



UNIVERZITA
PARDUBICE
FAKULTA
RESTAUROVÁNÍ

Nové udržitelné postupy v restaurování malířských děl na papírových a textilních podložkách

Distanční opora



UNIVERZITA
PARDUBICE
FAKULTA
RESTAUROVÁNÍ



Jiráskova 3
570 01 Litomyšl
Czech Republic
<https://fr.upce.cz>



OBSAH UČEBNÍHO MATERIÁLU

- Plátno jako textilní podložka obrazu
 - Vymezení pojmů
 - Len
 - Plátnová vazba
- Problematika trhlin v plátně obrazu
 - Degradální vlastnosti celulózy
 - Osnova a útek v kontextu vzniku trhlin
 - Popis trhlin na základě původu jejich vzniku
 - Redukce deformací trhlin v plátně obrazu
- Rozložení napětí v plátně obrazu
 - Změny ve struktuře obrazu způsobené trhlinami
 - Vliv klimatických podmínek na plátno
 - Difúze vodních par

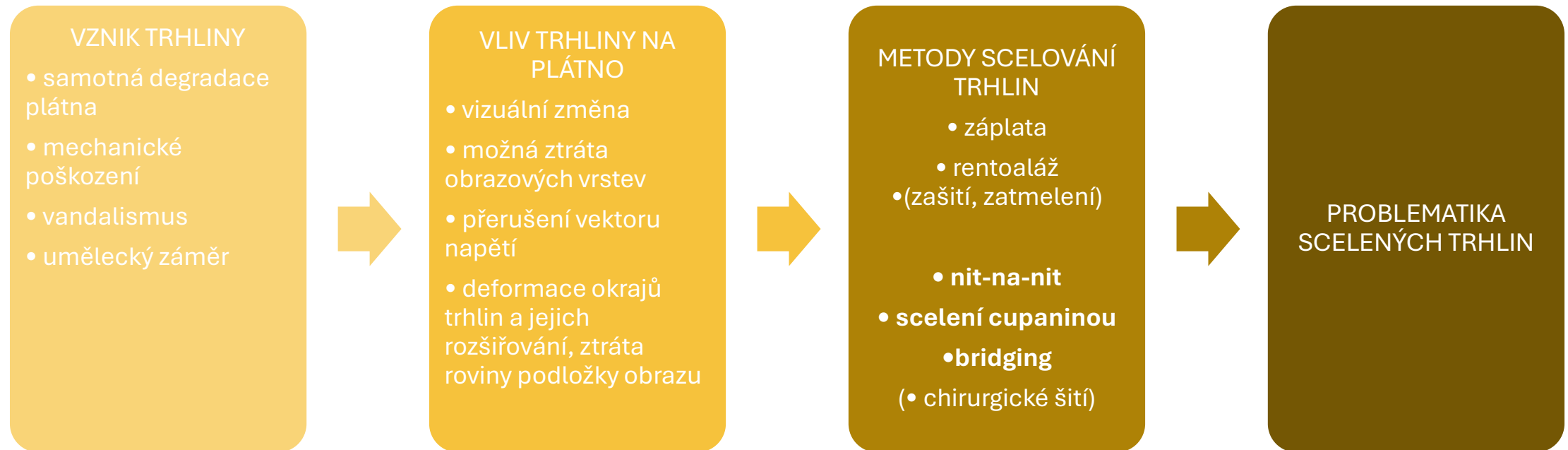
OBSAH UČEBNÍHO MATERIÁLU

- Historická a současná adheziva využívaná při scelování trhlin
- Kritéria pro volbu vhodného adheziva
 - Mechanické a související vlastnosti
 - Chemické vlastnosti
 - Optické vlastnosti
 - Zpracovatelnost
- Přírodní adheziva
 - Voskopryskyřičné směsi
 - Škrob a jeho směsi
 - Proteinová adheziva a jejich směsi
- Syntetická adheziva
 - Polyvinylacetáty (PVAc)
 - Akryláty
 - Nízkotavné polyamidy (PA)
 - Etylen-vinylacetátové kopolymery (EVA)

OBSAH UČEBNÍHO MATERIÁLU

- Možnosti scelování trhlin
- Stav výzkumu ve světě
- Stav výzkumu v českých zemích
- Metody scelování trhlin
 - Rentoaláž
 - Záplaty
 - Nit na nit
 - Šití, chirurgické šití
 - Scelování vláknitou cupaninou
 - Bridging

OBSAH UČEBNÍHO MATERIÁLU



PLÁTNO JAKO TEXTILNÍ PODLOŽKA OBRAZU

• VYMEZENÍ POJMŮ

- Nejstarší umělecká díla na textilních podložkách se nám dochovala z poloviny 15. století. S příchodem 16. století začala textilní podložka postupně nahrazovat dřevěné panely a od 18. století představuje hlavní podložku obrazů v evropském malířství.²³ Diplomová práce se primárně zabývá textilní podložkou s plátnovou vazbou z lněných nití. ²⁴ Jedná se o jeden z nejstarších a nejběžnějších materiálů, který se využívá dodnes jako nosná podložka obrazů. Zároveň byl právě tento materiál využit i pro oltářní obraz sv. Barbory z kostela sv. Jana Křtitele z Radomyšle, jehož komplexní průzkum a restaurátorský zásah byly jedním ze zadání diplomové práce a jsou výše prezentovány restaurátorskou dokumentací. Vzhledem k omezenému rozsahu práce následující kapitoly předkládají pouze základní vysvětlení pojmů a principů týkajících se tohoto tématu. Pro hlubší vzhled do problematiky slouží odkazy na příslušné literární zdroje.

PLÁTNO JAKO TEXTILNÍ PODLOŽKA OBRAZU

• LEN

- K výrobě textilních podložek obrazů se využívá celá řada přírodních a syntetických materiálů, přičemž len patří k těm nejstarším a nejpoužívanějším. Lýková vlákna, mezi která patří len, ale také například juta, konopí či ramie, se získávají ze stonků dvouděložných rostlin. Zdrojem lněných vláken je len setý (*Linum usitatissimum*). Než se získá výsledný produkt, tedy vláknitá surovina, musí rostlina projít komplexní výrobní procedurou, zahrnující trhání, rosení nebo máčení, odsemeňování a lámání stonků, potěrání (tření), vochlování a kotonizaci. Použitelná vlákna tvoří přibližně 9 % z původního objemu rostliny, zbytkem jsou koudel, pazdeří a jiné odpadní suroviny.



PLÁTNO JAKO TEXTILNÍ PODLOŽKA OBRAZU

• LEN

- Z chemického hlediska jsou vlákna tvořena z velké části z celulózy (64 %), dále z hemicelulózy (17 %), pektinu (2 %), ligninu (2 %) a dalších látek jako jsou bílkoviny, vosky/tuky a minerály. Díky vícevrstvé struktuře se ve vláknech tvoří četné dutiny, které jsou přístupné molekulám vodních par.²⁶ Elementární vlákna mají své charakteristické vlastnosti, mají délku 15–40 mm a tloušťku 10–30 μm , jsou relativně velmi pevná, málo tažná, hydrofilní, hygroskopická, hladká, lesklá, dle způsobu získání světlá až bílá. Patří mezi zvláště nepružná vlákna, ale jejich spřádání do nitě či příze může způsobit výraznější pružnost. Se stárnutím vlákna se jeho hodnota pH posouvá do kyselé oblasti a jeho pevnost v tahu klesá.

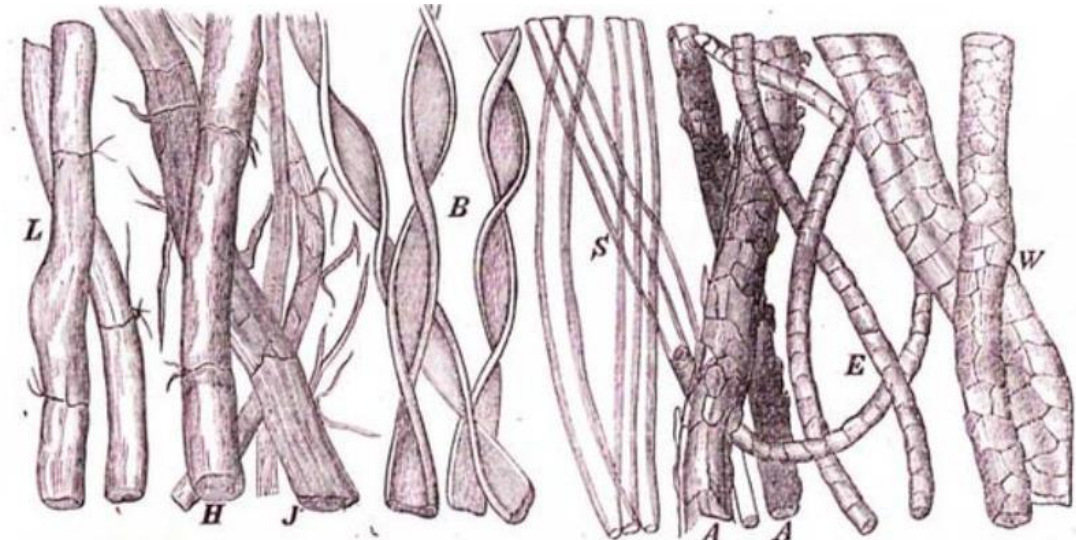


Fig. 93. Elemente der Kleidung. 150:1.

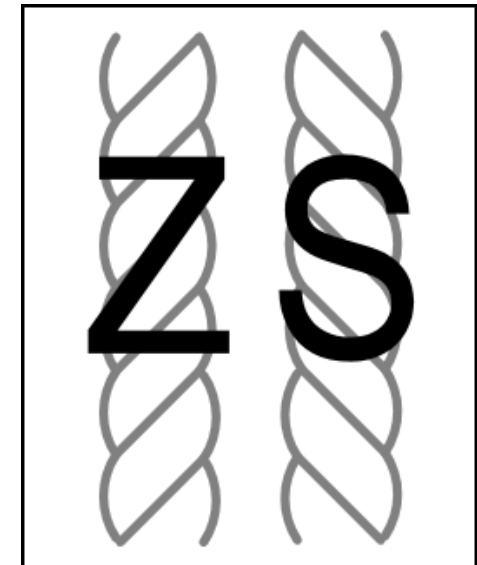
L Leinenfaser. H Hanffaser. J Jutefaser. B Baumwollfaser. S Seide. A Alpakawolle. E Elektoralwolle. W Schafwolle.

Textilní vlákna, jako je len, konopí, bavlna a hedvábí, pozorovaná pod mikroskopem za účelem zkoumání jejich hygroskopických vlastností (Carl Flüggé, *Grundriss der Hygiene* [Lipsko: Veit, 1897], s. 335, signatura Ji 2004, Státní knihovna v Berlíně – Pruské kulturní dědictví).

PLÁTNO JAKO TEXTILNÍ PODLOŽKA OBRAZU

- **LEN**

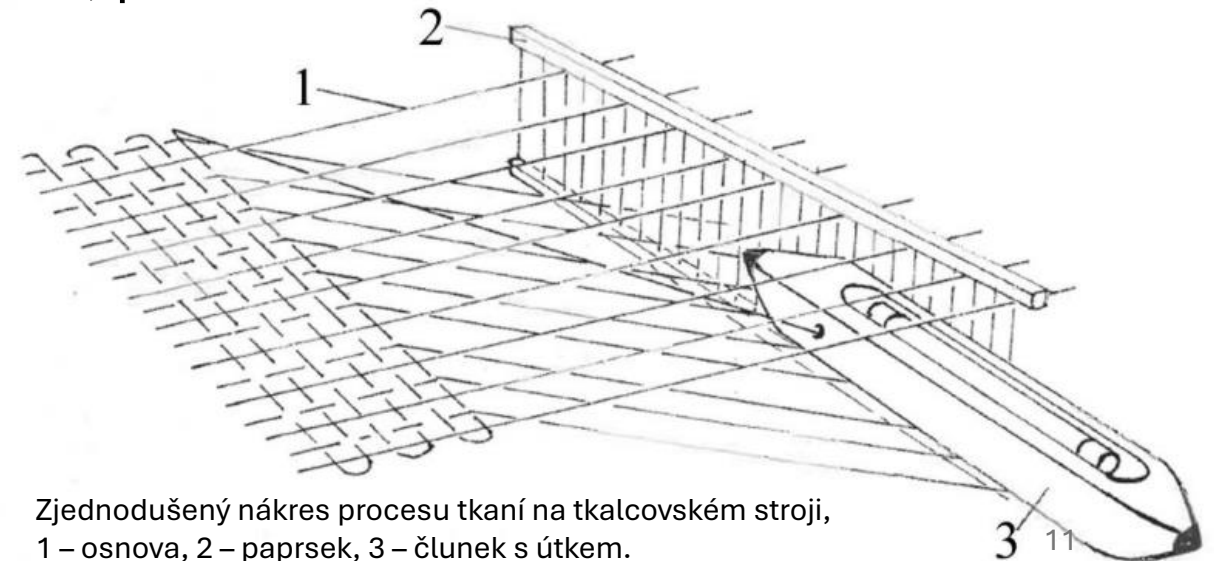
- Předáním vláken vzniká lněná příze. Z příze se dále družícím či skacím procesem vytvářejí nitě, ze kterých se tkaním vyrábí plošná textilie. V rámci výroby samotné příze, potažmo nitě, je pro teorii scelování trhlin podstatný proces výroby, během kterého vzniká tzv. „S“ (\), nebo „Z“ (/) zákrut. Zákrut je v rámci výroby důležitý, jelikož tak vzniká zpevněná struktura.



PLÁTNO JAKO TEXTILNÍ PODLOŽKA OBRAZU

• PLÁTNOVÁ VAZBA

- Dle definice vzniká plošná textilie křížením různých skupin nití v pravém úhlu. Nitě jdoucí podélně stavem nebo v tkacím stroji tvoří osnova (něm. Kette, ang. warp), přes kterou probíhá vkládaný útek (něm. Schuß, ang. weft). Útek tvoří tzv. lem nebo pevný okraj. Způsob křížení nití osnovy a útku udává typ vazby. Plátnová vazba je nejjednodušší vazbou tkanin, při které se osnovní a útkové nitě pravidelně střídají přes jednu nit.



