas med vidare rengöring. Vidare finns det en risk att Céronis delvis lösts upp men lämnat kvar rester som sjunker djupare ned i färgskiktet, något som inte är önskvärt utifrån bevarande av både historisk och konstnärlig integritet.

3.3. Céronis som ytskydd

Äldre konstverk kan med tiden bli smutsiga eller gulnade, vilket kan påverka deras visuella upplevelse. Om fernissan är missfärgad eller skadad kan avlägsnande vara nödvändigt för att återställa konstverkets ursprungliga utseende. Bivaxfernissa åldras relativt långsamt jämfört med andra fernissor. Detta kan innebära att fernissan behåller sin transparenta och skyddande karaktär under en längre tid, vilket kan vara fördelaktigt för att bevara konstverkets originalutseende och färger. Ibland kan avlägsnande av fernissa förbättra konstverkets estetiska utseende genom att avslöja färger och detaljer som tidigare varit dolda. Detta är särskilt viktigt om fernissan har gulnat eller blivit ogenomskinlig, vilket kan dämpa konstverkets färger och ljusreflektioner. Då de undersökta verken inte visar tecken på varken färgförändring eller förlorad transparens, motiverar dessa aspekter inte en fernissaborttagning.

I och med att Céronis inte i betydande grad binder föroreningar, och därmed i mindre grad bryts ned av NO_x, minskar behovet av att avlägsna fernissan. Detsamma gäller för avsaknaden av sprickbildning och porositet, vilket tyder på att den fortfarande är i gott skick och inte utgör någon akut risk för konstverkets bevarande. Detta kan tala för att fernissan inte behöver avlägsnas i syfte att förhindra skador på måleriet.

Vidare kan avlägsnande av fernissa innebära risker för konstverket. Principen inom samtida konserveringsteori om minsta möjliga åtgärd och reversibilitet bör balanseras mot behovet av att förhindra framtida skador på konstverket. I detta fall finns ingen direkt motivering i avsikten att förhindra framtida skador. Om en målning dessutom verkar vara känslig eller har magra färger med pigment som är dåligt bundna i oljan bör det undvikas att avlägsna fernissan, eftersom detta kommer lossa pigmenten med vaxet. Flera av verken har även områden av tunna färgskikt, där en upplösning av fernissan kan riskera att bivaxet tränger in i duken och orsakar en mörkare färg, som kan ge hela verket en förändrad färgton. Detsamma gäller vid särskilda fall som vid zinkförtvålning. Zinktvål som producerats från zinkoxidpigment när de blandats med olika fettsyror har tidigare visats minska reaktionshastigheterna när kedjelängden ökat. När vax bryts ned förkortas kolvätekedjor eller bryts ned helt. Detta kan därmed teoretiskt bidra till att reaktionshastigheten ökar när kedjelängden minskar. Denna förändring i bivaxets kemiska struktur riskerar endast att påverka färgen efter upp mot 150 år i extrema förhållanden. Därmed finns det inte behov att avlägsna fernissan inom snar tid, då Céronis som tidigast använts 1965 på Göteborgs Konstmuseum.

Enligt den estetiska konserveringsteorin är det viktigt att bevara konstverkets konstnärliga integritet och att konservatorns handlingar inte förändrar konstverkets estetiska egenskaper. Detta innebär att avlägsnande av fernissa bör grundas på en noggrann bedömning av konstverkets visuella utseende och konstnärliga intentioner, med hänsyn till konstnärens avsikt och den uppfattningsbara estetiken hos verket. Resultatet av denna studie visar även att ingen tillfredställande rengöringsmetod har hittats utifrån estetiska bevarandeperspektiv. Om fernissan fortfarande ser ren ut och inte har förlorat sin transparenta karaktär kan det vara ogrundat att avlägsna den.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att det, baserat på fernissans förhållandevis bra åldringsegenskaper, avsaknaden av potentiellt skadliga ämnen i fernissan samt bristen på ett tillfredställande rengöringsresultat, inte finns någon direkt anledning att avlägsna fernissan. Det kan dock finnas andra anledningar till att avlägsna fernissan, exempelvis där naturhartsfernissa ligger kvar under Céronis på verk F129. Andra anledningar kan vara att det finns zinkvitt i färgskiktet som synbart har förändrats, och i så fall överväga att avlägsna fernissan för att undvika vidare nedbrytning. Dock finns det inte nog med undersökningar som bekräftar att nedbrutet bivax orsakar zinkförtvålning.

4. SLUTSATSER

Denna studie har ämnat skapa ett underlag till beslut vid åtgärd för verk behandlade med Céronis vaxfernissa. Utifrån studiens frågeställningar kan slutsatserna sammanfattas enligt följande:

Vad innehåller Céronis vaxfernissa och kan innehållet vara skadligt för de behandlade verken?

