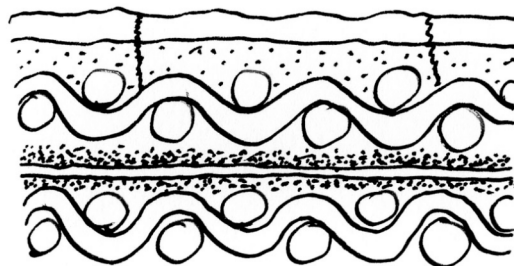


Laminering av måleri på duk med och utan inskott

Studie av fem olika material
och deras funktion som inskott i en laminering



Emma Strömbom

Uppsats för avläggande av filosofie kandidatexamen i
Kulturvård, Konservatorprogrammet

15 hp

Institutionen för kulturvård
Göteborgs universitet

2013:06

Laminering av måleri på duk

Studie av fem olika material och deras funktion som inskott
i en laminering

Emma Strömbom

Handledare: Ingalill Nyström

Kandidatuppsats, 15 hp
Konservatorprogrammet
Lå 2012/13

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

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

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

By: Emma Strömbom
Mentor: Ingalill Nyström

A Study of Five Materials Used as an Interleaf in Linings of Canvas Paintings

ABSTRACT

The purpose of this study is to test the stability and function of five different materials used as interleaf in lining of paintings on canvas. To understand the context of the different lining-methods used in conservation and the degradation processes of linen-canvas support, a brief history of lining of paintings is described. The adhesive used for the different interleafs tested is Plextol D360. The focus is on the nap-bond between the adhesive, the new polyester support and the primed canvas. Lap/shear tests, where carried out to demonstrate the different shear stability and stiffness of the lining samples carried out with various interleaf materials. The peel tests showed different capacity of removing the lining materials, depending on the different interleaf materials. The test results are discussed in detail and summarized; particularly the materials effect in the studied samples and how they can be used as structural support in lining of paintings are here highlighted.

Title in original language: Laminering av måleri på duk, Studie av fem olika material och deras funktion som inskott i en laminering

Language of text: Swedish

Number of pages: 48

Keywords: lining methods, linen-canvas painting, interleaf, Plextol D360, nap-bond

ISSN 1101-3303

ISRN GU/KUV—13/19--SE

Förord

Det var under min praktik, på Faelleskonservering i Helsingör, som jag fick idén till uppsatsämnet. Där fick jag arbeta mycket med måleri på duk och utförde olika dubblerings- och lamineringsmetoder. Jag kom då i kontakt med flera olika lamineringsmaterial och blev nyfiken på inskottets funktion i lamineringen och vilka material som kan användas till detta.

Jag vill först och främst tacka vännerna på kontoret, Anderas Roxwall, Billy Höök, Julia André, Matilda Brönmark och Mylie Le för det trevliga sällskapet under våren. Jag vill även tacka min handledare Ingalill Nyström för att hon har väglett mig i mitt uppsatsskrivande. Erik Stenvall vill jag skänka ett stort tack, för att han möjliggjorde utförandet av skjuvtesterna av studiens lamineringsprover. Jag vill tacka Johnny Bjurman, som bidragit med sin kunskap, och tacka Maria Höijer för hjälpen vid studiens praktiska moment. Slutligen vill jag tacka min familj för att de har stöttat mig.

INNEHÅLL

1. INLEDNING	9
1.1. BAKGRUND OCH PROBLEMFÖRMULERING	9
1.2. SYFTE OCH CENTRALA FRÅGESTÄLLNINGAR	9
1.3. TIDIGARE FORSKNING	10
1.4. ÖVERGRIPANDE METOD OCH KÄLLMATERIAL	11
1.5. AVGRÄNSNING	12
1.6. KÄLL- OCH METODKRITIK	12
1.7. DISPOSITION	13
2. MÅLERI PÅ DUK, LAMINERING & BEGREPP	14
2.1. MÅLERIETS UPPBYGGNAD OCH NEDBRYTNINGSPROCESS	14
2.2. LAMINERING	16
2.3. INSKOTTSMATERIAL OCH DESS EGENSKAPER	22
2.4. EN KORT LAMINERINGS Historik & REVERSIBILITET	24
3. STUDIENS TESTER & METODBESKRIVNING	27
4. SYNTETISKA MATERIAL I PROVSERIERNA	30
4.1. SYNTETISKA POLYMERER - BINDEMEDEL	30
4.1.1. Accelererat åldrande med värme	31
4.1.2. Plextol D360, lamineringsadhesiv	32
4.1.3. Syntetiska dukar & egenskaper som kan nyttjas vid laminering	33
5. LAMINERINGSEXPERIMENT & METOD	35
5.2. SKJUVTEST, STYVHETSTEST, AVLÄGNSBARHETSTEST & FUKTPÅVERKAN	38
6. RESULTAT	39
6.1. SKJUVTEST	39
6.2. STYVHETSTEST & MEKANISK PÅFRESTNING	40
6.3. AVLÄGNSBARHETSTEST	41
6.4. FUKTPÅVERKAN	42
7. DISKUSSION & SLUTSATSER	43
8. SAMMANFATTNING	46
KÄLL- & LITTERATURFÖRTECKNING	I
FIGUR- & TABELLFÖRTECKNING	IV
BILAGOR	V
BILAGA 1. BILGURFÖRKLARING	V
BILAGA 2. RECEPT PÅ PLEXTOL D360	VI
BILAGA 3. MIKROSKOPBILDER/AVLÄGNSFOTOGRAFIER	VII

1. INLEDNING

1.1. Bakgrund och problemformulering

En målning med strukturella skador, såsom nedbruten linneduk och grova skålformade krackeleryrer i färgskikt och grundering, är enligt källlitteratur största anledningen till att måleri på duk lamineras idag. Lamineringar kan även utföras i syfte att förebygga sådan nedbrytning av målningen, vilket var fallet fram till början på 1900-talet då det var vanligt att utföra dubbleringar istället för lamineringar (Young & Ackroyd 2001). På mitten av 1900-talet, i samband med användandet av värme/vakuumbord, började ett inskott läggas mellan stödduk och originalmålningens underlag i dubbleringar. Inskottet användes då för att skydda målningen från estetisk förändring eftersom vakuumbordets höga tryck kunde leda till att dukarnas vävstruktur blev synlig i färgskiktet. Idag är det mycket vanligt att använda ett inskott i lamineringar (Krarup Andersen & Nielsen 2012 s.1). Forskning om dubblerings- och lamineringsmetoder, material och adhesiver som används i dessa finns det gott om, men undersökningar om inskottets effekt som additivt lager i en laminering, har endast undersökts av ett fåtal. Det är viktigt att undersöka inskottens funktion då detta är vanligt förekommande inom målerikonservering idag (Krarup Andersen & Nielsen 2012). Därför undersöks i den här studien fem olika material när de används som inskott i en laminering. Krarup Andersen och Nielsen publicerade 2012 *Lining With a Fixed Interleaf: Structural Effects of Paper Interleaf and Adhesives* är en studie som undersökt tre olika inskott och deras funktion i en laminering. Deras studieobjekt, material och testmetoder skiljer sig något från den här studiens. I det här fallet används japanpapper (10, 19 & 30 g/m²), polyesterduken Holytex och läskpapper som inskott i lamineringsproverna. Plextol D360 är en termoplastisk akryldispersion, den används som lamineringsadhesiv i studien tillsammans med en syntetisk stödduk och en konstnärsduk av linne.

Inskottet läggs mellan den nya stödduken och originalmålningens underlag för att tillföra lamineringen extra styvhet och stabilitet (Ackroyd, Phenix & Villers 2002). Med enbart stödduk finns risk för att grova deformationer återuppstår i målningen, på grund av linnedukens plastiska egenskaper (Nicolaus 1999 s.124). En tjockare papp kan användas för att lamineringsmaterialet lättare ska kunna avlägsnas. Genom att använda ett bindemedel som har hög vidhäftningsförmåga och använda styva material i en laminering, skulle man kunna förbättra lamineringstekniken menar Krarup Andersen & Nielsen (2012 s.40f). Inskottmaterialets struktur och vikt/cm², liksom val av bindemedel, påverkar således stabiliteten, styvheten i en laminering, samt materialens avlägsningsförmåga. Vidhäftningen mellan lamineringsmaterialen beror på adhesivets T_g , om det är lättflytande eller visköst i rumstemperatur (Horie 1987 s.18). Ett lättflytande adhesiv kan behöva fyllmedel och gelbildare för att det inte skall suga lika djupt i strukturen och hjälper vidhäftningen mellan materialen.

1.2. Syfte och centrala frågeställningar

Syftet med studien är att, genom litteraturstudier, undersöka lamineringens utveckling inom målerikonservering och syftar även till att ta reda på i vilka sammanhang inskott används och vilka material som kan användas i samma syfte. Studiens målsättning är att genom experiment undersöka fem olika inskottsmaterial och deras funktion i en laminering. Utifrån flera tester

(se kapitel 1.4.), av studiens lamineringsprover, undersöks vilken effekt inskottsmaterialen kommer att ha i en laminering, såsom stabilitet, styvhet och avlägsningsbarhet.

Följande frågor har ställts i den här studien:

- I vilka sammanhang används inskott och vilken funktion har ett inskott i en laminering av måleri på duk?
- Vilka material kan användas som inskott?
- Hur stabila och styva är de fem inskottsmaterialen i en laminerad målning?
- Hur påverkas vidhäftningen, mellan lamineringsmaterialen, av adhesivets tjocklek, med Plextol D360 som lamineringsadhesiv?
- Hur lätt/svårt går lamineringsmaterialen i provserie 1 och 2 att avlägsna?

1.3. Tidigare forskning

Forskning inom ämnesfältet, dubbling och laminering av måleri på duk, är relativt omfattande. I och med konferensen i Greenwich 1974 startade en internationell diskussion om strukturell konservering av måleri på duk och metodernas effekt på objekten (Villers 2004). Fram till idag har många nya metoder och material utvecklats och undersökts. Det mesta som undersökts och publicerats i ämnet handlar till största del om olika adhesiv och laminerings-dukar, medan beskrivningar om material som används som inskott i stort sett saknas. Inskott nämns ofta kortfattat i de fall där de använts. Ett fåtal artiklar behandlar specifikt inskottens funktion i en laminering. En av dess är Krarup Andersen och Nielsens *Lining With a Fixed Interleaf: Structural Effects of Paper Interleaf and Adhesives* (2012). Studien undersökte tre naturligt åldrade lamineringar med bland annat kozopapper (28 g/m²) som inskott, vilket även används i den här studiens experiment men med annan vikt (10, 19 & 30 g/m²). Utöver studiens tester beskriver de även lamineringens funktion vid uppspänning på ram och de krafter som fysikaliskt påverkar en uppspänd målning på duk. En artikel av Berger och Russell från 1993 beskriver också spänningen i en uppspänd målning. Källor med undersökningar där konservatorer besvarat frågeformulär, beskriver vilka typer av material konservatorer använt sig av och i vilket syfte de utfört lamineringar. Artikeln innehåller även information om inskottsmaterial, som används idag och har använts förr (Berger & Zeliger 1973).

Boken *Conservation of Easel Paintings*, av Stoner och Rushfield (redaktörer), är omfattande och behandlar målerikonserveringsfältet brett och på djupet. Boken var mycket relevant för studien, särskilt kapitlet om laminering av stafflikonst, målningsunderlag, och strukturella skador, varje kapitel med olika författare. Artiklar som *The Mechanical behaviour and Environmental Response of Paintings to Three Types of Lining Treatment* har gett en ingång till olika lamineringstekniker och varför lamineringar har utförts (Young & Ackroyd 2001). Berger och Zeliger skriver i *Effects of Consolidation on Fibrous Materials*, från 1973, om linnedukens nedbrytningsprocess. Den har lästs för att förstå linnevävens egenskaper som underlag i en målning. I *Methodology and Status of Lining Project, CCI* (1987) har lamineringars hållbarhet undersökts. Hawkens artikel om bindstyrkan av två lamineringsadhesiv, däribland Plextol D360 (lamineringsadhesiv i den här studiens experiment), och beskriver även dragprover som används vid undersökning inom målerikonservering (1987). Fler källor som beskriver egenskaperna hos Plextol D360 är Roche (1996), Allarz och Katz (1987), Bria Jr. (1985) och Duffy (1989), samt Peteus (1985) och Hacke (1981). Dessa artiklar har även gett information om laminering som strukturell åtgärd av måleri på duk, dess effekt och sammanhang. Roche beskriver accelererat åldrande av adhesiver, och undersökta tester på trycksensitiva bindemedel i lamineringar. Peteus häfte *Metodbeskrivelse, moderna metoder för konservering af måleri på duk* från 1987 har gett värdefull

information, för att ta del av Skandinaviska lamineringsmetoder. Nyström Larssons masteruppsats från 2003, *Syntetpolymerbaserade produkter*, har använts till kapitel 4 om syntetiska bindemedel och dukar. Textila material, i *Tidens Tand* från 1999, och Hories *Materials for Conservation* från 1987 varit användbara till samma kapitel. I Young och Jardines (2012) artikel undersöks stabiliteten hos laminerings- och konstnärsdukar, bland annat Lascaux polyester fabric P110, som används som stödduk i den här studiens experiment. Non-woven material nämns kortfattat.

1.4. Övergripande metod och källmaterial

Instudering av ämnet har till största del gjorts genom litteratursökning via internet, bland annat via *google scholar* och arkivdatabaser vid Göteborgs Universitetsbibliotek, för på så vis finna artiklar inom ämnesfältet dubbling och laminering av måleri på duk. En del artiklar, böcker och konferensmaterial, som behandlar lamineringsmetoder, har lånats på bibliotek. Litteraturstudier gjorts, för att få en fördjupad kunskap och förståelse om vad som är viktigt att ta hänsyn till vid utförandet av laminering med och utan inskott, av måleri på duk.

Studien innefattar även en experimentdel. Lamineringsprover har tillverkats för att simulera verkliga fall och pröva deras stabilitet i laminering av måleri på duk. Två provserier tillverkades, där adhesivet Plextol D360 strukits inskottets två sidor, för att inskottet skulle vara bärare av bindemedlet och för att skapa nap-bond mellan lamineringsmaterialen och konstnärsduken. Den här studien har undersökt fem material som inskott i lamineringsproverna. Dessa används vanligen inom målerikonservering; japanpapper (tre olika vikter; 10g-, 19g-, 30g/m²), Holytex och läskpapper. Japanpapper och polyestermaterial förekommer ofta som inskott inom målerikonservering (Krarup Andersen & Nielsen 2012). Läskpapper används till flera konserveringsmetoder, men vanligtvis inte som inskott. Däremot förekommer andra typer av styvare papp (Villers 2004 s.162). Studien undersöker materialens stabilitet i lamineringsprover med akryldispersionen Plextol D360, stödduken Lascaux polyester fabric P110, för att dessa är vanligt förekommande lamineringsmaterial inom målerikonservering på duk. En fabriksgrunderad konstnärsduk av linne har använts för att efterlikna ett måleri med underlag av linne. Valet av bindemedel grundar sig på dess egenskaper. Liksom av att till exempel vara/ha: ej toxiskt, goda återbehandlingsbara egenskaper, kan användas både vid kall laminering och laminering med värme och är flexibelt (Hawker 1987).

Provserie 1 ströks med en tunn Plextol-film, en strykning lim på varje sida inskottet. Provserie 2 utfördes för att efterlikna ett styvare måleri, och bemålades med akrylfärg för att uppnå detta. Inskotten som användes i de testerna var därför något styvare än de i serie 1. För att testa olika bindstyrka som kunde uppnås med Plextol D360 ihop med inskottsmaterialen, ströks således provserie 2 med tre skikt Plextol. Som referensmaterial har tre lamineringsvarianter gjorts utan inskott, där lim strukits på tre sätt; lim på stödduken, lim på konstnärsduken och lim på båda dukarna. Lamineringsproverna har utförts på lågtrycksbord med kontrollerat tryck (50 H₂O/cm²) och med värme upp till 50° C.

Inskottens funktion i lamineringsproverna har undersökts genom att testa materialens skjuvhållfasthet, styvhet, återbehandlingsbarhet och fuktpåverkan. Provserie 1 lades i klimatskåp med konstant temperatur (60° C), i fyra veckor, för accelererat åldrande genom termo-oxidation. Skjuvtest har utförts vid Chalmers Tekniska Högskola, med instrumentet *Zwick 4031*, där proverna drogs med genom skjuvningsmekanismen. Avlägsningstest har utförts för att undersöka hur lätt/svårt inskotten och lamineringsmaterialen går att avlägsna. Fukttest har gjorts för att ge en indikation på inskottsmaterialens reaktion på hög

luftfuktighet. Styvhet har testats i skjuvtesten, samt genom mekaniskt böjningstest av lamineringsexperimenten. Metoderna beskrivs i kapitel 3 och lamineringsexperimenten i kapitel 5.

1.5. Avgränsning

Studien fokuserar på fem olika inskottsmaterial: japanpapper i tre olika vikter, en polyesterduk och läskpapper. Dessa har olika fibertyp (syntetisk och naturlig), styvhet och porositet, beroende på materialets vikt/cm², som även påverkar hur adhesivet penetrerar materialet och hur fukt känsliga de är, se bakgrund och syntetiska bindemedel i kapitel 4.1.2. För att kunna jämföra inskottens funktion i lamineringsexperimenten används enbart en sorts lamineringsduk (Lascaux polyester fabric P110), ett adhesiv (Plextol D360) och en konstnärsduk i lamineringsexperimenten. Av praktiska skäl och tidsbegränsning har accelererad åldring med värme utförts endast på provserie 1, och skjuvtest har utförts på åtta av proverna. Den accelererade åldringen har enbart utförts genom förhöjd temperatur. Klimatskåpet var mörkt och utan förändring av den relativa luftfuktigheten (RF). Materialens accelererade åldring beror därför endast på värmepåverkan. Såväl UV-ljus, fukt och omgivande miljö påverkar en målning på duk och lamineringsmaterialen. UV-ljus har i det här fallet ansetts marginellt eftersom lamineringsmaterial appliceras på målningens baksida. Hygroskopiska material, som absorberar fukt, kan öka spänningar inne i målningen vid lamineringsprocessen. Mikrobiell nedbrytning kan uppstå i traditionella klister, av stärkelse- och animaliska lim, men är mindre betydelsefull i lamineringsexperimenten med enbart syntetiska material. Japanpapper och läskpapper är de material som har störst risk att påverkas av fukt, men de är inbakade mellan lamineringsduk och konstnärsduk, samt bestrukna med akryldispersionen Plextol D360, därav minskar även den faktorn. Materialen kan dock komma att påverkas av fluktuerande luftfuktighet i omgivande miljö, beroende på deras fibertyp och porositet. Som nämns ovan var det ej praktiskt möjligt att utsätta lamineringsexperimenten för förändring av RF i studien. Det utförda fuktprovet ger således en indikation på hur inskottsmaterialen reagerar på en mycket fuktig miljö, se kapitel 1.4 och 3.