Zjednodušený náčrtek procesu tkaní na tkalcovském stroji,

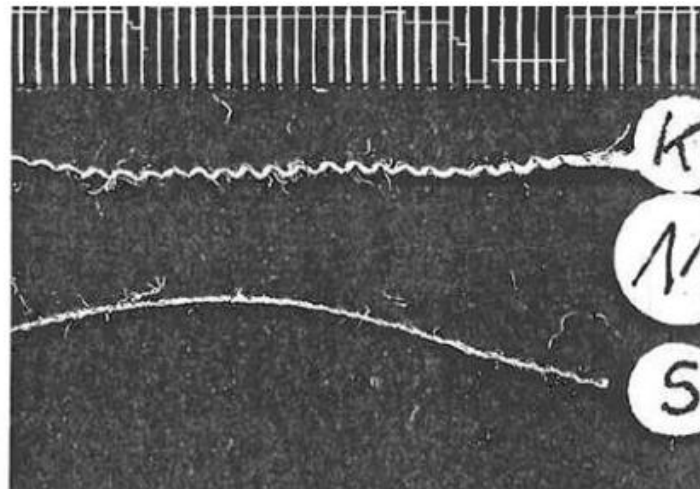
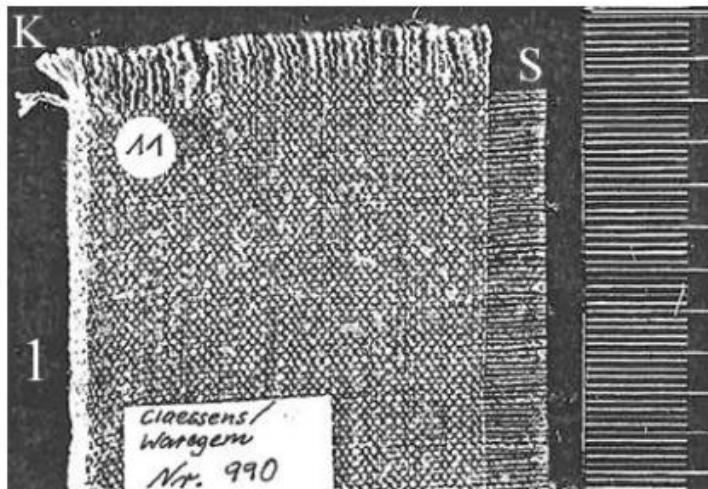
1 – osnova, 2 – paprsek, 3 – člunek s útkem.

In: ZENKER, Evelin 1998, s. 342.

PLÁTNO JAKO TEXTILNÍ PODLOŽKA OBRAZU

• PLÁTNOVÁ VAZBA

- Osnovní nitě lze považovat za aktivní nosný prvek tkaniny, útkové nitě naopak za prvek vyplňovací. Při tkacím procesu jsou nitě tlačeny kolem sebe, často zejména osnovní kolem útkových, což vede k určitému zvlněnému charakteru nití v tkanině. V důsledku tkacího procesu a nestejnoměrné struktury mají textilní podložky anizotropní, tj. směrově nestejné vlastnosti.



Rozlišení nití v plátně, K – osnova (něm. Kette, ang. warp), S – útek (něm. Schuß, ang. weft), 1 – pevný okraj.

In: HEIBER, Winfried 1996, s. 121.

PROBLEMATIKA TRHLIN V PLÁTNĚ OBRAZU

• DEGRADAČNÍ VLASTNOSTI CELULÓZY

Degradace plátna je nedílně spjatá s degradačními procesy celulózy jakožto jeho hlavní materiálové složky. Jedním z hlavních mechanismů degradace („stárnutí“) celulózy je oxidace atmosférickým kyslíkem. Jedná se o nezastavitelný proces, který je však možné zpomalit zajištěním vhodných podmínek. Plátno oxidací celulózy, případně jiných složek, ztrácí svou elasticitu a stává se křehké. Tento proces katalyzují mimo jiné významně vysychavé oleje či pryskyřice. Lněné, makové a jiné oleje, ale také pryskyřice, mohou být přítomné v samotné malbě, podkladu malby, rentoalážních směsích či v minulosti hojně aplikovaných ochranných zadních nátěrech. Degradační procesy celulózy jsou nám sice z chemicko-technologického hlediska známy, jejich principy a průzkum však vychází především z výzkumu celulózy v papíru a ne niti/textilu.



Trhlina způsobená ostrým předmětem, rub.

Trhlina způsobená nadměrnou degradací plátna, rub.

In: NICOLAUS, Knut 1999, s. 82

PROBLEMATIKA TRHLIN V PLÁTNĚ OBRAZU

• DEGRADAČNÍ VLASTNOSTI CELULÓZY

Silným katalyzátorem oxidačních reakcí jsou i kovy, které jsou v přímém kontaktu s plátnem. Tento jev je dobře patrný při okrajích obrazů, kde kovové hřebíky podléhají procesu koroze. Textilie v těchto místech mění svou barevnost (hnědá až černá), stává se křehkou a dochází k jejímu rozpadu. Obdobný vliv mohou mít také pigmenty na bázi sloučenin železa, ale i jiné pigmenty s obsahem kovových kationtů.

Také elektromagnetické záření z okolí, především jeho UV složka, způsobují štěpení řetězců molekul celulóзовých vláken a působí jako katalyzátor oxidačních reakcí. Tento fotochemický proces rozpadu vláken může být urychlován vysokou relativní vzdušnou vlhkostí.



LUX, František Julius. *Sv. Barbora* [mastná tempera na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Perforace plátna způsobené oxidací kovových hřebů.

PROBLEMATIKA TRHLIN V PLÁTNĚ OBRAZU

• DEGRADAČNÍ VLASTNOSTI CELULÓZY

Dalším z hlavních degradačních chemických procesů celulózy je hydrolytické štěpení jejích řetězců. Hydrolytické štěpení často způsobují znečišťující látky v atmosféře, jako jsou oxidy síry a dusíku, respektive kyseliny, které vznikají jejich reakcí s vlhkostí. Původcem hydrolytického štěpení celulózy mohou být také zmýdelněné oleje a pryskyřice či volné kationty vodíku vznikající při oxidačních procesech. Při tomto procesu dochází ke zkracování polymerních řetězců celulózy v důsledku rozpadu glykosidických vazeb. Proces může být podpořen například vrstvou prachu, která zajišťuje vhodné podmínky pro degradaci. Následky jsou obdobné jako při oxidaci.

Dalším problematickým zdrojem degradace textilních podložek bývají mikroorganismy, zejména plísně či bakterie. Kromě možného vzniku skvrn způsobených mycelii plísní a hub dochází ke ztrátě flexibility, pevnosti, ke křehkosti až k úplnému rozpadu textilie. Procesy jsou podpořeny zvýšenou relativní vlhkostí, prachovým depozitem či například přítomností přírodních adheziv. Problémem mohou být samozřejmě i jiní biologičtí škůdci, jako hlodavci či brouci.

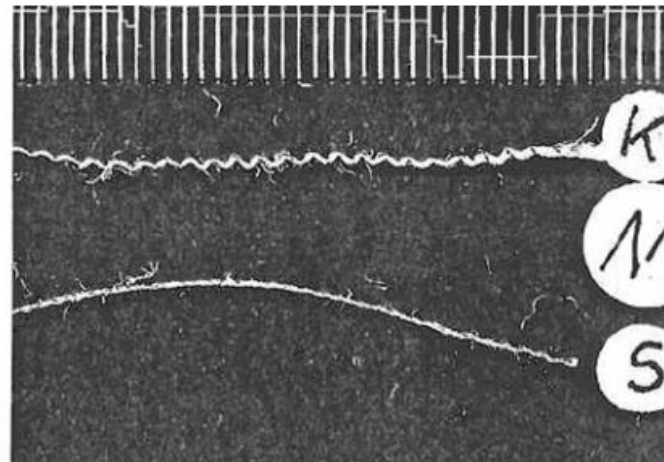
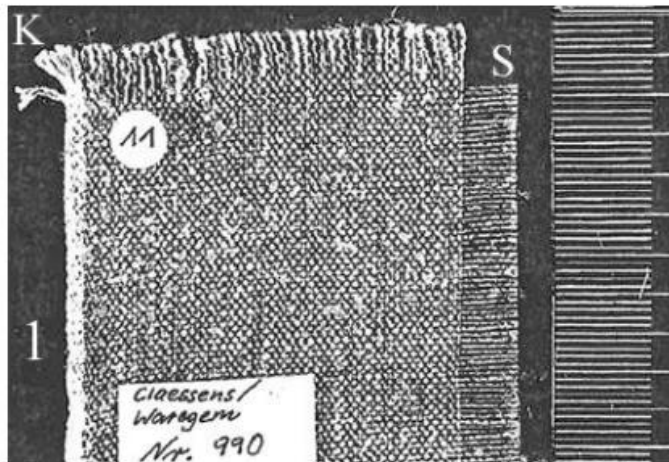


LUX, František Julius. *Sv. Barbora* [mastná tempera na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Perforace plátna způsobené oslabením textilní podložky mikroorganismy.

PROBLEMATIKA TRHLIN V PLÁTNĚ OBRAZU

• OSNOVA A ÚTEK V KONTEXTU VZNIKU TRHLIN

Pokud pomineme jiné faktory, jako jsou například míra degradace plátna, rozdílná tloušťka nití a přítomnost i vlastnosti malby se souvisejícími vrstvami, pak má plátňová vazba kvůli rozdílným vlastnostem útkových a osnovních nití, a tedy také své anizotropii, tendence tvořit trhliny paralelně k osnovním nitím při stejném biaxiálním přepětí. Příčinou tohoto jevu je skutečnost, že osnovní nitě jsou již z výroby vlnitější než nitě útkové. V případě čtvercového kusu plátna tedy budou osnovní nitě delší než útkové. Tedy napětí jdoucí ve dvou na sebe kolmých směrech, které nejvíce demonstrují způsob napětí v napnutých textilních nosičích na pravoúhlých rámech. a v případě vypnutí mohou lépe reagovat na rozměrové změny. Jelikož útkové nitě jsou méně vlnité a kratší, v případě stejného nadměrného tlaku působícího jak na útek, tak osnovu, dochází k jejich dřívějšímu porušení.



Rozlišení nití v plátně,
K – osnova (něm. Kette, ang. warp),
S – útek (něm. Schuß, ang. weft),
1 – pevný okraj.
In: HEIBER, Winfried 1996, s. 121.

PLÁTNO JAKO TEXTILNÍ PODLOŽKA OBRAZU

- **POPIS TRHLIN NA ZÁKLADĚ PŮVODU JEJICH VZNIKU**

Trhliny v plátně obrazů mohou zjednodušeně vznikat v důsledku čtyř základních příčin, které spolu mohou vzájemně korelovat:

degradace celulózy
(např. nevhodné
úložné podmínky)

fyzické poškození
(např. nevhodné
zacházení)

vandalismus

umělecký záměr

PLÁTNO JAKO TEXTILNÍ PODLOŽKA OBRAZU

- **POPIS TRHLIN NA ZÁKLADĚ PŮVODU JEJICH VZNIKU**

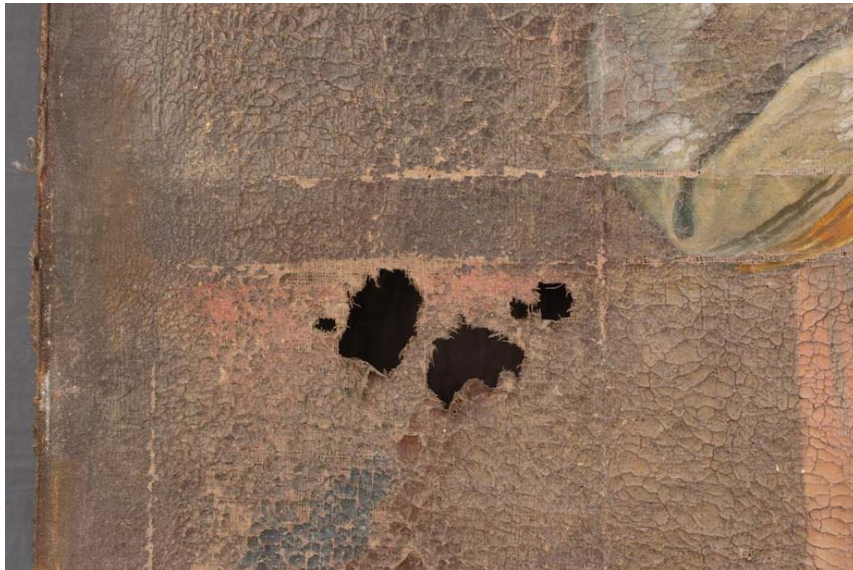
Trhliny vzniklé v důsledku degradace celulózových vláken společně s mírným mechanickým namáháním, způsobeným například otřesy, tíhou barevné vrstvy a vlivem prověšení plátna, jsou charakteristické tím, že nemusí být vedeny paralelně s osnovou ani útkem a mohou mít nepravidelný tvar. Objevují se převážně u silně degradovaných, velmi zkřehlých pláten. Obdobné projevy se objevují u trhlin vzniklých vlivem mikrobiálního napadení. Jsou charakteristické nejen výraznou změnou barevnosti textile v okolí napadení, ale často i chybějícími nitěmi v důsledku jejich rozpadu. Dále plátno pod zkorodovanými hřebíky a v jejich okolí vykazuje výraznou zkřehlost, změnu barevnosti, ztrátu materiálu a nepravidelné trhliny.



PLÁTNO JAKO TEXTILNÍ PODLOŽKA OBRAZU

- **POPIS TRHLIN NA ZÁKLADĚ PŮVODU JEJICH VZNIKU**

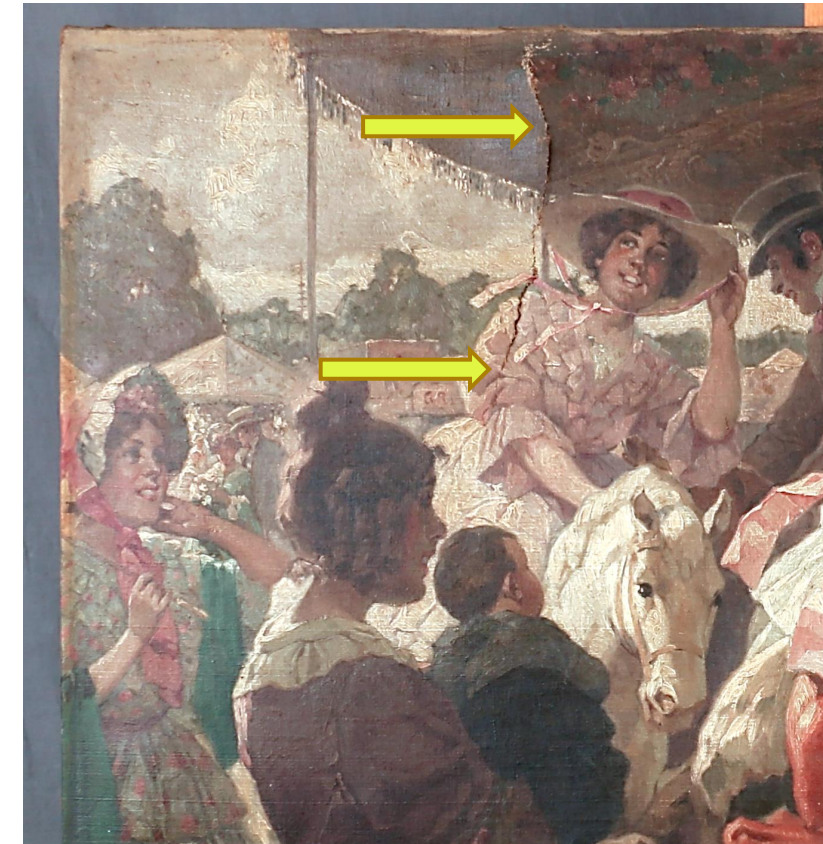
Špatné zacházení s dílem a nevhodné úložné podmínky také bývají původci vzniku celé řady různorodých druhů trhlin a defektů v plátně. Konkrétně mohou trhliny vznikat kvůli nevhodným klimatickým podmínkám (včetně střídání vysoké a nízké relativní vzdušné vlhkosti a teploty či jejich extrémy), působení hlodavců či hmyzu, ale také nevhodným restaurátorským zásahům. Trhliny vzniklé únavou materiálu a mechanickým namáháním, například tíhou obrazu samotného, se nejčastěji objevují při rozích obrazů, či při jejich okrajích jako důsledek kontaktu s ostrou hranou dřevěného rámu.