FTIR-analysen visar att fernissan huvudsakligen består av bivax. Resultaten indikerar att fernissans sammansättning inte innehåller ämnen som är direkt skadliga för färgskikten. Bivax kan dock i särskilda fall orsaka problematik, exempelvis när den är applicerad på magra färgskikt och penetrerar bindemedlet, eller i kontakt med zinkoxidpigment då det finns en risk för zinkförtvålning. Fernissan har behållit sin transparens och har inte gulnat över tid, vilket visar på dess stabila natur och att den fungerar som ett skyddande lager.

Hur ser fernissans löslighet och åldringsegenskaper ut över tid?

Bivax åldras relativt långsamt jämfört med andra fernissor, vilket är fördelaktigt för att bevara konstverkets ursprungliga utseende. Céronis har inte visat tecken på försämrad transparens, sprickbildningar, porositet eller färgförändringar över tid. Céronis visar inga tecken på tendens att binda luftföroreningar i större grad. Baserat på litteraturoversikten förblir bivax lösligt under lång tid och påverkas inte av oxidering i större grad. I denna studie uteslöts hälsofarliga lösningsmedel för att hitta en användbar metod, vilket försvårade det praktiska momentet att avlägsna fernissan, men den kemiska strukturen hos bivax och dess nedbrytning har inte försämrat fernissans löslighet över tid.

Vilka aspekter av Céronis vaxfernissas innehåll och egenskaper kan ge underlag till beslut om borttagning?

Avlägsnande av fernissan verkar inte motiverat för närvarande, eftersom den fortfarande fungerar som ett effektivt skyddslager mot yttre påverkan. Vidare har inga tillfredsställande rengöringsmetoder identifierats, och avlägsnande av fernissan kan innebära risker för konstverket. Sammanfattningsvis visar resultaten att Céronis inte verkar vara skadlig för de behandlade verken och har behållit sina löslighetsegenskaper samt transparens över tid. Det finns inte heller någon omedelbar anledning att avlägsna fernissan med tanke på dess goda åldringsegenskaper och bristen på potentiellt skadliga ämnen i fernissan. Vidare forskning och noggrann bedömning av konstverkens individuella behov kan vara nödvändiga innan eventuella åtgärder vidtas.

5. DISKUSSION

Diskussionen kring fernissaborttagning inom målerikonservering är en komplex fråga som involverar många olika aspekter och kräver en holistisk strategi för att fatta välgrundade beslut. Resultatet av den tekniska analysen och mikroskopi har besvarat frågeställningen om innehållet i Céronis, dess åldringsegenskaper och skyddande funktion. Resultatet av detta har möjliggjort bedömning av fernissans tillstånd och dess påverkan på bevarande av de behandlade konstverken. Diskussionen om bevarande av konstnärlig integritet har lyfts med hänsyn till fernissans estetiska och uppfattningsbara egenskaper, samt hur borttagning av fernissan påverkar detta. Principerna om minsta möjliga åtgärd och reversibilitet har vägts mot behovet att bevara konstverken i ett så ursprungligt skick som möjligt, med hänsyn till fernissans påverkan på verken. Studiens resultat relateras till litteraturoversikten och bekräftar tidigare kunskap om bivax som konserverings- och konstnärsmaterial i fler aspekter. Resultatet skiljer sig dock i aspekten av vaxets tendens att binda luftföroreningar. Där tidigare verk ytbehandlade med vax konstaterats binda föroreningar, medan de undersökta verken i denna studie inte bidrar till denna slutsats.

Datansamlingen har utgått från det tillgängliga materialet och vissa metoder har därmed uteslutits. Eftersom verken inte kan förflyttas från Göteborgs Konstmuseum har metoderna varit begränsade till de tillgängliga metoderna på plats. Vidare har endast rengöring och fernissaborttagning implementerats som invasiva metoder. Om prover från verk varit möjligt hade exempelvis mikroskopisk undersökning med högre förstoring kunnat genomföras. Detta för att undersöka förändringar i fernissans struktur samt undersöka ansamling av dammpartiklar. För att jämföra den åldrade fernissan på verk från samlingarna med ett nytt prov av Céronis hade en portabel pFTIR metod kunnat användas. För att noggrannare bedöma hur mycket smuts och damm som samlats på verkens yta hade en vattenfilter-metod kunnat användas, för att jämföra mängden damm från verk behandlade med Céronis och verk med exempelvis en hartsfernissa. Det finns dock många aspekter som påverkar hur mycket damm som samlas på ett verk, exempelvis hur klimatkontroll, förvaring, besöksantal och konserveringshistoria har sett ut för de specifika verken. För att en pålitlig jämförelse ska kunna genomföras måste därmed två verk med väldigt liknande förhållanden väljas ut. Ett annat alternativ för en sådan undersökning är att göra mock-ups med Céronis i jämförelse med en annan fernissa, vilka får placeras i en kontrollerad kammare och utsättas för luftföroreningar.

