

Fernissa på papper

- en komparativ studie mellan PVOH-borax och
lösningsmedelsbad vid lackborttagning på papper



Jenna Harju

Uppsats för avläggande av filosofie kandidatexamen i
Kulturvård, Konservatorprogrammet

15 hp

Institutionen för kulturvård
Göteborgs universitet

2014:02



Fernissa på papper

- en komparativ studie mellan PVOH-borax och lösningsmedelsbad
vid lackborttagning på papper

Jenna Harju

Handledare: Yvonne Fors

Kandidatuppsats, 15 hp
Konservatorprogram
Lå 2013/14

Program in Conservation with Specialization in Conservation of Cultural Heritage Objects
Graduating thesis, BA/Sc, 2014

By: Jenna Harju
Supervisor: Yvonne Fors

Varnish on paper

A comparative study of PVA-borax gels and solvent baths for varnish removal on paper artefacts.

Abstract

The main purpose of this study is to investigate the usage of high viscosity polymeric hydrogels in varnish removal on paper objects, for conservation purposes. Varnishing paper artefacts was a common practice between the 18th and 20th century. However, the procedure has resulted in degradation and discoloration of paper artefacts, which usually results in the removal of the varnish by conservators.

The study aims to investigate the solvent-based poly(vinyl alcohol) (PVA) and borate gel as an alternative for removing shellac varnish on paper artefacts. Different solvent-based gels are frequently used in fine arts conservation but are not commonly used in paper conservation. Traditional conservation methods with solvent baths may have negative consequences in terms on the effect on the paper substrate. The hydrogel PVA-borax will be compared to traditional solvent baths commonly used in paper conservation. The study includes a disciplinary literature study of PVA-borax usage for cleaning works of art and the historical usage of varnish on paper objects. Artificial aging of shellac samples are carried out in order to provide sufficient materials and samples for analysis. The chosen analysis methods are Fourier-transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and Ultraviolet (UV) Fluorescence imaging, which both can be used to indicate the presence of shellac residues left after removal.

The FTIR analysis shows that PVA-borax is an insufficient substrate for removal of varnish on paper samples due to the low percentage of solvents of the total moisture content carried out in the gel. However, a case study on a varnished wall map shows that PVA-borax gel sufficiently removes aged varnish from the paper substrate. Further studies are needed to analyse the gels sufficiency as a varnish removal agent on paper substrates.

Title in original language: Fernissa på papper – en komparativ studie mellan PVOH-borax och lösningsmedelsbad vid lackborttagning på papper.

Language of text: Swedish

Number of pages: 49

Keywords: PVA-Borax, gel, FTIR, UV fluorescence, varnish, paper conservation.

Förord

Ett stort tack riktas till alla som hjälpt mig under skrivandets gång.

Min handledare Yvonne Fors som kommit med synpunkter och agerat stöd under arbetets med- och motgångar. Jonny Bjurman på Institutionen för Kulturvård för hjälp med FTIR analyserna. Jacob Thomas som bistått med paper från sin doktorsavhandling samt med synpunkter och förslag under uppsatsens gång. Ett speciellt tack går även till mina kära kursare som kommit med synpunkter och tips under uppsatsskrivandet. Jag vill även tacka familj och vänner som stöttat och stått ut med mig under processen.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	9
1.1 Bakgrund	9
1.2 Problemformulering och frågeställningar	9
1.3 Syfte och målsättning.....	10
1.4 Metod	10
1.5 Tidigare forskning	10
1.6 Källkritik	11
1.7 Teoretisk referensram	11
1.8 Avgränsningar.....	12
1.9 Disposition	12
2. FERNISSA PÅ PAPPER	13
2.1 Historisk användning av fernissa på papper.....	13
2.2 Fernissans nedbrytande effekt på pappret	14
2.3 Traditionella lackborttagningstekniker inom papperskonservering	15
2.4 Lösningsmedelsbaserade geler.....	16
2.4.1 PVOH-borax.....	16
3. METOD OCH MATERIAL	19
3.1 Metoder.....	19
3.1.1 Artificiell åldring av papper	19
3.1.2 UV-fluorescens.....	20
3.1.3 FTIR	20
3.2 Material och provframställning.....	21
3.2.1 Framställning av provmaterial.....	21
3.2.2 Artificiell åldring	21
3.2.3 Framställning av PVOH-borax	21
3.3 Utförda experiment.....	22
3.3.1 Utförd artificiell åldring.....	22
3.3.2 Borttagning av fernissa med lösningsmedelsbad.....	23
3.3.3 Borttagning av fernissa med PVOH-borax.....	23
3.3.4 UV-fluorescens.....	24
3.3.5 FTIR	24
3.4 Felkällor vid analyser	24
4. FALLSTUDIE: FERNISSAD VÄGGKARTA	26
4.1 Objektsbeskrivning.....	26
4.2 Utförda tester	27
5. RESULTAT	28
5.1 Resultat av PVOH-borax	28
5.2 Resultat av lösningsmedelsbad med etanol.....	28
5.3 Resultat av FTIR.....	29
5.4 Resultat från fallstudien	30
6. DISKUSSION OCH SLUTSATS	31
7. SAMMANFATTNING	33
KÄLL -OCH LITTERATURFÖRTECKNING	34
BILD -OCH TABELLFÖRTECKNING	38
BILAGOR	39
Bilaga I. Spektra erhållna från FTIR	39
Bilaga II. Undersökta objektet i kapitel 4.....	47

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Fernissade pappersföremål är en relativt vanlig företeelse i större samlingar. Materialkategorin innefattar bland annat vägghäpningar, grafiska tryck samt tredimensionella glöber (Avery, 2009). Likväl som med oljemålningar blir fernissade pappersföremål en del av den problematik som målerikonserverna står inför, nämligen borttagning av oxiderad och gulnad fernissa. Problematiken är ett vanligt fenomen inom målerikonservering där man utvecklats ett flertal metoder, något som saknas inom papperskonserveringsfältet. Fernissan på ett måleri fungerar som ett skyddande skikt, där risk för påverkan på det homogena färgskiktet och underlaget vid borttagning är relativt liten. Vid applicering av fernissa på pappersföremål, penetrerar lacken lätt det porösa materialet och binder med mediet och pappret (Petukhova, 1992).

I dagsläget saknas både en djupare förståelse och praxis för borttagning av fernissa på papper inom fältet papperskonservering. Metodutveckling inom fältet vore önskvärd för att säkerställa bevarandet av dessa föremål. Ett vanligt förfarande inom papperskonservering vid borttagning av fernissa är att använda stora mängder lösningsmedel i antingen bad (Avery, 2009) eller genom lokal applicering (Holden, 1984). Detta kan ha negativa effekter på föremålet, då det är en relativt okontrollerad metod med risk att lacken tränger in ytterligare i pappret och skadar både mediet och pappret. Gelen möjliggör även förlängd kontakttid med lösningsmedlet mot ytan (Colbourne & Singer, 2009, s. 51).

Inom fältet målerikonservering har alternativa metoder för borttagning av fernissor utvecklats i form av viskoelastiska geler. Under 1980-talet utformade Richard Wolbers geler för rengöring för måleri med bland annat Carbopol som ett alternativ (Curteis, 1991, s. 11). Geler anses som ett mer kontrollerat alternativ till lösningsmedelsbad och har utvecklats sedan dess. Gelens kapillärkrafter kan användas till att minska lösningsmedlets påverkan på underlaget. Samtidigt har gelen förmågan att hämma ytspänningen vilket resulterar i att gelen kan appliceras på specifika områden (Carretti et al., 2009b).

1.2 Problemformulering och frågeställningar

Användandet av lösningsmedelsbaserade geler vid rengöring har inte tillämpats inom papperskonservering i lika stor utsträckning som inom målerikonservering. Problematik förekommer även med restprodukter av geler och deras påverkan på pappret (Carretti et al., 2009a, s. 373). Nya geler med kraftigt elastiska egenskaper som bidrar till att gelen går att avlägsna i ett sammanhängande stycke, har utvecklats för att lösa problematiken med restprodukter. Ett av dessa är polyvinylalkohol (PVOH) tillsammans med borax som denna uppsats fokuserar på. De centrala frågeställningarna i studien är:

- Är PVOH-borax ett lämpligt alternativ att tillämpa inom fältet papperskonservering vid borttagning av fernissa på papper?

- Hur påverkas pappret vid applicering samt borttagning av fernissa på papper?
- Hur påverkar eventuella rester av PVOH-borax papprets hållbarhet på sikt?

1.3 Syfte och målsättning

Syftet med denna studie är att utvärdera användandet av PVOH-borax för lackborttagning på pappersföremål, och att utvärdera PVOH-borax som ett alternativ vid borttagning av fernissa på pappersföremål. En jämförande studie görs mellan PVOH-borax samt traditionellt använda lösningsmedelsbad. Uppsatsen syftar till att bidra till en kunskapsgenererande metodutveckling av gelanvändning inom fältet papperskonservering. Målsättningen är att de framtagna resultaten kan bidra till metodutveckling inom fältet samt utgöra underlag till vidare studier.

1.4 Metod

Uppsatsen består av två huvudmoment, där det första momentet innefattar en litteraturstudie rörande användandet av PVOH-borax vid borttagning av fernissa. Studien fokuserar dessutom på tidigare forskning rörande PVOH-borax, historisk användning av fernissa på papper, det naturliga hartsernas påverkan på pappret samt en studie om traditionella samt moderna lackborttagningstekniker på papper.

Den andra delen omfattar en kvalitativ studie där naturvetenskapliga analysmetoder tillämpas i form av förberedelse, genomförande och tolkning av experiment. Prover av lackerade papper framställas för att imitera riktiga objekt. Dessa prover åldrades artificiellt för att kunna simulera oxiderad shellacklackering på pappersobjekt. Lackborttagningen av dessa prover görs med PVOH-borax som innehåller 25% 2-propanol samt lösningsmedelsbad med etanol. För analys av PVOH-borax och lösningsmedelbadets effektivitet som metod sett från mängden schellack som kvarstår efter behandling, används analysmetoderna UV-fluorescens samt Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR). Uppsatsen innefattar även en fallstudie av en fernissad karta från början 1900-talet för att avgöra om PVOH-borax är ett alternativ vid borttagning av naturligt åldrad fernissa. Mängden borttagen fernissa efter behandling analyseras med UV-fluorescens med hjälp av en multispektralkamera.

1.5 Tidigare forskning

Den litteraturgenomgång som legat till grund till uppsatsen har i huvudsak varit fokuserat på gelanvändning inom olika materialkategorier. Den litteratur och forskning som publicerats av PVOH-borax har i huvudsak varit artiklar från olika vetenskapliga tidskrifter. Litteratur rörande PVOH-borax tillämpning på papper har varit svårare att finna.

För information rörande historisk användning av fernissa på papper, kommer artikeln *"The removal of natural resin varnishes from hand-coloured oil printed media"* (Colbourne & Singer, 2009) att användas. Artikeln berör den kemiska påverkan som naturliga hartser har på papper samt användandet av tidiga geler som Carbopol och Laponite för borttagning av fernissa på papper.

För information om forskning rörande gelen PVOH-borax vid rengöring och borttagning av fernissa på måleri, har ”*Poly(vinyl alcohol)-Borate Hydro/Cosolvent Gels: Viscoelastic Properties, Solubilizing Power, and Application to Art Conservation*” (Carretti et al., 2009b) och *New Frontiers in Materials Science for Art Conservation: Responsive Gels and Beyond* (Carretti et al., 2010) använts. Studierna bygger på analyser om hur gelens egenskaper kan tänkas förändras vid tillförd mängd lösningsmedel. Resultatet tyder på att den totala mängden lösningsmedel som gelen kan tänkas innehålla är 30% av den totala fuktkvoten.

För information rörande polyvinylalkohol och dess påverkan på pappret har artikeln ”*Performance of improved Polyvinyl alcohol as an ageing resistance agent*” (Basta, 2004) använts. Artikeln berör hur PVOH-borax kan användas som ett åldersbeständigt material vid återlimning av papper för att stärka nedbrutna pappersfibrer.

1.6 Källkritik

Den litteratur som legat till grund till uppsatsen har i huvudsak baserats på studier utförda på andra materialkategorier. Tidigare studier rörande användning av lösningsmedelsbaserade geler och som närmast berör frågeställningarna har i huvudsak baserats på forskning kring bemålat material.

Användning av geler vid rengöring av pappersföremål är ett relativt outforskat område med enbart ett fåtal artiklar och publikationer. Få av de metoder som utvecklats vid användning av gel inom konservering har tillämpats på papper. En sådan tillämpning skulle kunna vara problematisk i det avseendet att papper och dess media skiljer sig från det homogena färgskiktet på ett traditionellt oljemåleri. Förutsättningarna är olika och därmed kan gelens påverkan på underlaget skilja sig kraftigt åt mellan materialen och därmed påverka resultatet.

1.7 Teoretisk referensram

Fernissa har funktionen att agera som ett skyddande skikt på föremålet. Dock har den långsiktiga nedbrytningen av naturliga hartser i kombination med andra faktorer, en negativ effekt på pappret (Colbourne & Singer, 2009). Konsensus vid konservering av fernissade pappersföremål beskrivs vara att avlägsna fernissan. Idealet vid konserveringen är att undvika att ersätta med nytt material (Avery, 2009, s. 12). En diskussion som uppstår är om det är etiskt försvarbart att avlägsna originalmaterial som åtgärd för det framtida bevarandet av föremålet. Gällande frågor som berör borttagning av originalmaterial, krävs en djupare teoretisk referensram som stöd för åtgärder.

Det etiska resonemanget samt den teoretiska referensramen som använts i uppsatsen, baseras i huvudsak på *E.C.C.O Professional Guidelines (II) Code of Ethics* som tagits fram av European Confederation of Conservator-Restorers Organisations och som används av svenska konservatorer. Fokus har legat specifikt på artikel 8 som fokuserar kring begreppet ”*minsta möjliga åtgärd*” vid konserveringsåtgärder. Artikeln påpekar specifikt på att ingreppen ska begränsas till det nödvändiga om alla aspekter kring preventiv konservering är uteslutna.

Muñoz Viñas i ”*Conservation: dilemmas and uncomfortable truths*” behandlar ämnet hur avlägsnandet av originalmaterial kan innebära att historiska bevis försvinner. Muñoz Viñas menar att det är viktigt att bevara historisk information bland annat för framtida forskning. Han tar även upp hur åtgärder förändrar tolkningen och kontexten av ett föremål:

”For instance, removing the darkened varnish that obscures a paper map may render the map readable, but it will also remove information about how maps were used and cared for in the past”. (Muñoz Viñas, 2009, s. 52).

1.8 Avgränsningar

I denna studie kommer enbart naturhartsen schellack granskas som fernissa på papper. Detta på grund av att schellack har vanligtvis använts på papper. Det valda pappret är ett modernt gelatinlimmat lumpappret. Val av papper gjordes efter kriterierna att använda ett papper vars egenskaper påminner i så stor grad som möjligt det papper som historiskt sett använts vid lackering av pappersföremål.

Fernissan som i detta fall är schellack, granskas både som icke åldrad och som artificiellt åldrad, där värmeåldring används vid accelererad åldring av proverna. På grund av tidsramen för uppsatsen, åldras proverna artificiellt under 27 dagar. De valda lackborttagningsmetoderna i studien kommer vara PVOH-borax och lösningsmedelsbad med etanol. Rengöringens effektivitet mäts med FTIR genom den mängd fernissa som finns kvar på föremålet efter behandling. Multispektral UV-fluorescens används för att ge en kvalitativ indikation på kvarvarande harts på den fernissade väggkartan efter behandling.

Det vore önskvärt att granska gelens påverkan på mediet men på grund av uppsatsens begränsade tidsramar har det inte varit möjligt att framställa prover. Det vore även önskvärt att göra en jämförande studie mellan PVOH-borax samt polyvinylacetat och borax (PVAc-borax) som tål högre mängder lösningsmedel. Dock har svårigheter att få fram 80% hydrolyserat PVAc förhindrat detta och kan därmed inte inkluderas i denna studie.