1.6. Käll- och metodkritik

Artiklar hämtade i konferenspublikationer, samt häftet av Peteus (1985) har ej blivit sakkunnigt granskade. Men de har utgjort en del av källlitteraturen i studien på grund av att det inte finns tillräckligt med granskade artiklar, publicerade i ämnet att tillgå. Konferensmaterialen från the Greenwich Comperative Lining Conference i *Lining Paintings* (Villers 2004) och artiklar från *ICOM Committee Triennial Meetings* (1993, 1987, 1981) är exempel på sådana källor. Flera av sakkunnigt granskade artiklar har hämtats via internet, för att de enbart varit tillgängliga den vägen. Således är källlitteraturen bristfällig, men till exempel publicerar Journal of American Institute of Conservation sina egna artiklar på hemsidan www.jstor.org.

Lamineringsexperimenten preparerades med Plextol D360, som applicerats i olika tjocklek på de olika inskotten i lamineringsexperimenten, i provserie 1 och 2, för att undersöka möjligheten till ökad vidhäftningsförmåga mellan lamineringsmaterialen. Provserie 1, med tunn film, åldrades med värme och serie 2 åldrades ej. Serie 2 bör åldras på samma sätt för att resultaten från utförda tester skall kunna jämföras. På grund av tidsbrist, praktiska och ekonomiska skäl har skjuvtest enbart utförts på ett åtta av lamineringsexperimenten. För att studien skall vara fullständig bör skjuvtest utföras på fler av lamineringsexperimenten. Hawker skriver att dragprov är det prov som är ansett ge mest information om lamineringars stabilitet och styvhet, och inte skjuvtest, då dragprov ger mer information, är känsligare och har enhetliga resultat. Hon påstår dock att dragprov ej heller är helt ideala (1987 s.161). I den här studien utförs skjuvtest

för att sådant instrument fanns att tillgå utan ekonomisk ersättning. Skjuvtest bör utföras i både varpens och väftens riktning för att de kan ha olika elasticitet, oftast är varpen mest styv. En subjektiv bedömning av materialens styvhet och hur materialen påverkas av mekaniskt genom böjningstester har gjorts för att påvisa materialens. Återbehandlingsbarhet testas med T-dragprov, med draghållfasthet som resultat, vilket ej var möjligt att använda i studien. Istället drogs lamineringarna från kostnärduken för hand och utvärderades efter hur svårt/lätt materialen kunde avlägsnas och resultaten är subjektiva. I Krarup Andersen & Nielsens studie, från 2012, påvisades att lamineringar med inskott påverkades mer av fukt än lamineringar utan, men att de ändå hade bättre stabilitet. I flera källor, däribland Krarup Andersen & Nielsens, har dragprov av lamineringar utförts i samband med fluktuerande relativ luftfuktighet, för att efterlikna verkliga miljöer som målningar hänger i. I studien har detta ej varit praktiskt möjligt att utföra. Inskottsmaterialen, med Plextol D360 applicerat för att efterlikna hur de är behandlade i en laminering, har istället placerats i en sluten fuktkammare under en veckas tid, för ge en indikation på hur materialen reagerar i ett mycket fuktigt klimat.

1.7. Disposition

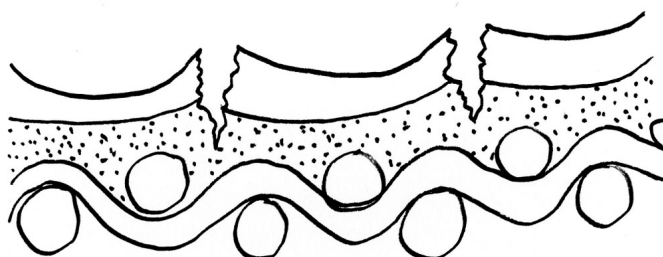
I kapitel 2 beskrivs först hur ett måleri på duk är uppbyggt och hur det sedan bryts ned, för att ge en bakgrund till lamineringens funktion, med tonvikt på linnedukens nedbrytningsprocess. I samma kapitel beskrivs även lamineringsprocessen och vanliga lamineringsbegrepp förklaras. Därefter beskrivs inskottets funktion och material. I kapitel 2.4. beskrivs en kort lamineringshistorik och hur konserveringsprincipen *minsta möjliga åtgärd* har påverkat utvecklingen av lamineringsmetoderna. I kapitel 4 beskrivs syntetiska bindemedel och stöddukar som används i lamineringsexperimenten: adhesivet *Plextol D360*, stödduken *Lascaux polyester fabric P110* och lamineringsprovernas fem inskottsmaterial. Kapitel 2 och 4 är bakgrunden för att förstå utförandet av lamineringsexperimenten som beskrivs i kapitel 5. I kapitel 3 förklaras de metoder som används i experimentdelen. Experimentresultaten beskrivs i kapitel 6. Därefter följer en diskussion i kapitel 7 och kapitel 8 sammanfattar studien och experimentens resultat.

2. MÅLERI PÅ DUK, LAMINERING & BEGREPP

2.1. Måleriets uppbyggnad och nedbrytningsprocess

Ett måleri uppbyggt enligt traditionen består av flera strukturella skikt. En duk, som är limimpregnerad och uppspänd på en ram med eller utan kilar ger stöd åt färgskiktet. På den impregnerade duken målas en grundering för att jämna ut vävstrukturen och för att färgskiktet skall fästa bra. Eventuellt görs en skiss, i varierande tekniker, varpå färgskiktet målas, vilket är opakt och som kan bestå av flera semitransparenta lager färg för att uppnå specifika visuella effekter. Sist kan en fernissa läggas, den är både skyddande och ger målningen ett särskilt uttryck (Targowski *et. al.* 2010 s.2). Duken kan vara av vävd av olika material; linne, jute, hampa, bomull, silke eller polyester (Stoner & Rushfield 2012 s.117). Studien har koncentrerat sig på hur den naturliga linneduken bryts ned och hur den kan stabiliseras med en syntetduk av polyester (se kapitel 4.1.4.). Nedan beskrivs de vanligaste skadorna ett måleri på duk kan ha och anledningar som kan orsaka dessa, samt hur en laminering kan förhindra pågående och kommande nedbrytning.

Bland de vanligaste skadorna på ett måleri på duk är sprickbildning och krackelyerer i färgskiktet, som kan leda till flagnig och färgbortfall, se figur 1. Linneduken, som utgör målningens underlag, oxideras och bryts ned av det omgivande klimatet; luftfuktighet, värme, och luftföroreningar. Detta leder till att underlaget blir sprött. Hantering och dålig montering kan orsaka hål och revor i målningen och dess underlag. Berger och Zeliger skriver att linneduken efter 30-50 år kommer att ha brutits ned och inte längre har styrkan att stabilisera färgskiktet (1973 s.49). En naturligt åldrad linneduk är sprödare än en ny. Limmer och andra påförda material gör en konstnärduk ännu mer styv och spröd. Spänningen i linneduken ökar med de tillförda konstnärsmaterialen, samtidigt absorberar fibrerna vatten, vilket leder till att duken så småningom krymper (Stoner & Rushfield 2012 s.118). Linnedukens inbyggda spänningar kan med stigande relativ luftfuktighet förändras, något som i synnerhet är skadligt för äldre målningar (Hedley & Villers 1982 s.154). Faktorer som friktion, böjning, sammanpressning och spänningskrafter förändrar underlaget och färgskiktet i en målning, liksom adderade lamineringsmaterial; adhesiv, stödduk och inskottsmaterial. Hur materialen påverkas av yttre faktorer, såsom spänning eller förändring av fukt och värme i den omgivande miljön, samt materialens inneboende spänningar, beror i hög grad på vävens struktur (Stoner & Rushfield 2012 s.118).



Figur 1. Sprickor i färgskikt och grundering

Linneduken är vävd av linnetråd, som är uppbyggd av cellulosa. Fibrerna är korta och inte särskilt elastiska. Elasticitet innebär att materialet, när det sträcks ut, vill återgå till ursprunglig storlek. Lin och bomull kategoriseras som *korta fibrer*, medan silke, viskos och nylon har *långa fibrer* (Lundvall 1999 s.129). Förutom silke så bryts nästan alla fibrer när de

töjs eller förlängs (Berger & Zeliger 1973 s.44). Genom vridning av fibrerna kan dess elasticitet öka; filtning, tvinning, flätning, och vävning. När fibrerna tvinnas ihop till trådar och vävs får man en slät vävstruktur (Lundvall 1999 s.129). Väven kan till exempel vara vävd i tuskaft, kypert eller fiskbensmönster. Hur hårt varp och väft är packade i linneduken, eller variabler mellan trådarna, påverkar hur mycket duken kommer att krympa av fukt (Stoner & Rushfield 2012 s.117, 120). Fibrerna i duken bryts ned av kemisk förändring, vilket kan orsakas av värme, ljus, fysikalisk påverkan, syre eller föroreningar. Nedbrytningen sker antingen av sådan kemisk interaktion eller genom förändring av polymerkedjorna, som bygger upp fibrerna (Berger & Zeliger 1973 s.45). Mekanisk förändring i fibermaterialet kan även orsakas av en hög andel molekyllär kristallinitet (Stoner & Rushfield 2012 s.117). Sådan påverkan av fibrerna kan göra linunderlaget på en målning sprött. Försurningen som sker i linneväven skulle kunna bero på flera processer: ansamling av nedbrytningsprodukter, absorption av syrarika gaser (särskilt svaveloxidförorening, SO₂) eller nedbrytningen av biprodukter från målningen, särskilt linoljan (Oriola *et al.* [u.å.] s.1). UV-strålning, speciellt i kombination med förhöjd temperatur och relativ luftfuktighet, ökar nedbrytningsprocessen (Lundvall 1999 s.140). UV-strålarna tränger igenom hål och sprickor i färgskiktet och når underlaget, eventuellt även lamineringsduken. Hur lamineringsduken påverkas av UV-strålning är särskilt viktigt att ta hänsyn till när man skall laminera *transparenta målningar*, där ljuset skall lysa igenom målningen (Bernsted 1990 s.106). Linneduken impregneras med lim för ge måleriunderlaget tillräcklig styvhet. Mecklenburg fastställde att limmet i en ny konstnärsduk, samt grunderingen och färgen, till viss del bär mycket av lasten i en målning. Både duk och limmer påverkas av fukt i miljön och förändras med luftfuktigheten, detta sker även med oljefärgen, om än långsammare (Stoner & Rushfield 2012 s.434). Adhesiv från en konserveringsåtgärd, till exempel impregnering, kan göra duken spröd (Berger & Zeliger 1973 s.47).

Cellulosan i linneduken har plastiska egenskaper som gör att deformationer från exempelvis skålformade krackelyrer under en viss tid blir permanenta. Linnets plastiska egenskaper gör även att en uppspänd linneduk efter en viss tid blir slapp och bågformad (Berger & Zeliger 1973 s.48). Då kan målningen behöva spännas om, för att duken även i fortsättningen skall kunna vara en god bärare av färgskiktet. När duken är spänd på kilram kan det räcka att slå ut kilarna för att återskapa god spänning. Om duken är spänd på en fast ram kan man behöva lossa målningen helt och sedan spänna om den. Varje gång en målning kilas ut för att förbättra dukens spänning, töjs linneväven och på sikt kan kilramen ha kilas ut en centimeter per hörn, vilket är nära den maximala uttöjningen ett skört färgskikt klarar innan det spricker (Stoner & Rushfield 2012 s.435). Omspänning nöter på materialet och kan leda till revor i duken. Färgens vikt och kontraktion är en annan faktor som förändrar målningens struktur (Berger 1981 s.10). Se mer om dukens spänning i kapitel 3.

Varje skikt i en målning har en egen struktur som påverkas olika av den naturliga nedbrytningsprocessen och klimatförhållanden. Med tiden förändras således hela målningens struktur (Oriola *et al.* [u.å.] s.1). När linneduken i en målning bryts ned och blir svag finns inte längre något stöd för färgskiktet som då spricker och krackelerar (Stoner & Rushfield 2012 s.435). När underlaget inte bär färgskiktet och sprickor har uppstått deformeras duken efter dessa. Det beror på linnedukens plastiska egenskaper som efter en viss tids spänningspåverkan deformeras. Extra stor risk för detta finns på storformats- eller tunga målningar, till exempel en målning med pastost färgskikt (Berger & Zeliger 1973 s.49). När en målning stärks med en ny stödduk, se begrepp laminering och dubblering i nästa kapitel, vill man delvis reducera sådana deformationer, vilka leder till fortsatt nedbrytning av färgskikt och underlag. På grund av mängden nedbrytningsfaktorer är det svårt att sätta fingret på vilken faktor som utlöst skadan (Berger 1981 s.10). I en målning som är i god kondition klarar underlaget att bära upp grundering och färgskikt.

Sprickor, krackelyrer och flagor i färgskikten kan konserveras lokalt genom punktfästning av färgen, ibland med tillförd värme. Konsolidering av hela strukturen kan göras med impregnering, ofta görs detta från dukens baksida och bindemedlet penetrerar ned i strukturerna. Viktigt är att bindemedel som används är kompatibla med målningens material och inte förändrar målningens kemiska struktur (Berger & Zeliger 1973 s.52). Alternativa åtgärder, såsom konsolidering av färg och svetsning av revor, räcker inte alltid till när målningens underlag är nedbrutet till den grad att duken inte längre klarar av att stabilisera färgskiktet och en laminering kan bli nödvändig (Tomkiewicz, Scharff, Levenson 2012 s.12). Vid laminering krävs det att stödmaterialet är styvare än färgskiktet, för att stabilisera färgskikten (Stoner & Rushfield 2012). Med laminering vill man återskapa ett plant underlag för färgskiktet och således förhindra nedbrytning av duk och färgskikt. Med hjälp av god bindstyrka mellan bindemedel och stödmaterial som håller tillbaka krafterna i originalduk och färgskikt, kan målningen behålla sitt originaluttryck. Både dubblering och laminering kan stabilisera en målning. Hur dubblerings- och lamineringsprocessen går till, samt vanliga begrepp inom ämnesfältet och dess innebörd, förklaras i nästa kapitel.

2.2. Laminering

När en målning lamineras eller dubblas påförs ett nytt stöd mot originaldukens baksida, se figur 2. Metoderna utförs på målningar vars duk är nedbruten och har förlorat förmågan att stabilisera färgskiktets olika strukturella lager, som ofta är mycket krackelerade, fäster dåligt mot underlaget eller då duken har revor eller grova deformationer. Med ny stödduk stabiliseras målningen och klarar av att hålla den slät och spänd, utan att ge vika för tidigare deformationskrafter.



Figur 2. Laminerad eller dubblrad
(Figurförklaring finns i bilaga 1).

målning i genomskärning

Vanligt är att lamineringsduken utgörs av en linneväv eller en syntetisk lamineringsduk, se kapitel 4 om syntetiska material. Syntetfibrer är mindre benägna att brytas ned av luftföroreningar än naturfibrer (Lundwall 1999 s.135). Det kan vara en anledning, bland andra, att använda sig av syntetiska material som stödduk i en laminering. En laminering skall skydda och motverka fysikaliska skador som kan ske på grund av förändring i omgivande miljö, särskilt på grund av den relativa luftfuktigheten. För att förhindra sådan förändring är det viktigt att lamineringsmaterialen inte är allt för hygroskopiska, alltså ett material som ej upptar och avger vattenångan som finns i luften. Exempel på hygroskopiska material är trä, papp och wellpapp (NE 2013). Ett annat sätt att hindra mekanisk nedbrytning är att göra lamineringen styv, så att det styva materialet tar spänningslasten från målningen och förhindrar sprickbildning i färgskiktet (Young & Ackroyd 2001 s.85). Styvheten beror på de material som används i en laminering. Ett sätt att förhöja lamineringens styvhet är att lägga ett inskott mellan stödduk och originalmålningens underlag (Ackroyd *et.al.* 2002 s.18). Mer om inskottets funktion beskrivs i kapitel 2.3. Skillnaden mellan en laminering och dubblering beskrivs i begreppsförklaringen nedan. Nedan beskrivs olika delar i lamineringsprocessen och en del alternativa metoder, samt begreppen reversibilitet och minsta möjliga åtgärd, för att ge en bakgrund till nästkommande kapitel. Begreppen är bokstavsordnade.

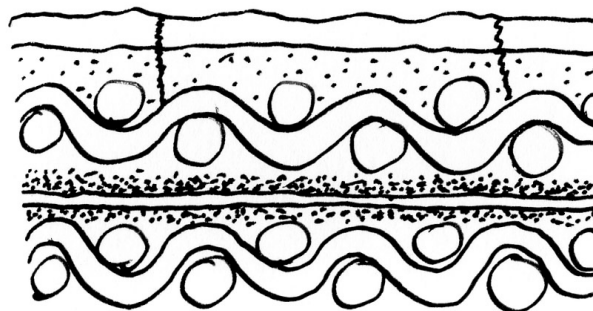
Impregnering

Impregnering innebär en konsolidering av originalmålningen. Färgskiktet bör mjukgöras och planeras före, eller i samband med, impregneringen (Petkus 1985 s.31ff). Bindemedlet appliceras från målningens baksida och penetrerar materialet. Det tränger in i färgskiktets strukturer, för att stabilisera och fästa färgfilmen samt för att undvika fortsatt krackelering och färgbortfall. Bindemedlet som används ska binda till både färgfilmen och dess substrat. Ingreppet anses icke reversibelt då det är närmast omöjligt att avlägsna bindemedlet vid en omkonservering. Bästa resultat har uppnåtts när färgfilmen inte längre innehåller spänningar. På grund av framtida spänningar bör bindemedlet vara både starkt och elastiskt för att förhindra ny/fortsatt sprickbildning. Bindemedlet bör dock vara mjukare än färgfilmen för att kunna följa färgens och dukens expansion och kontraktion (Goltz *et.al.* 2012 s.369).

Inskott

Inskott är ett material som läggs mellan lamineringsduken och målningens baksida, se figur 3. Inskottet är till för att göra lamineringen mer stabil, styvare och skapa bättre återbehandlingsbarhet. Inskottet kan även förhindra att så kallat *weave-interference*

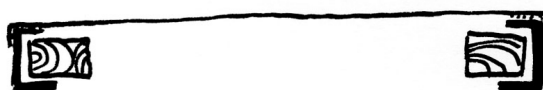
uppstår, vävavtryck i färgskiktet (Nicolai 2001 s.121). För mer information se rubrik *weave-interference* på s.23. Inskott, dess funktion och material, beskrivs mer ingående i kapitel 2.3.



Figur 3. Måleri på duk laminerad med inskott

Kantförstärkning

Kantförstärkning innebär att en ny duk fästs längs kanterna på originalmålningen var man sträcker i duken när den spänns upp på ram, se figur 4. Kanterna är ofta sköra eftersom dessa är mycket utsatta när en målning spänns om. En nackdel kan vara att kantförstärkning innebär ökad påfrestning längs kanterna (Ackroyd *et.al.* 2002 s.19).