Subjektivitet är en utmaning inom tolkningsbaserat beslutsfattande, och om studien utfördes av någon annan skulle möjligen andra tolkningar gjorts. Trots den subjektiva komponenten är studiens tolkningar genomförda inom bestämda parametrar och grundas på ett fysiskt material. Detta skapar en ram för tolkningarna och ger en solid grund för att dra slutsatser baserade på den insamlade datan. Resultatet är också beroende av de specifika verk som har valts ut för studien, och andra verk kan potentiellt ha gett ett annat resultat. Trots möjliga variationer i tolkningarna bedöms studiens resultat och tolkningar som trovärdiga inom ramen för det tillgängliga materialet och de utförda undersökningarna. Genom att basera studiens resultat på objektiv information hos materialet och tekniska analyser ger studien en pålitlig förståelse av fernissans egenskaper och dess påverkan för de valda konstverken. Detta övervägande ger en kontextuell förståelse för studiens resultat.

Ett övervägande baserat på studiens beslut att utesluta hälsofarliga lösningsmedel som exempelvis xylene är att dessa inte ansågs vara hållbara eller lämpliga för användning i undersökningen. Genom att avstå från att inkludera toxiska lösningsmedel har studien betonat vikten av säkerhet och hållbarhet i forskningsmetodiken. Samtidigt är det värt att notera att användningen av hälsofarliga lösningsmedel som xylene potentiellt hade kunnat ge ett tillfredsställande rengöringsresultat. I särskilda fall där det bedöms som nödvändigt att avlägsna fennissan, kan sådana metoder behöva övervägas och prövas. Detta betonar en medvetenhet om etiska och praktiska överväganden inom konservering, vilket i slutändan bidrar till ett hållbart tillvägagångssätt för konservering och materialstudier. Att prioritera säkra och hållbara metoder är avgörande för att skydda både konstverk, miljö och människors hälsa i konserveringspraxis.

I studiens urval av material har konstverkens konserveringshistoria övervägts, men för en mer omfattande analys hade studien även kunnat inkludera historiska och kontextuella aspekter som exempelvis klimatkontroll och förvaringshistorik i magasin. Detta skulle ge en djupare förståelse för faktorer som påverkar fennissans åldrande.

Viss uppmärksamhet bör även riktas mot användandet av Céronis som får förstås i förhållande till en viss vax-positivism under mitten av 1900-talet (Stoner & Rushfield, 2013; 370). Under 1920-talet nämndes vaxfennissor allt oftare. F. Weber & Co. producerade matta fennissor baserade på vax avsedda för både muralmålningar och temperamålningar från cirka 1922, och experimenterade med sina formuleringar under 1930- och 1940-talen (Stoner & Rushfield, 2013; 370). Under en period skedde ett uppsving inom konserveringsfältet av en ökad medvetenhet om moderna syntetiska material och deras tillämpning för konserveringsändamål. Samtidigt fanns det en viss skepsis gentemot syntetiska fennissor och nya kemiska tillsatser, vilket kan ha bidragit till att upprätthålla intresset för traditionella metoder som använde naturliga vaxer. Användningen av vax har också en historisk förankring som sträcker sig tillbaka till antiken (Bergamonti m.fl., 2022; Doerner, 1969). Användningen av Céronis får därmed förstås i denna kontext, och i synnerhet i jämförelse med exempelvis ketonfennissor som kraftigt gulnade med tiden, där bivax kan ha setts som ett hållbart och lättlösligt material.

För framtida forskning och praktisk användning ger denna studie därmed en grund för att utvärdera åtgärdsbehov och metoder för verk behandlade med Céronis vaxfennissa. Vidare forskning kan fokusera på att utveckla mer skonsamma rengöringsmetoder eller att fördjupa förståelsen av fennissans interaktioner med olika pigment och material. Dessa resultat kan vägleda konservatorer i att fatta välgrundade beslut om bevarande och åtgärdsbehov av målningar behandlade med Céronis, med hänsyn till både konstnärliga och materiella aspekter.