1.9 Disposition

Uppsatsen inleds med en kortare presentation till val av ämne i första kapitlet. Det andra kapitlet berör historisk användning av fernissa på papper samt problematiken vid bevarandet av dessa. En kortare sammanfattning av geler och deras användning inom konserveringsfältet tas även upp. Kapitel tre beskriver de metoder och material som uppsatsen fokuserar kring. En kortare beskrivning görs av de analysmetoder som används. Kapitel fyra innefattar en fallstudie av en fernissad karta där tester utförs för att avgöra PVOH-borax gelens effektivitet på naturligt åldrade hartser på papper. Kapitel fem berör resultatet av de tester som gjorts med PVOH-borax samt lösningsmedelsbad vid borttagning av fernissa på papper. Kapitel innefattar även resultatet erhållna från en fallstudie. Slutlig analys och diskussion av resultatet tas upp i kapitel sex med en sammanfattning i kapitel sju.

2. FERNISSA PÅ PAPPER

2.1 Historisk användning av fernissa på papper

Att fernissa pappersföremål var en relativt vanlig företeelse under en period mellan 1700- och 1900-talet. Majoriteten av de behandlade föremålen var i huvudsak större vägghangkartor samt tredimensionella föremål som glober. Syftet med att fernissa kartor och glober var att fernissan skulle agera både som ett skyddande lager samt vara estetiskt tilltalande (Avery, 2009, s. 9). Under början på 1800-talet ramade brittiska konstnärer vanligtvis in och fernissade sina akvarellmålningar (Donnithorne & Hicks 1991 s. 96). Vägghängda kartor fernissades vanligtvis för att dessa skulle tåla användning. Fernissan fungerade som en skyddande barriär mot luftföroreningar, fukt och damm. Att fernissa pappersföremål var ett prisvärt alternativ och gjordes i huvudsak för att efterlikna oljemålningar (Colbourne & Singer, 2009, s. 52). Såsom för oljemålningar användes fernissan för att mätta och intensifiera vissa färger i handkolorerade topografiska tryck från 1700-talet (Gascoigne, 2004, s. 64e).

De tidigare lackade pappersföremålen var i huvudsak gjorda av lumpapper – en kombination av bomull- och linfibrer. Pappret som användes till tillverkning av kartor och glober har vanligtvis varit kraftigt limmade för att förhindra lacken från att absorberas in i pappret (Avery, 2009, s. 9). Gelatinlimning var den vanliga limningsmetoden av papper från 1200-talet fram till slutet av 1800-talet. Gelatinlimning användes bland annat för konstnärsapper tillsammans med aluminiumkaliumsulfat $KAl(SO_4)_2$. Den traditionella limningen bestod i huvudsak från 3-10% gelatin samt 1-20% $KAl(SO_4)_2$ (Banik & Brückle, 2010, s. 150f). William Salmon (1644-1713) beskriver i sin bok från 1672 hur handkolorerade grafiska tryck även efterbehandlats med vetestärkelseklister för att förhindra fernissan från att tränga in i pappret vid applicering:

”But if you intend to varnish your pictures after you have coloured them, (...) first size them with new size made of good white starch, with a very fine brush; and this you must be sure to do all over, for else the varnish will sink through.” (Salmon, 1672, s. 215).

Dock har stärkelseklister en tendens att mörkna och missfärga trycket mer än själva gelatinet (Holden, 1984). Med den industriella revolutionen på 1800-talet, ökade efterfrågan på papper, vilket bidrog till att man övergick från det dyrare lumpapperet till den billigare, mekaniskt framställda träfibermassan. Man gick även ifrån bruket att limma med gelatin till att istället limma med alun (Lindström, 2008, s. 112f).

Några naturliga hartser som löses upp med lösningsmedel och som använts på papper är bland annat mastix, dammar, shellack och sandarak (Avery, 2009, s. 9). Naturliga hartser är lösliga i organiska lösningsmedel men olösliga i vatten (Hartser, NE, 2014). Tillämpningen av hartsen som fernissa sker genom att hartsen löses upp i lösningsmedel och därefter appliceras på det valda objektet. Lösningsmedlet får därefter avdunsta och lämnar kvar en film av hartsen. Mastix, dammar och schellack har använts som fernissor

på bemålat material för att skydda från nedbrytning (Petukhova, 1992). Shellack är en renad form av naturharts och vax som produceras av den indiska lacksködlsen *Tacchardia lacca* (Derry, 2012, s. 5). Lacksködlsen avsöndrar sekret från körtlar på ryggen i form av shellack, vilket stelnar till ett hårt hölje som fungerar som skydd till deras larver. Massan består till 65% av hartser (Lacksködlsen, NE, 2014). Hartsen är en typ av fettsyra som extraheras genom skrapning, smältning, kylning och rening (Horie, 2010, s. 258-260). Schellack finns i flertalet former och nyanser, med och utan vax. Den ljusaste schellacken ger en nästan genomskinlig fernissa. Den ljusa schellacken som utvecklades på 1800-talet, framställs genom blekning och med klorgas eller natriumhypoklorit, NaClO (Derry, 2012, s. 40f; Mills & White, 1994, s. 117). Historiskt sett har shellack används inom den dekorativa konsten bland annat som möbelpolering, specifikt runt 1600- och 1700-talet där hartsen användes till exklusiva möbler (Derry, 2012, s. 5).

2.2 Fernissans nedbrytande effekt på pappret

Som tidigare nämnt har fernissa använts för att skydda föremålet från smuts och föroreningar. Fernissan på ett måleri agerar som ett skyddande skikt, där risk för att påverka det homogena färgskiktet och underlaget vid borttagningen är betydligt liten. Dock är den långsiktiga nedbrytningen av naturliga hartser som använts som fernissan skadligt för pappret. Fernissan påverkar pappret betydligt mer än vad det gör t.ex. ett oljemåleri med ett homogent färgskikt (Colbourne & Singer, 2009; Avery, 2009, s. 9f). Vid applicering av fernissa på pappersföremål, penetrerar lacken lätt in det porösa materialet och binder med både mediet som pappret (Petukhova, (1994).

Vid användning av naturliga hartser är problematiken att dessa gulnar med åldern, något som bidrar till att det underliggande motivet skymms. Fernissade föremål utsätts vanligtvis för dagsljus. Solljusets ultravioletta strålning bryter ner en variation av polymera material genom fotooxidation (UV-nedbrytning, NE, 2014). Hartser bryts ner genom kedjebrytningar av polymerkedjorna, vilket resulterar i att hartsen gulnar och blir skörare och även i vissa fall olösliga i svagare lösningsmedel (Carretti et al., 2010, s. 752). Detta nödvändiggör vanligtvis att fernissan avlägsnas delvis eller helt från föremålet. (Avery, 2009, s. 9f). Tillförsel av syre till hartsen bidrar till en ökad polaritet, vilket i sig bidrar till att hartsen inte går att avlägsna i det applicerade lösningsmedlet. Begreppet ”lika löser lika” resulterar till att mera polära lösningsmedel krävs för att avlägsna fernissan (Colbourne & Singer, 2009, s. 53-54).

Nedbrytningen av hartserna påverkar i sin tur papprets kemiska komposition. Ljus, fukt och värme är en av de drivande nedbrytningsmekanismerna på papper. Bland annat agerar fukt som komponent i sur hydrolys (Zervos, 2010, s. 169). Sur hydrolys sker genom klyvning av molekyler i mindre delar där oxoniumjoner (H_3O) agerar som katalysator. Hydrolys påskyndas av en ökad eller sänkt pH-värde. Syror i ren cellulosa bildas genom oxidation av hydroxylgrupper till karboxylsyror vid exponering till ljus eller föroreningar (Banik & Brückle, 2010, s.225 & 492). Naturliga hartser har en tendens att få en lägre pH med åldern, vilket kan bidra till sur hydrolys av cellulosan i pappret. Detta påverkar depolymeriseringen, vilket i sin tur påverka draghållfastheten (Avery, 2009, s. 37ff).

Nedbrytningen av cellulosamolekylen kan i sig bidra till att pappret blir skört och mer känsligt för lösningsmedel. Utöver den kemiska påverkan som hartser har på pappret, kan även den mekaniska stressen påverka. Hartser genomgår mekaniska förändringar under den naturliga åldringsprocessen, något som kan bidra till krackeleringar som kan påverka

intrycket av mediet. Dessa kan även ytterligare bidra till ytterligare hydrolys genom fukt, smuts och föroreningar som tar sig i mellan krackeleringarna (Colbourne & Singer, 2009, s. 53-54).

Dock är inte hartsen den enda faktorn som bidrar till nedbrytning av cellulosa, utan en kombination av diverse, om än okända, faktorer (Avery, 2009). Papper innehållande ren cellulosa har en högre motståndskraft mot hydrolys. Dock påskyndas reaktionen genom ett sänkt pH (Banik & Brückle, 2010, s.225). Papperskvalitén har även varierat under olika tidsperioder, något som har betydelse på nedbrytningshastigheten av cellulosan. Den sura alunlimningen på 1800-talet utsatte cellulosan för en långsam hydrolys. Kombinationen med den höga ligninhalten samt den sura limningen, bidrog till papper med dålig åldringsstabilitet (Lindström, 2008, s. 112f).

2.3 Traditionella lackborttagningstekniker inom papperskonservering

Traditionellt sett har fernissa på papper avlägsnats genom större mängder lösningsmedel i bad (Colbourne & Singer, 2009, s. 60), eller genom lokal applicering (Holden, 1984). Max Schweidler var en känd restaurerare av pappersobjekt, aktiv under början av 1900-talet. I en nytugåva av hans bok *"The restoration of engravings, drawings, books and other works on paper"* (2006, s. 93), beskriver Schweidler hur han går tillväga för att avlägsna naturhartser på grafiska tryck med hjälp av bad i lösningsmedel i kombination med mekanisk bearbetning:

"(...) After removing the dust with a moist sponge, put the mounted sheet in a bath of pure spirit of wine.¹ (...) The sheet does not have to be submerged in the bath, but you cannot have too little spirit of wine either. In order to have the spirit of wine take effect, the tray should be rocked frequently back and forth. Through rocking the tray, you inundate the varnish, which runs off the sheet. After about twenty minutes, the spirit of wine is drained off and the spirit bath renewed. (...) Shortly before taking the sheet out, rock the tray back and forth a few more times and move a flat bristle brush across the whole sheet. Make sure that the spirit of wine has no color when the bath is drained. If it shows color, the bath has to be repeated. Only when the spirit of wine is clear can you be sure that the varnish has been removed completely. (...) If you observe several whitish areas after the sheet has dried completely, the spirit treatment will have to be repeated." (Schweidler, 2006, s. 93).

Vid konservering av tredimensionella objekt som glober har man historiskt sett använt sig av lösningsmedel. van der Reyden (1986) beskriver i sin konserveringsrapport hur fernissa avlägsnats med diverse lösningsmedel som applicerats lokalt. Att avlägsna hartsen mekaniskt är ett annat sätt för att minimera risken att påverka mediet eller att hartsen tränger in i pappret (Reyden, van der, 1986).

Problematiken med bad och lokal applicering av lösningsmedel är risken att lacken tränger ytterligare in i pappret och lämnar kvar rester (Petukhova, 1992). Vid applicering av fernissa på poröst material, finns risken att det bidrar till blinding av fernissan (s.k blanching på engelska), vilket kan bidra till att fernissan ser mjölkig ut. Blindingen sker i huvudsak vid våtrengöring eller vid användandet av snabbt evaporerande lösningsmedel vid borttagning, något som kan resultera i ett fler åtgärder krävs. Detta i sig bidrar till att ingrepp är problematiska ur den aspekten att åtgärder kan skada föremålet ytterligare (Colbourne & Singer, 2009, s. 60).

¹ "Spirit of wine" menar i detta fall renat alkohol.

2.4 Lösningsmedelsbaserade geler

Användandet av geler för rengöring inom konserveringsvärlden har länge fokuserats på bemålat material. Idén att använda gel vid rengöring utvecklades av Richard Wolbers på 1980-talet. Carbopol tillsammans med bindemedlet Ethomeen C25 utvecklades som ett alternativ till fritt lösningsmedel (Khandekar, 2004). Carbopol kom att tillämpas inom papperskonservering till en viss grad när materialet introducerades på 1980-talet. Dock visades det sig snabbt efter studier att Carbopol hade en missfärgande effekt vid direkt kontakt på papper. Trots sina nackdelar kom Carbopol att användas inom papperskonservering och då med japanpapper som barriär mellan föremål och gel (Blüher et al., 1995, s. 245).

Man insåg tidigt fördelarna med användandet av geler istället för lösningsmedel i flytande form. Gelen är ett mer lättkontrollerat alternativ och kunde formas till att passa ett specifikt problem. Gelens viskoelastiska egenskaper bidrog till att man genom att minska på kapillärkrafterna, kunde hämma effekten av lösningsmedlet, vilket i sig minskar risken för att lösningsmedlet ska tränga in i materialet. Samtidigt hämmas avdunstningen av lösningsmedlet och gelens egenskaper bidrar till att lösningsmedlet blir mer effektivt i rengöringen (Carretti et al., 2009b, s. 752; Curteis, 1991, s. 10). Samtidigt kan gelen appliceras på föremålet utan att riskera att lösa upp alla lager på en gång. Gelen kan formas i den mån att enbart ett lager av fernissan avlägsnas vid rengöring (Khandekar, 2004, s. 7).

Traditionella geler är trixotopa, dvs. gelens egenskaper förändras vid bearbetning till att gå från gelaktig till mer lättflytande form. På grund av detta, finns risker att gelen lämnar kvar restprodukter efter behandling där ytterligare åtgärder skulle krävas för att avlägsna dessa (Angelova, 2013, s. 9). Problematiken med de tidiga gelerna som användes inom konserveringsvärlden har därmed varit de restprodukter som lämnas kvar på föremålet samt deras åldringsegenskaper. Nya geler har utformats för att motverka just detta. Under det senaste två decennierna har bland annat reoreversibla, magnetiska samt geler som kan skalas av i ett sammanhängande stycke utformats. Dessa gelers egenskaper är fördelaktiga i den mån att det minskar risken för restprodukter (Carretti et al., 2009a, s. 373).

2.4.1 PVOH-borax

Den kraftigt viskösa, polymera hydrogelen Polyvinylalkohol-borax (PVOH-borax) har utvecklats för att avlägsna fernissa på bemålat material. PVOH-borax har bland annat kommersiella applikationer inom leksaksindustrin och går bland annat under trivialnamnet "Slime". Gelen är väldigt mångsidig och har ett flertal tillämpningsområden samt fördelar över traditionella geler. Kombinationen av polymeren polyvinylalkohol och tvärbindaren borax, ger gelen kraftigt viskoelastiska egenskaper som gör att dessa geler går att avlägsna i ett sammanhängande stycke. Bland annat på grund av polyvinylalkoholens resistans mot organiska lösningsmedel kan ett flertal olika lösningsmedel användas i gelen (Carretti et al., 2009a, s. 373; Horie, 2010). Förutom fördelen med variation av tillämpade lösningsmedel är gelen väldigt viskös vilket ger en mer kontrollerad tvätt där enbart det önskade området utsätts för rengöring. Samtidigt kan gelen avlägsnas i ett enda sammanhängande stycke genom avskalning efter rengöring och kräver ingen efterbehandling för att avlägsna rester. Gelens transparanta egenskap ger även konservatorn en bättre visuell kontroll över rengöringen (Carretti et al., 2009a, s. 380; Carretti et al., 2009b s. 8662).

Polyvinylalkohol (C₂H₄O)_x skapas genom partiell hydrolys (alkoholys) av polyvinylacetat då monomeren vinylalkohol inte kan existera i fri form (polyvinylalkohol, NE, 2014).

Hydrolysen sker genom att acetatgrupperna ersätts med hydroxylgrupper, vilket gör polyvinylalkoholen hygroskopiskt. Detta bidrar till att PVOH har samma polymeriseringsgrad som polyvinylacetat men bara hälften av dess molekylvikt. Ren PVOH tål högre exponering för UV-ljus. PVOH blir olösligt i alla sura och alkaliska förhållanden då polymeren genomgår tvärbindningar. Samtidigt kan polymeren bli olöslig vid bildning av tvärbindningar med eter vid fotooxidation och värme. Polymeren kan reagera med oorganiska salter vilket bör tas i åtanke vid användandet i kombination med vissa pigment (Mills & White, 1994, s. 132; Horie, 2010, s. 142ff). Borax (dinatriumtetrahydroborat $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) är en icke-metallisk bormineral som även går under trivialnamnet *tinkal*. Borax har bland annat använts som rengöringsmedel samt som surhetsreglerande medel (E 285) inom matindustrin. Borax har även använts som flussmedel, ett medel som använts för att sänka ett ämnes smältpunkt (Borax, NE, 2014).