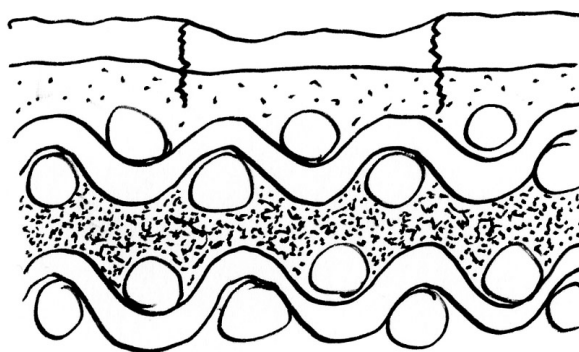


Figur 4. Målning som är kantförstärkt i genomskärning
(Figurförklaring finns i bilaga 1)

Laminering och dubblering, skillnaden

En laminering innebär att en ny stödduk påförs originalmålningens baksida med adhesiv. En laminering skall enbart ge stöd åt originalmålningen och bindemedlet skall ej penetrera färgskiktet, därför appliceras detta endast på stödduken eller på ett inskott, som då utgör bärare av bindemedlet. När bindemedlet appliceras direkt på originaldukens baksida talar man istället om dubblering, som samtidigt innebär impregnering av måleriet. Dubbleringar är

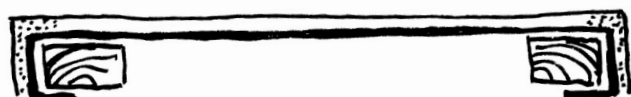
svårare att avlägsna på grund av starkare bindning mellan original- och lamineringsduken. På figur 5 nedan visas hur stödduken är fäst mot originalmålningen. Vid dubblering har bindemedlet även penetrerat färgskiktet. På svenska talar man om dubbleringar och lamineringar, medan man på engelska ofta använder begreppet lining för att beskriva båda metoderna. Det finns även begrepp som *double-lining*, och *lamine-lining*, men dessa är ej vanligt förekommande i källlitteraturen. Lamineringstraditionen har sin början på 1700-talet och utvecklingen har gått från att varje målning skulle lamineras i preventivt syfte, till att laminering numera anses vara ett mycket stort och ofta ett riskabelt ingrepp. Vad som kommit att diskuteras är om planering och impregnering kan skapa tillräcklig stabilitet för att hålla färgskiktet plant och att laminering i många tillfällen inte alltid är nödvändig. Roche skriver att en laminering skall utföras när originalstödet är så pass skadat och nedbrutet att det inte längre fyller sin funktion (Roche 1996 s.45). Alternativa metoder räcker inte alltid till när målningens underlag är nedbrutet till den grad att duken inte längre klarar av att stabilisera färgskiktet och laminering kan bli nödvändig (Tomkiewicz *et.al.* 2012 s.12). Laminering som konserveringsåtgärd började diskuteras internationellt på 1970-talet och sedan dess har en mer och mer återhållsam etisk diskussion inom målerikonservering utvecklats. Även om många målerikonserverare idag föredrar att utföra alternativa metoder, anses laminering vara en preventiv åtgärd (Young & Ackroyd s.85). I och med den metod- och materialutveckling som skett de senaste decennierna kan det fortsatt diskuteras hur mycket lamineringen förändrar målningens strukturellt och om det är bättre med alternativa metoder.



Figur 5. Laminerad målning

Lös laminering

Lös laminering är en modern metod utvecklad utifrån minimala konserveringsingrepp. Stödduk påförs originalmålningens baksida som fästs enbart vid målningens kanter, se figur 6. Fördelar med lös laminering är att duken ger stöd vid till exempel hantering och transport av målningen. Historiska exempel har påvisat att lös laminering ger långsiktigt skydd. Nackdelar är ökad tyngd efter uppspanning, att materialen påverkas olika av omgivande klimat och att mikroklimat lätt kan uppstå mellan dukarna. Andra nackdelar är att metoden kräver mer tid än en vanlig laminering, eventuellt skulle ett löst bakstycke kunna ge bättre skydd (Ackroyd *et.al.* 2002 s.19).



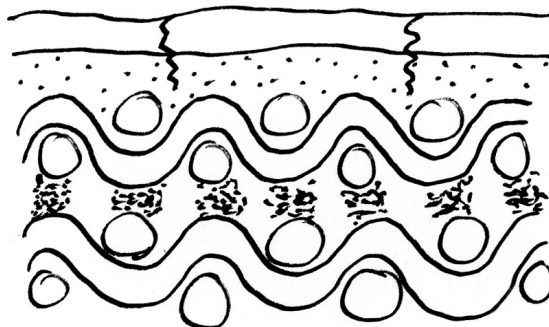
Figur 6. Målning som har stödduk enbart fäst vid kanterna, en lös laminering (Figurförklaring finns i bilaga 1).

Minimal intervention/minsta möjliga åtgärd

Det engelska adjektivet *minimal* började användas på 70-talet i samband med konservering och användes i sammanhang där man talade om ett bra utförande, ordet var synonymt med *gentle* (försiktig på svenska) och indikerade både på negativa konsekvenser av de traditionella ”överdrivna” och ofta icke reversibla metoderna, liksom för en grundläggande syn på lamineringen som metod (Villers 2004). På svenska används begreppet *minsta möjliga åtgärd* i de sammanhangen man på engelska talar om *minimal intervention*.

Nap-bond

Mehra utvecklade nap-bond-metoden på 70-talet. Med nap-bond menas att bindemedlet fäster till originaldukens toppar, utan att penetrera materialet, eller punktfäster vid originalduken för att lamineringen skall bli så reversibel som möjligt, och man kan därmed undvika att mycket bindemedel fäster mot originalmålningen, se figur 7. Detta kan utföras genom att bindemedlet stryks på materialet igenom en screenduk och punktfäster (Nicolaus 2001 s. 128). Negativt med punktfästning är att det kan resultera i för låg bindkraft och då även dålig hållfasthet.



Figur 7. Laminering med nap-bond

Omlaminering

Omlaminering betyder att lamineringen avlägsnas och en ny stödduk påförs. På engelska användes man uttrycket *relining*.

Planering

Oljefärgfilm påverkas av fukt, och kan mjukgöras eller plastifieras med antingen fukt eller organiska lösningsmedel (Hacke 1981 s.4), för att sedan planeras under tryck (Stoner & Rushfield 2012 s.434). Försiktighet krävs och så lite fukt som möjligt bör användas (Hacke 1981 s.4). När färgskiktet är plasifierat sätter man på trycket på lågtrycks- eller vakuumbordet och målningen kan slätas ut. Efter en lyckad planering, utan att målningen spänts upp i arbetsram, lamineras målningen. Fuktkänsligt måleri bör spännas upp i arbetsram före befuktning. Ramen håller tillbaka eventuell krympning av duken. Om duken krymper får färgfilmen inte plats och reser sig i form av åsar (Peteus 1985 s.31ff). Vissa pigment påverkas mer av fukt än andra, till exempel går det lätt att mjukgöra och släta ut jordpigment, umbra och blyvitt. Dessa pigment torkar också snabbt när man målar med dem. Tvärtom gäller för pigment som förhöjer torkning, såsom blyoxid och acetat, vilka är stela och ej mottagliga för vatten (Stoner & Rushfield 2012 s.434).

Reversibilitet

Muñoz-Viñas (2004) diskuterar begreppet *reversibility*, *reversibilitet* på svenska, och menar att det är en omöjlighet att uppnå total reversibilitet av en konserveringsåtgärd. Muñoz-Viñas jämför begreppet reversibilitet med *removability* och *retreatability*, som går att översätta till *avlägsningsmöjlighet* och *återbehandlingsbarhet* på svenska. Inom konserveringsteori har reversibilitet ansetts vara en grundsats, men eftersom inga konserveringsåtgärder går att „ta tillbaka“; återställa målningen till original- eller ursprungligt skick, leder reversibilitet till att konservatorn inte kan röra eller konservera målningen alls. Begreppet avlägsningsmöjlighet, är mindre strikt än reversibilitet. Det ”erkänner” att materialet som tillförs kan påverka föremålet det är i kontakt med, och kommer att ha förändrat objektet även efter att det tillförda materialet har avlägsnats. Återbehandlingsbarhet är ännu vidare begrepp, som antyder att utförd åtgärd inte förhindrar framtida ingrepp (Muñoz-Viñas 2004 s.187). I den här studien används begreppet reversibilitet och återbehandlingsbarhet, i lika syfte, för att förklara att konservatorn har i åtanke att utförd laminering skall vara möjlig att avlägsna, med så liten förändring av originalmaterialet som möjligt.

Styv stödskiva på målningens baksida

Originalmålningen kan limmas upp på olika material; trä-, papp-, plywood-, träfiber-, spån- eller aluminiumskivor. Målningens struktur förändras när målningen får ett nytt materialunderlag. Målningens underlag ger målningen en säregen karaktär och det karakteristiska uttryck linnevåven skapar kan gå förlorat när målningen klistras upp på ett nytt material. Det blir svårare för konservatorn att avgöra vilket underlag målningen ursprungligen haft. Stödskivan kan dock deformeras, bågna, vid användning av fuktbaseerade adhesiv (Nicolaus 2001 s.132). Den styva skivan ger starkare stöd åt måleriet än en väv. En helt reversibel metod är när en stödplatta av styvt material placeras bakom målningen utan att den limmas fast på duken (Beltinger 1995).

Svetsa/laga revor

Om originalduken har revor bör dessa struktureras upp och svetsas/lagas innan duken spänns om. Det bindemedel som används för att laga en reva måste sedan vara kompatibelt med det bindemedel som används till impregnering av hela duken (Berger 1993 s.115). När en reva svetsas bör bindemedlet vara starkare än både duken och färgskiktet, exempelvis adhesivet Epoxy, som Berger (1993) menade var det enda tillräckligt starka adhesiv vid publiceringen av hans studie. Att svetsa revor kan vara ett alternativ till laminering av målningar med hål och revor.

Värme/vakuum- & lågtrycksbord, samt strukturell förändring vid tryckpåverkan

Värme-vakuumbordet utvecklades för att minska negativa konsekvenser och risker med icke reversibla dubblingar på mitten av 1900-talet. Sugkraften i bordet skapar ett reglerbart undertryck som kan suga ut fukt från målningens baksida. En reglerbar värmekälla finns också konstruerad i apparaten. En del bord har en inbyggd befuktningfunktion, som gör att befuktning kan ske mer exakt. Metoderna som utförs på vakuumborden är traditionella, men eftersom man kan reglera tryck och arbetstemperatur har man med bordet kunnat ta

hänsyn till målningars olika karaktärer (Peteus 1985 s.9). För att minska risken att smälta färgskiktet kan målningen placeras med framsidan uppåt och baksidan ned mot bordets yta. Högst värme finns i kontaktytan mellan bord och baksida målning. När målningens motiv är synligt kan konservatorn ha bättre koll på vad som sker med färgskiktet. Utförandet skiljer sig dock åt och målningens kan placeras med framsidan ned mot bordet.

När en målning läggs i tryck på ett vakuumbord skapas ett tryck som, utifrån den överliggande plasten, pressar ned målningen och ett undertryck inne i målningens material. Således kan målningen skadas både genom det yttre och inre trycket, som kan förändra och skada målningens struktur. Detta beror delvis på att målning innehåller en viss mängd vatten (jämviktsfuktkvot). Målningens hygroskopiska material, kapillära hålrum och den relativa luftfuktigheten, avgör vattenvolymen. Trycket som uppstår inne i målningen ökar ångtrycket och vattnet som finns i målningen blir då energirikt. Något som påverkar underlaget, bindemedlet och färgens pigment och det finns risk för att deformationer uppstår. Om lösningsmedel finns kvar i målningen kan detta också deformera målningen, eftersom lösningsmedlets tryck, liksom vattenångans, ökar med bordets tryck (Nicolaus 2001 s.121). Vid användning av högt tryck kan vävstrukturen komma att bli synlig i färgskiktet, se begrepp *weave-interference* nedan. Extra stor risk för *weave interference* finns då originalduken påförs på ett styvt material och om målningen pressas ned för hårt i underlaget. Vid laminering av ett pastost måleri kan pastosa partier tryckas ned i lamineringsadhesivet, som skjuts åt sidan och bildar åsar vid sidan av de pastosa topparna, vilket resulterar i förändring av målningens struktur och estetiska uttryck (Nicolaus 2001 s.132). Vid högt tryck kan också färgskiktet krossas, pressas sönder, detta kan ske även i fall där inte en ny stödduk tillförs, till exempel vid planering av en målning för att reducera bulor. Likaså kan vävknutor, tjocka trådar, eller andra ojämnheter i underlaget bli synliga som bulor på målningens framsida (Nicolaus 2001 s.121). På slutet av 70-talet utvecklades nap-bond metoder, med de trycksensitiva bindemedlen Plextol D360 och Plexisol P-550, som kunde genomföras på lågtrycksvärmebord, som ej har samma höga tryck som vakuumbordet (Bria, Jr. 1986 [s10]). I det här fallet används lågtrycksbord vid laminering av experimentproverna, se kapitel 5.

Weave-interference

Weave-interference är ett engelskt ord som beskriver det mönster som uppstår i färgskiktet när man laminerar med högt tryck, på grund av att trådarna i målningens duk och stödduken ej ligger ordnade ovanför varandra (se även rubrik *Värmevakuumbord & tryckpåverkan* ovan). När duken har gles väv och/eller större mellanrum mellan varp och väft gör trycket att färgskiktet pressas ned i mellanrummen och då blir vävstrukturen mer synlig. Detta är särskilt viktigt att veta när man använder syntetiska dukar, som har homogen struktur med likformade trådar. En naturlig duk har oreplebunden struktur i sina trådar och vävstruktur, därför blir deformation av dessa ej lika tydlig som vid laminering med naturliga dukar. Med ett *inskott*, ett mellanlager av papper eller icke vävt material kan *weave-interference* undvikas (se kapitel 2.3.) (Nicolaus 2001 s.121ff). Se mer om syntetiska stöddukar i kapitel 4.3.

Trots att lamineringen skall motverka fysikaliska förändringar av målningen är själva utförandet en stor mekanisk påfrestning för materialet. Utförandet av en laminering kräver därför stor försiktighet på grund av det stora ingrepp den innebär, med förändring av målningens originalstruktur (Roche 1996). Faktorer som värme, tryck och fukt bör konservatorn förhålla sig till innan val av lamineringsmetod väljs, eftersom varje målning är olika tillstånd (Villers 2004 s.12). Värme används ofta för att aktivera bindemedlet som skall vidhäfta materialen och kan leda till termisk spänning, termoplastisk deformation, reducerad fukthalt och förstärka kemiska reaktioner i konstverket (Young & Ackroyd 2001 s.122). Värme påverkar omgivande luftfuktighet och målningen avger då fukt. Fukt finns i målningens hygroskopiska element, och i vattenbaserade bindemedel. När värme, fukt och tryck används i samband med att en målning lamineras kan trycket i lösningsmedel och vattenånga påfresta målningens inre struktur, beskrivs även på sida 21. Vid temperaturer omkring 50° C finns risk att målningens färg smälter, men det kan variera för olika färgfilmer¹.

Stabiliteten är viktig i en laminering. För låg bindning mellan materialen kan leda till att lamineringen delar sig. Något som i sin tur kan leda till deformationer av målningen (Hawker 1987). För stark bindning kan dock leda till att lamineringsmaterialen blir svåra att avlägsna. När bindemedlet binder starkt mot originalmaterialet kan en avlägsning innebära mekanisk påfrestning och skada sköra målningar. Phenix och Hedley kom 1984 fram till en minimigräns för hur svag en bindning kan vara innan delning av materialen sker: 300 g/2,5cm (kan omvandlas till 1,18 N/cm) (Krarup Andersen & Nielsen 2012 s.40). Bindstyrkan påverkar exempelvis lamineringens hållbarhet vid långvarig förvaring. Eftersom lamineringen bör ha god vidhäftning för att hålla materialen samman och samtidigt bör vara återbehandlingsbar efter en viss tids förvaring är det viktigt att vidhäftningen inte är alltför stark, som vid dubbling, eller förstärks med tiden. Plextol D360, som används i studiens lamineringsexperiment, har ett lågt T_g , -8° C, vilket gör adhesivet elastiskt och trycksensitivt. Dess låga aktiveringspunkt, mellan 43-49° C (Bria, Jr. 1986 [s.10]), och klubbighet i rumstemperatur nyttjas vid laminering av måleri på duk, och vid laminering med låga temperaturer och nap-bond. Mer om syntetiska bindemedel och egenskaper hos Plextol D360 beskrivs i kapitel 4. För att undvika applicering på målningens baksida kan ett inskott användas som bärare av bindemedlet, en metod som används i studiens lamineringsprover i kapitel 5. Ett inskott kan även användas för att tillföra lamineringen mer styvhet och stabilitet. Nedan beskrivs inskottets funktion mer ingående och vilka material som kan användas som inskott.

2.3. Inskottsmaterial och dess egenskaper

Ett inskott är ett mellanlager i en laminering; ett material som läggs mellan original- och lamineringsduken. Inskott som additivt lager i en laminering introducerades på 1960-talet. Man ville då förhindra att vävstrukturen, från stödduken och målningens duk, pressas in i färgskiktet, vilken kan bli synlig under lamineringsprocessen. På engelska kallas detta för *weave-interference*, se begreppsförklaring i förra kapitlet, och uppstod först när vakuumbordet introducerats och användandet av det höga tryck som kunde uppnås på vakuumbordet. På 60-70-talet blev inskott mycket populärt bland konservatorer, med papper som det vanligaste materialet och icke vävda syntetiska fiberdukar (Krarup Andersen & Nielsen 2012 s.1). 1984 användes inskott främst i USA och 2002 var det vanligast i Australien, Österrike, Nederländerna, Tyskland och Brasilien (Ackroyd *et. al.* 2002 s.18). Enligt litteraturen finns det många användbara inskottsmaterial. Exempelvis kan det utgöras av japanpapper (gärna med den långa *Kozofibern*), tunna papperservetter (till exempel av fabriken Mulberry och Eltoline), syntetiska non-woven (t. ex. Holytex, Pellon, Vilene), fint silke och tjockare typer

¹ Ingalill Nyström, Göteborgs Universitet, personlig kommunikation den 7 maj 2013

av papp (Villers 2004 s.162). 2001 var de mest populära inskottsmaterialen papper, gasvävsliknande material, Mylar och non-woven polyester. Andra material som också användes av konservatorer var silke, fiberglas, nylon, PromatcoTM, epoxy, fiberglaskivor (Ackroyd *et.al.* 2002 s.18). I Ackroyds studie, besvarade konservatorerna varför de använde inskott. 64 % svarade att förmågan till *reversibilitet* var den viktigaste anledningen att använda inskott. 59 % svarade att det var för att minska risken för *weave-interference* i färgskiktet, 56 % för *ökad styvhet* i lamineringen och 49 % för att skapa *starkare bindning* mellan materialen. Många konservatorer använde inskott för att laga en målning med många revor eller med omfattande skålformade krackelyrer.