Gällande fennissans påverkan på färgskikten kan en alternativ tolkning vara att, även om fennissan enligt FTIR-analysen endast innehåller bivax (av de jämförda materialen), kan bivaxets närvaro på lång sikt ändå ha subtila eller långsamma effekter på färgskikten som ännu inte har upptäckts. Det är möjligt att vissa problem kan utvecklas över tid eller påverka konstverk på ett sätt som inte är direkt uppenbart i den nuvarande undersökningen. Även om Céronis vaxfennissa har visat sig vara stabil och behålla sina egenskaper över tid enligt den nuvarande studien, kan det finnas andra faktorer som inte har beaktats som kan påverka fennissans beteende på lång sikt. Till

exempel kan miljöfaktorer eller förändringar i förvaringsförhållanden påverka fernissans åldrande. Trots att tidigare forskning inte visat tydligt visat att zinkförtvålning kan orsakas av åldrat bivax kan det finnas omständigheter där risken för zinkförtvålning kan vara mer påtaglig. Ytterligare forskning kan behövas för att undersöka denna möjlighet mer ingående.

Genom att överväga dessa alternativa tolkningar och möjliga variabler ges en mer nyanserad förståelse av resultaten och hur vidare undersökningar kan bidra till forskning inom ämnet. Denna studie har bidragit till området genom att ge en översikt av hur Céronis fernissa har åldrats över tid, påverkat konstverkens uppfattningsbara delar och dess material, samt hur dess löslighet påverkas av åldrande och vilka potentiella metoder som kan användas för borttagning. Sammanfattningsvis har denna studie bidragit till att komplettera kunskap kring Céronis vaxfernissa och dess effekter på konstverk, samtidigt som den har identifierat nya frågor som behöver utforskas vidare. Framtida forskning kan bygga vidare på dessa resultat för att förbättra förståelsen och metoder för bevarande av konstverk behandlade med denna specifika typ av fernissa. Att diskutera fernissaborttagning inom målerikonservering kräver en holistisk strategi som tar hänsyn till både tekniska, konstnärliga och konservatoriska aspekter. Beslutet måste grundas på en noggrann bedömning av fernissans tillstånd, dess betydelse för konstverkets estetik, samt principerna om minsta möjliga åtgärd och bevarande av konstnärlig och historisk integritet.

MATERIAL OCH UTRUSTNING

Material

Bivax
White Spirit
Mineral Spirit
Shellsol A
Shellsol D40
Isooktan
Carbopol 934
Ethomeen C-12
Avjoniserat vatten
Aceton
Etanol
Evolon®
Isopropanol
Bomull
Mikroskopglas
Klucel G
Kimtech®

Utrustning

Compact FT-IR Spectrometer

Modell: Alpha
Programvara: Opus
Tillverkare: Bruker

Leica Stereo Microscope

Modell: M80
Programvara: Leica LAS EZ
Tillverkare: Leica

REFERENSER

- Appelbaum, B. (2007). *Conservation treatment methodology*. Butterworth-Heinemann.
- Arana, G., & Madariaga, J. (2021). Infrared Spectroscopy-based Techniques. I *Analytical Strategies for Cultural Heritage Materials and their Degradation* (s. 99–123). Royal Society of Chemistry.
<https://doi.org/10.1039/9781788015974-00099>
- Armfield, M. (1930). *A Manual of Tempera-painting*. G. Allen & Unwin, Limited.
- Arvidsson, K., Dahlström, P., & Hyltze, A. (2014). *Samlingen: Göteborgs konstmuseum*. Göteborgs konstmuseum.
- Baglioni, M., Poggi, G., Ciolli, G., Fratini, E., Giorgi, R., & Baglioni, P. (2018). A Triton X-100-Based Microemulsion for the Removal of Hydrophobic Materials from Works of Art: SAXS Characterization and Application. *Materials*, *11*(7), 1144-. <https://doi.org/10.3390/ma11071144>
- Baij, L., Astefanei, A., Hermans, J., Brinkhuis, F., Groenewegen, H., Chassouant, L., Johansson, S., Corthals, G., Tokarski, C., Iedema, P., & Keune, K. (2019). Solvent-mediated extraction of fatty acids in bilayer oil paint models: A comparative analysis of solvent application methods. *Heritage Science*, *7*(1), 31.
<https://doi.org/10.1186/s40494-019-0273-y>
- Baij, L., Buijs, J., Hermans, J. J., Raven, L., Iedema, P. D., Keune, K., & Sprakel, J. (2020). Quantifying solvent action in oil paint using portable laser speckle imaging. *Scientific Reports*, *10*(1), 10574.
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-67115-1>
- Baij, L., Liu, C., Buijs, J., Alvarez Martin, A., Westert, D., Raven, L., Geels, N., Noble, P., Sprakel, J., & Keune, K. (2021). Understanding and optimizing Evolon® CR for varnish removal from oil paintings. *Heritage Science*, *9*(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s40494-021-00627-9>
- Barclay, R. (2010). Reversibility: A Fragile Concept. I *The Conservation, Restoration, and Repair of Stringed Instruments and Their Bows*. IPCI-Canada.
- Beeswax – Database of ATR-FT-IR spectra of various materials*. (u.å.). Hämtad 03 april 2024, från <https://spectra.chem.ut.ee/paint/binders/beeswax/>
- Bergamonti, L., Cirlini, M., Graiff, C., Lottici, P. P., Palla, G., & Casoli, A. (2022). Characterization of Waxes in the Roman Wall Paintings of the Herculaneum Site (Italy). *Applied Sciences*, *12*(21), Article 21.
<https://doi.org/10.3390/app122111264>
- Bevarande av samlingen – Göteborgs konstmuseum*. (u.å.). Hämtad 12 april 2024, från <https://goteborgskonstmuseum.se/samlingen/bevaring-av-samlingen/>