Polymeren tillsammans med borax fungerar som en stark tvärbindare som bildar vattenhaltiga lösningar med viskoelastiska egenskaper. Gelens egenskaper kan deformeras under påverkan av diverse krafter (s.k. reologiska egenskaper). Med reologiska egenskaper menas hur vätskor och material kan deformeras under påverkan av krafter (Hult & Olofsson, 2014). Bland annat kan de reologiska egenskaperna av en gel förändras med ändrad koncentration av antingen polymer eller borax (Carretti et al., 2009a, s. 373). Geler preparerade med polymerer med hög molekylvikt (M_w) kräver lägre koncentration av polymeren för att forma geler. Dessa har även högre termisk stabilitet. Geler som framställs tillsammans med organiska lösningsmedel är transparenta och håller sig stabila i slutna kärl i flera veckor (Angelova, 2013, s. 68 & 76).

Hur gelens egenskaper förändras med tillförd mängd lösningsmedel och fukt har analyserats. Carretti et al., (2009b; 2010) menar att av den totala mängden fukt som gelen kan tänkas innehålla, är mängden tillämpbar lösningsmedel begränsat. Undersökningar visar att för att undvika en separation av vätskan från PVOH-borax gelen, s.k. syneres, får inte mer än 30% lösningsmedel av den totala fuktkvoten, tillämpas i gelen (Carretti et al, 2010, s. 757). De lösningsmedel som granskats i kombination med PVOH-borax är bland annat etanol, metanol, 1-propanol, 2-propanol samt aceton (se Tabell 1) (Angelova, 2013, s. 4).

Tabell 1. Den totala mängd tillämpbar lösningsmedel i relation till den totala mängden fukt i PVOH-borax.

Lösning	PVOH-borax *
Metanol	30 %
Etanol	30 %
1-propanol	25 %
2-propanol	25 %
Aceton	15 %

* Mängden lösningsmedel är utformade för geler med proportionerna 4% PVOH och 1,1% Borax. Källa: Natali et al., 2011.

Utöver PVOH-borax har även andra liknande geler testats. Bland annat har polyvinylacetat (PVAc) utvecklats tillsammans med tvärbindaren borax som en gel som går att avlägsna i ett sammanhängande stycke. Fördelen med PVAc-borax är den ökade mängd lösningsmedel som kan tillämpas i gelen (Carretti et al., 2010).

De äldre gelernas problem med efterlämnandet av restprodukter efter behandling bör tas i åtanke när nya produkter ska tillämpas inom konservering. PVOH-borax gelens kraftigt viskoelastiska egenskaper bidrar till att gelen går att avlägsna i ett stycke. Egenskapen borde därmed minimera risken för restprodukter vid användning. PVOH-borax gelens påverkan på papper har analyserats av Basta (2004) som ett lämpligt alternativ vid återlimning av nedbrutet alunlimmat papper. Basta (2004) menar att den kedjebindning som sker mellan PVOH och borax genom bildningen av flera hydroxylgrupper, s.k. didiolbindningar, bidrar till att PVOH-borax är bättre lämpat som åldersbeständigt material vid återlimning av papper. Detta kan förklaras av borax tvärbindande förmåga att bilda filmer med polyvinylalkohol. Dessa filmer agerar som ett skyddande skinn på pappret som agerar som isolering från yttre samt inneboende påverkan (Basta, 2004, s. ff135).

3. METOD OCH MATERIAL

3.1 Metoder

3.1.1 *Artificiell åldring av papper*

Ett sätt att skapa prover som efterliknar autentiskt material är att producera artificiellt åldrade prover. Detta görs bland annat för att dessa är förbrukningsbara och kan skapas av sedan tidigare känt material (Feller, 1994, s. 113). Artificiella eller accelererade åldringstester är metoder för att påskynda och mäta kemiska nedbrytningsprocesser i laboratoriemiljö. Vid artificiell åldring utsätts materialet för extrema konditioner i form av temperatur, ljus och fuktighet i en klimatkammare under en viss tidsperiod (Karlovits & Gregor-Svetec, 2012, s. 82). Artificiella åldringstester på papper utförs i huvudsak för att påskynda nedbrytningen av cellulosa och för att följa dem (Feller, 1994, s. XVI). Artificiell åldring sker genom att kombinera eller enskilt granska miljöfaktorerna fukt, ljus och temperatur under hög intensitet för att åstadkomma önskat resultat. De individuella reaktionerna som sker i papprets nedbrytningsprocess, styrs ofta av den relativa fuktigheten. Hastigheten av de kemiska reaktionerna styrs i huvudsak av temperaturen. Detta tyder på att artificiell åldring med medförd fukt efterliknar i större grad det naturliga åldringsprocesserna (Zervos, 2010, s. 161). Standarder för artificiell åldring av cellulosa har tagits fram där de rådande riktlinjerna är 80°C och 65% relativ fuktighet (RF) (ISO 5630-3:1996), 90°C och 50% RF (TAPPI 544) samt 105°C utan tillförsel av fukt (ISO 5630-1:1991 och TAPPI 453). Med den mängd variabler som ingår i de komplexa nedbrytningsprocesserna, kan artificiell åldring inte ses som en motsvarighet till den naturliga processen, utan kan enbart ge en uppskattning (Horie, 2010, s. 50ff). En ökad temperatur vid artificiell åldring behöver nödvändigtvis inte accelerera nedbrytningen eller motsvara förloppet vid naturlig åldring (Feller, 1994, s. 52).

Fernissade föremål utsätts vanligtvis för dagsljus vilket innehåller UV-ljus som bidrar till fotooxidation av den naturliga hartsen. Vid fotolys sker kedjebrytning av en kemisk substans som absorberat fotoner (Feller, 1994, s. 47). Ultraviolett ljus i kombination med fukt, accelererar nedbrytningen genom depolymerisering där molekyllkedjor bryts (Feller, 1994, s. 52). Vid temperaturer ovanför ämnets glasbrytningsindex (T_g), finns risken för att ämnet blir olösligt. En anledning till varför material blir olösligt är bland annat att kedjebindningar bildas mellan polymerkedjorna i tredimensionella nätverk. Med ökad polymeriseringsgrad vid artificiell åldring finns risken att lösligheten påverkas (Horie, 2010, s. 42f). I nytillverkade prover brukar styrkan primärt öka för att sedan minska med åldern (Feller, 1994, s. 113). Då de tester som ska artificiellt åldras består av blandat material, blir åldringen betydligt mer problematisk där de framtagna standarderna för pappersföremål kan inte tillämpas fullt ut. Artificiell åldring på hartser sker vanligtvis via fotooxidation med ljusåldring, men även värmeåldring har utförts.

Då tillgång inte fanns till klimatkammare, användes istället värmeugn för det artificiella åldrandet. Vid val av temperatur fick särskild hänsyn tas till schellacken. Den valda

temperaturen var 80°C, en kompromiss till standarden 105°C för värmeåldring för cellulosebaserat material.

3.1.2 UV-fluorescens

Då olika ämnen även fluorescerar olika, kan ultraviolett ljus användas som en kvalitativ analysmetod för att identifiera ämnen. Tekniken har används inom konservering för bland annat att identifiera fernissa och övermålningar på bemålat material. Metoden fungerar fördelaktigt med organiska material (Pelagotti et al., 2006). Tabell 2 listar olika naturliga hartser och deras karaktäristiska fluorescens. Vanligtvis ökar materialets fluorescens när materialet åldras (de la Rie, 1982, s. 65).

Vid avbildning med UV-fluorescens, placeras ett filter framför UV-källan för att absorbera strålningen från det synliga spektrat, vilket bidrar till att endast den önskade våglängden av UV-ljuset, 315-400 nm, passerar och når objektet. Materialet absorberar UV-strålningen och utstrålar därefter en fluorescens i det synliga spektrat. Ett andra filter placeras framför kamerans lins för att enbart låta den önskade synliga fluorescensen att absorberas av kameran (Williams & Williams, 2002).

Tabell 2. Olika naturliga samt syntetiska hartser och deras fluorescens under exponering av UV-ljus.*

Harts	Fluorescens*
Schellack	Orange
Dammar	Gul/grön
Mastix	Gul/grön
Sandarac	Gul/grön
Syntetiska hartser	Ljus blå

* Källa: Colbourne & Singer, 2009.

3.1.3 FTIR

Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) är en analysmetod som kan användas för att identifiera, strukturbestämma och påvisa förändringar hos organiska material. IR-spektroskopi kan användas för att indikera och identifiera organiska material (Mills & White, 1994, s. 20f). Spektrum ger information rörande funktionella grupper i provet vilket hjälper till att identifiera specifika föreningar samt ger en generell karaktärisering av material. Fördelen med FTIR är att en liten provmängd krävs för att uppnå tillförlitliga resultat (Derrick, 1989). FTIR identifierar kemiska bindningar i en molekyl genom att producera ett infrarött absorptionsspektrum där strålningen påverkar molekylernas vibrationer. Energin absorberas i olika våglängder som mäts och konverteras till ett vibrationsspektrum med hjälp av fouriertransformation. Dessa vibrationsspektrum kan agera som "fingeravtryck" vid identifiering av okända materials funktionella grupper. IR-spektroskopi kan användas för att indikera och identifiera organiska material (Derrick, 1989; Mills & White, 1994, s. 20f). Proceduren gällande identifiering av okänt material går vanligtvis till genom att ett materials IR-spektra jämförs med ett känt material. Detta görs genom databaser med kända IR-spektra för material där bandpositioner och intensitet jämförs. Dock bör hänsyn tas till risk för orena prover där en separation av olika spektra krävs för att kunna identifiera enskilda material (Derrick, 1989). Attenuated total reflectance (ATR) används tillsammans med FTIR för att kunna analysera materialet direkt i dess form. ATR-FTIR valdes som analysmetod då tekniken kan användas för att identifiera material på ett icke-invasivt sätt.

3.2 Material och provframställning

3.2.1 Framställning av provmaterial

Papperet som användes till proverna bestod av 200g 60:40 lin och bomull, ytlimmat med en lösning av 3% gelatin samt 5% $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ i större kärl. Pappret är pressat och framställt av Ruscombe Mill (Thomas, 2012, s. 78).

60 provbitar i storlek 3 x 4 cm användes till experimentet. Proverna lackerades med en lösning av 10% schellack i etanol (99,8%). Schellacken som användes till proverna var ljus schellack i flingor från märket Kremel pigmente GmbH & Co. Lämplig mängd schellack vägdes upp och blandades med etanolen. Lösningen fick stå tills dess att flingorna löst upp sig helt. Hartsen applicerades på provpapprena med en mjuk pensel i tunna lager och lösningsmedlet fick därefter avdunsta i dragskåp. För att underlätta appliceringen samt att få en mer jämn yta, applicerades hartsen på pappret och efter torkning skars provbitarna ut i passande storlek.

3.2.2 Artificiell åldring

Åldringsprocesserna i denna uppsats bestod av värmeåldring, då detta ansågs vara lättare kontrollerbart än ljusåldring, samt att tillgång fanns till en värmeugn på institutionen. Hälften av de preparerade proverna genomgick värmeåldring under 80°C i 27 dagar. Ugnen som användes var av märket Memmert, och ställdes in på passande temperatur och efter att temperaturen stabiliserats och mäts, placerades proverna i ugnen. Det artificiella åldrandet skedde i mörker.

3.2.3 Framställning av PVOH-borax

Proportionerna av PVOH-borax gelen i denna studie utgår från de riktlinjer som finns i Carretti et al. (2009b, s. 8661) som anger måtten 2% PVOH samt 0,4% borax för polymerer med hög molekylvikt (M_w 124 000-186 000). Då den använda polymeren i uppsatsen har en lägre molekylvikt (M_w 72 000), har proportionerna av polymer och borax anpassats till:

- 3% polyvinylalkohol ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$)_x
- 0,6% Borax $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
- 25% 2-propanol $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

Framställning av polyvinylalkoholen skedde på följande sätt. Polyvinylalkoholen som använts till gelframställningen är polyvinylalkohol (<98% hydrolyserat) från KEBO lab. Hänsyn tas att tillfört lösningsmedel blir en del av den totala fuktkvoten. PVOH framställs genom att 3% PVOH blandas ut med passande mängd destillerat vatten som värms till närmare 80°C . PVOH blandas in försiktigt tillsammans med en omrörare för att undvika klumpar. Lösningen får därefter svalna till rumstemperatur.

Framställning av PVOH-borax sker enligt följande direktiv från Carretti et al. (2009b, s. 8661): 0,6% Borax (dinatriumtetraborat dekahydrat från Apoteksbolaget) löses i destillerat vatten. Borax blandas tillsammans med PVOH som löses upp vid omrörning. Blandningen

värms till 80°C i tre timmar i slutna kärl. Lösningen får därefter svalna till rumstemperatur. Därefter appliceras passande mängd lösningsmedel som i detta fall blir 2-propanol och rörs om till lösningen stelnat. När lösningsmedlet appliceras till gelen bör hänsyn tas att gelens totala fuktkvot blir som det önskade slutresultatet. Gelen kan användas efter 48 timmar. Verkningsstiden av gelen på föremålet estimeras att vara från ett minimum på en minut till maximalt fem minuter beroende på fernissa (Carretti et al., 2009a, s. 374; Carretti et al., 2009b, s. 8661). Val av lösningsmedel har gjorts med hjälp av Teas diagram för att avgöra lösligheten av schellack (Horie, 2010, s. 413).

3.3 Utförda experiment

Experimenten som utfördes gick ut på att jämföra två olika metoder för borttagning av schellack på papper. Borttagning av schellack på det preparerade proverna skedde med gelen PVOH-borax samt med lösningsmedel i bad där etanol (99,8%) använts. En stencil har används vid applicering av gelen för att ha bättre kontroll över gelen under processen. Tabell 3 visar de prover som preparerades till de olika borttagningsmomenten. De 60 proverna delades upp i fyra olika provkategorier. Referensprover finns till det artificiellt åldrade samt för de icke åldrade proverna.

Tabell 3. Artificiellt åldrade samt icke åldrade prover.

Artificiellt åldrade prover *				Icke åldrade prover *			
PVOH-borax		Etanol (Bad)		PVOH-borax		Etanol (Bad)	
A1	A9	A16	A24	B1	B9	B16	B24
A2	A10	A17	A25	B2	B10	B17	B25
A3	A11	A18	A26	B3	B11	B18	B26
A4	A12	A19	A27	B4	B12	B19	B27
A5	A13	A20	A28	B5	B13	B20	B28
A6	A14	A21	A29	B6	B14	B21	B29
A7	A15	A22	A30	B7	B15	B22	B30
A8		A23		B8		B23	

* Referensproverna A31 samt B31.

3.3.1 Utförd artificiell åldring

Innan experimenten inleddes, utfördes några tester för att avgöra om proverna var lösliga i det valda lösningsmedlet etanol. Prover placerades i bägare som därefter täcktes med det tidigare valda lösningsmedlet etanol för att avgöra om det passade till ändamålet. Med de artificiellt åldrade proverna visade sig att schellacken inte gick att avlägsna med varken etanol, aceton eller med 2-propanol.

Ett försök gjordes till att oxidera proverna med väteperoxid för att simulera fotooxidation genom peroxider (Informant 1). Testet utfördes genom att placera ett provpapper i en lösning på 30% i en minut samt ett annat där lösningen droppades på provpappret i 1 minut. Därefter sköljdes peroxiden bort och provbitarna placerades i bad med avjoniserat vatten. Därefter placerades provbiten i etanolbad i 60 minuter utan resultat. Delmomentet med de artificiellt åldrade proverna fallerade på så sätt så att det inte gick att använda i studien. Diverse felkällor förs i diskussionen.

3.3.2 Borttagning av fernissa med lösningsmedelsbad

Innan lösningsmedelsbad, utfördes tester på proverna för att avgöra lämpligt lösningsmedel. Det valda lösningsmedlet etanol fungerade. Bad med etanol (99,8%) utfördes i större glasbägare där 40 ml etanol placerades i varje bägare. Därefter applicerades proverna var för sig in i lösningen och täcktes helt. Proverna fick ligga kvar i lösningen i ca 60 minuter och rördes om några gånger för att försöka lösa upp schellacken (se Figur 1). Bägaren täcktes för att förhindra större avdunstning av lösningsmedlet. Proverna ansågs klara när ytan inte längre glänste. Därefter placerades proverna i ett bad med destillerat vatten i ca 60 minuter för att skölja bort resterande schellack. Proverna torkades därefter under press.