Lamineringar med enbart stödduk riskerar att med tiden återta formen efter tidigare deformationer i originalmålningen (Nicolaus 1999 s.124). Detta beror på linnets plastiska egenskaper, som efter en viss tids töjning ej återgår till ursprunglig form, vilket beskrivs (för första gången) i kapitel 2.1. För hålla tillbaka deformationskrafterna bör lamineringen vara styv, styvare än målningens färgskikt, för att vara en god bärare av hela målningens struktur. En annan anledning till att lamineringen bör vara styv är att färgen på en målning gör att linneduken inte är lika flexibel som när den är obehandlad, därav är en obehandlad stödduk av exempelvis linneväv ej tillräckligt styv. Genom att laminera med bindemedel som har hög vidhäftningsförmåga, samt använda styva lamineringsmaterial, går det att förbättra lamineringstekniken, menar Krarup Andersen och Nielsen (2012). Med ett inskott i lamineringen kan man skapa tillräcklig draghållfasthet för att kunna förhindra färgbortfall på sköra målningar (Krarup Andersen & Nielsen 2012 s.41). I punkter nedan beskrivs några av de egenskaper som ett inskott kan tillföra en laminering:

- Inskottet kan öka lamineringens *styvhet* och således dess stabilitet, vilket är särskilt bra till målningar med kraftig färgresning (Petkus 1985 s.37). Styvheten i en laminering kan minska risken för deformationer av en målning (Young & Ackroyd 2001 s.2). Viktigt för en laminering är att den skall vara styvare än målningen, för att ge tillräckligt stöd (Cruickshank *et.al.* 2010 s.7). Ett styvt material behöver ej lika mycket kraft för att bli spänt.
- Varje materialskikt i en målning påverkas olika av *fukt*, likadant är det för materialen i en laminering. Det har påvisats att en målning kontraherar i både hög och låg relativ luftfuktighet, RF (Krarup Andersen & Nielsen 2012 s.39). Krarup Andersen och Niensens tester påvisade att en laminering med inskott ökar lamineringens stabilitet, men att inskotten påverkades mer av flukturerande RF än lamineringar utan inskott, vilka däremot uppvisade sämre stabilitet.
- Berger och Russell menade att ett inskott *ökar vidhäftningen* mellan lamineringslagren, samt gör lamineringen styvare (Berger & Russell 1993).
- Inskottet kan *öka återbehandlingsbarheten* av lamineringsmaterialen, då ett tjockare papp används. När inskottet avlägsnas skall lamineringen dela sig i inskottet och på så vis bidra till att lägre kraft krävs för att avlägsna materialet från en målning. Krarup Andersen och Nielsen skriver att adhesivet penetrerat det tunna kozopapperet i deras studie och att pappret (kraftpapp i det fallet) ej delade sig (2012 s.40). I den här studien testas avlägsningsförmågan med ett tjockare papp, inskott av läskpapper, än i Krarup och Niensens studie. Se experiment i kapitel 5.
- Inskottet kan vara *bärare av bindemedlet*. Bindemedlet påförs då enbart på inskottets två sidor och varken på original- eller stödduken. På så vis kan man undvika att adhesivet penetrerar målningens struktur. Med inskottet som bärare av bindemedlet

kommer bindemedlet att ha starkare bindning till inskottet än till de två dukarna, något som kan underlätta vid en omkonservering och avlägsning av lamineringen. När inskottet är bärare av bindemedel sitter förhoppningsvis inte mycket adhesiv på originaldukens yta när lamineringen avlägsnats och tanken är att inskottet skall binda till originaldukens toppar, se nap-bond i kapitel 2.2. Vid behov av konsolidering av färgskiktet impregneras duken innan lamineringen utförs och bindemedel väljs utifrån denna åtgärd, och inte för att ge bra bindning till lamineringen, se begrepp impregnering i kapitel 2.2.

- Ett inskott kan fungera som *vattenbarriär*, beroende på dess egenskaper, såsom struktur och fibertyp. Materialet *Mylar*, som Berger undersökte som inskott i en studie, fungerade även som vattenbarriär från målningens baksida (Krarup Anderson & Nielsen 2012 s.33). Därigenom kan inskottet skydda från fukt att tränga in i målningen från baksidan.
- Ett *fixerat inskott* är när inskottet först fästs an vid lamineringsduken och sedan fästs med ett sekundärt adhesiv på målningens baksida. Metoden ökar kontrollen av lamineringsprocessen och risken att inskottet flyttar på sig minskar. Detta var en metod som förfinades under 70/80-talet i Danmark, av bland annat Bondesen, Ketnath och Bogh (Krarup Andersen & Nielsen 2012 s.33). Att använda två olika adhesiv i en laminering med inskott, där det ena är mer styvt än det andra, kan minska problem som finns med styva lamineringar som kan vara svåra att avlägsna, och lamineringar som är lätta att avlägsna ej ger tillräcklig stabilitet för målningar med krackelyrer, revor och deformationer (Krarup Andersen & Nielsen 2012 s.41).

Inskottet kan även förhindra vissa oönskade lamineringsresultat, till exempel att *vävstrukturen*, från originalduken eller lamineringsduken, pressas in i färgskiktet – så kallat *weave-interference*, se begrepp i kapitel 2.2. Därför är det bra med ett non-woven material som ej har vävstruktur när man väljer inskottsmaterial (Krarup Andersen & Nielsen 2012). Vid val av inskott bör man tänka på att använda syrafria material och material som inte avger restprodukter som kan påverka måleriets och linnedukens strukturer negativt, samt nedbrytning av materialen i målningen. Se kapitel 2.1. för beskrivning av linneduken nedbrytningsprocess. Papper med långa fibrer är bättre för att skapa god stabilitet, på grund av att långa fibrer ej bryts lika lätt som de korta. Syntetiska material som används bör ej lösas upp med lösningsmedel för att materialet enkelt skall kunna avlägsnas och för att lösningsmedel kan påverka målningens material negativt (Berger & Zeliger 1987 s.50).

2.4. En kort lamineringshistorik & reversibilitet

För att kunna förstå lamineringens historia måste man även förstå konserveringsteorins utveckling och hur förhållningssättet till dubbleringar förändrades. Dubbleringar gick från att vara en vanlig preventiv åtgärd av måleri på duk, till att konservatorer på 1970-talet menade att dubblering av en målning innebar ett alldeles för stort ingrepp som förändrade hela målningens struktur, i och med att adhesivet impregnerade och penetrerade målningen från baksidan. Vid den tiden började man särskilja dubblering från impregnering. På svenska blöjades man tala om *laminering* medan man på engelska talade om *lining* för att beskriva både dubbleringar och lamineringar, se begreppsförklaring i kapitel 2.2. En laminering ansågs mot slutet av 1900-talet vara ett av flera sätt att strukturellt stabilisera en nedbruten eller skadad målning. Att påföra en ny stödduk på originalmålningen med adhesiv har gjorts sedan 1600-talet för att stabilisera måleri på duk. Fram till 70-talet var dubbleringar en generell åtgärd som ansågs vara preventiv och ett sätt att bevara målningar på duk. Dubbleringar med

tjocka klisterlager blev mycket styva, och att påföra målningen ett styvt material är ett sätt att förhindra mekaniska påfrestningar på en målning. Den traditionella klisterpastan av stärkelse och animaliskt lim var hygroskopisk. Detta medförde att materialet lätt deformerades i fuktiga miljöer och att proteiner och enzymer i stärkelse var en grogrund för mikrobiella angrepp. Dubbling med vaxhartsblandningar kom på mitten av 1900-talet som ett sätt att göra målningen mindre hygroskopisk, och på så vis hindra mekanisk nedbrytning av måleriets material (Young & Ackroyd 2001 s.85). Under början av 1900-talet började konservatorer experimentera och finna nya metoder och material för konservering av måleri på duk. Förhållningssättet till laminering och dubbling av målningar förändrades. Metoder och material som varit generell praxis började nu omvärderas. Traditionella metoder som laminering med vaxhartser och klister var icke reversibla, påverkade textur, skapade färgförändring och påskyndade åldrandet av målningarna. Både minimal intervention, minsta möjliga åtgärd, och reversibilitet var riktlinjer och grundläggande principer som man förhöll sig till på 70-talet, se begreppsförklaring i kapitel 2.2. (Villers 2004).



Figur 8. En stödduk täcker målningens baksida och döljer originalmaterial och teknik

Det första internationella tillfället att diskutera problematiken med laminering gavs 1974 i samband med Greenwich konferensen *Comparative Lining Techniques*. Stout & Gettens (1933) skrev att varje måleri på duk någon gång kommer genomgå en eller flera lamineringar. Percival-Prescott publicerade artikeln *The Lining Cycle* i samband med konferensen -74, där han skrev att konservatorer borde sträva efter alternativa metoder till strukturella skador på måleri på duk och undvika dubblingar (Villers 2004 s.1). Det nya förhållningssättet blev att bevara originaldukens och färgens tillstånd, istället för att använda dubbling som preventiv metod (Stoner & Rushfield 2012 s.415). Målningens uttryck skulle bevaras, liksom dess historiska värde som objekt (Villers 2004 s.4), se figur 8 där stödduken täcker målningens originalmaterial och teknik. De traditionella dubblingsadhesiverna, klister och vaxhartsblandningar, var icke reversibla metoder, som förändrade hela målningens struktur. Dubbling utfördes som preventiv åtgärd och målningar utan skador kunde således dubblas för att förebygga kommande nedbrytning, till exempel sprickbildning, flagnande färg, hål och revor (Young & Ackroyd 2001 s.85). På 1950-talet introducerades vakuumbordet och man trodde att man hade löst vissa problem med dubbling, laminering och impregnering, se sida 26, men på 70-talet hade man liknande problem som tidigare, med åldrande bindemedel och målningar som behövde återlamineras (Villers 2004). Med det höga tryck man fick på vakuumbordet skadades målningarna strukturellt och estetiskt. Mehra, en av de stora aktörerna under samma tid, ansåg att lamineringen skulle vara fullständigt reversibel, ett förhållningssätt som kom att influera professionen. Under samma tid utvecklades lågtrycksbordet, som hade lägre tryck än värme-vakuumbordet, se begrepp i kapitel 2.2. (Stoner & Rushfield 2012 s.415). På 80-talet började alternativa metoder till laminering bli vanligare. Metoder utvecklades, vilka tillförde färre material och påverkade målningen mindre fysikaliskt, såsom kantförstärkning, lös laminering och att laga revor lokalt, se begreppet kantförstärkning i kap 2.2. Villers (2004) problematiserar förhållningssättet *minsta möjliga*

åtgärd genom att påstå att de alternativa metoderna också gör stor påverkan. En rad olika lamineringsmetoder, med moderna stödmaterial och bindemedel, har undersökts genom åren för att finna material med bättre reversibel förmåga än de traditionella lamineringarna. Vid lamineringskonferensen 1974 lanserade Berger en alternativ metod till vaxlaminering med sin egen formel av syntethartsen BEVA 371, ett mikrokristallint vax (Villers 2004 s.49-60). De termoplastiska egenskaperna hos syntethartsen utnyttjas och bindemedlet aktiveras på värmevakuumbordet. Metoden är beroende av temperatur, tid och tryck (Nicolaus 2001 s.129). De höga temperaturerna som krävs för att aktivera bindkraften hos Beva 371, kan ifrågasättas eftersom ett färgskikt riskerar att smälta vid höga temperaturer, samt att hälsovådliga lösningsmedel krävs vid laminering och omlaminering. Mehra var en av de första att utveckla en kall metod för laminering, den så kallade *nap-bond metoden*, se begrepp i kapitel 2.2. Syftet med nap-bond var att reducera bindemedelsmängden på originalduken, och höga temperaturpåfrestningar kunde undvikas. Bindemedlet påförs lamineringsduken och förs samman med målningen på undertrycksbordet. Genom bindning till originalunderlagets toppar eller punktfästning minskade förändringen av målerites struktur och reversibiliteten ökade (Nicolaus 2001 s.128). Vissa konservatorer ifrågasatte punktfästning som metod, medan Mehra menade att med rätt sorts screenduk kunde bindemedlet strykas på i flera skikt för god vidhäftning (Bria Jr. 1986 [s.9]). I teorin kan man reglera bindemedlets styrka genom bindemedelsfilmens tjocklek (Hawker 1987 s.161). Se mer om bindemedlet Plextol D360 vidhäftning i kapitel 4. Mehra utvecklade även metoder anpassade för konservering av moderna och samtida konstverk där många inkompatibla material har använts av konstnärerna. Nya material och tekniker har resulterat i ytkarakterer som är svåra för konservatorer att förstå och som vid en laminering inte går att behandla på traditionellt vis (Stoner & Rushfield 2012). Hacke påstod att det kunde räcka att kantförstärka för många målningar, genom att avstressa och mjuka upp färgskiktets och underlagets deformationer med fukt och planera dem skulle färgskiktet kunna hållas slätt (Bria, Jr. 1986 [s.10]).

Strävan efter att förändra originalstrukturen så lite som möjligt har inom målerikonservering bland annat genererat de ovan nämnda lamineringsmetoderna, såsom användandet av syntetharts, akryldispersjoner, nap-bond och kalla metoder, kontrollerbar värme och tryck på lågtryck- och vakuumbord. Kapitel 4 fokuserar på syntetiska material, med fördjupning i syntetpolymerer, bindemedlet Plextol D360 och syntetiska dukar, som använts i studiens lamineringsexperiment.

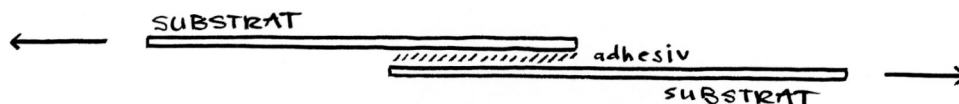
3. STUDIENS TESTER & METODBESKRIVNING

I det här kapitlet beskrivs testmetoderna som har använts i lamineringsexperimenten i kapitel 5: skjuvtest, avlägsnbarhet och fuktpåverkan. På vilket sätt adhesivet Plextol D360 har svällts och applicerats, samt hur det påverkar lamineringsproverna och experimentresultaten beskrivs också nedan.

Skjuvtest

När ett material utsätts för pålagd kraft och sträckning brister det. Det kan liknas vid en målning som är uppspänd på ram eller kilas ut och till slut kan målningens färgskikt spricka och underlaget kan brista. För att reducera sprickbildning och krackelyrer i målningens färgskikt kan man påföra stödmaterial genom att laminera målningen. Principen för ett styvt material är att det ej kräver lika stor kraft för att bli spänt som ett elastiskt material. Lamineringsmaterial bör därför vara styvare än målningens färgskikt, som då kan motverka mekanisk förändring av ett måleri (Krarup Andersen & Nielsen 2012 s.35, 85). För att undersöka lamineringsmaterialens styvhet och stabilitet görs skjuvtester inom målerikonservering.

Tester som utförts i den här studien är ett så kallat *skjuvtest*, eller lap/shear test på engelska, där två provbitar, sammanfogade med adhesiv, dras i två riktningar (mm/sekund) med pålagd last (N/cm), se figur 9 för illustration. Provet är konstruerat så att sammanfogningen skall brista i adhesivet och inte i substratet (PTLI 1996/2013). *Skjuvning* sker när två parallella ytor, som ligger tätt samman, förskjuts utan att volymen ändras. Ett exempel på skjuvning är när en kortlek kastas ut över ett bord, skjuvning sker då mellan kortens ytor (Samuelsson 2013).



Figur 9. Skjuvtest

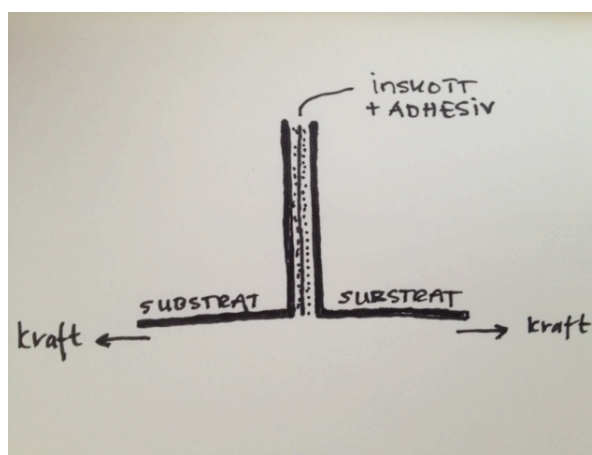
Genom skjuvtest kan ett materials elasticitet och styvhet mätas. Förhållandet mellan mekanisk spänning och deformation beskrivs i hållfasthetsläran med Youngs modul eller E-modulen (elasticitetsmodul), där $E = \text{stress/strain}$ (N/m²). I ett linjediagram beskriver den vertikala linjen materialets elasticitet. Om kurvan fortsätter efter det att maximal töjning skett sker det en permanent deformation av materialet (Wikipedia Elasticitetsmodul 2013). Enligt E-modulen kräver ett styvt material hög last för att deformeras elastiskt, och tvärtom för ett elastiskt material. Det bör ej förväxlas med ett styvt material, som kräver en hög last för att det skall gå av, alltså permanent deformeras.

Eftersom en väv är mer elastisk i varpens riktning görs dragtest i dukens alla riktningar, även i biaxial riktning, för att undersöka stabiliteten. Av praktiska skäl begränsades dragproverna i den här studien enbart till dragprov i varpens riktning, vid lamineringsexperimenten. Skjuvtest utfördes genom sträckning med pålagd last och spänning med instrument *Zwick 4031*. Provresultaten från den här studiens skjuvtest utgår från Krarup Andersen och Niensens artikel att en målning kan dras ut med maximal kraft på 15,4 N/inch innan färgen är utvidgad 0,5 % (färgskiktets sprickgräns). Minimum last en laminering bör klara för att den ej skall dela sig är

1,18 N/cm. 15,4 N/inch omvandlas här till 0,6 N/mm och 1,18 N till 0,118 N/mm. Se resultaten i kapitel 6.1. I skjuvtest får man en indikation på hur styva materialen är i förhållande till varandra. Resultaten visar även skjuvhållfastheten mellan materialen, hur väl de håller samman när de dras parallellt i motsatt riktning. Draghållfasthet mäts med ett annat dragtest, som beskrivs nedan, och är intressant när man undersöker hur bra lamineringsmaterial kan avlägsnas vid en omlaminering.

Återbehandlingsbarhet & avlägsningsförmåga

På grund av dagens konserveringsetik där tillförda material på ett föremål ej bör, eller i så liten mån som möjligt bör, förändra materialets struktur och utseende är det viktigt att laminering av måleri på duk går att avlägsna. För att till exempel färgskiktet ej skall knäckas eller lossna när lamineringsmaterialen avlägsnas är det viktigt att lamineringen lätt kan dras bort. Detta är beroende av adhesivets bindkraft mellan lamineringsmaterial och originalduk. Störst risk för skada vid avlägsning finns på sköra målningar. Därför har avlägsningstest gjorts på lamineringsproverna i studien. Bedömningen är subjektiv och baserades på känslan av hur svårt/lätt lamineringsduk, och inskott strukna med adehesiv, gick att avlägsna för hand. Avlägsningsbarheten av en laminering bör undersökas med ett så kallat T-peel test, se figur 10, för att vetenskapligt kunna påvisa den draghållfastheten som krävs vid en avlägsning.