- Brown, C., & Gomez Lobon, M. (2016). Study and Documentation of the Materials and Techniques of Tasmanian Artist Philip Wolfhagen and the implications of the use of beeswax medium in his paintings. *Bulletin - Australian Institute for the Conservation of Cultural Material*, 37(2), 66–76.
<https://doi.org/10.1080/10344233.2016.1249628>
- Brunetti, B., Miliani, C., Rosi, F., Doherty, B., Monico, L., Romani, A., Sgamellotti, A., & Mazzeo, R. (2017). Non-invasive investigations of paintings by portable instrumentation: The MOLAB experience / B. Brunetti; C. Miliani; F. Rosi; B. Doherty; L. Monico; A. Romani; A. Sgamellotti. I *Non-invasive investigations of paintings by portable instrumentation: The MOLAB experience / B. Brunetti; C. Miliani; F. Rosi; B. Doherty; L. Monico; A. Romani; A. Sgamellotti, Analytical chemistry for cultural heritage*. Springer International Publishing AG.
- Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford University Press.
- Burke, J. (1984). Solubility Parameters: Theory and Application. I *AIC Book and Paper Group Annual* (Vol. 3). American Institute for Conservation. <https://www.semanticscholar.org/paper/Solubility-Parameters%3A-Theory-and-Application-Burke/38621bb921b851071660ec22bedb295deb5b0ef7>
- Caple, C., & Williams, E. (2023). Perception, Judgement, and Decision-making. I *Conservation Skills for the 21st Century* (2:a uppl.). Routledge.
- Christensen, C. (1993). The Painting Materials and Technique of Paul Gauguin. *Studies in the History of Art*, 41, 62–103.
- Čížová, K., Vizárová, K., Ház, A., Vykydalová, A., Cibulková, Z., & Šimon, P. (2019). Study of the degradation of beeswax taken from a real artefact. *Journal of Cultural Heritage*, 37, 103–112.
<https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.04.020>
- Clydesdale, A. (1994). Beeswax: A survey of the literature on its properties and behaviour. *JSCR journal*, 5, 9–12.
- Colbourne, J. (2011). *A critical survey of the materials and techniques of Charles Henry Sims RA (1873-1928) with special reference to egg tempera media and works of art on paper* [Doctoral, Northumbria University].
<https://nrl.northumbria.ac.uk/id/eprint/10349/>
- Crowley, J., Teague, G., & Lowe, J. W. (1966). *A three-dimensional approach to solubility*.
<https://www.semanticscholar.org/paper/A-three-dimensional-approach-to-solubility-Crowley-Teague/fec0890bb49785e2decee0357c03aa9c848b5660>