PLÁTNO JAKO TEXTILNÍ PODLOŽKA OBRAZU

• POPIS TRHLIN NA ZÁKLADĚ PŮVODU JEJICH VZNIKU

Trhliny se mohou utvořit i během neopatrného vypínání obrazu, kdy je lokálně vyvoláván nadměrný tlak na plátno. V neposlední řadě se může jednat o poškození vlivem nepozornosti, jako jsou různá prokopnutí, propíchnutí a jiné. Takové trhliny jsou většinou paralelní k osnově či k útku, tedy ve tvaru „/“. Případně může dojít k jejich kombinaci, tedy k tvarům „L“, „T“, schodovitému tvaru či různě větvenému (obloukový je méně běžný), a tyto jsou často doprovázené lokální deformací. Jejich vznik je silně závislý na typu a míře degradace plátna a tato poškození tedy vznikají často závisle na sobě. Tenká plátna mají nižší pevnost, a proto jsou náchylnější k protržení, trhliny se dále snadněji rozšiřují a bývají dlouhé, ale zato lineární a jednodušší k opravě.



PLÁTNO JAKO TEXTILNÍ PODLOŽKA OBRAZU

• POPIS TRHLIN NA ZÁKLADĚ PŮVODU JEJICH VZNIKU

Nakonec bychom rádi zmínili trhliny vzniklé záměrně jako akt vandalizmu. Takovéto trhliny nepodléhají žádným předpokladům uvedeným výše a jsou čistě závislé na způsobu provedení. Využívají se pro ně spíš jiná pojmenování než „trhlina“, například „řez“, „vpich“ a jiné. V historii jsme se s cílenými útoky na umělecká díla mohli setkat nesčetněkrát. Mezi nejznámější patří útok na obraz *Ivan Hrozný a jeho syn Ivan* od Ilji Repina v roce 1913, který byl poničen třemi řezy nožem. V roce 1914 sufražetka Mary Richardson sekáčkem na maso na sedmi místech poškodila obraz Diega Velázqueze *Venuše před zrcadlem*. Dále byl v roce 1975 cílem útoku obraz *Noční hlídka* od Rembrandta van Rijn. Obraz byl poničen 12 řezů. Cílem vandalizmu se staly opakovaně obrazy umělce Barnett Newmana. První útok proběhl roku 1986 na obraz *Who's afraid of red, yellow and blue, 111*. Druhý provedl tentýž pachatel po svém propuštění z vězení, roku 1997 stejným způsobem poničil řezacím nožem obraz *Cathedral*. Vzhledem k hodnotám těchto děl představovala poškození prostor pro nové výzkumy z hlediska scelování trhlin a restaurování obrazů na textilních podložkách obecně, které tak vedly k vývoji nových technik a zlepšení stávajících.



PLÁTNO JAKO TEXTILNÍ PODLOŽKA OBRAZU

- **POPIS TRHLIN NA ZÁKLADĚ PŮVODU JEJICH VZNIKU**

Samostatnou kapitolou zůstávají díla, u nichž je „poškození“ textilní podložky součástí uměleckého záměru.



Lucio Fontana, Concetto spaziale, Attesa, 1964

<https://www.artsy.net/artwork/lucio-fontana-concetto-spaziale-attesa-2>

PLÁTNO JAKO TEXTILNÍ PODLOŽKA OBRAZU

• REDUKCE DEFORMACÍ TRHLIN V PLÁTNĚ OBRAZU

Kromě samotného vzniku trhlin v důsledku porušení plátna dochází také k jejich deformacím. Takovéto trhliny je třeba před scelením vyrovnat a případně stáhnout zpět do původního stavu.

Deformace, u kterých nedošlo vlivem přerušného napětí k oddálení stran, a tudíž k jejich otevření, se nejčastěji redukuje vlhkem a tlakem, popřípadě teplem. Avšak v případě otevřených trhlin je problematika komplikovanější.

V minulosti bylo k redukci deformací trhlin využíváno převážně postupného působení vlhkosti a tlaku vyvinutého závažím. Tento postup však nepřinášel dostatečně uspokojivé výsledky. Otevřené trhliny byly tedy většinou ponechány a vytmeleny, v lepším případě byl vzniklý prostor vyplněn intarzií z nového plátna. Winfried Heiber ve svém článku z roku 1996 upozorňuje na tento problém, snaží se navrhnout možné alternativní metody ošetření a představuje první způsob, na jehož principu sestavil v pozdějších letech tzv. „Trecker“.

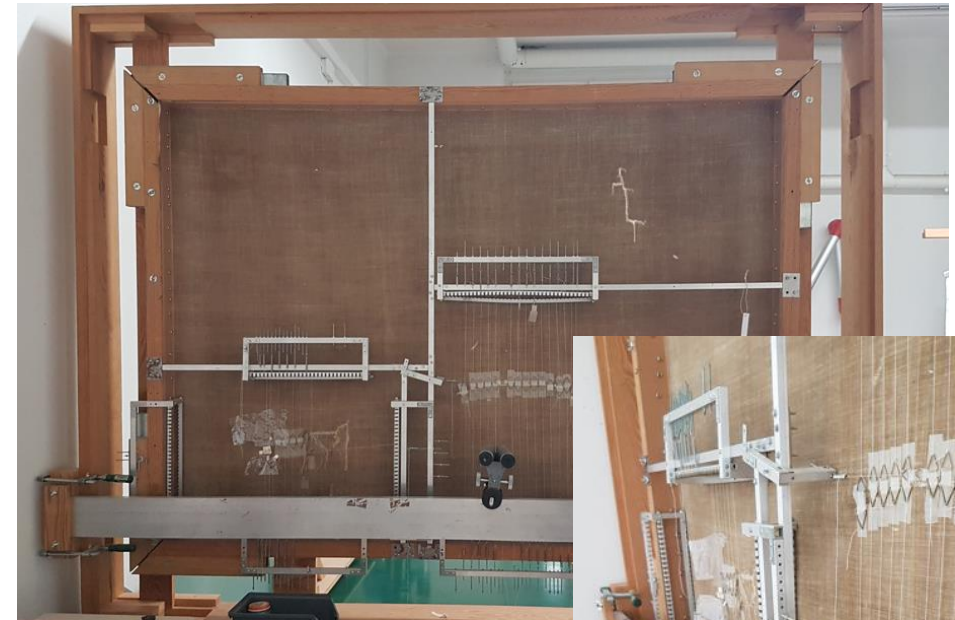


KLOSS, Friedfrich Theodor. Der Hafen von Malta [olej na plátně]. 113 × 158 cm, ve sbírce zámku Fasanerie, Německo. Stav před restaurováním, deformované trhliny vlivem nadměrného kontaktu s vlhkostí. In: BUCHER, Kerstin, HAUPT, Tobias 2000, s. 140.

PLÁTNO JAKO TEXTILNÍ PODLOŽKA OBRAZU

• REDUKCE DEFORMACÍ TRHLIN V PLÁTNĚ OBRAZU

„Trecker“ je stahovací zařízení, které prvně představil Winfried Heiber ve spolupráci s Petrou Demuth v roce 2000. Toto zařízení bylo dále zdokonalováno v rámci dalších výzkumů, například Kerstin Bucherovou a Tobiasem Hauptem či Dietrich Wellmerem. Jedná se většinou o kovové zařízení, ve kterém se pomocí vyvolání protisměrného tlaku působí na otevřenou trhlinu, ke které jsou pomocí adheziva (zpravidla BEVA 371) bodově připevněna táhnoucí lanka. Tato lanka jsou na opačném konci buďto opatřena závažím, nebo se utahují pomocí šroubů. Důležitým aspektem tohoto procesu je, že se musí provádět v napnutém stavu obrazu. Zařízení je poměrně komplikované a lze se setkat s jeho různými obměnami, které fungují na podobném principu.



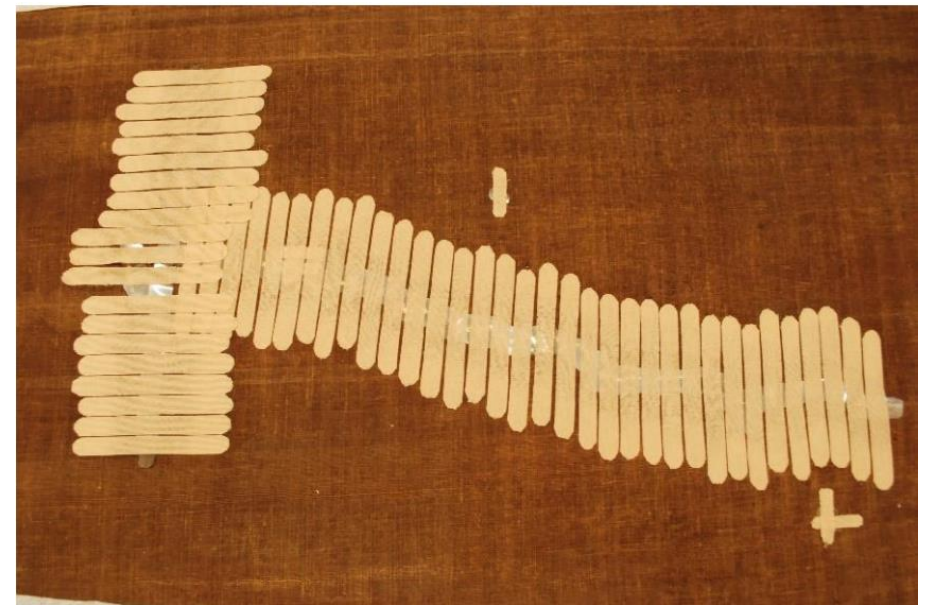
KLOSS, Friedrich Theodor. Der Hafen von Malta [olej na plátně]. 113 × 158 cm, ve sbírce zámku Fasanerie, Německo.

Fotografie Treckeru, abk Stuttgart, foto Jiří Pečinka 2022

PLÁTNO JAKO TEXTILNÍ PODLOŽKA OBRAZU

• REDUKCE DEFORMACÍ TRHLIN V PLÁTNĚ OBRAZU

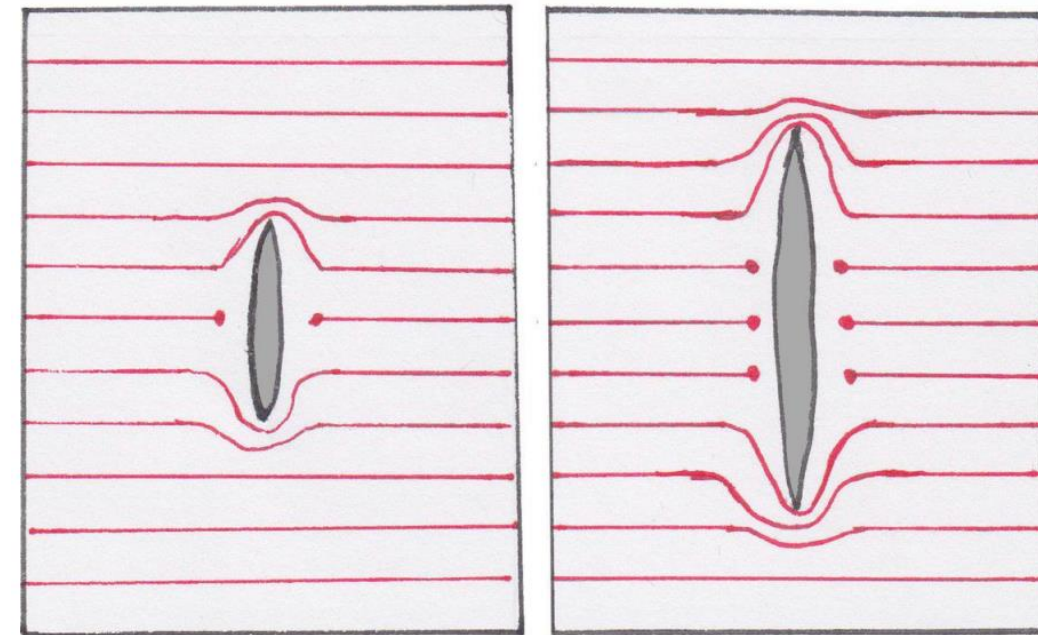
Další možností redukce deformací trhlin jsou elastické pásky ze sportovního lékařství, také nazývané kineziotape. Anna Krez v rámci své bakalářské práce zjistila, že tento způsob lze použít na zadní straně obrazů se srovnatelnými výsledky, jako u „treckeru“. Na základě jejích poznatků byla technika vyzkoušena v rámci diplomové práce Glynis Gale-Schodterer, která ji zhodnotila kladně. Jako největší výhodu uvedla nenáročnost jak práce samotné, tak nároků na potřebná zařízení. Za jistou nevýhodu této metody lze považovat nutnost opakované výměny a přelepování pásků v průběhu stahování otevřených trhlin kvůli jejich nedostatečné adhezi.



Stahování trhlin obrazu pomocí sportovních pásek kineziotaping.
In: GALE-SCHODTERER, Glynis 2016,

ROZLOŽENÍ NAPĚTÍ V PLÁTNĚ OBRAZU

Účelem opravy trhlin by mělo být obnovení stejného rozložení napětí jako před vznikem trhliny. Tímto způsobem by tkanina měla znovu získat vyhovující pevnost v tahu a zároveň by se tím zabránilo rozšíření poškození. Změny v přístupu k restaurování v 70. letech 20. století vedly v 80. letech k potřebě bližší definice tohoto napětí, zejména potom stanovení nejnižšího možného napětí, které by však bylo stále dostatečné k vypnutí obrazu. Do té doby uplatňovaná praxe maximálního vypnutí plátna, a s tím spojené vysoké hodnoty napětí, byla vyhodnocena dokonce jako nebezpečná pro obrazy samotné, a pro obrazy s ošetřenými trhlinami, hlavně metodami jdoucími v duchu minimální intervence, přímo jako nevhodná.