Figur 1. Borttagning av fernissa med bad i etanol.

3.3.3 Borttagning av fernissa med PVOH-borax

Tester utfördes på referensprover för att avgöra vilket av lösningsmedlen etanol och 2-propanol (isopropanol) som var mest lämpligt för ändamålet. Referensprover behandlades med etanol och 2-propanol. Efter utförda tester utsågs 2-propanolen vara fördelaktig som lösningsmedel i PVOH-borax. Gelen placerades på proverna genom en mall i 2 x 2 cm i papp med aluminiumtejp för att få en jämn tillämpningsyta (se Figur 3 och 2). Mängden gel som applicerades på proverna var ca 6 ml. Gelen placerades på provbiten med en spatel och fick därefter ligga kvar och verka i fem minuter i tre omgångar. Den maximala verkningstiden av gelen på objektet var fem minuter enligt Carretti et al. (2009a). Ju längre tid gelen fick ligga kvar på objektet, desto svårare blev det att avlägsna gelen i ett sammanhängande stycke. Efter de utförda experimenten fick proverna torka.



Ovan: Figur 2. PVOH-borax taget med 5x förstoring i arbetsmikroskop.

Vänster: Figur 3. Applicering av PVOH-borax via stencil.

3.3.4 UV-fluorescens

En Artist PRO från Art innovation i Holland användes vid testmomentet. UV-fluorescens användes för att indikera hartsen schellack på proverna. Prover monterades upp på kartong för att kunna fota proverna stående. På grund av den låga halten harts (10%) på proverna, kunde inte UV-fluorescensen användas för att identifiera schellack på varken det oåldrade proverna samt det artificiellt åldrade proverna. Den bristande fluorescensen kan även förklaras med att nyligen applicerade hartser normalt inte fluorescerar (de la Rie, 1982). Samtidigt gav pappret och gelatinlimningen upphov till fluorescens som påverkade tolkningen av resultatet.

3.3.5 FTIR

En Bruker ALPHA FT-IR spectrometer användes efter de utförda lackborttagningsmetoderna på provbitarna. Den använda schellacken till proverna maldes ned i en mortel tillsammans med lösningsmedel för att användas som referensprover till FTIR-analysen. På grund av att alla prover inte kunde köras i FTIR, fick slumpmässigt valda prover analyseras med Bruker ALPHA FT-IR spectrometer. Referensprover för det valda pappret användes. Spektrum för referensprover för artificiellt åldrade prover samt icke-åldrade prover analyserades. Spektra från de olika proverna jämfördes inbördes.

3.4 Felkällor vid analyser

Vid utförandet av laboratorieexperiment bör man alltid reservera sig för eventuella mät- och avläsningsfel. Bristande rutin vid provtagning samt kontaminerade mätinstrument är bara några fåtal problem som kan orsaka större mätfel.

Flera faktorer bör tas i åtanke vid simulering av artificiell åldring på provmaterial. Vid artificiell åldring av det preparerade proverna har flertalet fel uppstått under arbetets gång. Bland annat utmättes en ojämn temperatur i ugnen där prover utsattes för kortare perioder av längre temperaturer än det valda 80°C. Samtidigt har värmeåldringen bidragit till att de framställda proverna blivit olösliga i det valda lösningsmedlet etanol samt 2-propanol. Vid värmeåldring har schellacken förmodligen tvärbundit och överstigit depolymeriseringsgraden i den grad att schellacken blivit olösligt. Detta har förmodligen orsakats av att schellackens glasbrytningsindex har överstigits, vilket ökat risken för tvärbindning av polymererna. Detta kan bero på bristen av peroxider vid det artificiella åldrandet, något som är en vanlig faktor vid fotooxidation med ultraviolett strålning som har en tendens att bryta polymerer. Den bristande fukten vid åldrandet kan även vara en faktor till de misslyckade proverna. Även det valda pappret kan ha påverkat resultatet från den artificiella åldringen. Den alkaliska bufferten kan ha påverkat resultatet. Ett förslag vore att istället använda ett papper som är relativt ren från biprodukter för att utesluta onödiga parametrar. Vid en jämförande studie mellan nyligen preparerade och naturligt åldrade prover bör flera faktorer tas i hänsyn. Bland annat kan nyligen framställda proverna inte agera som representant för naturligt åldrade prover fullt ut.

Andra felkällor vid laboratorieexperiment är de redskap som använts. Vid framställning av polyvinylalkohol fanns ett behov av att använda sig av slutna kärl när polymeren värmdes upp för att undvika fukten från att avdunsta. Dock kunde mängden avdunstad fukt åter tillföras. När polyvinylalkoholen skulle blandas upp tillsammans med boraxen, var det betydligt svårare att kontrollera mängden avdunstad fukt vid uppvärmningen. Fukt tillfördes i efterhand. Detta kan ha påverkat resultatet.

Även molekylvikten på polyvinylalkoholen kan ha påverkat resultatet. Enligt de anvisningar som fanns i Carretti et al. (2009b, s. 8661), användes en polyvinylalkohol med hög molekylvikt. Polyvinylalkoholen som användes till uppsatsen hade en betydligt lägre molekylvikt, något som fick kompenseras med att ändra proportionerna på polyvinylalkohol och borax.

4. FALLSTUDIE: FERNISSAD VÄGGKARTA

I detta avsnitt presenteras en fallstudie med en fernissad karta från början av 1900-talet. En kortare historik om föremålet ges samt en beskrivning av de tester som utfördes. Objektet har valts för att exemplifiera borttagning av naturligt åldrad fernissa med PVOH-gel på pappersbaserade material. Målet är inte att utföra en konservering av kartan utan föremålet används enbart som grund till tester för att avgöra PVOH-borax lämplighet som metod vid borttagning av naturligt åldrad fernissa på pappersföremål. En framtida konservering behandlas inte i uppsatsen men underlaget från resultatet är avgörande.

Föremålet som är en del av fallstudien är tryckt av Generalstabens litografiska anstalt. Det svenska företaget grundades år 1833 och fick i huvuduppgift att trycka kartor till den svenska militären samt utföra litografiska verk för allmänheten (Nordisk familjebok, 1908, s. 913-914). Företaget hade bland annat ensamrätt att trycka och sälja litografiska verk officiellt framställda av staten fram till 1962 (Generalstabens litografiska anstalt, NE, 2014). Dokumentationen om tillverkningsprocesserna av kartorna är begränsade. Dock finns det dokumenterat hur företaget tryckte sina kartor. De vanligaste metoderna som användes var bland annat litografi, fotolitografi, ljustryck, autotypi, fototypi, blåkopia samt trefärgstryck (Generalstabens litografiska anstalt, 1896).

4.1 Objektsbeskrivning

Kartan som ska granskas i delmomentet är en vägkarta som föreställer rutnätverket för norra Sveriges järnvägs- och postnätverk (se Figur 4 och Bilaga II). Kartan har försetts med titeln *Järnvägs- och postkarta över Sverige* och är tryckt år 1912 av Generalstabens litografiska anstalt. Kartan är ett litografiskt trefärgstryck som är fernissad, fodrad med väv samt uppmonterad med trästavar. Trycket är utfört på papper med bladstorleken 107 x 80 cm. Fernissan har applicerats med pensel från karaktäristiska penseldrag att döma. Fernissan som använts på kartan har gulnat med åldern vilket resulterat i att det underliggande bilden skymts.



Figur 4. Fernissad karta föreställande norra Sveriges järnvägs- och postnätverk.

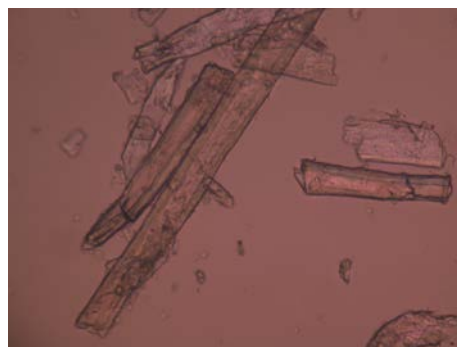
4.2 Utförda tester

Målet med fallstudien har varit att använda väggkartan som försöksobjekt för att avlägsna naturligt åldrad fernissa med gelen PVOH-borax. Tester har utförts för att analysera det använda pappret samt fernissan.

Fiberprover togs för att identifiera pappret som använts till kartan. Prover togs från partier där fernissan nöts bort och där pappersytan var blottad. Proverna togs genom att med skalpell försiktigt skrapa loss fibrer, som därefter placerades på provglas. Fibrerna undersöktes i ljusmikroskop med polariserat ljus. En jämförelse gjordes med referensmaterial från *A Pigment Particle & Fiber Atlas for Paper Conservators* (McBride, 2002). Det granskade fibrerna kunde skiljas från andra fibrer. Slutsatsen från jämförande prover var att pappret består av trämassafibrer (se Figur 5). För att avgöra om fibrerna var kemiskt eller mekaniskt framställda, skulle reagentester krävas, något som inte utfördes. Vad det är för typ av trämassafiber är betydligt svårare att avgöra med fibertester och reagentester.

Tester utfördes på den använda fernissan för att avgöra vilken naturharts som använts till processen. FTIR-analys vore lämpligt för identifikation av fernissan. Dock saknades tillgång till en portabel FTIR spektrometer, vilket försvårade analys. UV-fluorescens användes som analysmetod till momentet. Kartan exponerades för UV-fluorescens via en UV-ljuskälla. Fernissan fluorescerade gult till vagt grönt, vilket är en indikation på att de traditionella fernissorna mastix eller dammar använts (se Tabell 2). Ytterligare tester utfördes för att avgöra vilken av dessa hartser som fernissan är lackerad med. Teas diagram för löslighetsparametrar användes för att avgöra vilka lösningsmedel som fungerar att lösa upp mastix och dammar. Teas Diagram för sandarak fanns inte att erhålla. Lösningsmedlet 2-propanol valdes ut då mastix är lösligt i detta men ej dammar (Horie, 2010, s. 410-412). 2-propanol användes för att testa ett mindre parti på kartan. Resultatet visade att fernissan var löslig i 2-propanol, vilken ger en indikation på att fernissan som använts inte är dammar. Ett försök gjordes till att mekanisk avlägsna fernissa med skalpell för att analysera i FTIR. Dock bidrog risken till att påverka underlaget till att lämplig mängd harts inte kunde extraheras från kartan.

Då fernissan gick att lösa med 2-propanol, användes gelen som förberetts med 25% 2-propanol. Beslutet togs att applicera gelen i det nedersta högra hörnet av kartan där det inte skulle vara direkt synligt. Gelen applicerades direkt på fernissan med spatel. Gelen fick verka i fem minuter för att därefter avlägsnas med pincett. Proceduren upprepades i fem omgångar (se Figur 6).



Ovan: Figur 5. Fibrer tagna från kartan i ljusmikroskop.

Vänster: Figur 6. Applicering av PVOH-borax på den fernissade kartan.

5. RESULTAT

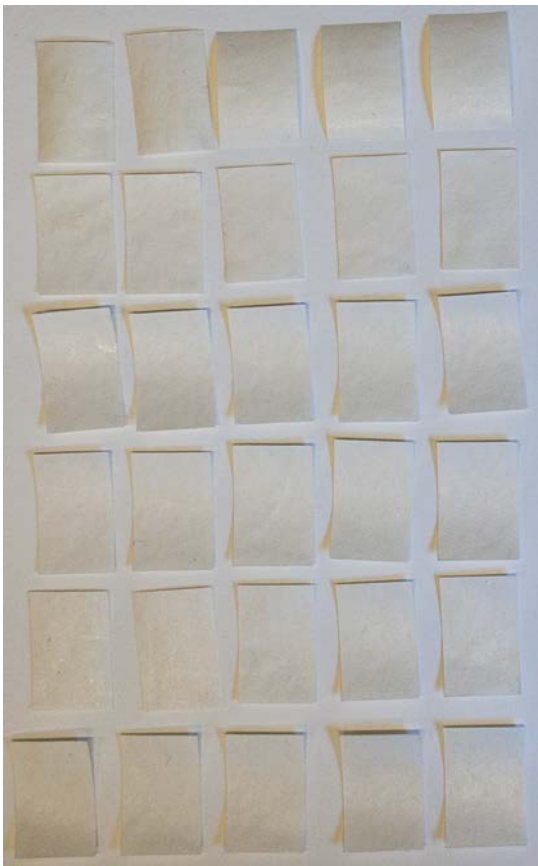
Nedan presenteras resultaten som erhållits från de olika experimentella undersökningarna som använts under arbetets gång.

5.1 Resultat av PVOH-borax

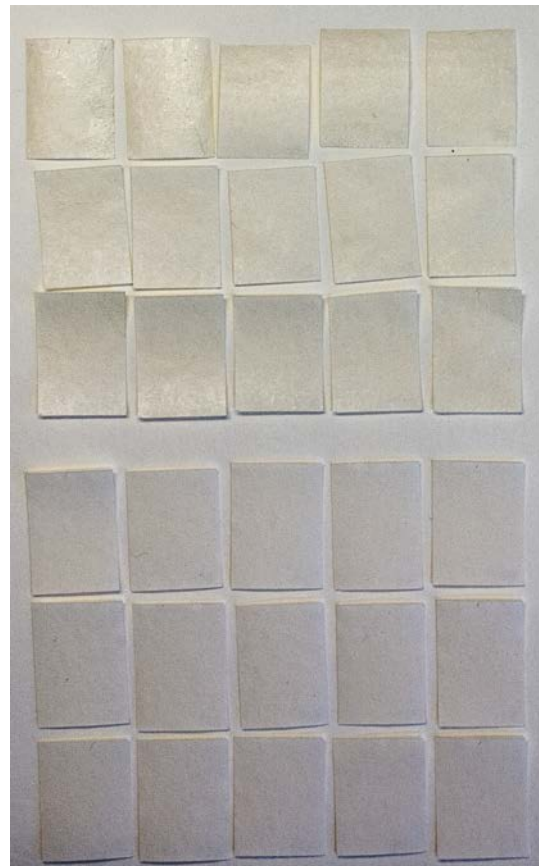
Proverna granskades okulärt efter utförda tester. Hos de prover som behandlats med PVOH-borax med 25% 2-propanol, fanns inga synliga skillnader mellan före och efter gelbehandlingen (se Figur 8). Efter utförd behandling med PVOH-borax kunde man konstatera att gelen lämnat kvar rester efter att ha applicerats genom mallen.

5.2 Resultat av lösningsmedelsbad med etanol

Den okulära granskningen av de prover behandlade med lösningsmedelsbad fanns synliga skillnader mellan före och efter behandling. Resultatet av borttagningen av fernissan med lösningsmedelsbad och PVOH-borax med 25% 2-propanol kan ses i Figur 8.



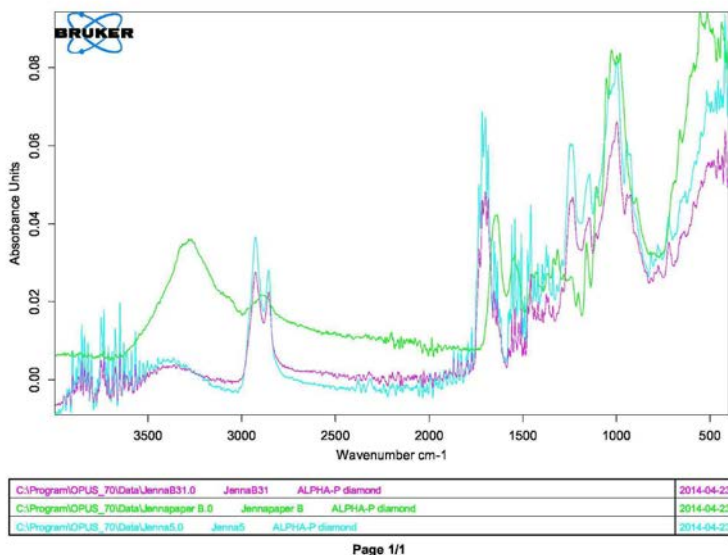
Figur 7. Prover innan behandling.



Figur 8. Prover efter behandling. De 15 första prover är behandlade med gel. Resterande 15 prover behandlades med etanol.