- Dammar resin – Database of ATR-FT-IR spectra of various materials.* (u.å.). Hämtad 02 maj 2024, från https://spectra.chem.ut.ee/coating_materials/dammar-resin/
- de la Rie, E. R. (1987). The influence of varnishes on the appearance of paintings. *Studies in Conservation*, 32(1), 1–13. <https://doi.org/10.1179/sic.1987.32.1.1>
- de la Rie, E. R., & Shedrinsky, A. M. (1989). The Chemistry of Ketone Resins and the Synthesis of a Derivative with Increased Stability and Flexibility. *Studies in Conservation*, 34(1), 9–19. <https://doi.org/10.2307/1506155>
- Derrick, M. R., Stulik, D., & Landry, J. M. (1999). *Infrared spectroscopy in conservation science*. Getty Conservation Institute. <http://www.getty.edu/publications/virtuallibrary/0892364696.html>
- Doerner, M. (1969). *The materials of the artist and their use in painting with notes on the techniques of the old masters* (Rev. ed., 4. impr.). Hart-Davis, MacGibbon.
- Doménech-Carbó, M. T., Doménech-Carbó, A., Gimeno-Adelantado, J. V., & Bosch-Reig, F. (2001). Identification of Synthetic Resins Used in Works of Art by Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *Applied Spectroscopy*, 55(12), 1590–1602. <https://doi.org/10.1366/0003702011954152>
- Ford, T.-O. (2022). *Revisiting the Surface, Edvard Munch and Varnishes: A Group Case Study and Non-invasive Approach to Conservation Decision-making for Painting Collections*. Department of Archaeology, Conservation and History, University of Oslo, Faculty of Humanities.
- Freccero, A. (2002). *Encausto and ganosis beeswax as paint and coating during the Roman era and its applicability in modern art, craft and conservation*. Acta Universitatis Gothoburgensis. <http://hdl.handle.net/2077/37217>
- Galeotti, M., Joseph, E., Rocco, M., & Prati, S. (2009). Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). I *Scientific Examination for the Investigation of Paintings: A Handbook for Conservators-restorer* (s. 44, 54, 58, 65–66, 74, 82, 92, 104, 122, 137, 142, 151). Centro Di.
- Genty-Vincent, A., Eveno, M., Nowik, W., Bastian, G., Ravaud, E., 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>
- Griffiths, P. R. (2007). *Fourier transform infrared spectrometry*. Wiley.
- Göteborgs konstmuseum.* (u.å.). Hämtad 04 juni 2024, från <https://emp-web-34.zetcom.ch/eMP/eMuseumPlus?service=StartPage&lang=en>

- Hansen, C. M. (1967). *The three dimensional solubility parameter and solvent diffusion coefficient: Their importance in surface coating formulation*. Danish Technical Press.
- Hansen, C. M. (2007). *Hansen Solubility Parameters: A User's Handbook, Second Edition* (2:a uppl., s. 1–519). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420006834>
- ICOM. (2011). *ICOMs etiska regler*. ICOM. http://icomsweden.se/wp-content/uploads/2010/12/etiska-regler_webb-1.pdf
- Invernizzi, C., Rovetta, T., Licchelli, M., & Malagodi, M. (2018). Mid and Near-Infrared Reflection Spectral Database of Natural Organic Materials in the Cultural Heritage Field. *International Journal of Analytical Chemistry*, 2018, 7823248–16. <https://doi.org/10.1155/2018/7823248>
- Kaniewska, K., Pilecka-Pietrusińska, E., & Karbarz, M. (2023). Nanocomposite Organogel for Art Conservation – A Novel Wax Resin Removal System. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 15(20), 24798–24811. <https://doi.org/10.1021/acsami.3c00321>
- Mastic – Database of ATR-FT-IR spectra of various materials. (u.å.). Hämtad 02 maj 2024, från https://spectra.chem.ut.ee/coating_materials/mastic-2/
- Muñoz Viñas, S. (2005). *Contemporary theory of conservation [Elektronisk resurs]*. Elsevier.
- Palencia, M., Lerma, T. A., Garcés, V., Mora, M. A., Martínez, J. M., & Palencia, S. L. (2021). Surface for spectral sensors in microbiological analysis. I M. Palencia, T. A. Lerma, V. Garcés, M. A. Mora, J. M. Martínez, & S. L. Palencia (Red.), *Eco-friendly Functional Polymers* (s. 371–380). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821842-6.00009-9>
- Phenix, A., & Sutherland, K. (2001). The cleaning of paintings: Effects of organic solvents on oil paint films. *Studies in Conservation*, 46(2), 47–60. <https://doi.org/10.1179/sic.2001.46.2.47>
- Phenix, A., Wolbers, R., Townsend, J., Zumbühl, S., Bartoletti, A., Lee, J., & Ormsby, B. (2020). *Removal of varnish: Organic solvents as cleaning agents* (s. 549–573). <https://doi.org/10.4324/9780429399916-37>
- Raft, K. (1985). A preliminary report on the possibility of using bleached beeswax to improve the resolubility of picture varnishes based on polycyclohexanones. *Studies in Conservation*, 30(3), 143–144. <https://doi.org/10.1179/sic.1985.30.3.143>
- Regert, M., Colinart, S., Degrand, L., & Decavallas, O. (2001). Chemical Alteration and Use of Beeswax Through Time: Accelerated Ageing Tests and Analysis of Archaeological Samples from Various Environmental Contexts. *Archaeometry*, 43(4), 549–569. <https://doi.org/10.1111/1475-4754.00036>