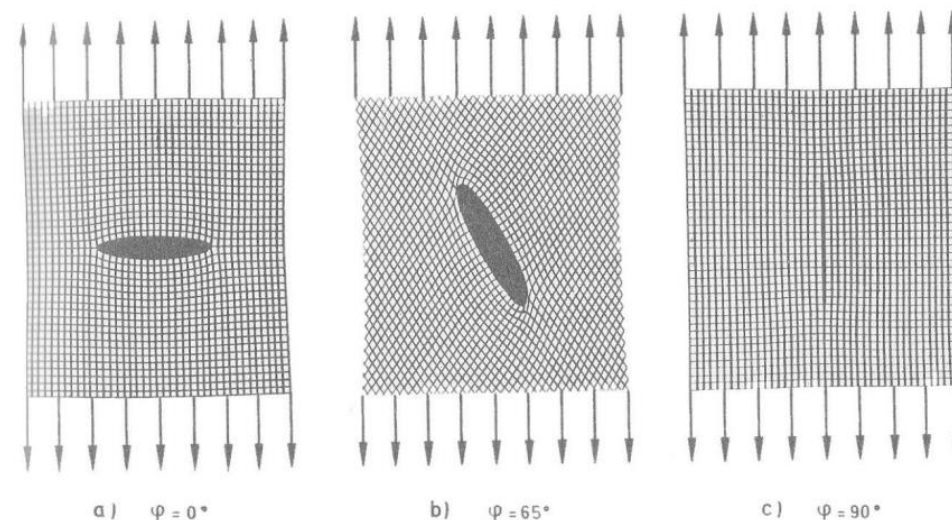


Grafické znázornění vlivu trhliny na změnu vektorů napětí v plátně. In: BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1993, s. 113.

ROZLOŽENÍ NAPĚTÍ V PLÁTNĚ OBRAZU

Definované hodnoty vhodného napětí v obraze se však v různých výzkumech liší. Mezi hlavní autory odborných článků a publikací, kteří se tomuto tématu věnují, patří Gustav Berger a William Russell, kteří jako první zkonstruovali a popsali biaxiální tahový přístroj pro zkoumání napětí v plátně. Ti v roce 1988 definovali průměrnou hodnotu napětí v obraze mezi 100–200 N/m. V článku z roku 1990 již tito autoři uvádějí napětí 200 N/m jako příliš vysoké a 100 N/m jako maximální napětí, které vypnuté plátno vydrží v adekvátních klimatických podmínkách libovolně dlouhou dobu. To vedlo k ustanovení tzv. „maximálního udržitelného napětí“ („Maximum Sustainable Tension“), tj. napětí, které plátno dokáže snést, aniž by reagovalo plastickou deformací. Jeho rozmezí experimentálně určili na 60–130 N/m. Zároveň bylo uvedeno, že se jedná o hodnoty, které, v případě přepnutí, plátno opětovně zaujme postupem času. Gerry Hedley naproti tomu zjistil, že při vypnutí (případně přepnutí) plátna se průměrné napětí po dvou až čtyřech dnech sníží na třetinu původní hodnoty a naměřili hodnoty 120–320 N/m. Christina Young a Roger Hibberd udávají jako realistický rozsah napětí 150–600 N/m.

Výše uvedené hodnoty jsou však orientační a závisí na mnoha faktorech od materiálu a typu textile obrazu až po vliv klimatických podmínek. Důležitým faktorem, který by měl být brán v potaz během samotného scelování trhlin, je i jejich umístění v textilní podložce, jelikož napětí v ploše obrazů není na všech místech stejné. V závislosti na tvaru a velikosti obrazu se z pravidla vyskytuje vyšší napětí v rozích obrazu a při horní hraně, což je ovlivněno tíhou samotného obrazu včetně konstrukce rámu.



Grafické znázornění rozevírání trhlin v závislosti na poloze trhliny a směru vektoru napětí. In: DIETMANN, Herbert 1982, s. 85

ROZLOŽENÍ NAPĚTÍ V PLÁTNĚ OBRAZU

• Změny ve struktuře obrazu způsobené trhlinami

Trhlina v napnutém plátně obrazu znamená vždy větší či menší změnu rozložení napětí v závislosti na jejím typu, tj. podle její velikosti, směru trhliny, tvaru či lokace. Přerušením plátna dojde k přerušení na něj působícího napětí a jeho přesunu na neporušené sousední nitě. Tím vzniká koncentrace napětí na koncích trhlin, která může způsobovat jejich rozšíření, zejména pokud se mění podmínky napětí, například v důsledku klimatických výkyvů. Vedle toho pak tahová síla působí na přerušené nitě, které již ale nejsou pod napětím, a dochází tak k jejich oddalování. Znamená to, že se trhlina otevírá v závislosti na průběhu trhliny a směru tahu. Výsledkem je deformace okraje trhliny a její otevření (tzv. „*stárnutí trhliny*“).

Trhliny u nových a starých obrazů se mohou v postupech restaurování lišit. Rozdíl představují především nitě jdoucí kolmo k trhlíně. Ty z důvodu tahové síly a přerušení vnitřního napětí opětovně nabývají zvlnění, což způsobuje, že se vazba napravo i nalevo od trhliny začne postupně stahovat. Tento jev je výraznější u mladých pláten, jelikož stářím se elasticita nití snižuje.

Napětí však nemusí mít vliv pouze na plátno, dochází i k vyrovnání přerušeného napětí v barevné vrstvě, vlivem čehož se okraje trhliny ohýbají dolů, nahoru, nebo se vlní. Tyto deformace jsou samozřejmě o to závažnější, čím větší a delší trhlina je.

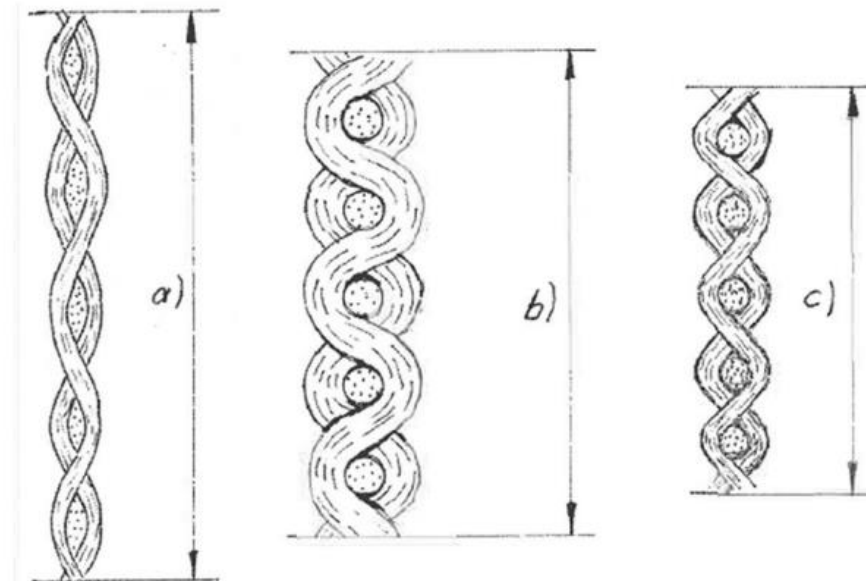


Záplata lepená glutinovým adhezivem, silné deformace. In: HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016, s. 326.

VLIV KLIMATICKÝCH PODMÍNEK NA PLÁTNO

Nadměrná vlhkost všeobecně představuje nebezpečí pro objekty z přírodních textilních materiálů, neboť vytváří vhodné podmínky k degradačním procesům. Stejně tak mohou být pro objekt kritické příliš nízké hodnoty vlhkosti. Nebezpečné jsou také časté a náhlé změny klimatických podmínek, které mohou mít negativní dopad například na mechanické vlastnosti a chování jednotlivých obrazových vrstev.

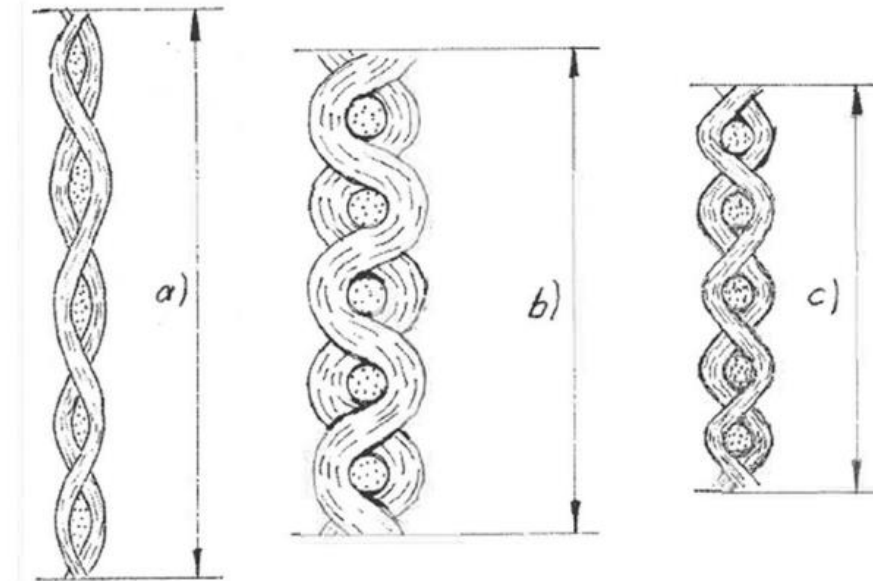
Len je schopen absorbovat vzdušnou vlhkost, tato schopnost se stářím materiálu snižuje. Absorpcí vlhkosti dochází k nabobtnání lněných vláken, které tak mění svůj objem. Se vzrůstajícím obsahem vlhkosti stoupá i flexibilita a elasticita, zatímco pevnost a chemická odolnost klesají. Neošetřená napnutá textilie vykazuje při zvyšující se RH zvyšující se napětí. Například při RH od 80 % je napětí již dvojnásobné v porovnání s napětím při 60 % RH. S vlhkostí dochází tedy ke smršťování napnutého plátna, zatímco při nižší relativní vlhkosti dochází k jejímu uvolnění. Opakujícím se stavem smrštění a uvolnění se snižuje schopnost na tyto změny reagovat, textilie ztrácí flexibilitu a pevnost a dochází k jejímu prověšení.



Průřez plátnem, a) před namočením, b) po namočení (nabobtnání nití), c) po usušení. In: ZENKER, Evelin 1998, s. 345.

VLIV KLIMATICKÝCH PODMÍNEK NA PLÁTNO

Rozměrové změny plátna vzniklé v důsledku kolísavých klimatických podmínek mohou být dále ovlivněny klížením. To je způsobeno přednostní absorpcí vlhkosti klíždlem, které zvětšuje svůj objem a působí tak proti srážení plátna. S vyšší vlhkostí se však plátno stává měkčím a náchylnějším vůči mikrobiálnímu napadení. Naopak při nízké RH dochází k jeho tvrdnutí a smršťování, což může vést v případě silných nánosů adheziva (například u rentoaláže či aplikovaných záplat) k lokálním deformacím. Při vzrůstu RH z 20 % na 95 % se neošetřené plátno srazí o 6,5 %, zatímco zaklížené plátno zvětší svůj objem o 1,5 až 5 %.



Průřez plátnem, a) před namočením, b) po namočení (nabobtnání nití), c) po usušení. In: ZENKER, Evelin 1998, s. 345.

VLIV KLIMATICKÝCH PODMÍNEK NA PLÁTNO

• Difúze vodních par

V rámci scelování trhlin na plátně obrazů se setkáváme s přidruženými degradačními jevy, které jsou ovlivněny difúzí vodních par. Jak již bylo zmíněno výše, obrazy na plátně vlivem své schopnosti absorbovat a desorbovat relativní vzdušnou vlhkost reagují na její kolísání rozměrovými změnami. V případě, že došlo k ošetření poškozeného obrazu, v rámci kterého došlo k lokálnímu přidání či odebrání jakéhokoli materiálu oproti originálnímu okolí, schopnost reakce na tyto změny se v těchto místech liší a dochází tak k charakteristickým deformacím. V těchto oblastech se mění nejen absorpce a desorpce vlhkosti / vodní páry, ale také její difúze (propustnost).

Ze zadní strany obrazu se z důvodu distance mezi rubovou stranou plátna a rámu mohou vytvořit tzv. „*klimatické kapsy*“, jejichž problematika je úzce spjatá právě zejména s difúzí vzdušné vlhkosti. Hloubka napínacího rámu nebo dekorativního rámu tak utváří malý vzdušný prostor mezi zdí a textilní podložkou, v němž se udržuje rozdílná relativní vzdušná vlhkost oproti zbytku místnosti. Tyto rozdíly se odvíjí od typu a lokace zdi, záleží například na tom, zda se jedná o severní zeď, venkovní zeď nebo zeď s izolací. Teplota mezi obrazem a zdí je zpravidla nižší a relativní vzdušná vlhkost vyšší. K těmto rozdílům dochází zejména, je-li obraz umístěn příliš blízko u zdi, v jejím přímém kontaktu nebo za ním není zajištěná dostatečná fluktuace vzduchu. Takovéto „*kapsy*“ způsobují výraznou difúzi vodních par skrze obrazové vrstvy.



LUX, František Julius. Sv. Barbora [olej na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Vliv difúze vodních par ovlivněné středovou příčkou rámu.

VLIV KLIMATICKÝCH PODMÍNEK NA PLÁTNO

- **Difúze vodních par**

Uvedený jev může způsobit závažnou krakelaci, odchlípnutí, separaci jednotlivých vrstev a deformaci. Záplaty, papírové štítky a nápisy z rubové strany zvyšují odolnost vůči difúzi, což je jedním z důvodů, proč se stávají patrnými i z lícové strany díla v podobě rozdílného typu krakel a deformací plátna. Tento jev může být patrný i tehdy, nachází-li se pod barevnou vrstvou rám obrazu. Z těchto důvodů by měla být difúzi vodních par v rámci výběru metody scelování trhlin obrazů na plátně věnována pozornost a měla by být uváděna jako jeden z aspektů ovlivňujících volbu vhodných opatření.



Prorýsovaný nápis z rubové strany obrazu na lícové straně díla. In: NICOLAUS, Knut 1999, s. 89.

HISTORICKÁ A SOUČASNÁ ADHEZIVA VYUŽÍVANÁ PŘI SCELOVÁNÍ TRHLIN

- **Kritéria pro volbu vhodného adheziva**

Adheziva pro scelování trhlin musí splňovat různé požadavky, které jsou uvedeny v následujících podkapitolách. Tyto požadavky však nelze splnit současně, i proto, že si v některých případech do jisté míry mohou protirečnit. Pro každou konkrétní situaci je proto zapotřebí znovu zvážit relevanci jednotlivých kritérií.