Figur 10. T-dragtest (draghållfasthetstest)

Fuktpåverkan

Eftersom en målning och dess lamineringsmaterial påverkas av den omgivande miljön och den relativa luftfuktigheten, har studiens fem inskott placerats i en sluten kammare med vatten i botten och en bricka ovanför med inskottsmaterialet på. Glaskammaren placerades på en plats med mycket solljus, som värmden upp klimatet inne i den slutna kammaren så att kondens bildades. Därigenom har det indikativt kunnat påvisas, hur materialen påverkas av en hög luftfuktighet.

Applicering av Plextol D360 i en laminering

Innan bindemedlet appliceras prepareras Plextol D360 med konsistensgivare; Rohagit SD 15 (1,5 %) och ammoniaklösning (25 %). Bindemedlet är lättflyttande, och efter uppsvällning minskar penetreringen in i materialet (Peteus 1985). Rohagit och ammoniak tillförs under omrörning, med fördel används elvisp, tills bindemedlet fått en marängliknande konsistens. Den viskösa konsistensen gör att adhesivet ej penetrerar materialen. Bindemedlet kan appliceras med en tandad spatel och tryckas ut jämnt med en hård borste, eller påföras med en roller (Peteus 1985). Adhesivet kan också påföras en silikonbehandlad plast, där man kan utnyttja ränderna från en spatel för att sedan påföra bindemedlet korsande och få punktfastning (Nyström 1997 s.5). Eftersom Plextol D360 är klabbigt i rumstemperatur, och ansamlar damm, bör man ej vänta för länge mellan applicering på inskott eller på

lamineringsduk, för att undvika en dammig klisterfilm (Allard & Katz 1987 s.2). Alternativt kan man skydda materialen med exempelvis silikonbehandlad Melinex. Silikonbehandlingen gör att bindemedlet ej klibbar fast mot plasten. Genom att förtjocka bindemedlet enligt ovan, kan man minska risken för bindemedlet att penetrera lamineringsduken, som då är i kontakt med den omgivande luften och riskerar samla damm vid förvaring (Nyström Larsson 2003 s.73).

Adhesivets tjocklek

Den mängd adhesiv som behövs beror på målningens storlek och adhesivet bör torka en timme innan nästa lager stryks an (Ketnath 1976 s.5). På grund av den lilla storleken på inskotten; 2x10 cm, rollades Plectol D360 en gång på varje sida i provserie 1. I provserie 2 rollades Plectol D360 i tre lager per sida, för att jämföra en tjockare film med den tunnare och om olika vidhäftning kunde uppnås med bindemedlet ihop med de fem olika inskotten. Plectol D360 och dess vidhäftningsförmåga förklaras mer ingående i kapitel 4.1.2.

4. SYNTETISKA MATERIAL I PROVSEKVIERN

Laminerade målningar kan behöva omlamineras med tiden, när lamineringssmaterialen försvagats. En gammal laminering kan vara svår att avlägsna, särskilt dubbleringar där bindemedlet är fäst mot, eller har penetrerat, originalduken (Peterson 1987). Därför är det viktigt att konservatorn är medveten om hur lamineringssmaterialen; bindemedel och lamineringssduk, påverkar resultatet, hållbarheten och möjligheten till omkonservering av målningen (Anderson 2010). Eftersom det inte finns många syntetiska bindemedel som är utvecklade specifikt för målerikonservering, måste man använda de produkter som redan finns på marknaden och använda sig av de bindemedel som bäst motsvarar den funktion man vill att adhesivet skall fylla vid konserveringen. Polymerer som används till konservering av objekt bör ej förändra eller skada materialet. Konserveringsåtgärder bör hålla många år framåt, därför är polymerernas åldringsegenskaper viktiga att känna till. Konserveringsmaterial behöver ofta ha längre hållbarhet än material tillverkade i kommersiella syften (Horie 1987 s.31). I en artikel av Roche (1996) utvärderas trycksensitiva emulsioner, och han rekommenderar att man vid en konservering bör använda bindemedel som uppfyller fyra krav: ej giftigt, kompatibilitet, reversibilitet och stabilitet. Lamineringssmaterialen bör vara styvare än originalmålningens material för minimera risken för sprickbildning i färgen, skålförmade krackelyrer och bortfall (Krarup Andersen & Nielsen 2012 s.32). Om färgskiktet är styvast kommer det påfrestas och fortsätta brytas ned. Bindkraften mellan lamineringssmaterialen är viktig för lamineringens stabilitet. För låg vidhäftning kan leda till att lamineringen delar sig, enligt Phenix och Hedley (Krarup Andersen & Nielsen 2012 s.40). Olika kombinationer av bindemedel, lamineringssdukar och inskottsmaterial ger lamineringen helt olika resultat, i form av stabilitet, hållfasthet, åldringsegenskaper och återbehandlingsbarhet. I studiens experimentdel, se kapitel 5, används syntetiska lamineringssmaterial vars egenskaper beskrivs nedan.

4.1. Syntetiska polymerer - bindemedel

Det finns både naturliga och syntetiska polymerer. De naturliga kallas för *biopolymerer* och är mycket vanliga i biologiska system, till exempel som proteiner. De syntetiska polymererna kallas för *syntetpolymerer* och har framställts av människan sedan mitten på 1800-talet men framförallt sedan 1900-talet (Nyström Larsson 2003 s.8). Syntetpolymererna framställs vid tillverkning av plast och syntetfibrer och kan finnas i många olika material och brukas inom många olika användningsområden. Materialen karakteriseras av hög hållfasthet, formbarhet och elasticitet (Lundvall 1999 s.135). Syntetpolymerer delas in i tre grupper: termoplast (t.ex. akrylharts), hårdplast och elastomer/gummipolymerer. Plextol D360 tillhör termoplasterna, den största gruppen (ca 80 %), som karakteriseras av linjär eller förgrenad struktur, med benägenhet att flyta ut när de befinner sig i sitt gummitillstånd, alltså över T_g . Vid uppvärmning blir de mjuka och formbara och blir fasta vid nedkylning (Nyström Larsson 2003 s.36).

Polymerisation är en kemisk process, som sker både naturligt och kemiskt vid plastframställning eller syntetisering av polymerer (Lundvall 1999 s.135). Enkla molekyler binds samman till monomerer, som byggs upp av ett antal enklare molekyler i en repeterande kedja. Efter en viss tid blir kedjorna så stora att de får större bindkraft och kan bilda ett fast ämne. *Sampolymerer*, även kallade *kopolymerer*, innehållande olika sorters monomerkedjor, medan homopolymerer enbart består av en sorts repeterande enhet (Nyström Larsson 2003

s.17). Polymerer, särskilt kopolymerer, har ofta en hög molekylvikt eller är tvärbundna. Många kopolymerer används i dispersionsform (Horie 1987 s.31). *Polymerisationsgraden* förändrar adhesivets egenskaper, d.v.s. antalet monomerer som gått åt för att bilda polymerkedjan (Nyström Larsson 2003 s.17). Två typer av samma bindemedel kan därför ha olika egenskaper, beroende på polymerisationsgraden, såsom viskositet i en lösning, flexibilitet, löslighet och glasomvandlingstemperatur. Plextol finns i olika varianter, till exempel Plextol D360 och Plextol B500, och det är därför viktigt att skriva ut exakt vilken typ av adhesiv som används vid en konservering (Bria, Jr. 1986 s.9). *Akryldispersioner* har använts sedan 70-talet, särskilt i Skandinavien, och har vidareutvecklats för lamineringmetoder inom målerikonservering (Krarup Andersen & Nielsen 2012 s.33). Fördelen med akryldispersioner är deras egenskap av att vara icke penetrerande, samt att de är lågt toxiska (Allard & Katz 1987 s.1). Detta nyttjas i den här studiens lamineringsexperiment, se kapitel 5. Polymerer i en *dispersion* kan ha många fördelar vid hantering och applicering, men deras effekt på föremål kan vara oförutsägbar på grund av deras komplexa blandning. När en dispersion torkar tvingas partiklarna samman, för att sammanlänkning av partiklarna skall ske, och bilda en sammanhängande film, måste de flyta in i varandra. *Viskositeten* i en dispersion är helt oberoende av polymerens molekylvikt. En stabil dispersion med låg viskositet kan innehålla upp till 70 % polymerer, en relativt hög procentsats. Polymeren måste vara tillräckligt mjuk för att kunna flyta och därför befinna sig över sin glasomvandlingstemperatur, T_g . Då befinner sig materialet i sitt gummitillstånd och är mjukt och elastiskt. Över T_g är struktur ej lika ordnad som när materialet befinner sig under T_g där polymerernas rörliga delar är frastfrusna (Horie 1987 s.18). Antingen har polymeren ett lågt T_g i sig, eller så tillförs additiv för att sänka T_g . Viskositeten kan således öka med tillsats av vattenlösliga polymerer eller svällas med tillsats av lösningsmedel. Plextol D360, som används i studiens lamineringsexperiment, är flytande i rumstemperatur och svälls med additiver, se kapitel 3 för studiens val av adhesiv i lamineringsproverna och hur Plextol prepareras inför en laminering. Lamineringsproverna utsätts för accelererat åldrande med värme. Processen beskrivs nedan.

4.1.1. Accelererat åldrande med värme

Värme, ljus och syre är faktorer som kan leda till kemiska reaktioner i filmen, och förändrar det syntetiska materialet. När en polymer bryts ned förändras dess funktion och den slutar att fylla sin specifika funktion. Det kan leda till att materialet gulnar, bli sprött, bli svagare eller olösligt, krymper eller blir flytande. Filmen kan även bli smutsig eller reagera med materialet det är i kontakt med, efter en kortare eller längre tid, efter att ha applicerats på ett föremål (Horie 1987 s.31). Solida polymerer är ålderssensitiva. En polymers motståndskraft mot oxidation beror främst på vätereaktionen med de fria radikalerna, i molekylen. I en specifik polymer kan oxidationen påverkas genom att det tertiära kolet i molekylen påverkas. Termisk nedbrytning innebär bearbetning av polymererna med värme. Värme påskyndar oxidationens mekanismer och genom att värma prover i en ventilerande ugn med given temperatur kan man utsätta sina prover för så kallad *thermo-oxidation* (Roche 1996 s.48). Thermo-oxidation är en simulerad nedbrytning som inte riktigt stämmer överens med naturlig nedbrytning, som sker i rumstemperatur och/eller exponering av solljus. När ett lamineringsprov läggs i en ugn, med värme, sker nedbrytning av inskottet inte i kontakt med syre utan istället i kontakt med bindemedlet, lamineringsduken och måleriduken. Av betydelse är då hur vått adhesivet var när det applicerades, och hur det under uppvärmning sprider sig till de andra materialen, samt om uttorkning sker under uppvärmningen. Uttorkning av bindemedel sker över 60° C eller av dess additiver. Vissa adhesiver är mer känsliga för thermo-oxidation än andra. Modifiering av ett bindemedels struktur sker genom oxidation, eller genom uttorkning vid termisk nedbrytning. Det påverkar adhesivets viskoelastiska egenskaperna. Adhesiv som tvärbinder vid thermo-oxidation blir mer olösliga efteråt, på grund av att de fria radikalerna oxideras (Roche 1996

s.51f). I studien används Plextol D360 som adhesiv i lamineringsexperimenten och utsätts för termo-oxidation, men benämns som värmeåldrade prover i dessa kapitel. Se kapitel 5 för studiens exepriment. Adhesivets egenskaper, och hur det används i laminering av måleri på duk, beskrivs nedan.

4.1.2. Plextol D360, lamineringsadhesiv

Adhesiv	T _g	Ph	Förvaring	Aktiveringstemperatur
Plextol D360	-8° C	7,5 -10	10-30° C	43-49° C
Tillverkare/leverantör				
Polymer Latex				
Kemisk data				
Amorf akrylsampolymer, tillverkad genom emulsionspolymerisation; bestående av ca 60 % polymer och 40 % vatten. Produkten innehåller <5 % ammoniak samt biocider (Nyström Larsson 2003 s.73).				
Egenskaper				
Termoplastisk, transparent, hög ljusfasthet/hållbarhet, ej känt att vara hälsovådligt (Nyström Larsson 2003 s.73)				
Användningsområde				
Plextol D360 används vid laminering och kantförstärkning av måleri på textilt underlag (Larsson Nyström 2003 s.73). Plextol D360 är antagligen basen i Lascaux 360 HV (Allard & Katz 1987 s.24).				

Aktiveringstemperaturen är omvandlad till Celsius från 110°-120° Fahrenheit (Bria, Jr. 1986).

Plextol D360 är det bindemedel som använts till studiens lamineringsexperiment för att det är ett vanligt förekommande bindemedel inom konservering av måleri på duk, särskilt i Skandinavien. Plextol D360 har lågt T_g (-8° C) och är klabbigt i rumstemperatur, detta gör bindemedlet trycksensitivt och kan användas vid en kall laminering. Med värme aktiveras bindemedlet vid 43-49° C och med värme kan vidhäftningen förhöjas. Liknande bindstyrka kan frambringas med eller utan värme, men är då beroende av filmens tjocklek; hur många skikt bindemedlet styrkts an materialen (Hawker 1987 s.161). Att använda ett bindemedel som inte är hälsovådligt har varit viktigt vid val av bindemedel i det här studien. Plextol D360 kräver inga toxiska lösningsmedel vid hantering. Adhesivets avlägsningsförmåga var en aspekt vid valet av material, för att man i framtiden med minsta möjliga mekaniska påfrestning ska kunna avlägsna lamineringen. Hawker beskriver Plextol D360 med många fördelar, bland annat: icke toxiskt, har kontrollerbar bindstyrka när det värmeförseglas, kan binda vid låga temperaturer, icke impregnerande och är mycket flexibelt (1987). Egenskaperna stämmer överens med en modern konserveringsetik med minimal förändring av originalmaterialet, eftersom Plextol kan användas i nap-bond metoder kan god avlägsningsbarhet uppnås med detta adhesiv. Dock har stabiliteten hos Plextol D360 diskuterats, se nedan för dess egenskaper.

Plextol D360 är enligt Allard och Katz (1987) troligtvis basen i *Lascaux 360 HV*, vilket har gjorts en del undersökningar på. Enligt tillverkaren lämpar sig Lascaux 360 HV för flexibel applicering och mjuk film samt har god stabilitet. Med olika tjocklek av adhesivet uppnås också olika bindstyrka, men är då beroende av aktiveringstemperaturen; tunnare och tjockare skikt kan få liknande bindkraft om temperaturen höjs vid aktivering av det tunnare (Hawker 1987 s.161). Det finns olika typer av Plextol, till exempel Plextol D360 och Plextol B500. Dessa har olika långa polymerkedjor, se numret efter namnet, som ger adhesivet olika egenskaper: Plextol D500 med högre T_g och styvare i rumstemperatur än Plextol D360 med låg T_g-punkt. Genom att blanda olika Plextol kan egenskaperna anpassas efter syftet. Torkningstiden påverkar också vidhäftningen. Vid en kall laminering kan man med fördel sammanföra materialen innan bindemedelsfilmen torkat helt för bättre vidhäftning (Allard &

Katz 1987 s.1). Allard och Katz undersökte hur bindkraften påverkas när lamineringsmaterialen impregneras med Acryloid B-72 före det att bindemedel påförs. Deras resultat visade att impregnering av originalet ökar lamineringens bindkraft, medan impregnering av lamineringsduken verkar minska bindkraften. I de fall där både lamineringsduken och originalduken impregnerats skapades den starkaste bindkraften. Fördelen att konsolidera färgskiktet med Acryloid B-72 är att adhesivet inte penetrerar till färgskiktet, och när akrylharts används på vax-hartsblandning kommer inte akrylhartsen att mörkna (Allard & Katz 1987 s.1). Katz påvisade efter dragtest och skjuvtest, med Lascaux 360 HV som bindemedel i lamineringar, att impregnering av B-72 skapade starkare bindstyrka vid låg aktiveringstemperatur, och att aktivering med xylene gav den starkaste bindkraften (1985 s.62). Duffy påvisade att Lascaux 360 HV har mycket hög draghållfasthet, något han menar är negativt för återbehandlingsbarheten, särskilt på ett skört konstverk (1989 s.74). Katz skriver att bindkraften hos Lascaux 360 HV kan öka med tiden, och att adhesivet ej har tillräcklig bindstyrka att kunna stabilisera ett grovt krackelerat eller deformerat måleri. Katz hänvisar till Lodge och Albano som påvisade att Lascaux 360 HV dock har godtagbar bindkraft. Duffy påvisade ett par dåliga åldringsegenskaper hos adhesivet, såsom missfärgning och ökande styrka. Nyström Larsson (2003 s.73) skriver att Plextol D360 vid mörkeråldring kan avge produkten n-butanol och att etansyra (ättiksyra), metanol, toluen och xylen kan avges vid ljusexponering.

4.1.3. Syntetiska dukar & egenskaper som kan nyttjas vid laminering

De syntetiska fibrerna framställs på kemisk väg, genom att råmaterial som stenkolk, petroleum, salt, kalksten och naturgas bryts ned till enkla kemiska föreningar. Framställningen av syntetiska polymerer beskrivs i kapitel 3.1. Syntetfibrerna indelas i tre grupper; *polyamid*: nylon, *polyakryl*: Dralon, Orlon och *polyester*: Dracon, Terylene. *Poly-* är en förstavelse, ett ord som kommer från grekiskans *polus*, som betyder många. Således består polyamidens molekyler av många amidgrupper. Syntetfibrerna kan både vara framställda som långa filament, heldragna, eller vara avskurna längder. 1938 framställdes den första syntetfibern nylon, som är ett av många handelsnamn på syntetfibrer (Lundwall 1999 s.135). Syntetfibrer har påvisats vara mindre benägna att deformeras än naturfibrer (Berger & Zeliger 1987 s.49). Deras goda hållbarhet och styvhet kan nyttjas vid laminering av måleri på duk. Fibrerna är resistent mot mikroorganismer och tar mycket lite eller inte alls upp fukt. Fibrerna, förutom nylon, tål ljus bättre än naturliga fibrer (Lundwall 1999 s.135). Det kan vara en god idé att använda sig av ett UV-beständigt material vid val av stödduk och inskottsmaterial om ljus tränger igenom hål och sprickor i färgskiktet, eftersom UV-strålar bryter ned underlag av till exempel linne. Genom att belysa målningen från framsidan ser man hur mycket av ljusstrålarna som tränger igenom till baksidan (Bernsted 1990 s.106).