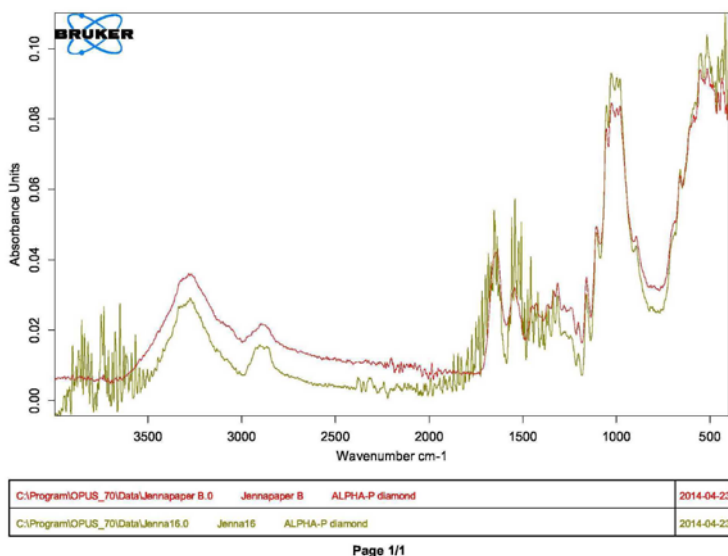
5.3 Resultat av FTIR

Samtliga spektra från analysen återfinns i Bilaga 1. De första proverna som undersöktes med FTIR var referensproverna för både artificiellt åldrade samt oåldrade prover där en jämförelse gjordes mellan erhållna spektra (se Figur 25). Spektra från prover behandlade med PVOH-borax jämfördes med oåldrade referensmaterialen. Spektra erhållna från analysen för prover behandlade med gelen visar spår av schellack. Topparna av proverna överensstämmer ganska väl med referensspektrat (se Figur 9 och Bilaga I för en större bild).



Figur 9. FTIR Spektrum för referensprovet för det obehandlade pappret (grönt), referensprovet för det oåldrade provet (rosa), samt prov nr B5 efter behandling med PVOH-borax (turkos).

Därefter undersöktes referensprovet för det obehandlade pappret. Spektrat återges i Figur 14. En jämförelse av detta spektrum kunde sedan göras med spektra från proverna behandlade med lösningsmedelsbad. Spektra erhållna från FTIR analys av prover behandlade med lösningsmedelsbad i etanol kan ses i Figur 10 (och Bilaga I). Topparna av proverna överensstämmer ganska väl med referensspektrat för obehandlat pappret. Det erhållna spektrat tyder på att schellacken har avlägsnats från proverna efter behandling i bad i 60 minuter.



Figur 10. FTIR-spektrum för prover behandlade med lösningsmedel. Det röda spektrat är referens för pappret medan den gula är spektrat för provet. Spektrumen visar att schellacken har avlägsnats från provet.

5.4 Resultat från fallstudien

Analyser utförda på väggkartan med UV-fluorescens utfördes i mörkrum med UV-källa som dokumenterades med multispektralkameran. Efter behandling med PVOH-borax (25% 2-propanol) exponerades kartan för ultravioletta strålningen och fotograferades därefter med multispektralkameran.

En indikation på vilken fernissa som använts kunde inte utföras med UV-fluorescens då både mastix, sandarak samt dammar fluorescerar gult vid exponering. En analys med FTIR skulle krävas för en identifiering av fernissan. Dock saknades tillgång till en portabel FTIR spektrometer, vilket bidrog till att fernissan inte kunde analyseras.

De okulära testerna utförda med UV-fluorescens, tyder på att gelen har avlägsnat fernissan efter flera upprepade behandlingar med 5 x 5 minuter. En indikation att gelen inte varit effektiv nog med att avlägsna fernissan i vissa partier är de mjölkiga fläckar i form av blinding av fernissan som okulärt kunde urskiljas i dagsljus på kartan kring de partier där gelen applicerats (se Figur 11 och 12). Vid appliceringen av gelen på kartan, observerades gelens tendens att föra med sig partiklar till det områden som var skadade längs kanterna av kartan. Utöver det skadade partier verkade gelen inte påverka pappret.



Ovan: Figur 11. Den behandlade ytan på kartan efter användandet av PVOH-borax.

Vänster: Figur 12. Den behandlade ytan under UV-fluorescens.

6. DISKUSSION OCH SLUTSATS

Den utförda studien är ett första försök till att granska hydrogelen PVOH-borax som ett alternativ vid behandling av fernissade pappersföremål. Syftet med uppsatsen har varit att jämföra effekten av hydrogelen PVOH-borax med lösningsmedelsbad vid borttagning av fernissa på papper. Fokus har inte varit att hitta den ultimata metoden för avlägsnandet av fernissa på papper, utan snarare att undersöka hur metoder fungerar bäst för ändamålet. Behandling av fernissa på papper är ett relativt outforskat fält, där krav på vidare forskning finns då inga bra metoder ännu finns.

Appliceringen av fernissa på pappersbaserade föremål, påverkar underlaget i större utsträckning än vad det gör bemålat material med ett homogent färgskikt. Med fernissa på papper finns risken att hartsen tränger in i det porösa pappret och binder med både pappret och mediet. Fernissans funktion att agera som en skyddande barriär mot yttre påverkan fallerar på så sätt vid applicering på papper. Nedbrytningen av hartser påverkar papprets kemiska komposition samt nedbrytningshastighet. Hartsens minskade pH-värde vid naturlig åldring, kan agera som katalysator till sur hydrolys som påverkar draghållfastheten samt depolymeriseringen av cellulosamolekylen (Colbourne & Singer, 2009, s. 53-54). Dock har inte enbart hartsen den drivande nedbrytningseffekten på pappret, utan påverkas av en kombination av diverse faktorer. Faktorer som klimat, papperskvalitet samt limning bidrar till nedbrytningen av cellulosan. Den missfärgande och skymmande effekt som fernissa har på det underliggande motivet, bidrar till behovet om att avlägsna fernissan. Nedbrytningen av cellulosamolekylen bidrar till att pappret blir skört och mer känsligt för lösningsmedel, vilket försvårar borttagningen. Vid användning av lösningsmedel i flytande form finns risken att hartsen tränger in i pappret och skadar föremålet ytterligare. Konserveringsetiska beslut måste tas och argument föras om ingreppet är värt riskerna för att förhindra fortsatt nedbrytning av pappret.

Resultatet från den utförda studien på de framställda proverna visar att PVOH-borax med 25% 2-propanol inte är en effektiv metod att tillämpa vid borttagning av schellack på papper. De utförda testerna på de framställda proverna tyder på att nytillverkade prover med schellack är svårare att lösa upp, vilket påverkar resultatet av experimenten. I nyligen preparerade prover brukar styrkan primärt öka för att sedan minska med åldern, något som kan vara en av anledningarna varför proverna inte gick att lösa med gelen (Feller, 1994, s. 113). Ett annat alternativ till problematiken att lösa upp fernissan kan bero på den låga halten lösningsmedel som gelen kan innehålla. Med en maximal halt på 30% lösningsmedel (av den totala fuktkvoten), kan avlägsnandet av fernissa försvåras. En annan faktor till gelens ineffektivitet kan bero på den förändrade mängden PVOH och borax i gelen för att kompensera för den låga molekylvikten av PVOH. Analyser gjorda med FTIR tyder på att de tester som utförts med lösningsmedelsbad med etanol på mer traditionellt vis är betydligt mer effektivare vid borttagning av schellack på papper.

De tester som utfördes på den fernissade väggkartan som en del av fallstudien ger dock andra resultat. Resultatet från fallstudien tyder på att PVOH-borax med 25% 2-propanol fungerar för att avlägsna naturligt åldrad fernissa på papper. Dock framträdde vita fläckar på föremålet, vilket är en indikation på att inte fernissan helt och hållet avlägsnats från

pappret. Detta tyder på att metoden är effektiv men att flera behandlingsomgångar krävs tillsammans med en kombination av mekanisk bearbetning för att avlägsna fernissan helt. Samtidigt hade gelen en tendens att föra med sig fibrer från skadade partier. Detta tyder på att gelen inte bör användas på skadat material för att inte riskera materialbortfall.

Artificiellt åldrade prover brukar vara ett sätt att efterlikna autentiskt material. Problem som uppstod med de artificiellt åldrade proverna medförde dock att proverna inte gick att använda i studien. Artificiell åldring av framställda prover är problematisk då det är svårt att veta vilka kemiska reaktioner som sker under en naturlig åldringsprocess.

Vid användandet av PVOH-borax på de framställda proverna där gelen applicerades via en stencil, finns risker för efterlämnandet av rester på föremålet. Studier gjorda av Basta (2004), tyder på att risken att potentiella rester av gelen skulle påverka pappret är liten. PVOH i kombination med borax har förmågan att bilda en hinna på pappret, vilket minskar risken för yttre samt inre påverkan. Teoretiskt sett kan PVOH-borax användas utan att oroa sig för potentiella risker för att skada pappret. Dock krävs vidare studier på hur gelen kan tänkas påverka mediet samt hur lösningsmedlet skulle kunna på sikt påverka pappret och mediet.

Resultatet från de framställda proverna och resultatet från fallstudien, tyder på att enbart förlita sig på artificiellt framställda prover vid metodutveckling inte är tillräckligt. Autentiskt material krävs för att bilda en uppfattning av metodens verkliga effektivitet. Ett förslag vore även att granska gelen polyvinylacetat (PVAc) tillsammans med borax för att få en gel som har en högre procentmängd tillämpar lösningsmedel i relation till den totala fuktkvoten. Resultatet av de utförda experimenten tyder på att flera undersökningar behövs för att avgöra PVOH-borax gelens lämplighet vid behandling av fernissade pappersföremål samt inom andra områden inom konserveringsfältet.

7. SAMMANFATTNING

Syftet med undersökningen har varit att utvärdera polyvinylalkohol (PVOH)-borax som ett alternativ vid borttagning av fernissa på papper. Gelen är en kraftigt viskoelastisk hydrogel som går att avlägsna i ett sammanhängande stycke. I studien har den lösningsmedelsbaserade PVOH-borax gelen jämförts med den traditionella lackborttagnings-tekniken med lösningsmedelsbad som använts vid behandling av pappersbaserade föremål. Utgångspunkten för uppsatsarbetet har varit följande frågeställningar:

- Är PVOH-borax ett lämpligt alternativ att tillämpa inom fältet papperskonservering vid borttagning av fernissa på papper?
- Hur påverkas pappret vid applicering samt borttagning av fernissa på papper?
- Hur påverkar eventuella rester av PVOH-borax papprets hållbarhet på sikt?

Uppsatsen är uppdelad i tre delar varav den första delen handlar om historisk användning av fernissa på papper. Materialet som inhämtats under en djupare litteraturstudie, bygger i huvudsak på materialhistorik och redogör för hur fernissan har använts på papper samt det olika borttagningstekniker som använts både historiskt sett samt nyutvecklade metoder. Lösningsmedelsbaserade gelen PVOH-borax granskas som ett alternativ vid borttagning av fernissa på papper undersöks. Uppsatsens andra del behandlar de utförda experimenten där prover behandlade med schellack användes som underlag till borttagning av fernissa med PVOH-borax samt lösningsmedelsbad med etanol. Artificiell åldring av pappersprover med schellack utfördes med värmeåldring i 80°C i 27 dagar för att simulera åldrad fernissa på papper. Dock misslyckades försöket vilket resulterade i att dessa fick uteslutas ur studien. Gelen som användes i undersökningen innehöll 25% 2-propanol med proportionerna 3% polyvinylalkohol och 0,6% borax. En fallstudie med en fernissad väggharta från 1912 användes som underlag för borttagning av naturligt åldrad fernissa. Kartan behandlades med PVOH-borax med 25% 2-propanol i fem minuter i fem omgångar.

Resultat erhållna från FTIR analyser av de framställda proverna, indikerar att PVOH-borax inte är en effektivare metod än traditionella lösningsmedelsbad, bedömt av den mängd schellack som avlägsnats. Tester utförda på artificiellt åldrade prover vore önskvärt. Resultatet från tester utförda på den ca 100 år gamla fernissade vägghartan med PVOH-borax innehållande 25% 2-propanol, tyder ändå på att PVOH-borax är ett alternativ vid borttagning av naturligt åldrad fernissa på pappersföremål. UV-fluorescens användes som en indikation på gelens effektivitet.

Det finns ett framtida behov att undersöka polyvinylacetat (PVAc) tillsammans med borax som ett ytterligare alternativ till borttagning av fernissa på papper. Fördelen med PVAc är gelens förmåga att innehålla en betydligt högre halt lösningsmedel i relation till den totala fuktkvoten än PVOH-borax gelens totala mängd på 30%. Samtidigt vore vidare studier kring PVOH-borax gelens lämplighet inom andra fält inom papperskonservering intressant.

KÄLL -OCH LITTERATURFÖRTECKNING

Otryckta källor

Williams, R. & Williams, G. (2002). *Fluorescence photography*. Medical and scientific photography http://medicalphotography.com.au/Article_02/02a.html [2014-05-02]

Informanter

Informant 1: Jacob Thomas, Göteborgs Universitet. Samtal 2014-04-22.

Tryckta källor

Angelova, V.S. (2013). *Gels from borate-crosslinked partially hydrolyzed poly(vinyl acetate)s: characterization of physical and chemical properties and applications in the art conservation*. (Diss.), Georgetown University. Washington.

Avery, M. (2009). *The effect of aged varnish on paper objects*. (Master's thesis) Queen's University Kingston, Ontario, Canada April 20, 2009

Basta, A. H. (2004). Performance of improved polyvinyl alcohol as an ageing resistance agent. *Restaurator*, 2004, 129-140

Banik, G. & Brückle, I. (2010). *Paper and water: a guide for conservators*. Oxford: Butterworth-Heinemann

Borax (2014). *Nationalencyklopedin*. <http://www.ne.se/lang/borax> [2014-04-13]

Blüher, A., Haller, U., Banik, G. & Thobois, E. (1995). The application of Carbopol™ poultices on paper objects. *Restaurator* 1995, 16, 234-247.

Carretti, E., Natali, I., Matarrese, C., Bracco, P., Weiss, R.G., Baglioni, P., Salvini, A. and Dei, L. (2009a). A new family of high viscosity polymeric dispersions for cleaning easel paintings. *Journal of Cultural Heritage* 11 (2010), 373–380.

Carretti, E., Grassi, S., Cossalter, M., Natali, I., Caminati, G., Weiss, R.G., Baglioni, P. and Dei, L. (2009b). Poly(vinyl alcohol)-Borate Hydro/Cosolvent Gels: Viscoelastic Properties, Solubilizing Power, and Application to Art Conservation. *Langmuir* 2009, 25(15), 8656–8662.

Carretti, E., Bonini, M., Dei, L., Berrie, B.H., Angelova, L.V., Baglioni, P. and Weiss, R.G. (2010). New Frontiers in Materials Science for Art Conservation: Responsive Gels and Beyond. *Accounts of Chemical Research* 43 (6), 751–760.

Colbourne, J. & Singer, B. (2009). The removal of natural resin varnishes from hand-coloured oil printed media. In: *Research in book and paper conservation in Europe: a state of the art*. Vienna: Verlag Berger Horn.