Volba vhodného adheziva závisí především na technice scelování trhlin, lepeném materiálu a napětí vyvolávaném v místě lepení. Níže uvedená kritéria jsou diskutována zejména s ohledem na řešenou problematiku, tedy na scelování bodovými technikami, jako je technika spoje nit na nit či její alternativy, například *bridging*. U technik pracujících v ploše, tedy u rentoaláže a lepení záplat, jsou požadavky na volbu adheziva vesměs rozdílné. Z důvodu zaměření práce na alternativní metody scelování trhlin je míra pozornosti v tomto ohledu k plošným technikám rentoaláže omezena.



Formy adheziva vyzina, foto Jiří Pečinka 2023

HISTORICKÁ A SOUČASNÁ ADHEZIVA VYUŽÍVANÁ PŘI SCELOVÁNÍ TRHLIN

- **Mechanické a související vlastnosti**

Cílem lepeného spoje by mělo být dosažení optimální **přilnavosti/adheze** při co nejmenším možném množství přidaného materiálu. Měla by však být nižší, nežli **soudržnost/koheze** samotných lepených nití. To proto, aby v případě mechanického namáhání došlo k přednostnímu porušení v místech lepeného spoje, a ne mimo něj. V případě náhlého nárůstu napětí by se měl lepený spoj porušit přednostně před neporušenou okolní textilií. Selhání adheziva při zatížení by však mělo být co nejpomalejší, ne trhavé, aby nedošlo k okamžitému rozšíření trhliny.

Dalším důležitým faktorem ovlivňujícím kvalitu spoje je míra smáčení lepeného materiálu adhezivem. Dobrou přilnavost lze zajistit pouze dostatečným **smáčením** nití adhezivem. Nedostatečná smáčivost, která zhoršuje adhezi, se projevuje například u vodných adheziv použitých na lněné nitě prosycené vosky a pryskyřicemi. Naopak při příliš vysoké smáčivosti může docházet k nadměrné penetraci adheziva do struktury nitě a ke snížení adheze k jejímu povrchu. Smáčivost nití lze ovlivnit předchozí impregnací.

HISTORICKÁ A SOUČASNÁ ADHEZIVA VYUŽÍVANÁ PŘI SCELOVÁNÍ TRHLIN

- **Mechanické a související vlastnosti**

Adhezivum by mělo být do jisté míry **elastické/pružné a flexibilní**, aby mohlo vhodným způsobem reagovat na pohyby plátna obrazu v případě kolísání klimatu a mechanického zatížení. Pružnost adheziva by měla být vyšší než pružnost nití, aby se zabránilo silnému namáhání při okrajích lepeného spoje. Zároveň by ale nemělo být elastické natolik, aby mohlo docházet k deformaci trhliny. Proto by měl mít lepený spoj obdobnou elasticitu jako textilní podložka samotná.

Teplota skelného přechodu (T_g) použitého adheziva, by měla nabývat dostatečně nízkých hodnot. V opačném případě je totiž adhezivum při běžné teplotě příliš křehké. Při nízkých T_g může naopak dojít k jeho nadměrným deformacím. Přechodové teploty úzce souvisejí s aplikačními teplotami tavných adheziv. Ty by neměly být příliš vysoké (nad 65 °C), aby nejen vlákna textilní podložky, ale i kompletní umělecké dílo nebyly zatíženy teplotami, při kterých dochází k urychlení stárnutí a k degradaci. Kromě toho může být barevná vrstva v případě pastóznějších nánosů i deformována.

Adhezivum by mělo být schopné odolat extrémní fluktuaci klimatických změn (např. v kostelech) a neměly by se měnit jeho mechanické vlastnosti (např. tloušťka nebo flexibilita). V klimatizovaném prostředí má tento aspekt sekundární význam. Adhezivum by také mělo odolávat klimatickým výkyvům během ochranných opatření, například během vyrovnávání nebo konsolidace vodnými adhezivy.

HISTORICKÁ A SOUČASNÁ ADHEZIVA VYUŽÍVANÁ PŘI SCELOVÁNÍ TRHLIN

- **Chemické vlastnosti**

Adheziva by měla být z dlouhodobého hlediska stabilní, jejich vlastnosti by se měly stárnutím měnit minimálně. Degradovaná stará vlákna lněných nití mohou být extrémně citlivá na alkalické nebo kyselé prostředí, proto by měl být výběr adheziv řízen také stavem textilní podložky a **hodnotou** jeho **pH**. Adheziva by dále neměla být zdrojem škodlivých látek, které mohou způsobovat nebo iniciovat další degradaci předmětu. Příkladem může být uvolňující se kyselina octová z polyvinylacetátových adheziv. Také by neměla být nebezpečná z hlediska lidského zdraví nebo životního prostředí.

HISTORICKÁ A SOUČASNÁ ADHEZIVA VYUŽÍVANÁ PŘI SCELOVÁNÍ TRHLIN

- **Optické vlastnosti**

Optické vlastnosti adheziv jsou pro lepení trhlin méně důležité u bodových technik scelování trhlin, za předpokladu, že lepení není vidět také z přední strany obrazu. U technik scelování trhlin pracujících v ploše jsou optické vlastnosti, v kombinaci s jejich změnami vlivem stárnutí, podstatnější, obzvláště v případě, dochází-li k prosycení adhezivem napříč obrazovými vrstvami.

HISTORICKÁ A SOUČASNÁ ADHEZIVA VYUŽÍVANÁ PŘI SCELOVÁNÍ TRHLIN

• Zpracovatelnost

Aplikace adheziva by měla být snadná a v případě potřeby by mělo být možné spojené nitě bez rizika upravit i po jejich slepení. Použitelnost je rozhodujícím způsobem ovlivněna **viskozitou** adheziva v okamžiku aplikace. Viskozita by měla být dostatečně vysoká, aby se zabránilo nadměrné penetraci adheziva do niti. Mělo by však být zajištěno dostatečné smáčení povrchu spojovaných nití.

Teoreticky by adhezivum mělo být **reversibilní**. Je však nutné si uvědomit, že z praktického hlediska je úplná a zcela bezpečná reversibilita nedosažitelná. Například nemusí být možné adhezivum odstranit úplně mechanicky nebo teplem, aniž by došlo k poškození vláken. Při použití rozpouštědel k odstranění adheziva zase hrozí, že adhezivum bude pronikat hlouběji nenávratně do vláken nebo vrstev malby. V mnohých případech proto může být důležitější **možnost opakovatelného zásahu** („*retreatability*“), tedy možnost opakované aplikace adheziva.

Při výběru adheziva je třeba vzít v úvahu další plánované kroky. Musí být zvážena **kompatibilita** s tmelením a retušováním oblasti trhliny a jinými procesy restaurování následujícími po scelení trhlin. Zpevnění a vyrovnaní díla může být také problematické, není-li adhezivum odolné vůči vodě nebo rozpouštědlům. Dále je nutné vzít v úvahu teplotní odolnost adheziva v souvislosti s případnou rentoalází nebo konsolidací barevných vrstev pomocí tepla.

PŘÍRODNÍ ADHEZIVA

- **Voskopryskyřičné směsi**

Mezi nejstarší využívaná adheziva patří vosky, přírodní pryskyřice a jejich směsi. Samotné pryskyřice se pro účely scelování trhlin nevyužívají, jelikož jsou příliš křehké a málo elastické. Vosky nebývají vyhovujícími adhezivy zejména kvůli nízké přídržnosti a pevnosti. Proto se používají jejich směsi. Rentoaláží směsi na bázi přírodních pryskyřic a vosků se pravděpodobně začaly využívat v Holandsku v polovině 19. století. Ještě během 2. poloviny 20. století byly například Františkem Petrem nebo Bohuslavem Slánským doporučovány. V 30. letech 20. století byl proveden jeden z prvních vědeckých průzkumů zaměřujících se na problematiku adheziv používaných při rentoaláži. Na jeho základě byly voskopryskyřičné směsi upřednostněny před přírodními adhezivy ve vodném prostředí. To v domněnku, že omezí hygroskopické vlastnosti obrazu a zvýší tak jeho stabilitu vůči změnám okolního klimatu. Přestože vzniká jisté omezení hygroskopických vlastností obrazu, k vyšší stabilitě vůči změnám okolního klimatu ve skutečnosti nedochází. Naopak dochází k charakteristickým druhům degradace, jako jsou specifické deformace obrazových vrstev.



PŘÍRODNÍ ADHEZIVA



- **Voskopryskyřičné směsi**

Jejich různé směsi včetně směsí s vysychavými oleji či různými balzámy byly vzhledem k jejich charakteru využívány pouze pro techniky rentoaláže a záplat, a jejich využití pro nové metody scelování trhlin, jako je nit na nit nebo *bridging*, nebylo zkoumáno.

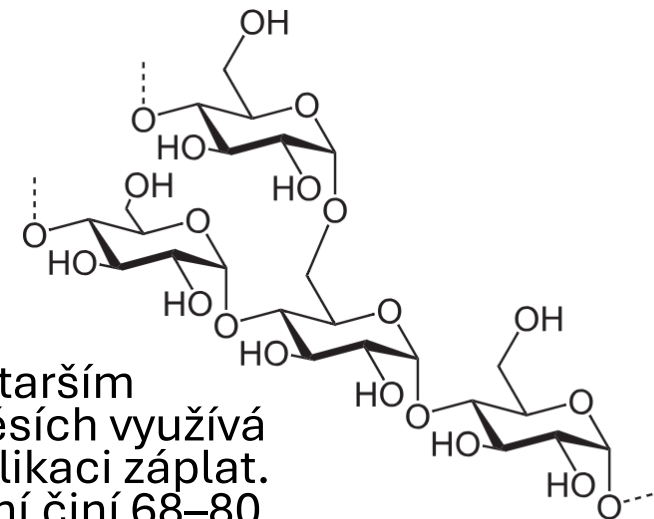
Tato adheziva jsou z dnešního pohledu zastaralá a jejich využití s sebou nese celou řadu aspektů představující ohrožení pro restaurované dílo. Hlavním důvodem jsou vysoké aplikační teploty, kyselý charakter a procesy jejich degradace, které podporují oxidační nebo jiné mechanismy poškození samotné textilní podložky. Nevyhovující jsou také jejich ireversibilita a vizuální změny spjaté s jejich stárnutím či způsobené prosycením obrazových vrstev. Přítomnost těchto adheziv ve struktuře obrazu zároveň omezuje možnost další aplikace adheziv v případě potřeby opětovného restaurování. Navíc v podstatě znemožňuje případné použití vodných adheziv kvůli svému hydrofobnímu charakteru. Praktické srovnání způsobené degradace a následného restaurování na dvou rentoilovaných obrazech různými adhezivy (voskopryskyřičná směs a směs škrobu) popsal ve svém článku Jan Vojtěchovský. Více o voskopryskyřičných směsích uvádí například Bohuslav Slánský, Knut Nicolaus nebo Stephen Hackney.

PŘÍRODNÍ ADHEZIVA

• Škrob a jeho směsi

Škrob je přírodní adhezivum získávané z rostlin. Historicky také patří k nejstarším využívaným adhezivům. V rámci restaurování se samotný, či v různých směsích využívá především při restaurování papíru, ale i jako adhezivum pro rentoaláž či aplikaci záplat. Jedná se o polysacharid, který je rozpustný v teplé vodě (teplota mazovatění činí 68–80 °C), ve studené pouze bobtná. V restaurátorské praxi se setkáváme s různými druhy škrobů, mezi které patří pšeničný, bramborový a rýžový škrob, či různé speciální škroby asijského původu, které mají své charakteristické vlastnosti.

Pro restaurování se nejčastěji používají 5–15% mazy, které lze připravit několika způsoby. Škrob má všeobecně dobré adhezivní vlastnosti v kontaktu s celulóзовými vlákny, tedy s papírem, ale i s textilními vlákny. Při vysychání samotného mazu dochází k jeho výraznému smrštění. Jedná se o hygroskopický materiál, který silně reaguje na zvýšenou relativní vzdušnou vlhkost bobtnáním a s tím spojenými rozměrovými změnami, či ztrátou adheze. Zároveň se stává náchylnějším vůči biologickému napadení. Dále podléhá fotooxidaci či hydrolytickému štěpení. Tyto degradační procesy způsobují křehnutí filmu a ovlivňují i samotnou textilní podložku. Staré, již léta zaschlé filmy bývají nerozpustné a jejich odstranění je možné pouze mechanicky, nebo pomocí enzymů. Různé druhy škrobu vykazují rozdílné hodnoty pH, pšeničný, rýžový či bramborový škrob mají převážně neutrální hodnoty (pH 7).

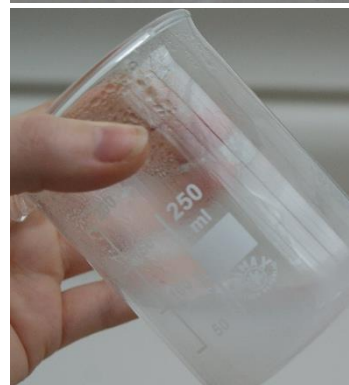
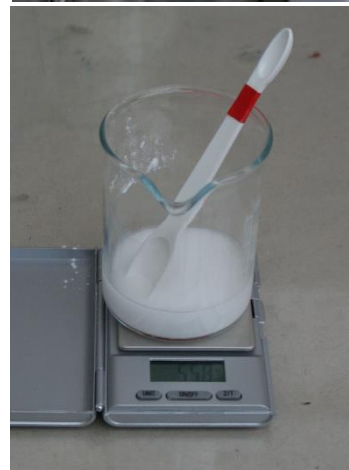
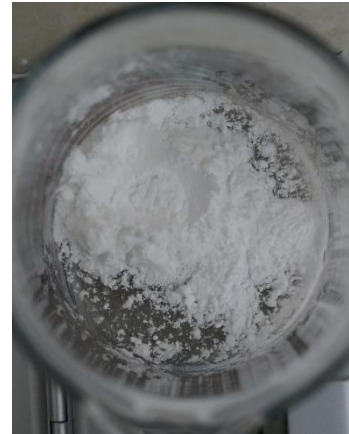


PŘÍRODNÍ ADHEZIVA

• Škrob a jeho směsi

Směsi škrobu, známé také jako německý „*kleister*“, anglický „*paste glue*“, nebo italská „*Coletta*“, jsou nejstarší adheziva používaná při rentoaláži obrazů. Samotný škrobový maz se pro tyto účely nevyužívá, jelikož je příliš křehký a málo elastický nebo lepidivý, proto se používá v různých směsích. Jedná se nejčastěji o směsi s klijem, pryskyřicemi, balzámy, melasou, medem či vysychavými oleji, se kterými se můžeme v jistých obměnách setkat dodnes. Jak už bylo ale zmíněno výše, voskopryskyřičné směsi byly upřednostňovány před adhezivy ředěnými vodou, kam škrobové směsi také patří. To plynulo především z obav ze vzniku deformací restaurovaných objektů, nebo z degradace barevných vrstev vlivem změn okolního klimatu. Další obavou byl fakt, že vodná adheziva způsobují ztrátu koheze barevných vrstev.