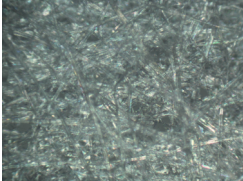
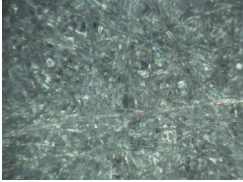
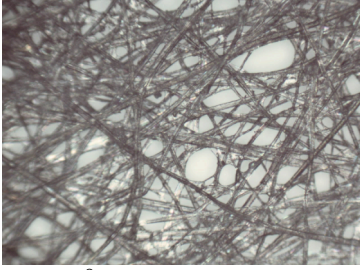
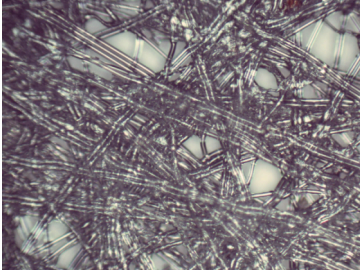

I en enkätundersökning, gjord av Young och Jardine (2012), tillfrågades konservatorer vilka egenskaper en stödduk bör ha, varav 50 % ville att materialet ska efterlikna linneväv både estetiskt och kinetiskt, ha goda hanteringsegenskaper, dimensionell stabilitet och påverkas minimalt av vatten. Utifrån kundens efterfrågan var ett "sympatiskt utseende" av materialet viktigt. Näst viktigast var att använda sig av ett styvt material som klarade att stabilisera krafterna från skålformade krackelyrer och revor. Inskottsmaterialet önskades vara tunt men styvt (2012 s.1). Utifrån studier av tunga målningar, och målningar i stora format, kom man fram till att laminering med BEVA 371 och glasfiberduk hade lägst risk för plastiskt deformation (Berger & Zeliger 1987 s.49). Ett lamineringsmaterial som är stelt och styvt efterliknar mer ett måleri på duk än en elastisk och flexibel textil, på grund av att färgskiktet och grunderingen i en målning gör linneväven stel (Berger & Zeliger 1974 s.20-21). Bernsted fastställde, utefter studier av Hedley och Villers (1990 s.107), att monofilament polyesterduk fungerar bra som stödduk på måleri på duk, då det har god styvhet i alla riktningar; varpens,

väftens och i diagonalens riktning. I Young och Jardine (2012) utvärderade syntetiska vävar, traditionella linnedukar och icke vävda (*non-woven*) material. Experimenten påvisade att de tre styvaste dukarna var Fine Ulster Linen, 1202 Cotton Duck och Kevlar. De starkaste materialen för att hålla ned revor i målningens underlag var Cardboard, Sailcloth, Carbotex 03-120 CF och 1202 Cotton Duck. Egenskaperna hos *Lascaux polyester fabric P110 2004* (som används i experimentet i den här studien, se kapitel 5) visade att materialet har god draperingskänsla; *drape coefficient*. I övriga tester hade polyesterduken medelvärden (2012). Spänningstester, utförda på nya dukar och arkivmaterial, biaxialt och uniaxialt i väftens och varpens riktning, påvisade samma form och funktion för materialen linne, bomull, äldre lösa lamineringar, spikade kanter, polyester sailcloth och polyester monofilament, vilka, i diagram fick liknande kurvor (Stoner & Rushfield 2012 s.118). Styva material används ofta i lamineringar för att stabilisera en skadad målning. I nästa kapitel beskrivs de metoder som utförts i den här studien för att påvisa stabiliteten och avlägsnbarheten hos lamineringsproverna i kapitel 5.

5. LAMINERINGSEXPERIMENT & METOD

Fem inskottsmaterial användes till lamineringsproverna, se tabell 1; japanpapper i tre vikter, Holytex och läskpapper. Samma typ av bindemedel (Plextol D360), stödduk i polyester och konstnärsduk i linne användes till samtliga lamineringsprover, se tabell 2. Hur Plextol D360 preparerades inför lamineringsproverna beskrivs i kapitel 3.

TABELL 1. Inskottsmaterial som har använts i studien

MATERIAL	STRUKTUR/FOTO	EGENSKAPER
Japanpapper	 <p>10 g/m²</p>  <p>19 g/m²</p>  <p>30 g/m²</p>	<p>Japanpapperet är tillverkat av Kozofibrer, från den vita barken på japanska trädet Nasu kozo. Fibrerna är långa (omkring 12 mm), starka och har fin struktur (Barrett s.136). Olika tjocklek ger pappret olika vikt.</p> <p>Vikt: 10 g/m², 19 g/m², 30 g/m²</p>
Holytex		<p>Holytex dunn från Lascaux. Syntetiska fibrer av 100% polyester, i en icke vävd struktur. Materialet är stabilt både vått och varmt. Släpper inte igenom vatten och är resistent mot lösningsmedel. Passar som stödmaterial och för att pressa och dra upp papper. Samt är universellt hållbar (GMW 2013).</p> <p>Vikt: 31 g/m²</p>
Läskpapper		<p>Pappret är tjockt, mycket poröst och innehåller ej limmer (Wikipedia, Läskpapper 2013). Suger upp mycket fukt, används inom konservering för många olika metoder.</p> <p>Vikt: ej känd</p>

TABELL 2. Sekundära lamineringsmaterial som använts i studien

Konstnärsduk		Linneväv, limpreparerad och vitgrunderad.
Lascaux Polyester Fabric P110		Fin väv struktur, 100 % polyester. Liknar linneduk estetiskt, med vit väft och beige varp. Styvare och mindre elastisk än linne. God draperingsförmåga (Young & Jardine 2002). Används som stödduk för laminering inom målerikonservering Vikt: 210 g/m ²
Plextol D360		Amorf akrylsampolymer. Termoplastiskt, transparent, hög ljushållfasthet, ej känt hälsovådligt. Används vid laminering och kantförstärkning inom målerikonservering (Nyström Larsson 2003). Tg: -8° C Aktiveringstemp. 43-49° C

Tillverkning av lamineringsprover

Två provserier tillverkades, 1 och 2. För att simulera en originalmålning användes en fabrikspreparerad linneduk. I båda provserierna klipptes konstnärsduken och lamineringsduken efter dukarnas trådrak. Tio provdelar tillverkades till varje inskott, fem i varpens riktning och fem i väftens riktning, se bild på några prover i figur 11. Detta för att stabiliteten är olika i de två riktningarna. Svälld Plextol D360 (se kapitel 3 och bilaga 2) applicerades på varje sida om inskottsmaterialen. Adhesivet ströks på i olika många lager i serie 1 och 2 för att uppnå olika bindemedelsstyrka, som delvis beror på tjockleken av bindemedlet, se kapitel 4.1.2. I provbitar som utfördes utan inskott ströks bindemedlet på tre olika sätt: med lim på båda dukarna, med lim på bara lamineringsduken samt med lim på bara konstnärsduken. I provserie 1 tillverkades i 2 x 18 cm stora bitar, med ett inskott som var 10 cm långt och konstnärsduken behölls i omålat skick. Inskotten ströks med ett skikt Plextol D360. För att efterlikna ett styvt måleri målades konstnärsduken med ett pastost lager akrylfärg, i provserie 2. Detta för att kunna undersöka vidhäftning och stabilitet på en styvare målning. Ett sätt att göra lamineringen styvare testades serie 2 med inskott av läskpapper, tjockaste japanpappret och Holytex. I provserie 2 var inskotten 15 cm långa. Inskotten ströks med tre skikt Plextol D360, för att uppnå starkare bindning mellan materialen. Lamineringsproverna laminerrades på Mitkas lågtrycksbord från 2004. Bordet mäter tryck i H₂O/cm. Samtliga lamineringsprover pressades med 50 H₂O/cm, samma som 50 millibar. Värmen på bordets yta, mätt ovanpå lamineringsproverna, uppgick till 43-49° C, som är aktiveringspunkten för Plextol D360. Nedan beskrivs lamineringsmaterialens ordning i proverna:

Med inskott: polyesterväv + Plextol D360 + inskott + Plextol D360 + konstnärsduk

Utan inskott: polyesterväv + Plextol D360 + konstnärsduk

Lamineringsproverna särskiljs genom förkortning, förklaras i tabell 3. För att simulera ett åldrat laminerat måleri lades provbitarna från provserie 1 i klimatskåp med konstant temperatur (60° C) för att utföra accelererat åldrande under fyra veckor (ca 670 timmar). Därefter utfördes skjuvtest, styvhetstest och test av avlägsningsförmågan på de båda provserierna, se kapitel 3.



figur 11. Lamineringsprover från serie 1

TABELL 3. Förkortningar på lamineringsprover, samt materialen

FÖRKORTNING	MATERIAL	FIBER	VIKT	serie 1	serie 2
K1	Japanpapper	Kozo	10 g/m ²	x	
K2	Japanpapper	Kozo	19 g/m ²	x	
K3	Japanpapper	Kozo	30 g/m ²	x	x
H	Holytex	Polyester	31 g/m ²	x	x
2H	Holytex (2 limskikt)	Polyester	31 g/m ²	x	
P	Läskpapper	Cellulosa	-		x
U1	Lim på båda dukarna	-	-	x	x
U2	Lim på lamineringsduk	-	-	x	x
U3	Lim på konstnärssduken	-	-	x	x

5.2. Skjuvtest, styvhetstest, avlägsningsbarhetstest & fuktpåverkan

Lamineringsproverna, beskrivna ovan, utsattes för fyra olika tester: skjuvtest, styvhetstest, avlägsningsbarhetstest och fuktpåverkan (av enbart inskotten). Metoderna beskrivs första gången i kapitel 3 och utförandet under fyra rubriker nedan. Provresultaten beskrivs i nästa kapitel.

Skjuvtest

Proverna nedan drogs med instrumentet Zwick 4031 genom skjuvning, som mäter spänningen med pålagd last N/mm. Proverna klämdes fast i instrumentet, i stödduken i ena änden och konstnärsduken i den andra, se figur 12. Inskotten i serie 1 var 10 cm långa och i serie 2 var de 15 cm långa. Resultatet från prov P måste därför divideras med 1,5 för att kunna jämföras med proverna i serie 1.

Provserie 1: K1, K2, K3 (x2), H, 2H och U2

Provserie 2: P

Grundlast: 0,5 N/mm

Hastighet: 5 mm/minut



Figur 12. Skjuvtest av lamineringsprov med Zwick 4031

Styvhet och mekanisk påfrestning

Lamineringsproverna böjdes och veks för att undersöka hur materialen skulle kunna reagera på mekanisk påverkan. Bedömningen var i det här fallet subjektiv, där styvhet respektive flexibilitet för de olika lamineringsproverna jämfördes i förhållande till varandra. I samband med detta iaktogs hur materialen påverkades av mekanisk påfrestning, som kan jämföras med hantering eller uppspanning av en laminerad målning.

Avlägsningsförmåga

För att kunna testa avlägsningsbarheten lades lamineringsproverna med konstnärsduken med den bemålade ytan nådåt mot underlaget. Därefter prövades de olika lamineringsmaterialen, stödduk och inskott, att dras bort utan att försöka påverka konstnärsduken, eller originalmålningen i ett verkligt fall, allt för mycket. Avlägsning av lamineringsmaterialen utfördes uppåt och i sidled.

Fuktpåverkan i slutna kammare

För att ge en indikation på hur hygroskopiska eller fuktkänsliga inskottsmaterialen var placerades fem prover av varje material, á 2 x 4 cm, i en sluten kammare, en glasburk med vatten i botten med proverna på en bricka över, under sju dygn. Samtliga prover var applicerade med Plextol D360 för att efterlikna hur materialen är behandlade i en laminering.

6. RESULTAT

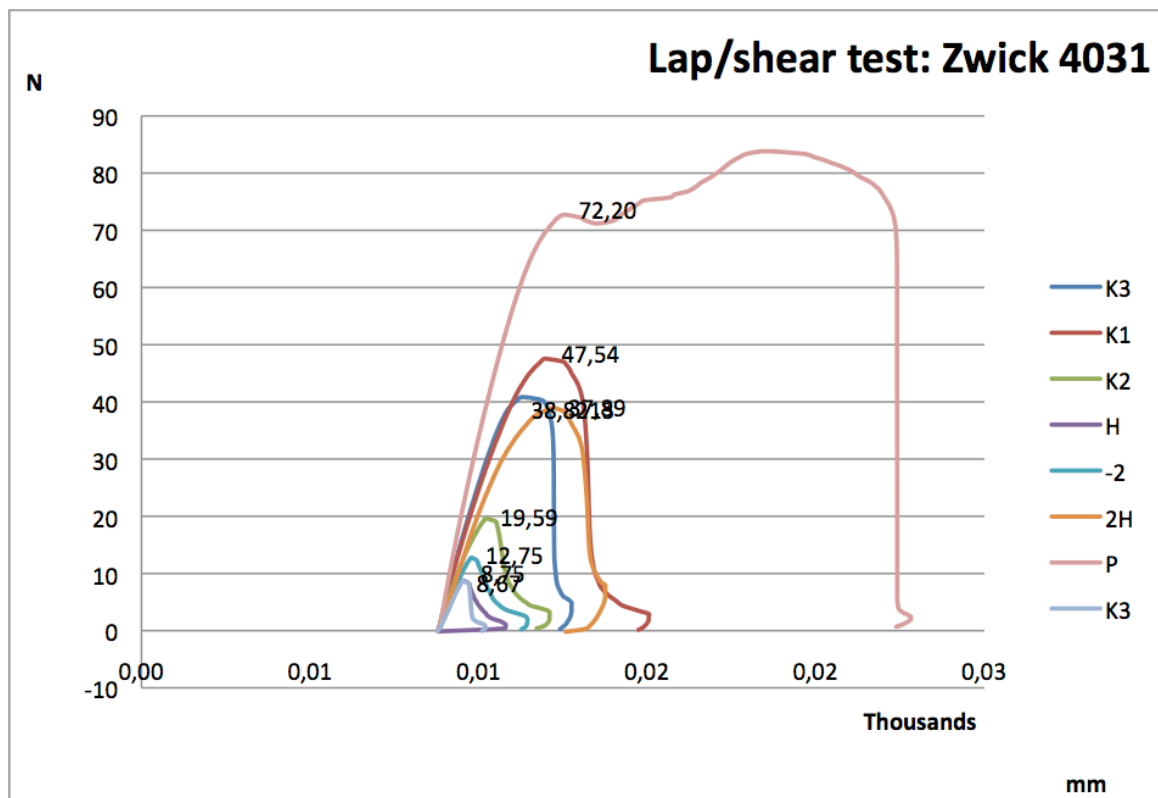
6.1. Skjuvtest

Stabilitet

Lamineringsproverna, med olika inskott, uppvisade olika skjuvhållfasthet och stabilitet samt olika styvhet efter utförda skjuvtester, se tabell 4 och figur 1. Proverna med olika tjocka Plextol D360-skikt uppvisade också olika stabilitet och styvhet. Laminering med tre lager Plextol och inskott av läskpapp, i serie 2, var det prov som hade bäst skjuvhållfasthet. Det hade en lång deformationskurva, vilket inga andra prov hade, och var därför det minst plastiska lamineringsprovet. Provet var längre än proverna i serie 1, 1/3 längre. För att kunna jämföra resultaten divideras därför resultatet med 1,5, se tabell 4. Provet med det tunnaste japanpappret, med ett lager värmeåldrad Plextol D360, hade starkast skjuvhållfasthet och brast vid 47 N. Två K3-prover drogs. Det ena hade en brottgräns på omkring 38 N och var näst bästa skjuvhållfastheten och det andra hade lägst skjuvhållfasthet, med brottgräns vid ca 8 N. K2 klarade upp till cirka 20 N innan bindningen brast. Provet med Holytex klarade en last på upp till cirka 13 N, medan provet med två limlager och Holytex var starkare och brast vid cirka 38 N. Prover med fler lager lim hade alltså starkare vidhäftning mellan materialen än de med enbart ett skikt. Prov U2, med lim enbart på stödduken, hade mycket låg vidhäftning och klarade en last upp till 8,7 N.

Styvhet

Skjuvtesterna påvisade att materialen hade liknande styvhet, dock med variabler. 2H påvisade mer elasticitet än resterande prover och prov P hade en lång deformationskurva.



Figur 13. Linjediagram från skjuvtest (-2 = U2)

TABELL 4: Skjuvtest, sammanställda resultat

Prov 1	Elasticitetsgräns	Styvhet
K1	47 N	K1, K3 liknande styvhet. Styvare än 2H, U2 & K2
K2	19,6 N	Medel
K3 K3	40 N 8,7 N	K1, K3 liknande styvhet. Styvare än 2H, U2 & K2
H 2H	8,7 N 38,9 N	H medel 2H minst styv
U2	12,2 N	Testades ej
P (Prov 2)	72,2 N (jfr 48,1 N)	Medel

6.2. Styvhetstest & mekanisk påfrestning

Styvhetstest utfördes på lamineringsserie 1. Samtliga prover påvisade relativt liknande flexibilitet med små skillnader. Inskotten har ordnats efter styvhet, med det styvaste först och det mest flexibla sist: U3, K3, K2, 2H, K1, H, U2/U1

Samtliga prov, förutom U1, i provserie 1, var känsliga för böjning med resultat att vidhäftningen mellan lamineringsserierna delvis brast. Laminering med inskottet Holytex påvisade mest flexibilitet och var lättast att böja. Laminering med inskott av det tjockaste japanpappret, 30 g/m², var styvast. Proverna från serie 2 med tre adhesivskikt uppvisade bättre vidhäftning än serie 1. Inskott och lamineringsduk lossnade ej vid böjning av proverna, med undantag för lamineringarna med läskpapp som inskott där lamineringsduken lossnade något vid böjning. För samtliga resultat, både från böjningstest och skjuvtest, se tabell 5.

TABELL 5: Styvhetstest, sammanställda resultat

Prov 1	Böjbarhet	Styvhet
K1	Mindre flexibel än 2H, mer flexibel än K2 och K3	K1, K3 liknande styvhet, styvare än 2H, U2 & K2
K2	Mindre flexibel än K1, 2H	Medel
K3	Mindre flexibel än K2, K1, H och 2H	Se K1
H 2H	H var mer flexibel än 2H med två lager Plextol D360 per sida. H var mer flexibel än K1, K2, K3 och 2H	H medel 2H minst styv
U1	Mycket flexibla	Testades ej
U2	Mycket flexibla	Medel
U3	Flexibelt	Testades ej

6.3. Avlägsningsbarhetstest

Avlägsningsförmågan utfördes med målerisidan vänd mot underlaget och lamineringsmaterialet drogs bort i sidled. Bedömningen är subjektiv och utifrån känslan av hur mycket eller liten kraft som krävdes för att avlägsna materialet. I tabell 6 beskrivs resultaten för varje prov samt i löpande text nedan.