- Curteis, T. (1991). *An investigation of the use of solvent gels for the removal of wax-based coatings from wall paintings*. (Diss.), University of London.
- Derrick, M. (1989). Fourier transform infrared spectral analysis of natural resins used in furniture finishes. *JAIC* 1989, Volume 28, Number 1, Article 4, 43-56
- Derry, J. (2012). *Investigating shellac: documenting the process, defining the product. A study on the processing methods of Shellac, and the analysis of selected physical and chemical characteristics*. (Master's thesis), University of Oslo.
- Donnithorne, A. & Hicks, C. (1991). The problems of works of art on paper with textile supports. *Paper and Textiles: the Common Ground: Pre-prints of the Conference Held at The Burrell Collection, Glasgow, 19-20 September 1991*, 95-100
- European Confederation of Conservator-Restorers' Organisations (2002). *E.C.C.O. Professional Guidelines*. 1 March 2002. Bryssels. <http://www.ecco-eu.org/about-e.c.c.o./professional-guidelines.html> [2014-03-25]
- Feller, R. L. (1994). *Accelerated aging: photochemical and thermal aspects*. Marina del Rey, Calif.: Getty Conservation Institute
- Gascoigne, B. (2004). *How to identify prints: a complete guide to manual and mechanical processes from woodcut to inkjet*. (2nd. ed.) New York, N.Y.: Thames & Hudson.
- Generalstabens litografiska anstalt (2014). *Nationalencyklopedin*. <http://www.ne.se/lang/generalstabens-litografiska-anstalt> [2014-04-29]
- Generalstabens litografiska anstalt (1908). *Nordisk familjebok – Uggleupplagan* nr. 9. Fruktodling – Gossenass (1904-1926) <http://runeberg.org/nfbi/0475.html> [2014-04-29]
- Generalstabens litografiska anstalt (1896). *Profer från generalstabens litografiska anstalt*. Stockholm
- Hartser (2014). *Nationalencyklopedin*. <http://www.ne.se/lang/hartser> [2014-04-01]
- Holden, M.S. (1984). The development of lithographic cartography and the conservation treatment of a large varnished map. *The book and paper group*. Vol 3 1984.
- Horie, C.V. (2010). *Materials for conservation: organic consolidants, adhesives and coatings*. (2nd. ed.) Amsterdam: Butterworth-Heinemann
- Hult, J. & Olofsson, B. (2014). Reologi. I: *Nationalencyklopedin*. Tillgänglig: <http://www.ne.se.ezproxy.ub.gu.se/lang/reologi> [2014-05-21]
- International organization for standardization (1991). ISO 5630-1:1991. *Paper and board - Accelerated ageing - Part 1: Dry heat treatment at 105 degrees C*. Geneva: ISO
- International organization for standardization (1996). ISO 5630-3:1996. *Paper and board - Accelerated ageing - Part 3: Moist heat treatment at 80 degrees C and 65% relative humidity*. Geneva: ISO
- Khandekar, N. (2004). Gelled systems: Theory and early application. In: D. Stulik & V.

- Dorge (red:er) In: *Solvent gels for the cleaning of works of art: the residue question*. Los Angeles: Getty Publications
- Karlovits, M & Gregor-Svetec, D (2012). Durability of Cellulose and Synthetic Papers Exposed to Various Methods of Accelerated Ageing. *Acta Polytechnica Hungarica* Vol. 9, No. 6, 2012, 82.
- Lacksköldlus (2014). *Nationalencyklopedin*. <http://www.ne.se/lacksk%C3%B6ldlus> [2014-04-21]
- Lindström, T. (2008). Papperets kemi. I: E., Häkli (red.) *Ingen dag utan papper: om papper och dess roll som kulturbärare*. Helsingfors: Söderström
- McBride, C. (2002). *A Pigment Particle & Fiber Atlas för Paper Conservators*. Cornell University. Ithaca
- Mills, J.S. & White, R. (1994). *The organic chemistry of museum objects*. (2nd. ed.) Oxford: Butterworth-Heinemann
- Muñoz Viñas, S (2009). Minimal Intervention Revisited. In: A., Richmond & A.L., Bracker (red:er.) (2009). *Conservation: principles, dilemmas and uncomfortable truths*. 1st ed. Amsterdam: Elsevier/Butterworth-Heinemann
- Natali, I., Carretti, E., Angelova, L., Balioni, P., Weiss, R.G. and Dei, L. (2011). Structural and mechanical properties of "peelable" organoaqueous dispersions with partially hydrolyzed poly(vinyl acetate)-borate networks: applications to cleaning painted surfaces. *Langmuir* 2011, 27, 13226-13235
- Pelagotti, A., Pezzati, L., Piva, A. & Mastio, Del A. (2006). Multispectral UV fluorescence analysis of painted surfaces. *14th European signal processing conference (EUSIPCO 2006)*. September 4-8, Florence, Italy
- Petukhova, (1994). Removal of varnish on paper artefacts. *The Book and paper group annual*: vol. 11, 1992
- Polyvinylalkohol (2014). *Nationalencyklopedin*. <http://www.ne.se/lang/polyvinylalkohol> [2014-04-08]
- Rie, de la, R. (1982). Fluorescence of paint and varnish layers (Part II). *Studies in Conservation*, Vol. 27, No. 2 (May, 1982), pp. 65-69
- Reyden, van der, D. L. (1986). The history, technology and care of globes: Case study on the technology and conservation treatment of two nineteenth- century time globes. *New directions in paper conservation* (14-18). 10th anniversary conference of the Institute of Paper Conservation. April 1986, Oxford
- Salmon, W. (1672). *Polygraphice, or, The art of drawing, engraving, etching, limning, painting, washing, varnishing, colouring, and dying* [Elektronisk resurs] in three books: I, shews the drawing of men and other animal creatures, landskips, countries, and figures of various forms, II, the way of engraving etching and limning with all their requisits and ornaments, III, the way of painting, washing, varnishing, colouring and dying according to the method of the best authors now extant, exemplified in the painting of the antients,

washing of maps, globes or pictures, dying of cloth, silks, bones, wood, glass, stones, and metals, together with the way of varnishing there of according to any purpose or intent : the like never yet extant. London: Printed by E.T. and R.H. for Richard Jones.

Schweidler, M. (2006). *The restoration of engravings, drawings, books, and other works on paper.* Los Angeles: Getty Conservation Institute

Technical Association of the Pulp and Paper Industry (2003). *TAPPI 544 sp-03. Effect of moist heat on properties of paper and board.* Atlanta, Ga

Technical Association of the Pulp and Paper Industry (2008). *TAPPI 453. Effect of dry heat on properties of paper and board.* Atlanta, Ga

Thomas, J. L (2012). *Evaluation of reduced oxygen display and storage of watercolours.* (Diss.) University College London, London: The Bartlett School of Graduate Studies

UV-nedbrytning (2014). *Nationalencyklopedin.* <http://www.ne.se/uv-nedbrytning> [2014-04-27]

Zervos, S. (2010). Natural and accelerated ageing of cellulose and paper: a literature review. In: A. Lejeune & T. Deprez (red:er) *Cellulose: Structure and Properties, Derivatives and Industrial Uses.* 155-204. New York: Nova Science Publishers, Inc

BILD -OCH TABELLFÖRTECKNING

Bilderna i uppsatsen är tagna av Jenna Harju om ingenting annat nämns.

Omslagsbild: Polyvinylalkohol.

Tabell 1. Den totala mängd tillämpbar lösningsmedel i relation till den totala mängden fukt i PVOH-borax.

Tabell 2. Olika naturliga samt syntetiska hartser och deras fluorescens under exponering av UV-ljus.

Tabell 3. Artificiellt åldrade samt icke åldrade prover.

Figur 1. Borttagning av fernissa med bad i etanol.

Figur 2. PVOH-borax taget med 5x förstoring i arbetsmikroskop.

Figur 3. Applicering av PVOH-borax via stencil.

Figur 4. Fernissad karta föreställande norra Sveriges järnvägs- och postnätverk.

Figur 5. Fibrer tagna från kartan i ljusmikroskop.

Figur 6. Applicering av PVOH-borax på den fernissade kartan.

Figur 7. Prover innan behandling.

Figur 8. Prover efter behandling. De 15 första prover är behandlade med gel. Resterande 15 prover är behandlade med etanol.

Figur 9. FTIR Spektrum för referensprovet för det obehandlade pappret (grönt), referensprovet för det oåldrade provet (rosa), samt prov nr B5 efter behandling med PVOH-borax (turkos).

Figur 10. FTIR-spektrum för prover behandlade med lösningsmedel. Det röda spektrat är referens för pappret medan den gula spektrat är för provet. Spektrummen visar att schellacken har avlägsnats från provet.

Figur 11. Den behandlade ytan på kartan efter användandet av PVOH-borax.

Figur 12. Den behandlade ytan under UV-fluorescens.

Figur 13. Spektrum erhållet av FTIR för schellack.

Figur 14. Spektrum erhållet av FTIR för papper.

Figur 15. Spektrum erhållet av FTIR för referensprov för artificiellt åldrade prover

Figur 16. Spektrum erhållet av FTIR för referensprov för oåldrade prover

Figur 17. Spektrum erhållet av FTIR för prov nr. B1 behandlat med PVOH-borax med 25% 2-propanol.

Figur 18. Spektrum erhållet av FTIR för prov nr. B5 behandlat med PVOH-borax & 25% 2-propanol.

Figur 19. Spektrum erhållet av FTIR för prov nr. B10 behandlat med PVOH-borax & 25% 2-propanol.

Figur 20. Spektrum erhållet av FTIR för prov nr. B15 behandlat med PVOH-borax & 25% 2-propanol.

Figur 21. Spektrum erhållet av FTIR för prov nr. B16 behandlat med etanol.

Figur 22. Spektrum erhållet av FTIR för prov nr. B20 behandlat med etanol.

Figur 23. Spektrum erhållet av FTIR för prov nr. B25 behandlat med etanol.

Figur 24. Spektrum erhållet av FTIR för prov nr. B30 behandlat med etanol.

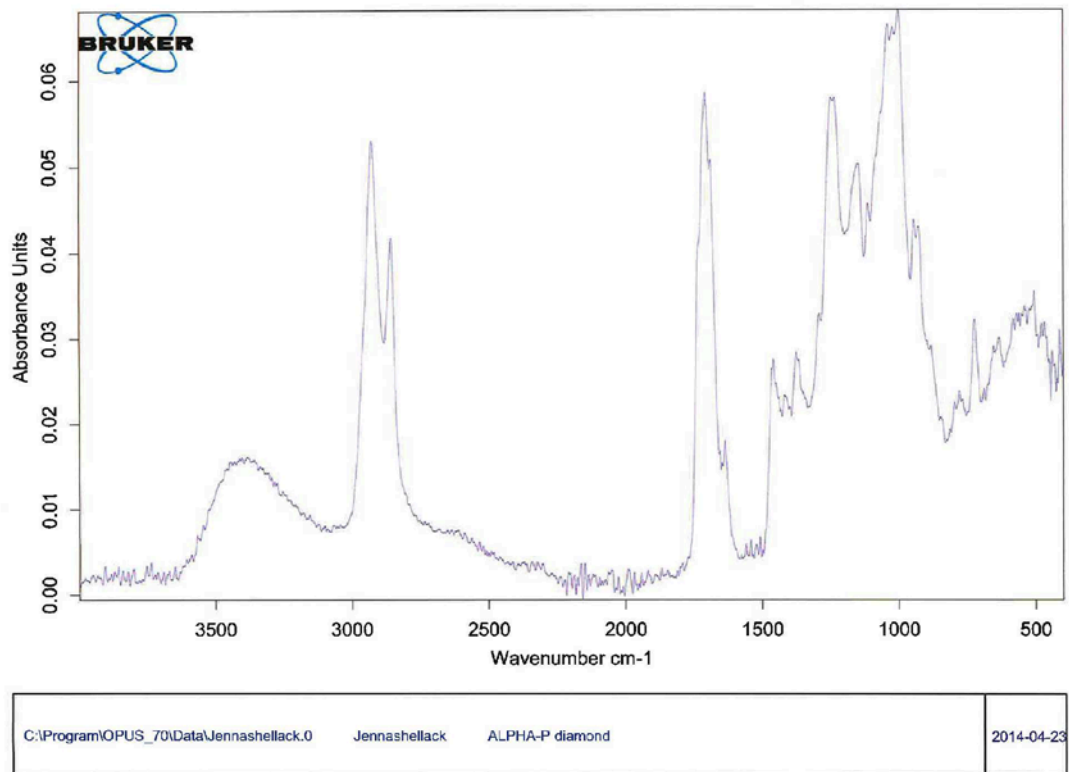
Figur 25. Spektrum erhållet av FTIR för referensproverna för artificiellt åldrade prover (blått) samt oåldrade prover (rött).

Figur 26. Spektrum erhållet av FTIR för referensprovet för papper (rött) samt det provet B16 efter behandling i lösningsmedelsbad (gult).

Figur 27. Spektra erhållet av FTIR för referensprovet för det icke åldrade provet (rosa), referensprovet för pappret (grönt) samt prov nr B5 efter behandling med PVOH-borax (turkos).

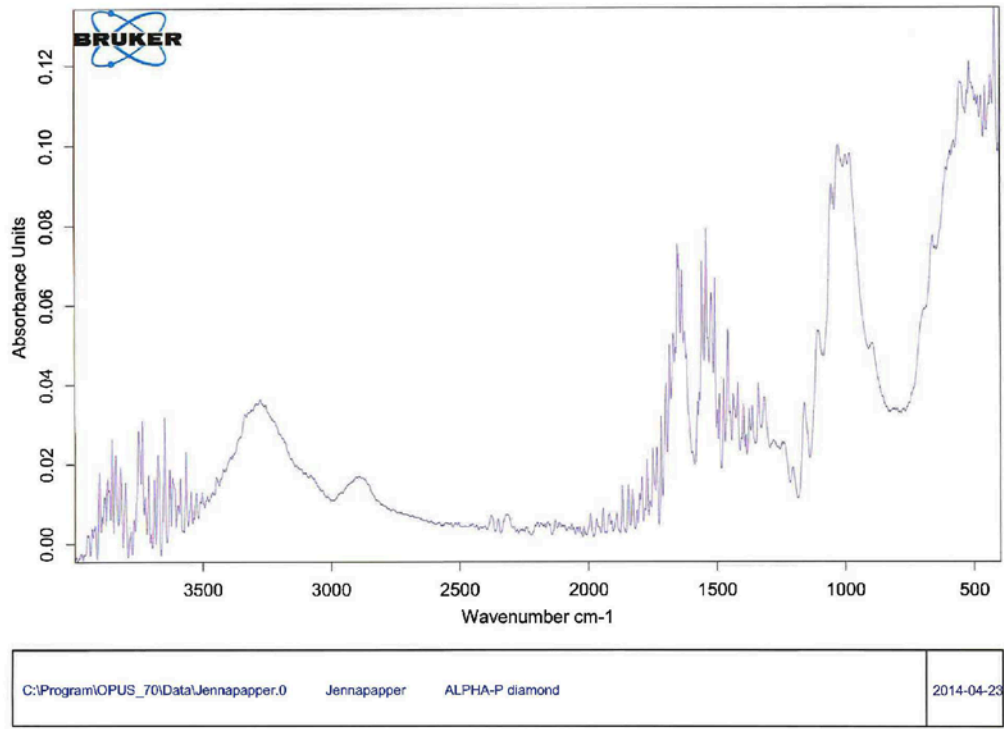
BILAGOR

Bilaga I. Spektra erhållna från FTIR



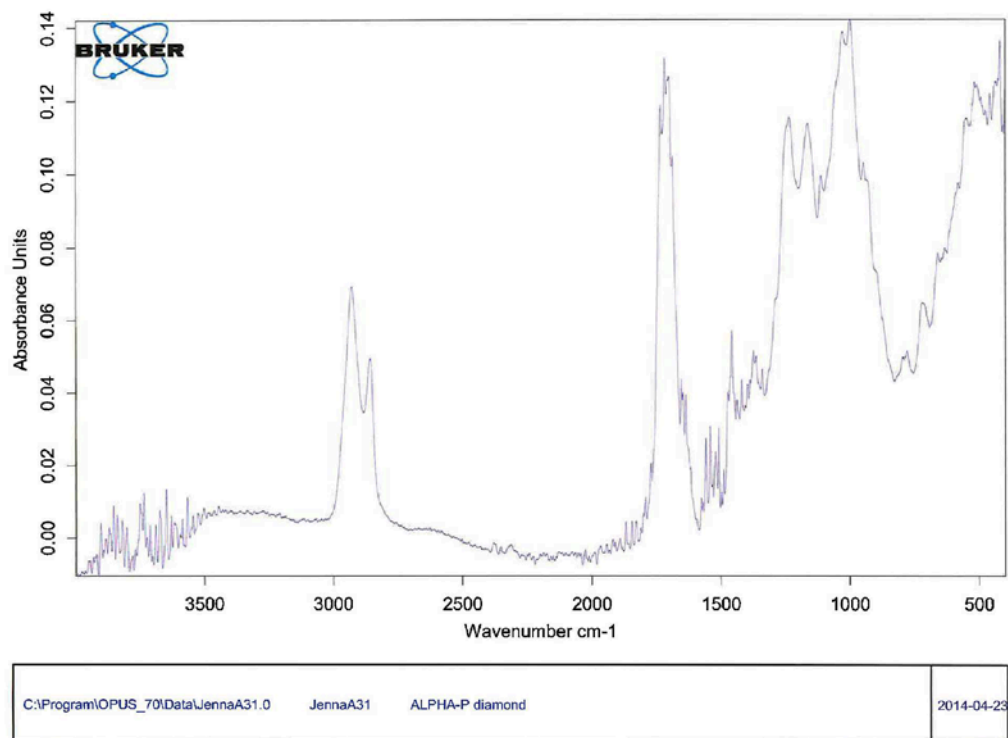
Page 1/1

Figur 13. Spektrum erhållet av FTIR för schellack.