Vedle historických technik spojovaných s opravami trhlin, jako je rentoaláž či aplikace záplat, kde se využívalo především přímo mouky nebo bramborového škrobu, se pšeničný či rýžový škrob využívá v současné době především jako plnivo ve směsi s vyzinou pro techniku scelování nit na nit. Samotný škrob se však nepoužívá, protože bodově neposkytuje pro techniky nit na nit či *bridgingu* dostatečnou pevnost.



PŘÍRODNÍ ADHEZIVA

• Proteinová adheziva a jeho směsi

Z historického hlediska patří proteinová adheziva, zejména klijy, k nejběžnějším v restaurátorské praxi. Různé druhy klijů byly častou volbou pro aplikaci záplat, ale i pro rentoaláž. Často se při aplikaci záplat využívaly klijy samotné, nebo ve směsi se škrobem (viz předchozí kapitola). U rentoaláže není toto adhezivum příliš běžné. Pro účely rentoaláže se využívá především vyzina v kombinaci s medem, a to hlavně v ruském prostředí.

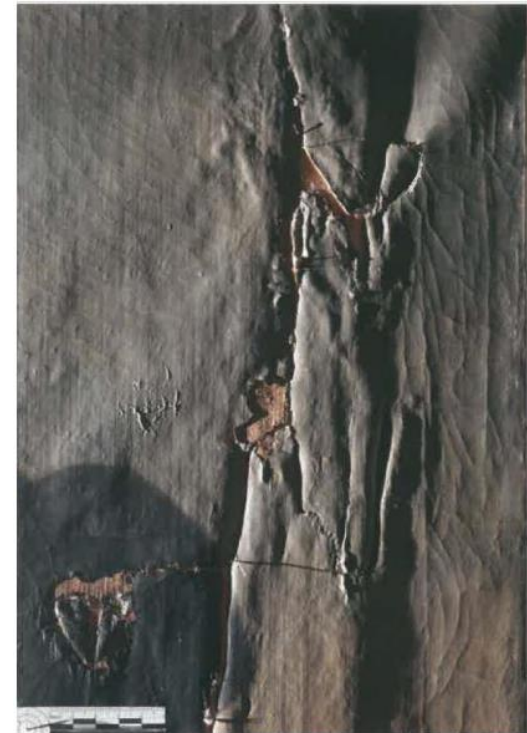


Proteinová adheziva se dobře rozpouštějí ve vodě při teplotách mezi 35 a 50 °C. Po zaschnutí jsou ve vodě opětovně rozpustná. Jsou hygroskopická. S rostoucím obsahem relativní vzdušné vlhkosti (nad 65 %) a v kontaktu s vodou se snižuje jejich pevnost, dochází k botnání, měknutí a zvyšuje se jejich objem. Při nízkých hodnotách relativní vzdušné vlhkosti naopak adhezivní filmy vodu ztrácí a stávají se tuhými a křehkými. Kromě toho mohou být peptidové vazby hydrolyzovány, což vede například ke snížení jejich odolnosti. Stejně tak se s vlhkostí zvyšuje náchylnost k mikrobiálnímu napadení. Při nízkých hodnotách relativní vzdušné vlhkosti naopak vzniklé filmy vodu ztrácí a stávají se tuhými a křehkými. Přesto se považuje za výhodu, že jsou kompatibilní s materiály přítomnými v impregnaci a v podkladu obrazu, kterými bývají taktéž bílkoviny. To má za následek srovnatelné reakce v případě kolísání klimatu. Filmy kostních a kožních klijů jsou obecně relativně tvrdé, křehké a nepružné. Na to má vliv i teplota, při které adhezivní film usychá – přesáhne-li se doporučená teplota (teploty nad 60 °C), dochází k jeho degradaci a snížení mechanických vlastností.

PŘÍRODNÍ ADHEZIVA

- **Proteinová adheziva a jeho směsi**

Samotným proteinovým adhezivům je často připisována celá řada dalších poškození plátna obrazu, způsobených především silnými nánosy a s nimi souvisejícím nadměrným pnutí během schnutí a značným snížením difúze vodních par. To se projevuje silnou deformací v místech aplikovaných záplat a jejich výrazným prolisováním společně s paprsčitým zvrásněním deformujícím jejich okolí. Podporují výraznou deformaci samotných trhlin, nebo deformaci plátna z důvodu silných nánosů i v místech jen samotných přípisů či kapek a cákanců. V neposlední řadě může být plátno v těchto místech výrazně zkřehlé.



Záplata lepená glutinovým adhezivem, silné deformace. In: HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016, s. 326.

PŘÍRODNÍ ADHEZIVA

• Vyzina

Zástupcem proteinových adheziv, který se při scelování trhlin těší v současnosti velké oblibě, především při technice nit na nit, je vyzina. Jedná se o adhezivum získávané z vnitřních stran plynového měchýře jeseterovitých ryb, především vyzy velké.

Využívá se jako vodný roztok, jehož hodnoty pH se pohybují převážně v kyselých až neutrálních oblastech. Lepivost je velmi dobrá i při nízkých koncentracích, náleží k jedněm z nejsilnějších proteinových adheziv vůbec. Pro scelování trhlin je zásadní nízká viskozita, a proto je s ní práce jednodušší, s jinými kožními či kostními klihy, které i při nižších koncentracích rychle tuhnou a je potřeba je neustále zahřívat. Pokud je teplota příliš nízká nebo gel tuhne příliš rychle, smáčení a vyplňování pórů vláken, a s tím spojená přilnavost, není dostačující. Doporučená teplota roztoku a tepelně regulovatelných restaurátorských zařízení při práci s roztoky vyziny činí maximálně 40–45 °C.

Při bodových technikách scelování trhlin je však samotná vyzina nevyhovující. Spoje mají nedostatečnou pevnost, především z důvodu silné penetrace vodného roztoku do struktury nití. Při vyšších koncentracích (byly zkoumány až 40% koncentrace) je však viskozita roztoku příliš vysoká a práce s ním je obtížná. Stejně tak pevnost spoje se samotnou vyzinou v tahu podle literatury nedosahuje pevností spojů vyziny v různých směsích.



PŘÍRODNÍ ADHEZIVA

- **Vyzina a její směsi**

- Jak již bylo zmíněno, samotná vyzina nevykazuje dostatečnou pevnost, a to především z důvodu silné penetrace vodného adheziva do struktury nití. Přidáním různých aditiv byla vynaložena snaha dosáhnout vyšších kvalit adhezivní směsi, jako je pevnost, pružnost či stálost, což by usnadnilo také její aplikaci. Přidáním aditiva do směsi s vyzinou dochází ke zvýšení viskozity směsi a ke snížení penetrace adheziva dovnitř nití. Vyzina vystupuje jako adhezní lepící složka.

- **Vyzina a škrob**

Směs 10–13% pšeničného škrobu a 20% vyziny (vodné roztoky v hmotnostním poměru 1 : 1) doporučuje již ve svých člancích Winfried Heiber a jedná se o jedno z nejběžnějších adheziv při technice scelování trhlin nit na nit. V posledních letech byla zkoumána i náhrada pšeničného škrobu za rýžový. Ten je ve stejné koncentraci ve směsi s vyzinou homogennější a nedochází v takové míře k separaci jednotlivých látek. Je také méně viskózní, tím pádem tvoří tenčí adhezivní film s vyšším průnikem do struktury nití. Směs vyziny s rýžovým škrobem se však vyznačuje nižší pevností v tahu než se škrobem pšeničným. Nižší pevnost v tahu vykazuje také modifikovaný škrob, který je rozpustný za studena. Vzhledem ke způsobu přípravy škrobu je v tomto případě vymezení procentuální hodnoty s takovou přesností přinejmenším sporné.



PŘÍRODNÍ ADHEZIVA

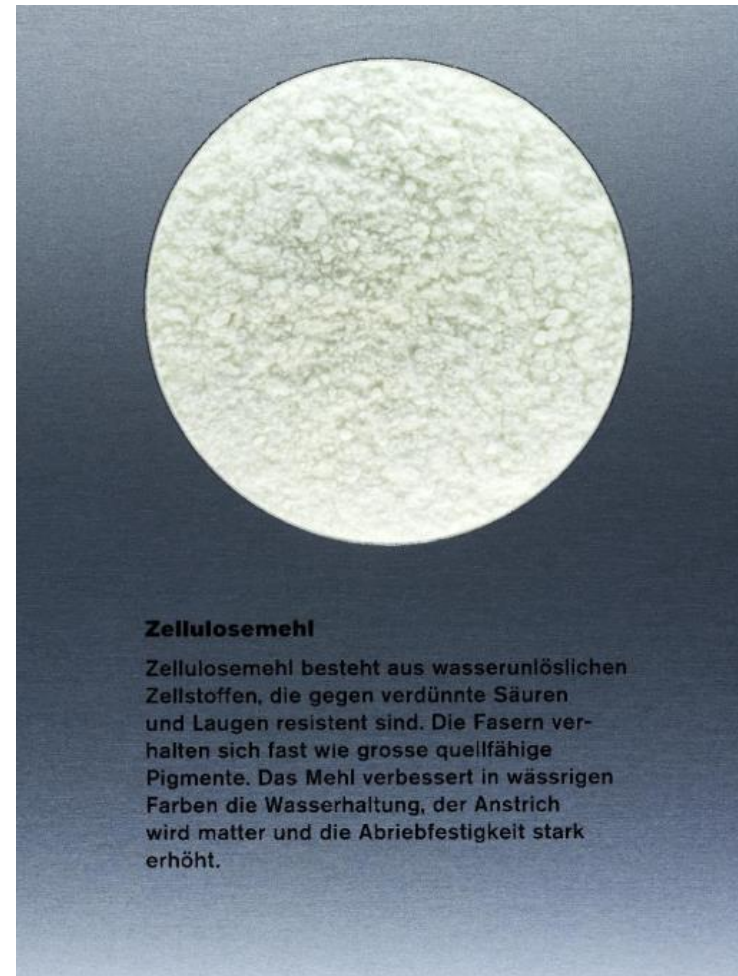
- **Vyzina a její směsi**
- **Vyzina a JunFunori**

Produkt JunFunori® je standardizovanou čištěnou formou polysacharidového rostlinného adheziva funori. Byly provedeny zkoušky při koncentraci 1% roztoku JunFunori® ve směsi s 20% roztokem vyziny v hmotnostním poměru 1 : 1. I při koncentraci 1 % se ve vodě utvoří vysoce viskózní koloidní roztok s neutrálním až mírně zásaditým pH. Práce s tepelnou jehlou by měla být jednodušší než u směsi s pšeničným škrobem, protože nedochází k přilepování vláken k jehle. V kombinaci s vyzinou poskytuje nižší pevnost v tahu, ale díky svému optickému charakteru poskytuje při zaschnutí méně nápadné spoje nežli směs se škrobem.



PŘÍRODNÍ ADHEZIVA

- **Vyzina a její směsi**
- **Vyzina a Arbocel® BWW 40**
- Produkt Arbocel® BWW 40 je složen z celulóзовých vláken o průměrné délce 200 µm a tloušťce 20 µm. Hana Flock toto aditivum využila ve svých průzkumech s 25% roztokem vyziny v hmotnostním poměru 1 : 20. Při zátěžových zkouškách tato směs vykazovala dokonce vyšší pevnost, než směs vyziny a pšeničného škrobu. Tato směs je výhodná i z důvodu snadnější přípravy oproti přípravě pšeničného škrobu.



SYNTETICKÁ ADHEZIVA

Syntetická adheziva jsou prakticky zastoupena syntetickými makromolekulárními látkami. Mohou poskytovat příznivější vlastnosti než přírodní makromolekulární látky, respektive přírodní adheziva. Vyznačují se vyšší stálostí (homogenitou) vlastností, které podléhají daným normám. Používají se nejčastěji v podobě vodných roztoků a disperzí, roztoků v organických rozpouštědlech nebo jako tavná adheziva.

Od 30. let 20. století začali restaurátoři využívat k rentoaláži obrazů také syntetické produkty, respektive syntetické polymery. Syntetické makromolekulární látky se mohou dělit na termoplasty, reaktoplasty a elastomery. Z těchto se pro plošné i bodové metody scelování trhlin prakticky využívají převážně termoplasty a jejich směsi. Z reaktoplastů uvedeme pouze epoxidové pryskyřice, které se využívají při bodových technikách scelování trhlin.

SYNTETICKÁ ADHEZIVA

Polyvinylacetáty (PVAc)

Polyvinylacetáty se získávají polymerací vinylových esterů a jsou k dispozici v široké škále molekulárních hmotností. Mohou být použity jako vodné disperze, v roztoku organických rozpouštědel nebo jako tavné adhezivum. V disperzích se vedle hlavních složek objevují obvykle neznámé a výrobcem nespecifikované aditivní látky, které po vyschnutí ovlivňují vlastnosti filmu. Přestože se mohou disperze kvůli přítomnosti aditiv a jejich interakci s pojivem vyznačovat horšími vlastnostmi z hlediska stárnutí, upřednostňují se někdy před roztoky v organických rozpouštědlech a tavnými adhezivy kvůli lepším zpracovatelským vlastnostem. Vodné prostředí disperzí navíc v porovnání s roztoky v organických rozpouštědlech poskytuje vyšší bezpečnost práce z hlediska toxicity.

PVAc disperze jsou ve vodě volně ředitelné, jejich zaschlé filmy jsou však již nerozpustné, jen mírně bobtnají. Z tohoto důvodu je ale zároveň práce při scelování trhlin komplikovaná, jelikož je zde limitovaná možnost oprav již spojených nití. Stejně tak jsou špatně mechanicky odstranitelné. PVAc disperze mohou být rozpustné ve středně polárních rozpouštědlech, jako je aceton, estery a ethylacetát, a jsou částečně rozpustné v aromatických uhlovodících.

SYNTETICKÁ ADHEZIVA

Polyvinylacetáty (PVAc)

Problematickou vlastností PVAc adheziv je jejich křehnutí vlivem stárí a uvolňování kyseliny octové. Několik studií ukázalo, že hodnota pH většiny disperzí (která u čerstvých disperzí činí kolem 5) se vlivem stárnutí snižuje až na hodnoty pH 4. Uvolňování kyseliny octové je na začátku velmi vysoké, ale po jednom měsíci rychle klesá. Z těchto důvodů se zdají být PVAc disperze vysoce nevhodné pro plošné techniky scelování trhlin, v případě bodových technik, kde je množství přidaných látek limitováno, je nebezpečí degradačních vlivů kyselin na samotnou textilní podložku nižší, ne však zanedbatelné.