- René de la Rie, E., & McGlinchey, C. W. (1990). The effect of a hindered amine light stabilizer on the aging of dammar and mastic varnish in an environment free of ultraviolet light. *Studies in Conservation*, 35(sup1), 160–164. <https://doi.org/10.1179/sic.1990.35.s1.034>
- Retouchingvarnishes Picture varnishes—Lefranc & Bourgeois*. (u.å.). Hämtad 29 januari 2024, från <https://online.fliphtml5.com/mjoa/gfjy/>
- Richardson, J. (1983). Crimes against the Cubists. *The New York review*, 32–34.
- Robinson, J. W., Skelly Frame, E. M., & Frame, G. M. (2021). *Instrumental Analytical Chemistry: An Introduction* (1st uppl., Vol. 1). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b21879>
- Scarpitti, P., & Coladonato, M. (u.å.). *References of the Interactive Solvent and Solubility Triangle*©. Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro. Hämtad 17 april 2024, från <http://www.icr.beniculturali.it/pagina.cfm?umn=297&uid=505&uscz=1>
- Sease, C. (1998). Codes of ethics for conservation. *International Journal of Cultural Property*, 7(1), 98–115. <https://doi.org/10.1017/S0940739198770092>
- Shellac Wax – Database of ATR-FT-IR spectra of various materials*. (u.å.). Hämtad 01 maj 2024, från <https://spectra.chem.ut.ee/paint/binders/shellac-wax/>
- Stoner, J. H., & Rushfield, R. A. (2013). *The conservation of easel paintings*. Taylor and Francis. <http://ezproxy.ub.gu.se/login?url=http://GU.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=1016041>
- Stuart, B. (2004). *Infrared spectroscopy: Fundamentals and applications*. J. Wiley. <https://doi.org/10.1002/0470011149>
- Sutherland, K. (2003). Solvent-extractable components of linseed oil paint films / Ken Sutherland. *Studies in Conservation*, 48(2), 111–135.
- Swicklik, M. (1993). French Painting and the Use of Varnish, 1750-1900. *Studies in the History of Art*, 41, 156–174.
- Tauber, G., Noble, P., Kirsch, K., Siejek, A., Keune, K., & van Keulen, H. (2018). Evolon CR: Its Use from a Scientific and Practical Conservation Perspective. *The Aic Paintings Specialty Group Postprints*, 31.
- Teas, J. (1968). Graphic analysis of resin solubilities. *Journal of Paint Technology*, 40(516).
- Theodorakopoulos, C., & Zafirooulos, V. (2009). Depth-profile investigations of triterpenoid varnishes by KrF excimer laser ablation and laser-induced breakdown spectroscopy. *Applied Surface Science*, 255(20), 8520–8526. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2009.06.012>
- Torraca, G. (1990). *Solubility and solvents for conservation problems* (4. ed.). ICCROM.

- Tulloch, A. P. (1971). Beeswax: Structure of the esters and their component hydroxy acids and diols. *Chemistry and Physics of Lipids*, 6(3), 235–265. [https://doi.org/10.1016/0009-3084\(71\)90063-6](https://doi.org/10.1016/0009-3084(71)90063-6)
- Varnish | *Etymology of varnish by etymonline*. (u.å.). Hämtad 01 april 2024, från <https://www.etymonline.com/word/varnish>
- Vergeer, M., van den Berg, K. J., van Oudheusden, S., & Stols-Witlox, M. (2019). Evolon® CR Microfibre Cloth as a Tool for Varnish Removal. I K. J. van den Berg, I. Bonaduce, A. Burnstock, B. Ormsby, M. Scharff, L. Carlyle, G. Heydenreich, & K. Keune (Red.), *Conservation of Modern Oil Paintings* (s. 587–596). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-19254-9_44
- Vykydalova, A., Cibulkova, Z., Cizova, K., Vizarova, K., & Simon, P. (2020). Degradation of beeswax by NOx pollution and UV light studied by DSC and FTIR measurements. *Thermochimica Acta*, 689, 178606-. <https://doi.org/10.1016/j.tca.2020.178606>
- Wolbers, R. C. (2003). *Cleaning painted surfaces: Aqueous methods*. Archetype Publications.
- Wolbers, R. C., Stavroudis, C., & Cushman, M. (2021). Aqueous methods for the cleaning of paintings. I *Conservation of Easel Paintings* (2:a uppl., Vol. 1, s. 526–548). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429399916-36>

BILD OCH TABELLFÖRTECKNING

Om inget annat anges har fotografiet tagits av författaren eller genererats av programvaran för givet instrument.