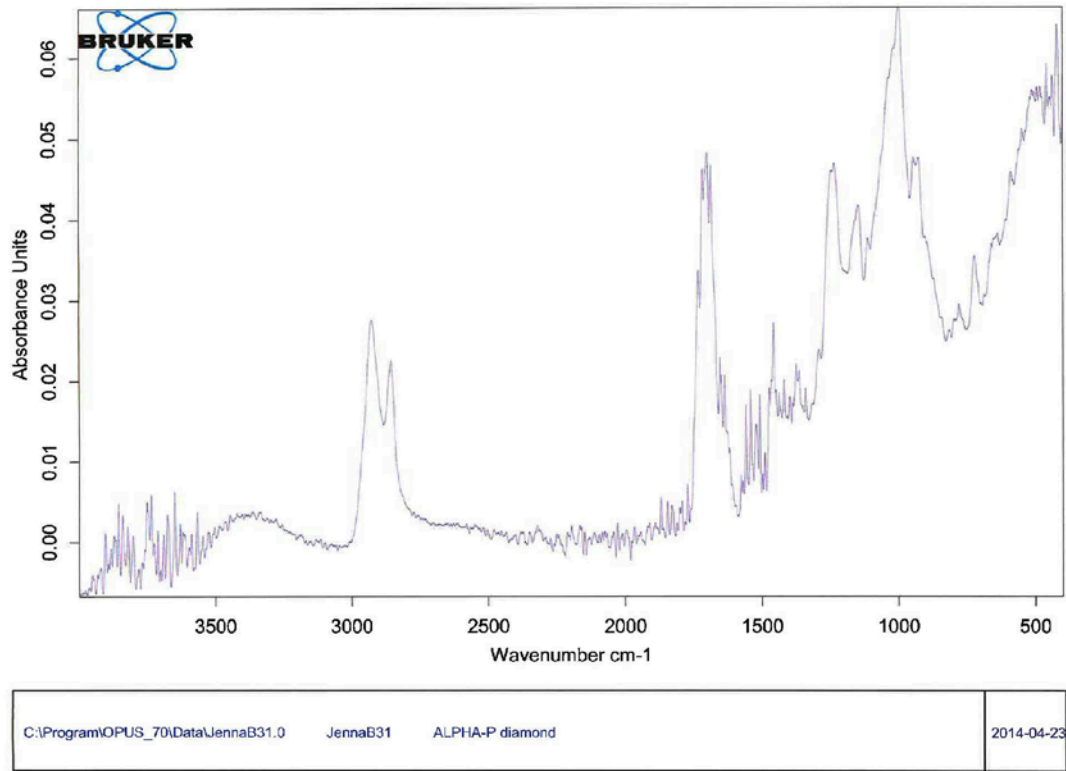
Page 1/1

Figur 14. Spektrum erhålet av FTIR för papper.



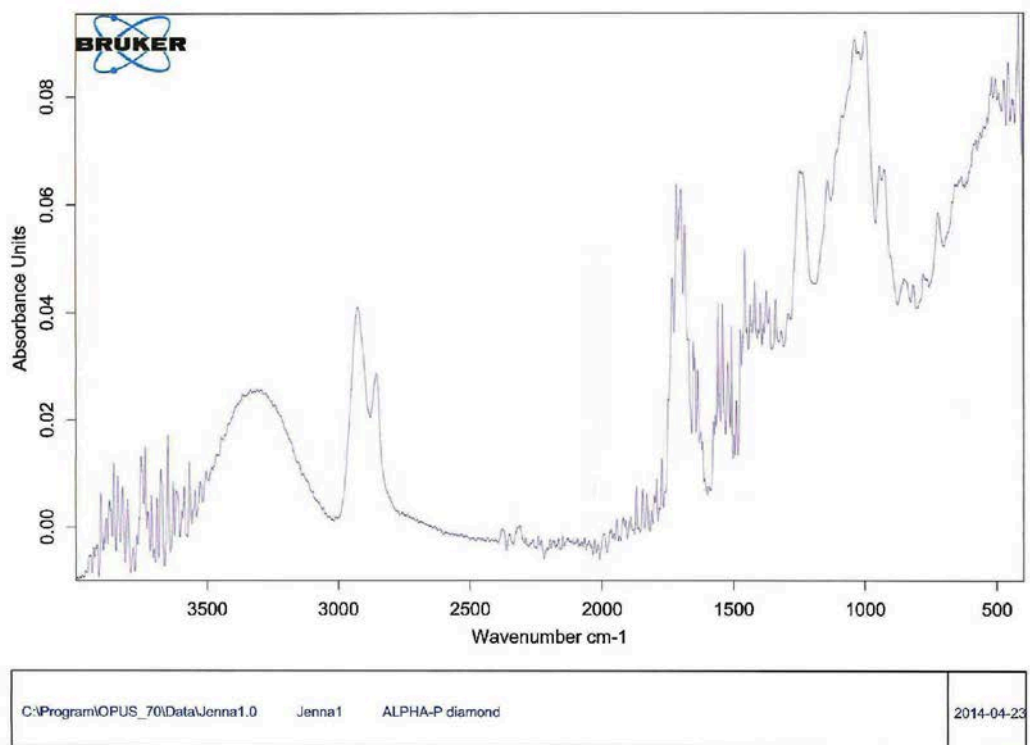
Page 1/1

Figur 15. Spektrum erhålet av FTIR för referensprov för artificiellt åldrade prover.



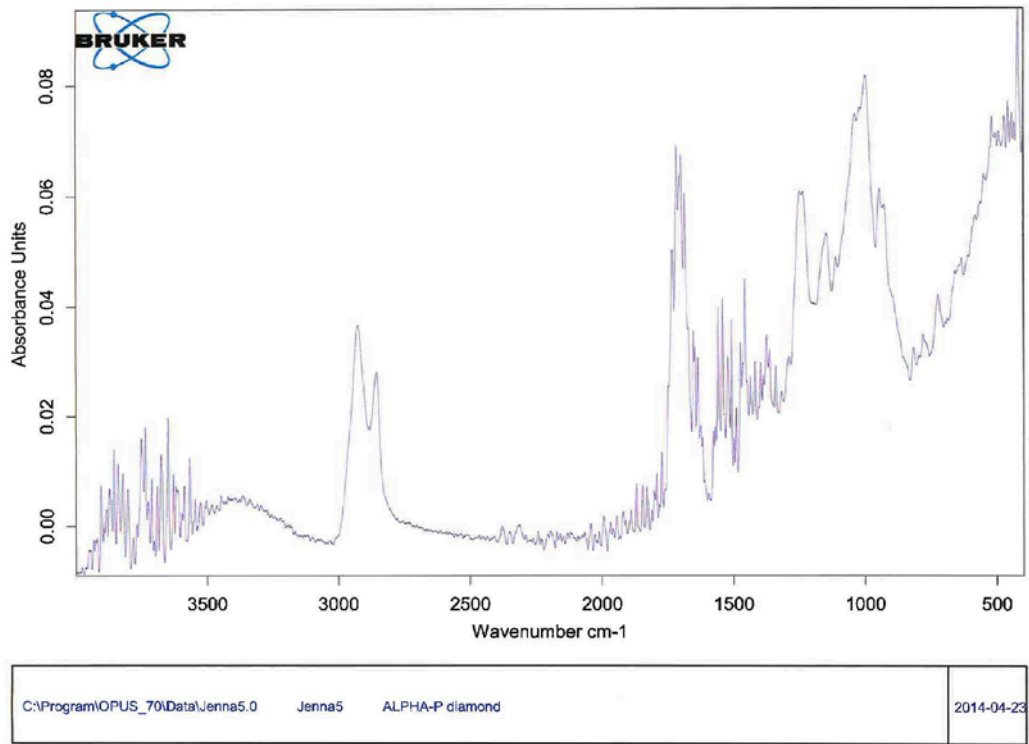
Page 1/1

Figur 16. Spektrum erhållt av FTIR för referensprov för oåldrade prover.



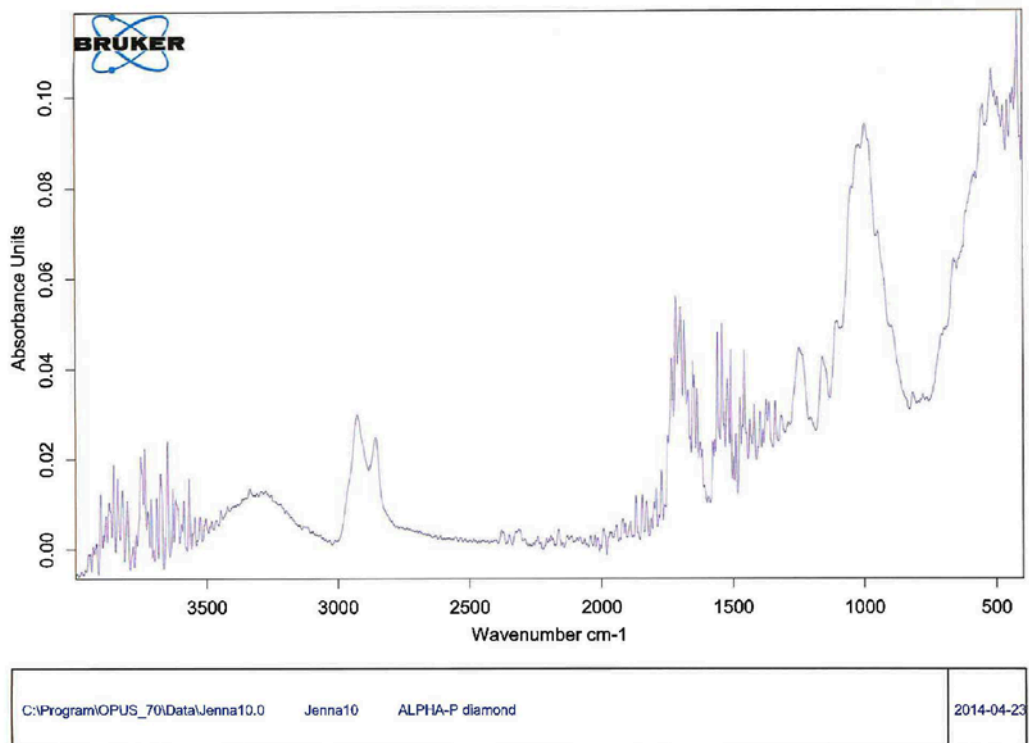
Page 1/1

Figur 17. Spektrum erhållt av FTIR för prov nr. B1 behandlat med PVOH-borax med 25 % 2-propanol.



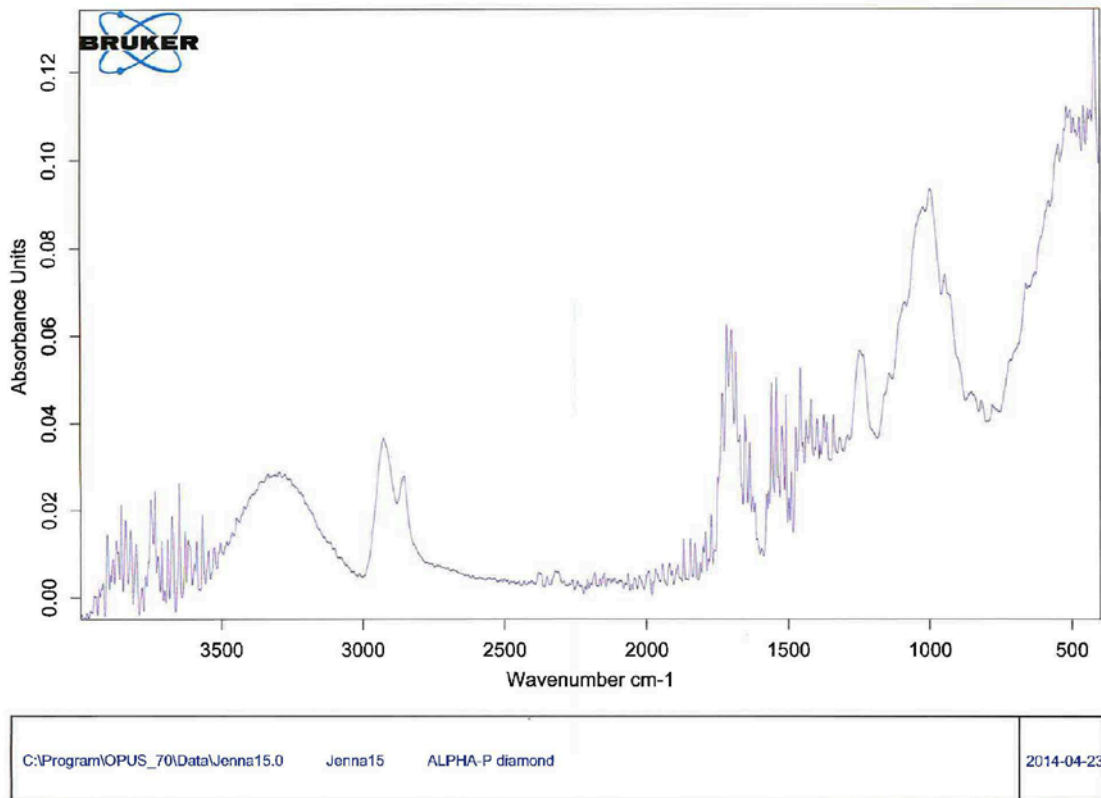
Page 1/1

Figur 18. Spektrum erhålet av FTIR för prov nr. B5 behandlat med PVOH-borax & 25% 2-propanol.



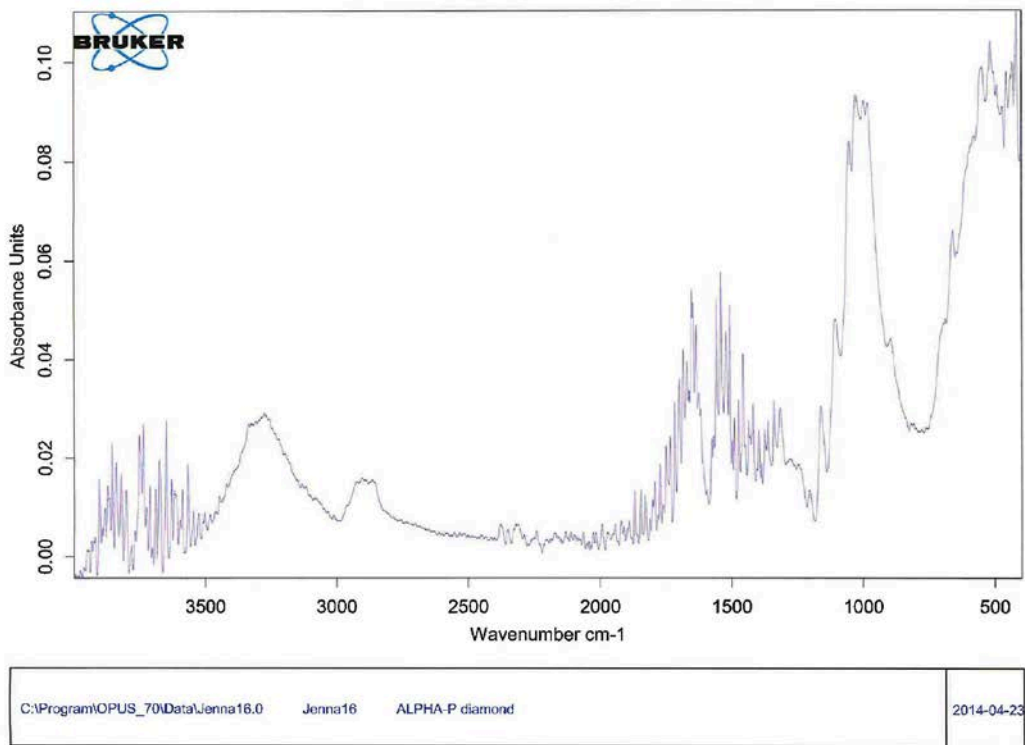
Page 1/1

Figur 19. Spektrum erhålet av FTIR för prov nr. B10 behandlat med PVOH-borax & 25% 2-propanol.