V rámci průzkumů provedených Lenou Rauber, Hannou Flock, Janem Krejčím a Paulem Bernhardem Eipperem byly zkoumány komerčně prodávané PVAc disperze značky Mowilith[®], Vinnapas[®], Vinamul[®], Jade[®], a Dispercoll[®].



SYNTETICKÁ ADHEZIVA

Akryláty

Pojem akrylové (akrylátové) polymery označuje systémy na bázi esterů kyseliny akrylové a metakrylové. Akryláty se podobně jako polyvinylacetáty používají jako roztoky v organických rozpouštědlech, vodné disperze nebo tavná adheziva. V kontextu scelování trhlin jsou však nejběžnější ve formě vodných disperzí. Na tomto místě je vhodné znovu připomenout, že je obecnou nevýhodou disperzí přítomnost různých aditiv. Přesto nacházejí široké uplatnění díky jejich příznivým vlastnostem, přičemž některé z nich byly nastíněny v předchozí kapitole. Chemické složení a molární hmotnost akrylových polymerů ovlivňují jejich vlastnosti, např. teplotu skelného přechodu, pevnost, pružnost, rozpustnost, ale také odolnost vůči fotooxidaci.

Adheze akrylátových disperzí k textilním materiálům bývá velmi dobrá. Lze ji vylepšit zvyšováním koncentrace disperzního podílu, teploty nebo tlaku během lepení. Disperze poskytují vyšší pevnost spojení nití než tavná akrylátová adheziva. Akrylátové filmy bývají ve srovnání s jinými adhezivy velmi pružné a flexibilní. Akryláty mohou mít poměrně nízké teploty skelného přechodu, záleží však na jejich typu. Proto jsou tato adheziva zřídka používána pro techniku scelování trhlin nit na nit, jsou však častou volbou u plošných technik. Velmi dobré výsledky vykazují také při technice *bridgingu*. Hodnoty pH disperzí se pohybují v neutrálních až mírně alkalických rozmezích mezi 7–9. Hodnoty pH vzniklého filmu se však během doby mění v závislosti na jednotlivých typech disperzí, respektive akrylátů. Akryláty mají během stárnutí obecně velmi dobrou stabilitu, například lepší než polyvinylacetáty.

SYNTETICKÁ ADHEZIVA

Akryláty

Filmy z adheziv na bázi akrylátů jsou nerozpustné ve vodě, mohou v ní bobtnat. Jejich mechanické nebo tepelné odstranění bývá obtížné. Mohou být rozpuštěny v aromatických látkách, ketonech a esterech, například xylenu, toluenu a acetonu. Jsou nerozpustné v alifatických uhlovodících.

První akrylátové disperze začaly vznikat koncem 30. let 20. století. Koncem 60. a v průběhu 70. let 20. století bylo kvůli vodnému systému a nebezpečí zavlhčení díla před akrylátovými disperzemi upřednostněno tepelně aktivovatelné adhezivum BEVA 371. S vývojem nových rentoalážních technik, například aktivace adheziv organickými rozpouštědly, a nízkotlakých tepelně regulovatelných stolů byla akrylátovým disperzím během 80. let 20. století opět věnována větší pozornost.

V rámci průzkumů provedených Lenou Rauber a Janem Krejčím byly zkoumány komerčně prodávané akrylátové disperze značky Plextol®, Lascaux®, Akrylep® a Sokrat®.



SYNTETICKÁ ADHEZIVA

Nízkotavné polyamidy (PA)

Polyamidy jsou polymery, pro které je charakteristická přítomnost amidové vazby. Polyamidová adheziva bývají často kopolymery a mohou obsahovat přídavky různých látek, jako jsou pryskyřice a změkčovadla. Polyamidová adheziva jsou termoplastická. Mají úzký rozsah měknutí s definovanou teplotou tání a tavenina je mírně viskózní. Po ztuhnutí taveniny zůstávají filmy a vazby po jistou dobu elastické a plastické. Teprve po několika hodinách získává materiál odpovídající pevnost, a proto by neměl být vyvoláván tlak na lepená místa ihned po scelení.

Pro účely restaurování jsou adheziva k dispozici v podobě prášku. Známá jsou například polyamidová adheziva výrobce Lascaux®, která se mimo jiné liší teplotou tání. Patří sem například Lascaux® Polyamide Textile Welding Powder 535 (teplota tání 90–100 °C), dále Lascaux® Polyamid-Textil-Schweißpulver Nr. 5065 (teplota tání 80 °C), Lascaux® Polyamid-Textil-Schweißpulver Nr. 256 (teplota tání 110–120 °C) a Texolit® Textilschweißpulver (teplota tání 130 °C).



POLYAMID
DEFFNER
93-103°C



SYNTETICKÁ ADHEZIVA

BEVA 371, 371b, 375 Film, Lascaux 375

Adhezivum s označením BEVA 371 bylo vyvinuto a prvně testováno Gustavem Bergrem mezi lety 1970 a 1986 jako alternativa pro dosavadní rentoalážní směsi. Obecně se jedná o směs etylen-vinylacetátů, vinylacetátů a ketonových pryskyřic a syntetických vosků. Složení se však od dob vzniku změnilo, naposledy v roce 2010, kdy se setkáváme s označením BEVA 371b, u níž došlo k nahrazení původní ketonové pryskyřice Laropal K80.

Adhezivum se využívá ve formě roztoku, suché směsi nebo filmů, které jsou dostupné v tloušťkách 25 µm a 65 µm. Na trhu je jako ekvivalent produktu BEVA 371 k dostání produkt Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375, někdy označován jako „BEVA 375“.



SYNTETICKÁ ADHEZIVA

BEVA 371, 371b, 375 Film, Lascaux 375

Vlastnosti obou produktů by měly být obdobné, složení se však může lišit. Podrobné informace o vývoji tohoto adheziva uvádí ve své diplomové práci Dominika Medová. Z důvodů různých pojmenování budou v následujících odstavcích tyto produkty všeobecně označovány jako „*BEVA*“.

Produkty BEVA mohou být rozpuštěny v nepolárních rozpouštědlech nebo použity jako tavná laminační adheziva při teplotách 65–68 °C. BEVA má dobrou adhezi k většině materiálů. Podle Bergera je adhezní pevnost v ploše desetkrát vyšší než u voskopryskyřičných směsí. Zároveň jsou produkty BEVA často voleným adhezivem při restaurování obrazů již prosycených voskopryskyřičnou směsí.

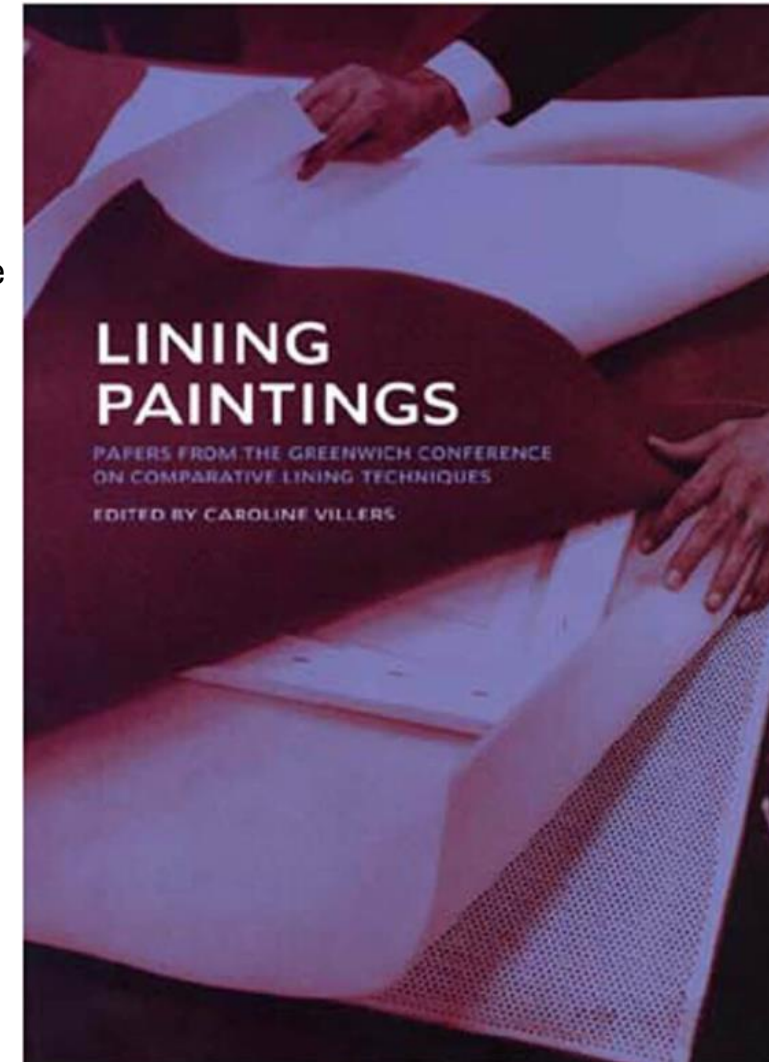


MOŽNOSTI SCELOVÁNÍ TRHLIN

Stav výzkumu ve světě

The Greenwich Lining Conference 1974 je považována za klíčový moment přehodnocující dosavadní přístupy ke konzervaci a restaurování, především k celoplošným zásahům v čele s rentoalází. To z důvodu, že do této doby doporučovaná rentoaláž, jakožto i preventivní opatření, bývala aplikována převážně pomocí voskopryskyřičných směsí. Jeden z hlavních příspěvků od Westbyho Percivala-Prescotta s názvem *The Lining Cycle* otevřel diskuzi vyzívající k omezení rentoaláže a upozornil na význam a vzácnost nerentoilovaných obrazů. V kontrastu k tomuto příspěvku byly prezentovány i nově vyvinuté metody rentoaláže a využití nových syntetických adheziv. Vznikl tak milník, který otevřel dveře novým konzervačním a restaurátorským postupům a jehož následkem byly zvyšující se tendence principu tzv. „*minimální intervence*“, kde před celoplošnými strukturálními opatřeními byly upřednostněny lokální zákroky se snahou o co nejmenší možné množství nově přidaného materiálu a změn autenticity materiálů původních.

Na základě průzkumu provedeného Geraldem Hedleyem a Caroline Villers v roce 1984, tj. 10 let po konferenci v Greenwich, došlo k výrazným změnám v přístupu k restaurování. Přestože v průběhu 70. a 80. let 20. století bylo rentoilování obrazů stále běžnou praxí, došlo v reakci na Greenwichskou konferenci k nahrazení přírodních adheziv (škrobových a voskopryskyřičných směsí) syntetickými adhezivy (akrylátovými disperzemi a BEVA 371). Byla rozšířena různorodost technik rentoaláže a byl kladen vysoký důraz na reversibilitu a stabilitu provedeného zákroku. Došlo však k deziluzi ohledně reversibility syntetických materiálů, což vedlo k zavedení nového pojmu „*retreatability*“, tedy možnost opakovatelného zásahu, prvně užitého Barbarou Applebaum v roce 1987.



MOŽNOSTI SCELOVÁNÍ TRHLIN

Stav výzkumu ve světě

V reakci na Greenwichskou konferenci a pozdější, výše zmíněný průzkum bylo v roce 2001 téma změn v přístupech konzervování a restaurování obrazů opětovně důkladně zkoumáno pod vedením Paula Ackroyda. Změny, ovlivněné již výše zmíněnou deziluzí z nemožnosti reversibility syntetických materiálů a snahou o zachování autenticity původního díla, daly koncem století naplno průchod principům minimální intervence. Došlo k všeobecnému odmítnutí rentoaláže a k upřednostnění méně invazivních zákroků. Začaly se prosazovat přírodní materiály z důvodu kompatibility s materiály původních obrazových vrstev a s tím související možnost opětovného zásahu. Zároveň bylo dobře známo jejich chování při stárnutí a reversibilita. Vývoj technického vybavení, především přístupnost dokonalejších mobilních zvětšovacích mikroskopů a lup, vedl koncem 90. let a počátkem 21. století také k rozšíření restaurátorských postupů scelování trhlin. Tyto postupy tak splňovaly nejen principy minimální intervence, ale vhodně voleným adhezivem zajistily možnost opětovného zásahu. V tomto ohledu je třeba zmínit rok 2003, kdy se konala konference „*Alternatives to lining: the structural treatment of painting on canvas without lining*“, pořádaná v Londýně Institutem pro konzervaci *United Kingdom Institute for Conservation*. Byl zde mimo jiné publikován dlouholetý výzkum Winfrieda Heibra v anglickém překladu, jehož inovativní metoda scelování trhlin jednotlivými vlákny, tedy nit na nit, byla do té doby podrobně popsána jen v německy psaném periodiku.

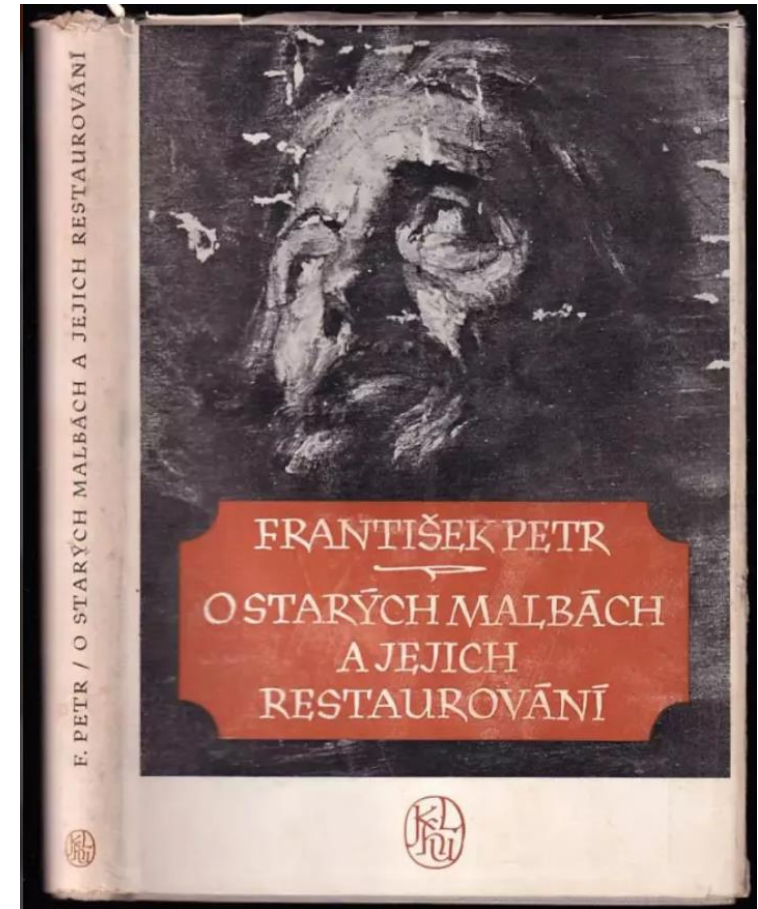
MOŽNOSTI SCELOVÁNÍ TRHLIN

Stav výzkumu v českých zemích

Na základě rešerše stavu výzkumu scelování trhlin v plátnech obrazů v Česku s ohledem na alternativní techniky scelování k plošným technikám rentoaláže byla zjištěna naprostá absence tohoto tématu nejen v odborné literatuře. Zatímco se s výzkumem a testováním tradičních metod rentoaláže můžeme v tuzemské literatuře setkat relativně často, alternativní techniky scelování trhlin u nás nikdy nebyly, až na práce Jany Chalupové, publikovány. Neznamená to však, že by byly tyto techniky českým restaurátorům neznámé.