TABELL 6. Avlägsningstest, sammanställda resultat

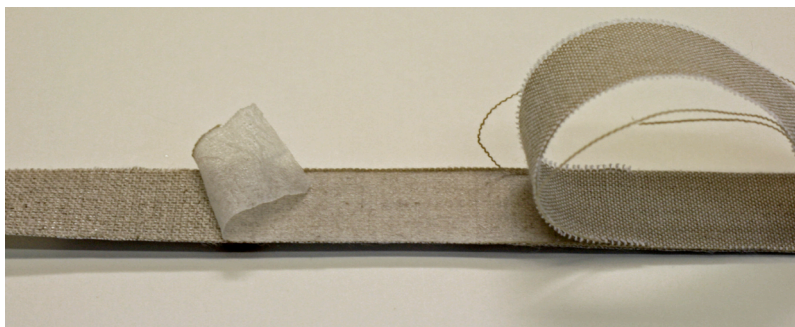
INSKOTTETS TYP	RESULTAT PROVSERIE 1 och 2
K1	1. Mycket svårt att avlägsna inskottet, vilket revs sönder när det drogs av. Lamineringsduken var lätt att avlägsna.
K2	1. Relativt stark vidhäftning mot konstnärsduken, något svårare att avlägsna än K3 och lättare att avlägsna än K1. Lamineringsduken lossnade lättare än inskottet.
K3	1. Lamineringsduken lossande lätt, inskottet satt fast starkare mot konstnärsduken men var lätt att avlägsna.
	2. Svårare att avlägsna än proverna i serie 1. Relativt stark vidhäftning mot konstnärsduken. Inskottet följde med lamineringsduken bort.
H	1. Mycket lätt att avlägsna inskottet, lamineringsduken lossade ännu lättare, nästan som att lyfta av
	2. Svår att avlägsna, lamineringsduken var lättare att avlägsna än inskottet. Inskottet följde med bort i ett av proverna.
2H	1. Relativt lätt att avlägsna
P	2. Ganska lätt att avlägsna, inskottet delade sig och det översta skiktet på läskpappen följde med lamineringsduken bort, med mycket av pappret kvar på konstnärsduken.
U1	1. Mycket svårt att avlägsna. Lim kvar på konstnärsduken.
	2. Mycket svårt att avlägsna. Lim kvar på konstnärsduken.
U2	1. Mycket lätt att avlägsna.
	2. Svårare att avlägsna än serie 1, provet var styvare än de andra och kan därför verka lättare att avlägsna, med en del kraft behövdes och på skörare material kan detta ge mekanisk påverkan.
U3	1. Mycket lätt att avlägsna. Lim kvar på konstnärsduken.
	2. Lätt att avlägsna. Lim kvar på konstnärsduken.

Laminering utan inskott

Laminering utan inskott med Plextol D360 på båda dukarna var starkt vidhäftande och svårast att avlägsna. Laminering utan inskott med lim på konstnärsduken eller lamineringsduken var båda lätta att avlägsna. Det var lättare att avlägsna lamineringsduken där Plextol D360 var applicerats på konstnärsduken än tvärtom. Med adhesiv på lamineringsduken var det relativt trögt att dra av lamineringsduken i provserie 2 med tre lager adhesiv.

Laminering med inskott, tunn värmeåldrad Plextol-film

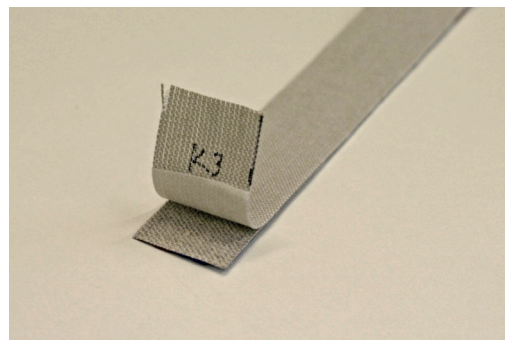
Inskott av Holytex var det lättaste inskottet att avlägsna och gick mycket lätt att dra bort. Proverna med inskott av det tunnaste japanpappret var svårast att avlägsna. Där revs inskottet sönder vid avlägsningen. Med etanol löste sig filmen och inskottet var lättare att avlägsna i ett helt stycke, men var tidskrävande. De två andra japanpappren var också starkt vidhäftade mot konstnärsduken, men gick att dra av i hela stycken; K3 var lättare att avlägsna än K2. Rester av Plextol kunde ej upptäckas under mikroskop efter att inskottet avlägsnats. Lamineringsduken i samtliga prover lossnade lätt, se figur 14.



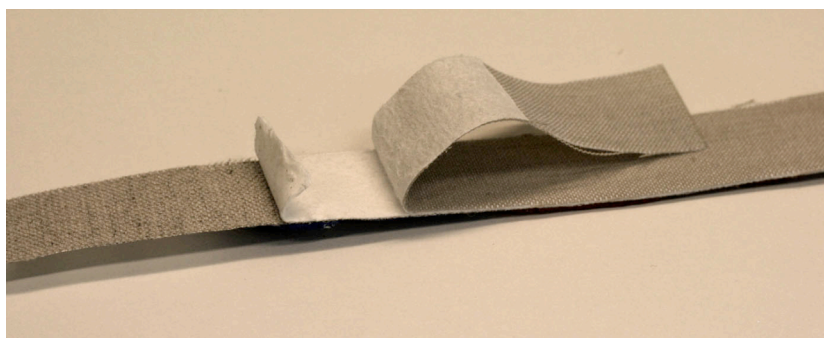
Figur 14. Lamineringsduk lossnar, inskott sitter kvar på konstnärsduk

Laminering med inskott, tjockare & icke åldrad Plextol-film

Inskott av läskpapp drogs bort lätt. Pappret delade sig och översta pappersskiktet följde med lamineringsduken när den drogs bort, men det mesta av pappret satt kvar på konstnärsduken, se figur 16. Holytex som inskott var relativt svårt att avlägsna. I ett av proverna följde inskottet med lamineringsduken. Inskott av K3-pappret var relativt svårt att avlägsna, och svårare att avlägsna än i provserie 1 med samma inskott. Inskotten följde med lamineringsduken, se figur 15.



Figur 15. Inskott följer med lamineringsduk vid avlägsning



Figur 16. Läskpappret delar sig vid avlägsning

Plextol-rester och dess avlägsningsbarhet

På proven U1 och U3 fanns lim kvar på konstnärsduken, där Plextol strukits på konstnärsduken. Plextolresterna avlägsnades med etanol och mekaniskt med skalpell. Likaså löstes prov K1 med etanol för att lösa och avlägsna inskottet, se bilder i bilaga 3. Det var mycket svårt att lösa bort med etanol och det krävdes rikligt med etanol i flera omgångar. Det klubbiga adhesivet på lamineringsprov 2 och 3 tog lång tid att avlägsna med enbart etanol. Plextol-filmen i provserie 1 var värmeåldrade prover och klubbade inte. Plextolen blev mindre klubbig efter en viss tids åldrande. Mekanisk borttagning nötte mycket på linneväven, så att trådarna och fibrerna bröts, se bilaga 3.

6.4. Fuktpåverkan

Efter att inskottsmaterialen hade utsatts för hög luftfuktighet, i fuktkammaren under en veckas tid, iaktogs följande:

- Läskpappren hade förändringar i form av bubblor på ytan.
- Japanpappren och Holytex uppvisade en glansigare yta efter befuktning.

7. DISKUSSION & SLUTSATSER

Diskussion

Litteraturstudien har kunnat besvara i vilka sammanhang inskott används och vilken funktion inskottet har i en laminering av måleri på duk. De vanligaste anledningarna att använda ett inskott är för att göra lamineringen lättare att avlägsna, att förhindra vävavtryck i färgskiktet och att tillföra lamineringen mer styvhet (Ackroyd *et.al.* 2002 s.1). Inskott kan också användas för att öka vidhäftningen mellan lamineringsmaterialen och därigenom uppnå bättre stabilitet än om bara en stödduk används (Berger & Zeliger 1993. Ackroyd *et.al.* 2002). Inskottet bör vara av icke vävd struktur för att minska risken för att vävstrukturen från dukarna skall bli synlig i färgskiktet, vilket finns risk för när målningar lamineras under högt tryck. Inskott kan också fungera som en vattenbarriär från målningens baksida. (Krarup Anderson & Nielsen 2012 s.18). Material som kan användas är bland annat non-woven polyester, japanpapper (kozopapper) Mylar, sailcloth, Promatco, fiberglas, nylon, silke och olika typer av papp (Villers 2004 s.162). I vissa fall används dubbla stöddukar istället för ett inskott (Nicolaus 2001 s.121ff).

Enligt studiens tester varierar vidhäftningen och stabiliteten mellan lamineringsmaterialen beroende på inskottets fibertyp och vikt/cm². Utförda skjuvtester har påvisat att bindemedlets tjocklek har betydelse för hållfastheten i skjuvtesten liksom för styvheten. Resultaten från skjuvtesten påvisade att lamineringsproverna hade olika stabilitet vid sträckning med pålagd last och kommer därför ha olika stabilitet när lamineringar av sådana material spänns upp på ram. Genom skjuvtesten gavs även indikationer på materialens styvhet i jämförelse med varandra. Sammanlagt drogs åtta prover, varav två K3-prover och ett vardera av K1, K2, H, 2H och U2 från serie 1, samt ett P-prov från serie 2. Det ena K3-provet klarade högre last än det andra, vilket kan tyda på eventuell felmarginal vid appliceringen av Plextol D360. Om fler skjuvtester görs med 30 grams japanpapper kan vidare fastställas om det har god eller dålig stabilitet i en laminering. Pappret som är tjockare än de två andra japanpappren kan ha absorberat mer Plextol i det ena provet, vilket kan vara en orsak till bristande vidhäftning i det fallet. För att undvika det skulle en tjockare Plextol-film kunna appliceras, för att därigenom uppnå starkare skjuvhållfasthet och således bättre lamineringsstabilitet. Studiens skjuvtest har påvisat att inskotten tillförde starkare skjuvhållfasthet och draghållfasthet jämfört med laminering med lim på enbart stödduken, som klarade en last på ca 12 N. Det ena K3-provet och H-provet hade lägst skjuvhållfasthet och klarade en last upp till 8,7 N. Inskottsmaterialet läskpapper med icke åldrad film klarade högst last, cirka 54 N. Detta prov hade en lång deformationskurva, vilket tyder på hög flexibilitet i lamineringen. Det andra K3-provet, K1-provet och 2H-provet klarade relativt hög last, och hade alltså en relativt stark skjuvhållfasthet. Samtliga prover hade starkare skjuvhållfasthet än 0,06 N/mm, den sträckning en målning klarar innan färgskiktet spricker enligt Krarup Andersen & Nielsen (2012). När proverna med Holytex som inskott och med olika tjock bindemedelsfilm jämförs, visade prov 2H att en tjockare film ger bättre skjuvhållfasthet, men mindre styvhet, se styvhetstest på nästa sida. Laminering utan stödduk, med lim enbart på stödduken, påvisade sämre skjuvhållfasthet än lamineringsprover med inskott. Studien har därför kunnat påvisa att ett inskott kan öka skjuvhållfastheten i en laminering med inskottsmaterialen och Plextol D360 som bindemedel.

Lamineringsprovet med läskpapper hade en tjockare Plextol-film, som ej var värmeåldrad, därför kan detta prov vara svårt att jämföra med resterande prover. Likaså var provserie 2 bemålad med akrylfärg på konstnärsduken, varför materialets styvhet har påverkat resultaten. Prover med läskpapper bör utföras med obemålad konstnärsduk för att proverna skall kunna jämföras bättre.

Genom skjuvtesten gavs även indikationer på materialens styvhet i jämförelse med varandra. Styvheten var liknande i samtliga prover och förhållandevis styva enligt skjuvtesten, medan de kändes flexibla vid böjningstesten. 2H-provet utmärkte sig i skjuvtesten, som nämns ovan. En tjockare Plextol-film på 2H-provet, kan ha varit anledningen till att lamineringen var mindre styv än de andra med enbart ett limskikt. Den lägre styvheten skulle kunna relateras både till flexibiliteten hos Plextol D360 och till smidigheten av det syntetiska polyester materialet Holytex. Läskpappret var det tjockaste pappret som testades i studien, för att öka lamineringstyvheten, vilket tycks ha varit fallet enligt skjuvtestet. Vid böjningstester höll materialen i provserie 2 samman bäst, medan proverna i serie 1 delade sig när de böjdes. Detta är något jag anser tyder på att en tjockare Plextol-film, ihop men studiens lamineringsmaterial, ger en starkare vidhäftning, se nästa stycke. Det kan även ha berott på att Plextol D360 i serie 1 blivit uttorkad av värmeåldring, se ovan. Om fukt fanns med vid åldring och dragtester skulle resultaten bli annorlunda.

Provresultaten från avlägsningstesten påvisade att en tjockare och icke åldrad Plextol D360-film var svårare att avlägsna än en tunn värmeåldrad film och hade en starkare vidhäftning mellan materialen. Plextol D360 var mindre klabbig efter termo-oxidation av proverna. Detta kan även styrkas utifrån källor att uttorkning av syntetpolymerer sker genom värmeåldring (Roche 1996 s.51f). Därför är det troligt att även den tjockare filmen skulle ha torkat om provserie 2 hade värmeåldrats. Eftersom värmeåldring inte utfördes var det svårt att jämföra de två provseriernas draghållfasthet. Inskottens funktion tycktes ändå ha vissa likheter i de två provserierna. Svåraste inskottet att avlägsna var det tunnaste japanpappret, 10 g/m², i både serie 1 och 2, vilket kan ha berott på att adhesivet penetrerat det tunna pappret och en starkare vidhäftning kan ha skapats därigenom. Efter lösning med etanol släppte inskottet från konstnärsduken bättre. Lösningsmedel rekommenderas ej då målningens struktur kan ta skada av detta, särskilt vid upprepning (Krarup Andersen & Nielsen 2012). Lättast att avlägsna, i serie 1, var K3-provet (kozopapper 30 g/m²), även H var relativt lätt att avlägsna. Både H och K3 var svårare att avlägsna i serie 2, med tjockare och färsk film, vilket antingen kan tyda på att en tjock och/eller färsk film har starkare vidhäftningsförmåga än en tunn åldrad. Om skillnaden mellan provserierna beror på tjockleken av adhesivet eller på inskottsmaterialet är här svår att påvisa, eventuellt är det en kombination. Lamineringsprov med läskpapper värmeåldrades ej, men kunde avlägsnas lätt, vilket skulle kunna bero på att adhesivet har penetrerat det tjocka och prösa pappret. Läskpappret delade sig vid avlägsning, något som Krarup Andersen och Nielsen (2012) menar är en fördel vid omkonservering av en laminering, men pappret var relativt lätt att avlägsna från konstnärsduken även när det drogs bort i ett stycke. Konstnärsduken i provet var bemålad med akrylfärg, och var därför styvare, vilket kan ha påverkat känslan av hur mycket konstnärsduken påverkades av att materialet drogs bort. Att stryka Plextol D360 direkt på konstnärsduken rekommenderas ej efter den här studiens tester, på grund av att filmen var svår att avlägsna, både mekaniskt och med Lösningsmedel. För god avlägsningsförmåga rekommenderas, utifrån resultaten ovan, att ett papper av minsta vikt på 30 g/m² bör användas som inskott, eftersom de två tunnare japanpappren i lamineringsproverna var svåra att dra bort. Jämfört med laminering med enbart stödduk och laminering med inskott, har testerna påvisat att inskottet kan öka draghållfastheten när bindemedel enbart stryks an konstnärsduken eller stödduken. Med lim på båda dukarna skapades den allra starkaste vidhäftningen mellan materialen, vilka blev mycket svåra att dela. En metod som ej rekommenderas utifrån den svåra avlägsningsbarheten.

Resultaten från fukttestet gav en indikation på synlig förändring av materialens ytkaraktär. På läskpappret uppstod synliga bubblor på ytan, vilket tyder på att dess struktur förändras av ett fuktigt klimat. Läskpapper, som var tjockast av de fem inskottsmaterialen, används för att suga upp fukt i andra konserveringssammanhang, därför är det kanske inte ett ultimatummaterial i lamineringssyfte. Japanpappren och Holytex fick alla en glansigare yta. Man kan därför konstatera att inskotten kommer att påverkas av fuktiga miljöer och att ett poröst material tenderar att deformeras. Det är viktigt att man är medveten om inskottet är hygroskopiskt eller ej, för att undvika att fukt samlas i lamineringen, något kan leda till fuktskador på en laminerad målning, såsom estetisk förändring av en originalmålning, bristande vidhäftning till lamineringsmaterialet, deformationer eller mikrobiella angrepp (Krarup Andersen & Nielsen).

Slutsatser

Enligt studiens tester varierar vidhäftningen och stabiliteten mellan lamineringsmaterialen, beroende på inskottets fibertyp och vikt/cm². Testerna har även påvisat att för att uppnå stark skjuvhållfasthet, styvhet och god avlägsningsbarhet är följande faktorer av vikt: tjockleken på det adhesiv som stryks an inskottet liksom typen av inskottsmaterial samt om inskott har använts eller enbart stödduk. Ett tunt japanpapper (10 g/m²) har i det här fallet påvisats kunna skapa stark skjuvhållfasthet men med sämre avlägsningsbarhet till följd. Samt att ett tjockt inskottsmaterial (från 30 g/m² och över) är beroende av en tjockare bindemedelsfilm för att kunna uppnå en stark skjuvhållfasthet mellan lamineringsmaterialen, samtidigt som materialen lättare kan avlägsnas, än ett tunnare japanpapper. Ett syntetiskt inskott fick i studiens tester stark skjuvhållfasthet med minst två strykningar Plextol D360, men lamineringen blev då mindre styv. Naturliga fibrer, japanpapper i det här fallet, har påvisats kunna ge stark skjuvhållfasthet, god styvhet samt bra avlägsningsmöjlighet. En tjockare icke åldrad Plextol D360-film har påvisats ha bättre vidhäftning mellan materialen än en tunn värmeåldrad film.

Denna studie bör ses som en pilotstudie och fler skjuvtester bör utföras för att göra studien komplett. Fler tester bör utföras i samband med fluktuerande relativ luftfuktighet både vid accelererat åldrande och vid dragtester för att få verklighetstroga resultat. Detta eftersom laminerade målningar påverkas av omgivande luftfuktighet i verkligheten. För att undersöka själva inskottsmaterialens styvhet kan även dragtester utföras på materialen utan att de är i en laminering, och därigenom påvisa materialens unika egenskaper. Det krävs att skjuvtest utförs i både varpens och väftens riktning, samt biaxialt, för att efterlikna underlaget i ett måleri, samt i motsatt fiberriktning när det gäller inskottsmaterialen.