Bilder

Figur 1: Molnet. Foto: Hossein Schatlou.....	2
Figur 2: Blommor och höna. Foto: Hossein Schatlou.....	2
Figur 3: Lilla Suzanne av Carl Larsson. Foto: Hossein Schatlou, Göteborgs konstmuseum	3
Figur 4: Självporträtt framför Spegeln. Foto: Hossein Schatlou, Göteborgs konstmuseum.....	3
Figur 5: Ute. Foto: Hossein Schatlou, Göteborgs konstmuseum.....	4
Figur 6: Kolväte-lösningsmedel rangordnat enligt polaritet (efter Torraca, 1990, s. 27).....	10
Figur 7: Exempel på blinding vid fernissaborttagning.	12
Figur 8: Céronis inköpt ca 1980-1986 (Prov 1).....	15
Figur 9: Céronis inköpt 2014 (Prov 2)	15
Figur 10: GKM 0529 Gata i Montparnasse, Paris. Foto: Hossein Schatlou, Göteborgs konstmuseum	16
Figur 11: F19 Franskt landskap. Foto: Hossein Schatlou, Göteborgs konstmuseum	16
Figur 12: GKM 1209 Italienskt landskap med bro. Foto: Hossein Schatlou, Göteborgs konstmuseum.....	16
Figur 13: F129 Arbetare. Foto: Hossein Schatlou, Göteborgs konstmuseum.....	17
Figur 14: GKM 1066 Marstrands hamn. Foto: Hossein Schatlou, Göteborgs konstmuseum.....	17
Figur 15: Gulnad naturharts-fernissa inom markerat område.	18
Figur 16: Gulnad naturhartsfernissa inom markerat område.	18
Figur 17: Ojämn ytglans inom markerat område.....	18
Figur 18: FTIR analys av prover från Céronis-tub.....	20
Figur 19: Prov 1 och 2 av Céronis från tuber.	20
Figur 25: TriSolv, området för bivax markerat med svart streckad cirkel, Lösningsmedel listade och markerade 1, 2, 3.....	23
Figur 26: Prov 1, Céronis inköpt ca 1980-1986	28
Figur 27: prov 2, Céronis inköpt 2014	28
Figur 28: Franskt landskap F19, test- och analysområden.	31
Figur 29: Rengjort område med Carbopol-gel (1).	32
Figur 30: Rester av material på det rengjorda området, (1).....	32
Figur 31: Fernissans ytglans och transparens (2).	33
Figur 32: Sprickbildning i färgskikt, tunt applicerad fernissa (3).....	33
Figur 33: Smuts under fernissan (4).....	33
Figur 34: Partier av mer opak fernissa (3).....	34
Figur 35: Arbetare F129, test- och analysområden.	35
Figur 36: Evolon placeras på testområde (1).....	36
Figur 37: Testområde efter rengöring med Evolon (1).	36
Figur 38: Rengjort testområde, efter applicering av Evolon (1).....	36
Figur 39: Rengjort område (3).	37
Figur 40: Rengjort område, med en dimmig yta (4).	37
Figur 41: Marstrands hamn GKM 1066, analysområden.	38
Figur 42: Uniform ytglans, inga färgförändringar (1),.....	39
Figur 43: Smuts möjligtvis under fernissan (2).	39
Figur 44: Uniform ytglans och transparens (3).	39
Figur 45: Transparens och smuts under fernissa (4).	40
Figur 46: Sprickbildning i färglager (5).	40
Figur 47: Gata i Montparnasse, Paris GKM 529, analysområden.	40
Figur 48: GKM 529 (1).....	41
Figur 49: Ketonfernissa	42
Figur 50: Ketonfernissa	42
Figur 51: Rengjort område F19 (1).....	42
Figur 52: Rengjort område F129 (4).....	42

Tabeller och ekvationer

Tabell 1: Komposition av bivax (efter Tulloch), (Tulloch, 1971).	6
Tabell 2: Gradering av löslighet (efter Baglioni m.fl., 2018).	10
Tabell 3: Gradering av löslighet för bivax.	24
Tabell 4: Beräkning av lösningsmedel för Evolon® (Tauber m.fl., 2018).	25
Tabell 5: Korrelerande vibrationstoppar för prov 1, 2 och bivax markerat i grönt.	28
Tabell 6: Korrelerande vibrationstoppar för prov 1, 2 och Céronis (Ford, 2022) markerat i grönt.....	29
Tabell 7: Korrelerande vibrationstoppar för prov 1, 2 och schellack markerat i grönt.....	29
Tabell 8: Korrelerande vibrationstoppar för prov 1, 2 och dammar markerat i grönt.....	29
Tabell 9: Korrelerande vibrationstoppar för prov 1, 2 och mastix markerat i grönt.....	30
Ekvation 1.....	22
Ekvation 2.....	22
Ekvation 3.....	22