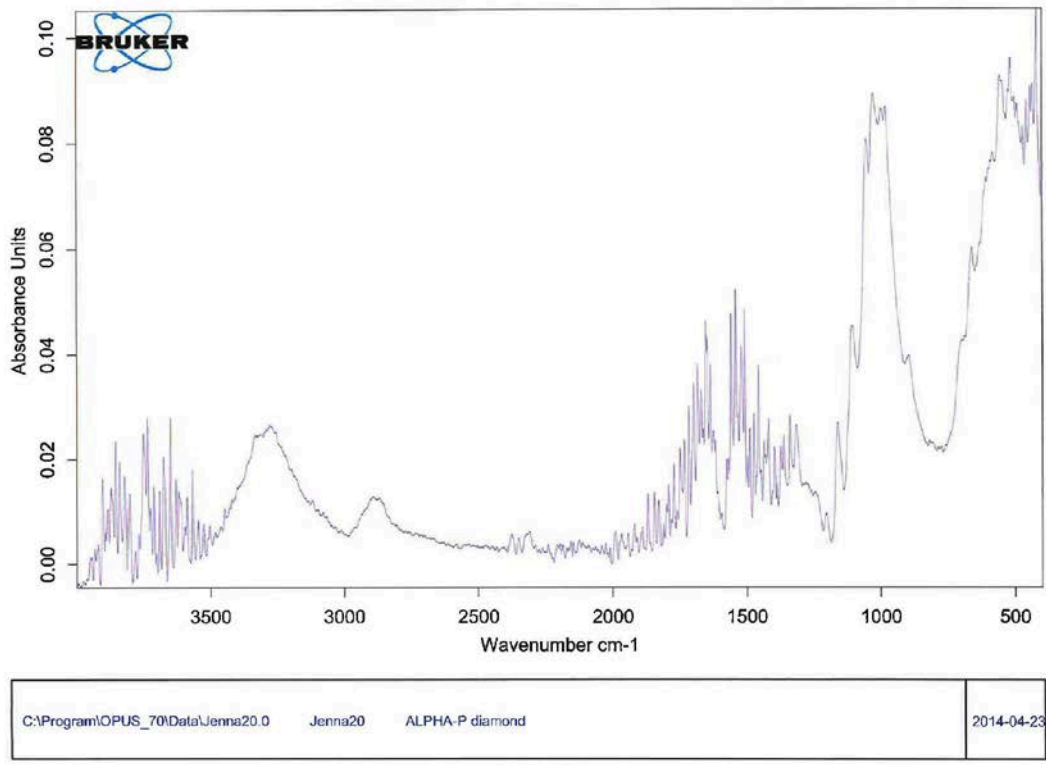
Page 1/1

Figur 20. Spektrum erhålet av FTIR för prov nr. B15 behandlat med PVOH-borax & 25% 2-propanol.



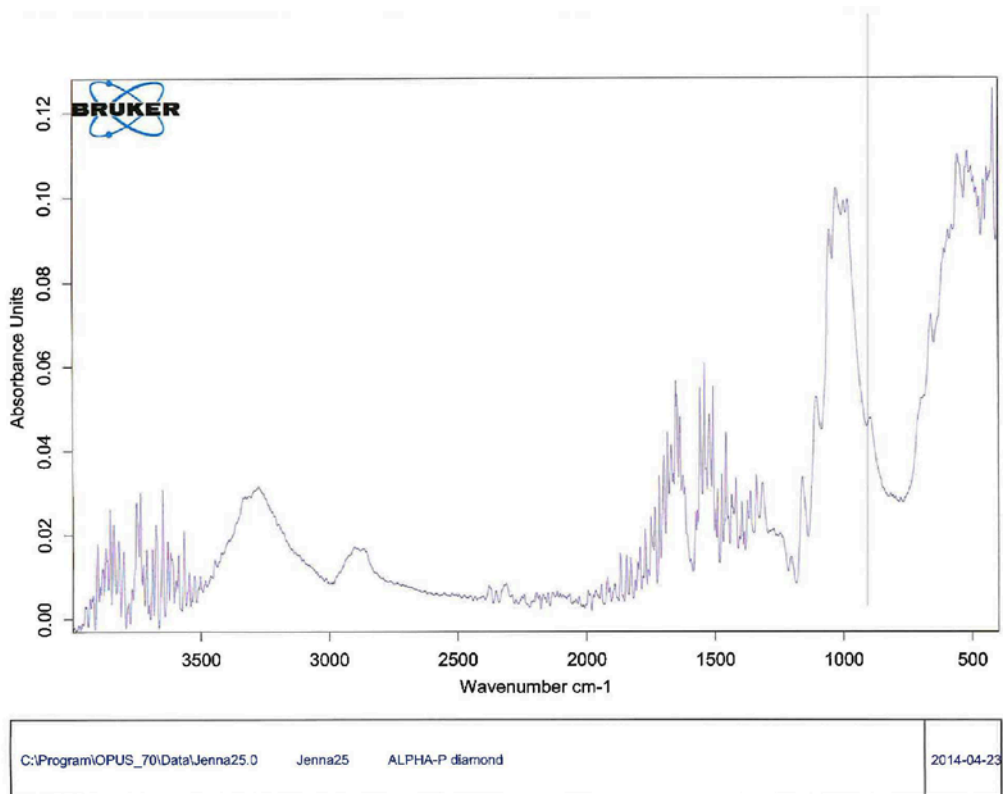
Page 1/1

Figur 21. Spektrum erhålet av FTIR för prov nr. B16 behandlat med etanol.



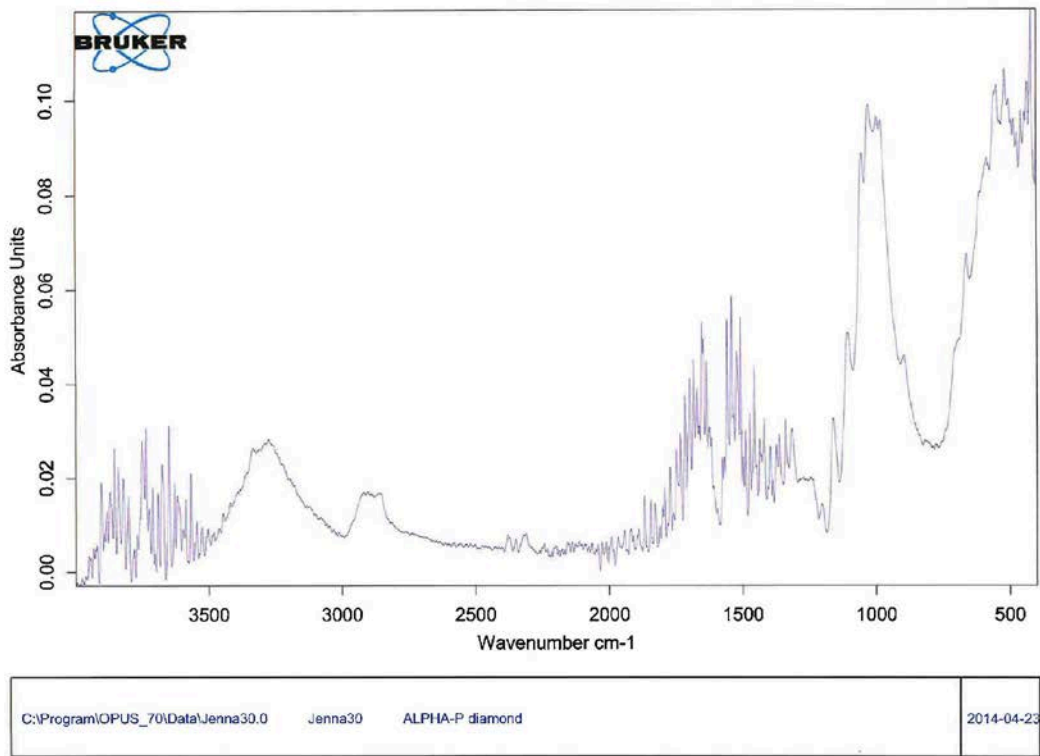
Page 1/1

Figur 22. Spektrum erhållt av FTIR för prov nr. B20 behandlat med etanol.



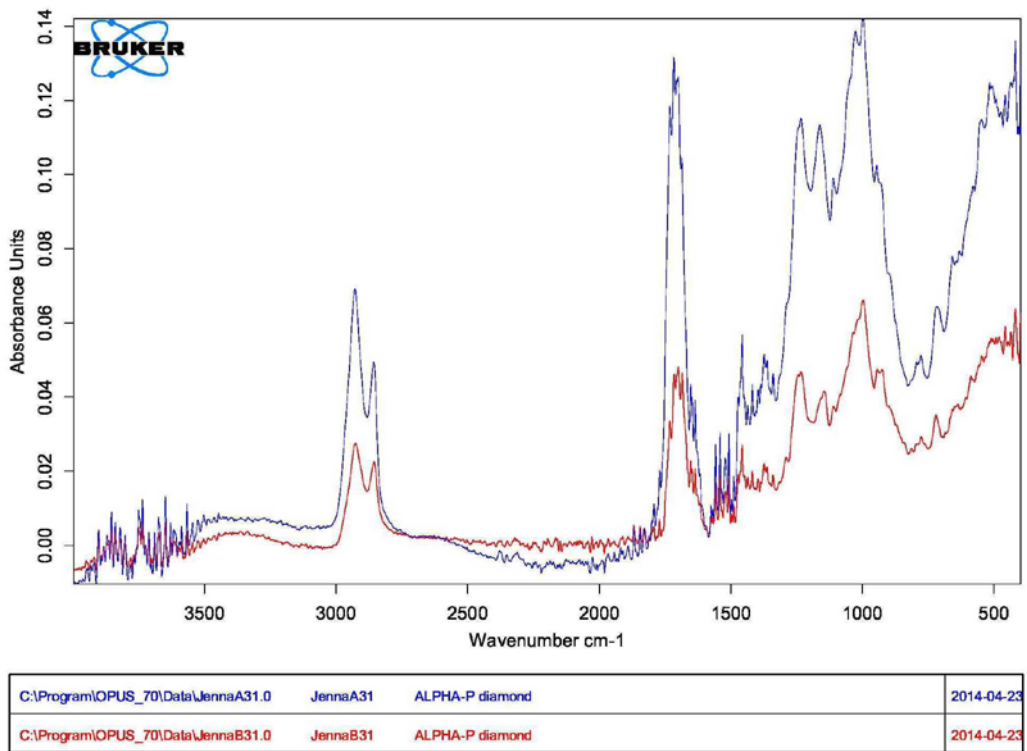
Page 1/1

Figur 23. Spektrum erhållt av FTIR för prov nr. B25 behandlat med etanol.



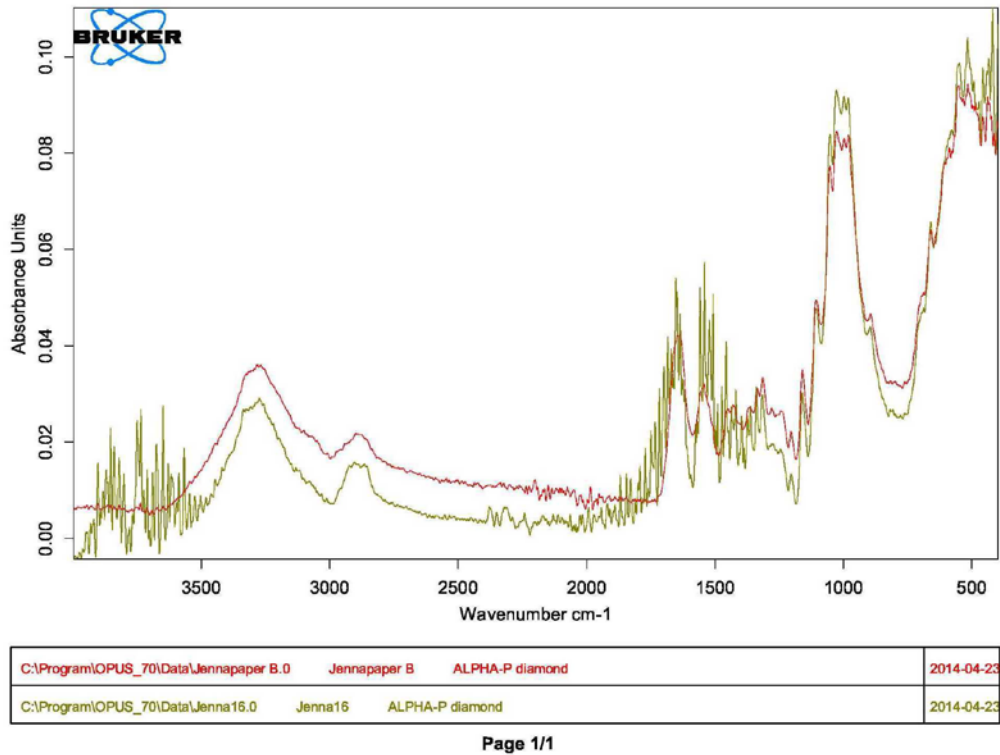
Page 1/1

Figur 24. Spektrum erhållt av FTIR för prov nr. B30 behandlat med etanol.

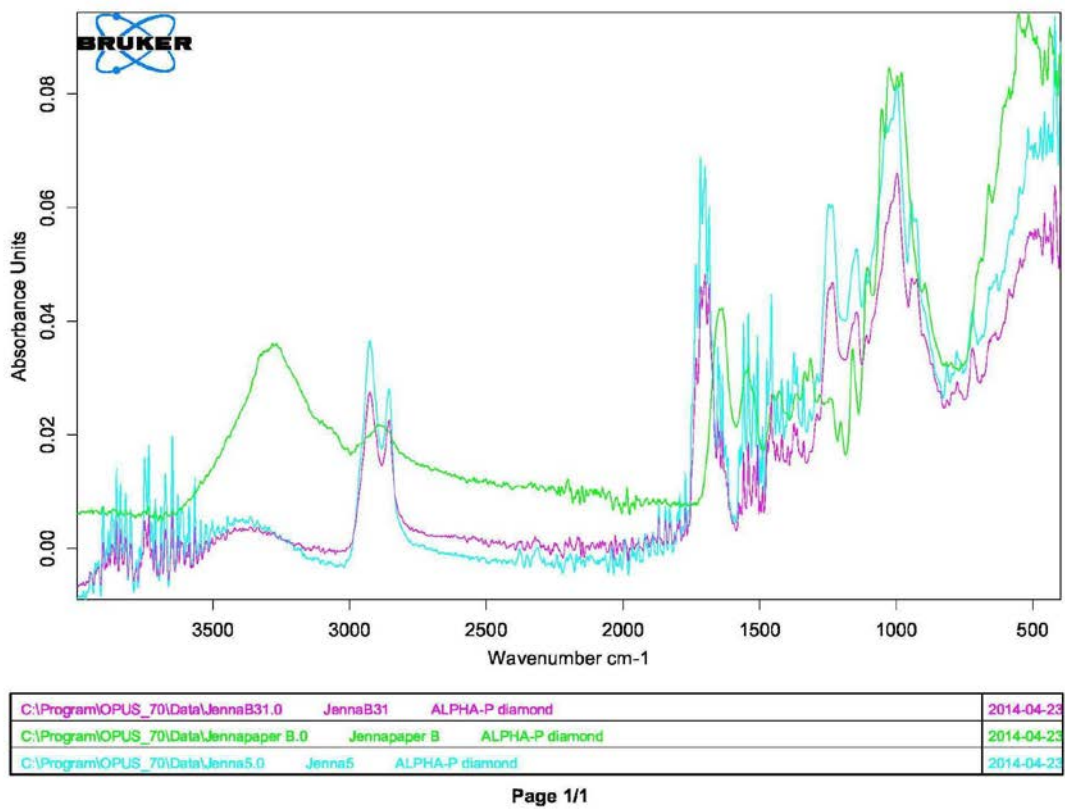


Page 1/1

Figur 25. Spektrum erhållt av FTIR för referensproverna för artificiellt åldrade prover (blått) samt oåldrade prover (rött).



Figur 26. Spektrum erhållat av FTIR för referensprovet för papper (rött) samt det provet B16 efter behandling i lösningsmedelsbad (gult).



Figur 27. Spektra erhållat av FTIR för referensprovet för det icke åldrade provet (rosa), referensprovet för pappret (grönt) samt prov nr B5 efter behandling med PVOH-borax (turkos).

Bilaga II. Undersökta objektet i kapitel 4.