8. SAMMANFATTNING

Syftet med studien var att undersöka funktionen av fem olika material då de användes som inskott i en laminering. Uppsatsen består av två delar. Den första beskriver hur ett måleri på duk är uppbyggt, och hur det bryts ned, för att ge en bakgrund till varför målningar lamineras och vad inskottet har för funktion. En kort lamineringshistorik, om utvecklingen från dubbleringar till lamineringar, har skrivits för att ge en bakgrund till dagens lamineringsmetoder och således förstå varför metoderna i den här studiens experiment har utförts. Den andra delen innefattar ett lamineringsexperiment med fem inskottsmaterial, vilka har testats i lamineringsprover. Inskotten användes som bärare av bindemedlet Plextol D360 för att utföra nap-bond mellan stödduken och konstnärsduken, vilket är bra för avlägsningsbarheten på en laminerad målning. Tester som utfördes var skjuvtest och styvhetstest, vilka kan relateras till stabiliteten i en laminering då målningen är uppspänd på ram eller kilas ut. Avlägsningsbarhetstester har utförts för att undersöka hur en målning mekaniskt skulle kunna påfrestas vid en omkonservering med en sådan laminering. Lamineringsproverna utsattes för mekanisk böjning för att undersöka vidhäftningen mellan lamineringsmaterialen. Fluktuerande luftfuktighet var ej möjlig att använda vid något av testerna ovan, därför placerades inskottsmaterialen i en sluten kammare med hög luftfuktighet. Därigenom kunde det undersökas, genom att studera förändring av dess ytkaraktär, om inskotten reagerade på hög luftfuktighet. I diskussionen sammanfattas resultaten och frågeställningarna besvaras. Störst vikt har lagts på att förklara skillnaden mellan de olika materialens funktion i lamineringsproverna.

Studiens skjuvtester visar att ett inskott av japanpapper med en vikt på 30 g/m² kan ge en laminering stabilare och styvare egenskaper än en laminering utan inskott med lim enbart på stödduken. Detta är bra för att stabilisera en målning då den är uppspänd på ram eller kilas ut. 30 grams japanpapper har efter tester påvisats ha mycket god avlägsningsförmåga, detsamma gäller för Holytex i samma vikt, med skillnaden att Holytex var mer elastiskt i en laminering. Därför kan rekommenderas att använda japanpapper av sådan tjocklek. Inskott med läskpapper kan också ge stark skjuvhållfasthet och hög styvhet i en laminering, men med risk för att pappret kommer att suga åt sig fukt vid förvaring av en laminerad målning med sådant material som kan ta skada av fukt i strukturen. Laminering med läskpapper var lätta att avlägsna från konstnärsduken. Laminering med ett tunt japanpapper (10-19 g/m²) kan ge ökad skjuvhållfasthet. Adhesivet penetrerar det tunna pappret, vilket medför en stark bindningen mellan materialen och gör att avlägsning blir svår. Då inskottet appliceras med fler än ett lager Plextol D360 kan man nå starkare skjuvhållfasthet. Med tjockare Plextol-film blir lamineringen mindre känslig för hantering och eventuella stötskador, men det gör att avlägsningsbarheten blir sämre för att materialen binds starkare till varandra. Ett inskott tycks kunna öka lamineringens styvhet, enligt utförda skjuvtester och hanteringstester. Värmeåldrad Plextol D360-film blev i studien mindre klibbigt efter accelererat åldrande under fyra veckor i 60° C. För att säkerställa skjuvhållfastheten av lamineringsproverna bör tester utföras med accelererad åldring där även fukt är en påverkande faktor. Fler tester bör göras där materialet utsätts för sträckning med pålagd last per bredd, i både varpens och väftens riktning, samt i biaxial riktning, för att undersöka stabiliteten i dukens olika riktningar. Det är också viktigt att testa hur materialen påverkas av fukt i den omgivande miljön, där målningar hänger, som påverkar hela målningens struktur liksom lamineringsmaterialen. Slutligen bör även ytterligare styvhetstester utföras för att säkerställa studieresultaten.

KÄLL- & LITTERATURFÖRTECKNING

Tryckta källor

- Ackroyd, P. Phenix, A. Villers, C. 2002. Not Lining in the Twenty-First Century: Attitudes to the Structural Conservation of Canvas Paintings, *The Conservator*. 26:1. s.14-23. [2013-04-02] University of Gothenburg.
- Allard, D. Katz, K.B. 1987. Quantitative Study: The Effects of Sized Materials and "Drying Time" in the Use of Lascaux 360 HV as a Lining Adhesive. *Journal of the American Institute for Conservation*. 26. s.19-26. [2013-04-10] www.jstore.org
- Andersson, A. 2010. Strukturell konservering av måleri på duk, Studie kring den långsiktiga stabiliteten hos Plextol D360, Plexisol P550 och BEVA 371, (Kandidatuppsats) *Göteborgs Universitet*
- Barros D'Sa, A. Bone, L. Clarricoates, R. Gent, A. 2012. *Adhesives and Consolidants in Painting Conservation*.
- Berger, G.A. Zeliger, H.I. 1973. Effects of Consolidation Measures on Fibrous Materials, *Bulletin of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works*. 14:1. s. 43-65. [2013-03-06] www.jstore.org
- Berger, G.A. Russell, H.W. 1993. Tears in Canvas Paintings: Resulting Stress Changes and Treatment, *ICOM Committee for Conservation 10th Triennial Meeting*. Washington DC, USA. s.113-117.
- Bria, Jr. C.F. 1986. *The History of the Use of Synthetic Consolidants and Lining Adhesives*. 8:1. s. 7-11.
- Cruickshank, P. Delaunay, H. Harrison, L. 2007. Painted Textiles and Canvas Paintings: A Collaborative Approach to Lining and Maounting, *The Conservator*. 30:1. s.5-18. [2013-03-25] <http://dx.doi.org/10.1080/01410096.2007.9995220>
- Duffy, M.C. 1989. A Study of Acrylic Dispersions Used in the Treatment of Paintings. 28:2. s. 67-77.
- Essex, J. R. 1974. The Removal of Old Linings from Oil Paintings by the Use of the Vacuum Hot Table. *Lining Paintings*. s. 28-29. London.
- Hacke, B. 1981. Low Pressure – Heat, Moisture, Stretching. Notes For Further Developments, *ICOM Committee for Conservation 6th Triennial Meeting*. Ottawa. s. 1-11.

- Hawker, J.J. 1987. The Bond Strengths of Two Hot Table Lining Adhesives – BEVA 371 and Plextol D360, *ICOM Committee for Conservation 8th Triennial Meeting*. Sydney: 6-11 September. s.161-168.
- Horie, C.V. 1987. *Materials for Conservation Organic consolidants and coatings*.
- Katz, B.K. 1985. The Quantitative Testing and Comparisons of Peel and Lap/Shear for Lascaux 360 H.V. and BEVA 371. *Journal of the American Institute for Conservation*. 24:2. s.60-68.
[2013-04-02]
<http://www.jstor.org/discover/10.2307/3179447?uid=3738984&uid=2134&uid=322578223&uid=2&uid=70&uid=3&uid=322578213&uid=60&sid=21102194345511>
- Krarp Andersen, Nielsen. 2012. Lining With a Fixed Interleaf: Structural Effects of Paper Interleaf and Adhesives. *Adhesives and consolidants in painting conservation*. Barros, D'Sa. Bone, L. Gent, A. (Red.)
- Lundwall, E. 1999. Textila Material. *Tidens Tand*.
- Muñoz-Viñas, S. 2004. *Contemporary Theory of Conservation*.
- Nicolaus, K. 1999. *Handbok för restaurering av målningar*.
- Nyström Larsson, I. 2003. Syntetpolymerbaserade produkter inom svensk målerikonservering. (Masteruppsats) Göteborgs Universitet Institutionen för Miljövetenskap och Kulturvård.
- Oriola, M. Campo, G. Strlic, M. Csefalvaoyova, L. Odlyha, M. Mozir, A. [u.å]. Non-Destructive Condition Assessment of Painting Canvases Using Near Infrared Spectroscopy. s.1-8.
- Roche, A. 1996. Pressure-Sensitive Adhesives for the Attachment of Reinforcing Canvases to the Back of Paintings, *Studies In Conservation*. 14:1. s.45-54. [2013-04-03] www.jstor.org/stable/1506551
- Stoner, J. H. 1994. *The Impact of Research on the Lining and Cleaning of Easel Paintings*.
- Stoner, J.H. Rushfield, R. (Red.) 2012. *Conservation of Easel Paintings*. E-bok. Hämtad Göteborgs Universitetsbibliotek
- Stout, L.G. Gettens, J.G. 1933. *The Problem of Lining Adhesives for Paintings*.
- Targowski, P. Iwanicka, M. Tyminska-Widmer, L. Sylwestrzak, M. Kwiatkowska, E.A. 2010. Structural Examination of Easel Paintings with Optical Coherence Tomography. *Accounts of Chemical Research*. 43:6.
- Tomkiewicz, C. Scharff, M. Levenson, R. 2012. Tear Mending nad Other Structural Treatments of Canvas Paintings, Before or Instead of Lining. *Conservation of Easel Paintings*. Stoner, J.H. Rushfield, R. (Red.) E-bok. Hämtad Göteborgs Universitetsbibliotek

- Villers, C. (Red.) 2004. Post Minimal Intervention. *The Conservator*. 28:1. 3-10.
[2013-03-29] www.jstore.org
- von der Goltz, M. Birkenbeul, I. Horovitz, I. Blewett, M. Dolgikh, I. 2012. Consolidation of Flaking Paint and Ground. *Conservation of Easel Paintings*. Stoner, J.H. Rushfield, R. (Red.) E-bok. Göteborgs Universitetsbibliotek
- Young, C. Ackroyd, P. 2001. The Mechanical Behavior and Environmental Response Of Paintings to Three Types of Lining Treatments. *National Gallery Technical Bulletin*. 22. [2013-04-05] www.jstore.org
- Young, C. Jardine, S. 2012. Fabrics for the Tewnty-First Century: As Artist Canvas and for the Structural Reinforcement of Easel Paintings on Canvas, *Studies in Conservation*. 0:0, 1-17, [2013-03-12] www.jstore.org

Otryckta källor

- GMW 2013. [2013-05-02]
<http://www.gmw-shop.de/shop/trennmat---folien---siebe---vliese---membranen/folien---vliese---membranen/hollytex-duenn.php4>, *Geräte Material Werkzeuge*
- NE 2013. [2013-05-02] <http://www.ne.se/hygroskopiskt-material>,
Nationalencyklopedin
- PTLI 1996/2013. [2013-04-29]
http://www.ptli.com/testlopedia/tests/Lap_Shear-D3163.asp, *Intertek Plastics Technology Laboratories*
- Samuelsson 2013: Skjuvning. [2013-04-29] <http://www.ne.se/lang/skjuvning>,
Nationalencyklopedin.
- Wikipedia. 2013: Läskpapper. [2013-05-02] <http://sv.wikipedia.org/wiki/Läskpapper>,
Wikipedia, senast uppdaterad 16 april 2013 kl. 20.56
- Wikipedia. 2013: Elasticitetsmodul. [2013-05-02]
<http://sv.wikipedia.org/wiki/Elasticitetsmodul>, *Wikipedia*. senast uppdaterad 9 mars 2013 kl. 05.47

FIGUR- & TABELLFÖRTECKNING

Figurförteckning

Figur 1-7, 9,10.	Illustrerade av Emma Strömbom
Figur 8.	Fotograferade av Faelleskonserveringen, Helsingör.
Figur 11,12, 14-16.	Fotograferad av Emma Strömbom
Figur 13.	Linjediagram från skjuvtesten

Tabellförteckning

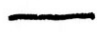
Tabell 1.	Inskottsmaterial som använts i studien
Tabell 2.	Sekundära lamineringsmaterial som har använts i studien
Tabell 3.	Förkortningar på lamineringsproverna, samt materialen
Tabell 4.	Skjuvtest, sammanställda resultat
Tabell 5.	Skjuvtest, sammanställda resultat
Tabell 6.	Avlägsningstest, sammanställda resultat

BILAGOR

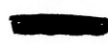
BILAGA 1. Bilgurförklaring



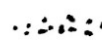
träram



målning



lamineringsduk



adhesiv

Bildförklaring till figur 2,3 och 7.

BILAGA 2. Recept på Plextol D360

Recept på Plextol D360 som har använts i studiens lamineringsexperiment

2 liter Plextol D360
50 ml Rohagit SD 15 (1,5 %-ig)
100 ml Ammoniak (25 %-ig lösning)

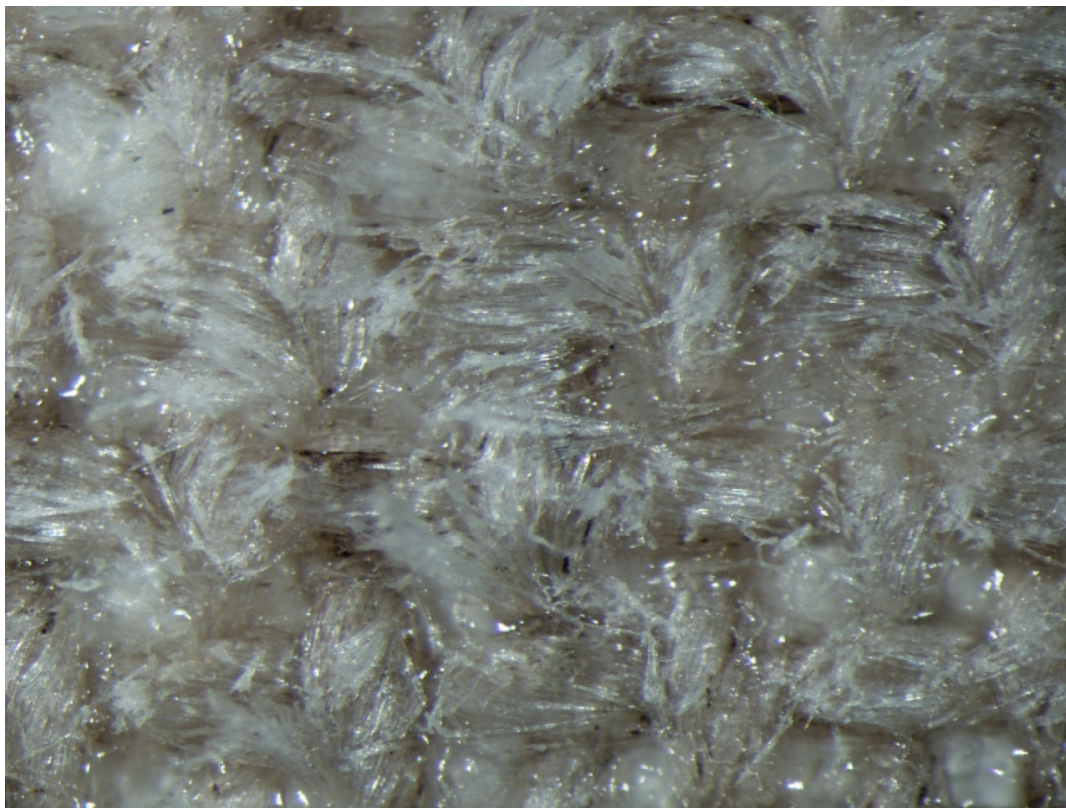
Vid laminering med värme tillbereds bindemedlet Plextol D 360 med 1,5 % Rohagit och en 0,5 % -ig ammoniaklösning. Rohagiten tillsättes under konstant omrörning med en elvisp, och när denna blandats väl tillsättes den 25 % -iga ammoniak som har den effekten att den omedelbart ger bindemedlet en hög viskositet. Bindemedlet påföres vid en laminering med värme en till tre lager. Bindemedlet yta skall ha torkat innan det påföres en andra gång en andra gång. Lamineringen utföres påföljande dag efter en fullständig upptorkning.

Vill man med samma bindemedel utföra en kall laminering utföres den på samma sätt som ovan beskrivits med den skillnaden att bindemedlet påföres två till tre ggr. beroende på önskad bindning samt de bägge dukarnas struktur. Nu skall bindemedel torka under en timmas tid.

Generellt kan man säga att det är möjligt att uppnå samma goda bindning vid en kall laminering resp. laminering med värme, med den reservationen att vid en laminering med värme kan bindförmågan förhöjas med temperaturen, en inte alltid önskad effekt.

BILAGA 3. Mikroskopbilder/avlägsningsfotografier

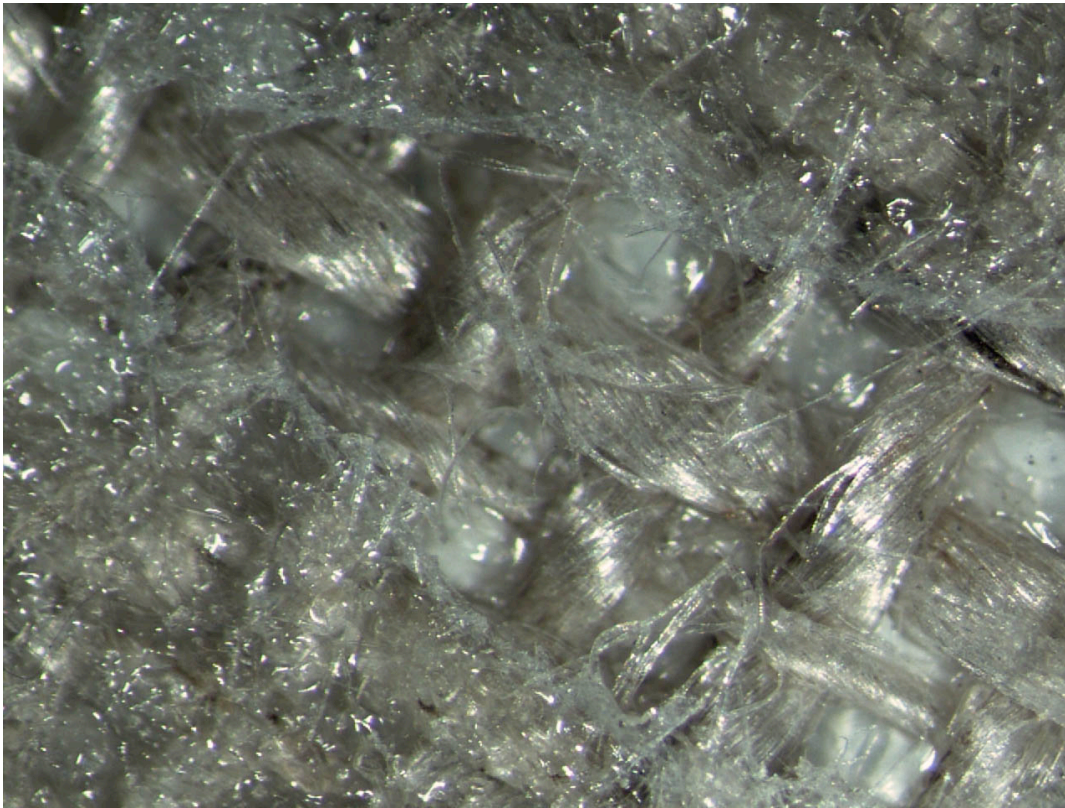
Mikroskopbilder från avlägsningstester. Samtliga fotograferade av Emma Strömbom.



Mekanisk nötning på konstärsdukne, när Plextol avlägsnats med skalpell.



Plextol D360 kvar på konstnärsduken.



Inskott K1 kvar på konstnärssduken.