Informace jsou v české literatuře pro restaurátory obrazů omezené. Existují pouze dva autoři, František Petr a Bohuslav Slánský, jejichž publikace se všeobecně zabývají restaurováním obrazů na plátně. Postupy při scelování trhlin v plátně se v obou publikacích liší převážně jen v detailech. Pro bližší představu o soudobém restaurování tyto poznatky shrneme v následujících odstavcích.

První je publikace od Františka Petra *O starých malbách a jejich restaurování* z roku 1954. Vedle techniky rentoaláže se zde Petr zmiňuje o textilních a papírových záplatách, ale prezentuje tyto postupy jako zastaralé a škodlivé, neboť se záplaty reliéfně projevují na lici díla deformací obrazu a poškození je těžko opravitelné. Odmítá vodná adheziva, především klišová, jelikož srážejí originální plátno a způsobují výraznější označení z líce. Zmiňuje i škrobová a dextrinová adheziva, u kterých vyzdvihuje jejich snadnou odstranitelnost, přesto je však nedoporučuje. Preferuje olejové a voskopryskyřičné směsi, přestože si je vědom jejich špatné odstranitelnosti. Jako nejvhodnější metodu při opravách obrazů s trhlinou v plátně doporučuje rentoaláž. „Záplatování dřevého obrazu je jakási náhražka rentoilování. U obrazů větší umělecké ceny použijeme záplatování jen v nejnútnejších případech, protože je konservační způsob méně dokonalý a také méně ušlechtilý.“ Zmiňuje dva způsoby rentoaláže, úplné odstranění původního plátna a nahrazení novým, nebo možnost jeho ponechání s aplikací nového. Upřednostňuje lněná či konopná plátna předem řádně vysrážená horkou vodou, střední až husté hrubé struktury, jemná tenká plátna nedoporučuje.



MOŽNOSTI SCELOVÁNÍ TRHLIN

Stav výzkumu v českých zemích

Zmiňuje poměrně podrobný, dle něj vhodný postup aplikace záplat, kdy v rámci postupu předem prosytí poškozené místo kolem trhliny směsí včelího vosku a terpentýnu a po vytěkání rozpouštědla místo zažehlí. Poté odstraní vyčnívající nitě plátna v oblasti trhliny a z líce aplikuje papírový přelep voskopryskyřičnou směsí, zažehlí a zatíží. Samotnou záplatu doporučuje utvořit ze lněného plátna, pravouhlého tvaru, jemnější struktury, než je plátno ošetřovaného obrazu, a takové velikosti, aby byla na délku i šířku dvojnásobná k rozměrům samotné trhliny. Zmiňuje i možnost roztřepení okrajů záplaty pro plynulejší, měkčí přechod, nebo přilepení záplaty po jejím středu, nikoliv až do okrajů. Záplatu doporučuje lepit teplým roztokem stejné směsi, jako výše zmíněný papírový přelep, zahrnujícím 1 objemový díl pryskyřice (kalafuna nebo damara) a 2 objemové díly včelího vosku. Následně záplatu zažehluje žehličkou.

Zmiňuje i ojedinělý případ zacelování defektu v plátně způsobeného myší, kdy vzniklé perforace o průměru asi 2 cm zacelil jehlou a nití, tzv. štipováním. Výsledek tohoto zákroku zhodnotil po vytmelení a retuši velmi kladně, blíže se jím však již nezabýval.

V rámci restaurování trhlin či jiných druhů poškození s větším rozsahem chybějícího plátna nedoporučuje dělat výplň z jednoho kusu nového plátna, ale z několika tenkých pruhů, 4–5 mm širokých, kladených vedle sebe a přilepených voskem. To z důvodu, že výplň z jednoho kusu plátna by se měla časem více projevit z lícové strany obrazu. Doporučuje však výplň provádět až po rentoaláži z líce.

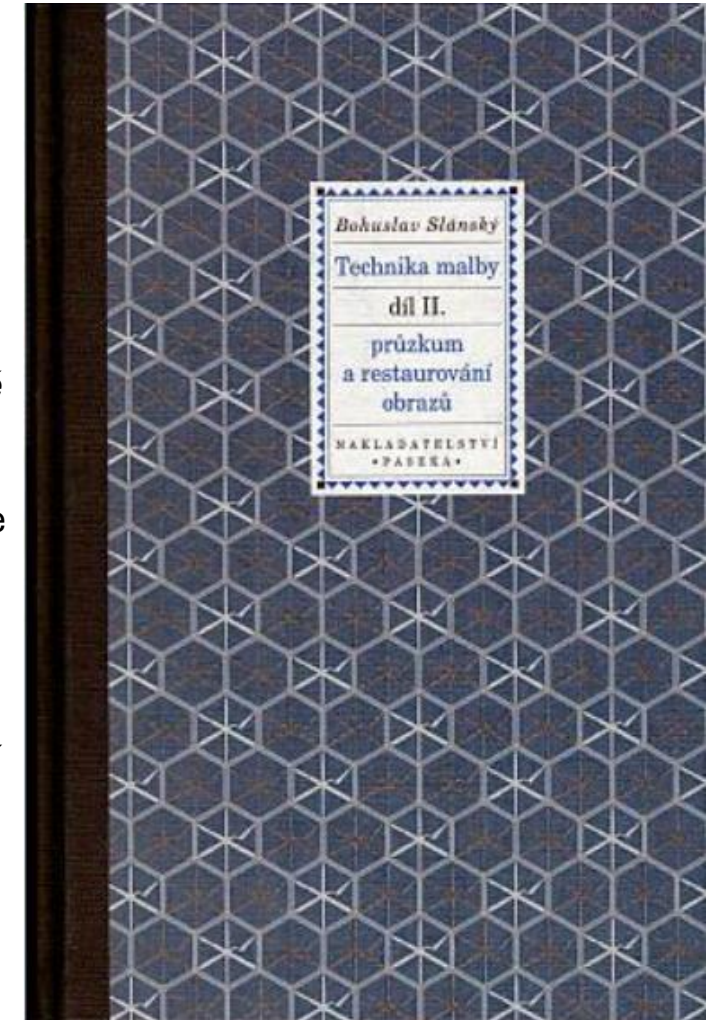
O problematice projevení trhlin z lícové strany i v případě užití rentoaláže se František Petr ve své publikaci vůbec nezmiňuje.

MOŽNOSTI SCELOVÁNÍ TRHLIN

Stav výzkumu v českých zemích

V roce 1956 byl vydán II. díl knihy Bohuslava Slánského *Technika Malby* s podtitulem *Průzkum a restaurování obrazu*, ve kterém se z velké části věnuje i restaurování obrazů na textilní podložce. V této knize je prvně v české literatuře věnována rozsáhlá kapitola rentoaláži obrazů a jejího vývoje v historii. Stejně jako František Petr upřednostňuje při ošetřování trhlin rentoaláž: „Je-li obraz jinak intaktní,[...], může být porušené místo restaurováno nalepením záplaty na rub obrazu a poté zatmelením a retušováním poškozené barevné vrstvy. Již zde však je třeba podotknout, že i v tomto jednoduchém případě je mnohem správnější podlepit celý obraz novým plátnem, protože záplata se dříve nebo později projeví na přední straně malby v podobě plochy vystupující poněkud nad úroveň okolí.“ Uvádí, že ve zkušenosti je i obyčejná papírová inventární cedulka z líce patrná, když je nalepena z rubové strany, případně se změní charakter krakel. Na záplatu využívá lněné plátno vhodné struktury a síly a vystřižnuté do takového tvaru, aby odpovídalo porušenému místu tak, aby záplata zbytečně nepřesahovala. Z okrajů vyjímá několik nití, aby bylo docíleno postupnějšího přechodu a textilií předem důkladně propírá v horké vodě, aby co nejméně reagovala na změny klimatu.

Doporučuje taktéž lepení voskopryskyřičnou směsí, jelikož není přítomna voda, a nedochází tak ke srážení plátna. Adhezivum nanáší na záplatu i poškozené místo a přes novinový papír opatrně zažehlí a na několik hodin zatíží. Doporučuje i adheziva na bázi polysacharidů jako například arabská guma, a to pro jejich vyšší viskozitu, kdy adhezivum tolik nepenetruje do struktury plátna. Přesto doporučuje tento typ adheziv pro lepší stálost mísit s pryskyřičným lakem. Emulsní adhezivum uvádí jako možnost při opravě velkých trhlin s nadměrnou okolní deformací podložky. Zmiňuje ale, že se dříve vizuálně projeví z lícové strany.



MOŽNOSTI SCELOVÁNÍ TRHLIN

Stav výzkumu v českých zemích

Také v této publikaci lze najít relativně méně invazivní postupy při scelování trhlin v plátně. Například u příliš malých trhlin bez chybějících nití se zde nedoporučují záplaty. Slánský doporučuje trhliny jen zvlhčit, přežehlít a zalisovat. Proražené místo by se tak mělo dokonale vyrovnat a spojit. Také uvádí, že do úzkých trhlin lze ještě před nažehlením vložit několik lněných vláken navlhčených emulsním adhezivem a mimo to i vtisknout na přední stranu trochu křídového tmelu, aby konečné spojení plátna bylo co nejpevnější.

Slánský se ve své publikaci blíže nevěnuje problematice trhlin a jiných typů poškození s větším rozsahem chybějícího originálního plátna, po případném odstranění přebytečné vrstvy rentoalážní směsi daná místa rovnou tmelí.

Na rozdíl od Františka Petra ale zmiňuje problematiku velkých trhlin, které se i přes rentoaláž časem objevují z lícové strany díla svým vyboulením, či propadem. Tento problém řeší aplikací celoplošné papírové, či textilní mezivložky, kterou lepí z rubu díla stejnou směsí, jakou provádí rentoaláž. V případě papírových mezivložek nedoporučuje klížený papír, ale silný druh neklíženého, který se až rentoalážní směsí prosytí. To z důvodu rozdílných roztažností materiálů, což by v průběhu mohlo způsobit oddělení jednotlivých vrstev a vést ke vzniku výdutí. Proto z důvodu homogenosti materiálů doporučuje jako mezivrstvu použít další plátno.

MOŽNOSTI SCELOVÁNÍ TRHLIN

Stav výzkumu v českých zemích

Vedle těchto dvou publikací se restaurátor sice mohl setkat s články a sborníky, v nichž byly prezentovány nové poznatky v oblasti rentoaláže obrazů, nezabývaly se však problematikou trhlin samotných. Až do roku 2018 nebyla reflektována nová zjištění, která by zahrnovala alternativní metody scelování. O to se zasloužila až Jana Chalupová, která se touto problematikou zabývala v rámci své diplomové práce na Akademii výtvarných umění v Praze a o rok později souhrn svého průzkumu publikovala v odborném periodiku *Fórum pro konzervátory-restaurátory*.

Jana Chalupová se v roce 2016 zúčastnila zahraniční studijní stáže na vídeňské Akademii výtvarných umění, kde se seznámila s alternativními technikami scelování trhlin v plátně. Ve své práci se zabývá jak historickými metodami scelování (rentoaláž, záplaty), tak především metodami splňujícími principy minimální intervence (nit na nit, chirurgické šití a *bridging*). Také uvádí nejběžněji používané materiály, adheziva, nástroje a pomůcky a podrobněji přibližuje problematiku stahování trhlin a aplikace intarzií. V rámci experimentální části byly vybrané metody a procesy restaurování vyzkoušeny, včetně zkoušek přilnavosti různých adheziv k povrchu pláten prosycených voskopryskyřičnou směsí a roztokem BEVA 371. Práce je zaměřená především na prezentaci postupu metody nit na nit a opírá se hlavně o vlastní praktické zkušenosti.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Rentoaláž

Technika rentoaláže byla již částečně popsána a představena v kapitolách *16 Historická a současná adheziva využívaná při scelování trhlin*, *17.1 Stav výzkumu ve světě* a *17.2 Stav výzkumu v českých zemích*. S prvními užitími rentoaláže se lze setkat už během 17. století pravděpodobně v Amsterdamu, její dlouholetá tradice se dále pojí s Itálií a Francií. Technika nezahrnuje pouze problematiku trhlin, ale jedná se o komplexní restaurátorský zákrok, kterým se převážně v historii řešilo hned několik druhů poškození najednou. Patří mezi ně například celoplošné zpevnění zchátralé původní podložky, konsolidace barevných vrstev a redukce jejich deformací nebo vyrovnaní samotného plátna. Ačkoli technika nemusí být vždy zcela nevhodným řešením, v současnosti se od ní v restaurátorské praxi upouští a například při restaurování trhliny v obraze jakožto solitérního problému je považována za zcela nevhodnou a zastaralou. Sama může být ve větší či menší míře, v závislosti na odbornosti provedení, využitých materiálech a nevhodnosti podmínek uložení, původcem nových poškození obrazů. Soudobé restaurátorské snahy a tendence, které pozorujeme od počátku 70. let 20. století, jsou zaměřeny na využití a případné objevení alternativních postupů, které by rentoaláž úplně eliminovaly či maximálně snížily její invazivnost. Z těchto důvodů není rentoaláží jako samostatné technice v této práci věnován větší prostor. Technika navíc zcela neřeší problematiku trhlin v plátně, protože se trhliny časem stejně na lícové straně projeví.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Rentoaláž



Extrémní případ špatně provedené voskopryskyřičné rentoaláže a s ní spojené degradační jevy. In: WÁWROVÁ, Luisa 2018, s. 116.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Záplaty

Samotný pojem „záplata“ je v restaurátorských kruzích brán jako nevhodné, až amatérské opatření zajišťující defekty pláten obrazů, které se využívalo především v historii. Proto se můžeme v dnešní terminologii setkat i s pojmy, které se snaží předcházet negativním konotacím, například „rubový lokální přelep“ či „zajištění“, stále se však principiálně jedná o metodu záplat.

Stav výzkumu

Není známo, kdy byla prvně tato technika využita, stejně jako u šití se pravděpodobně začala objevovat se samotným příchodem maleb na textilních podložkách. Nedokonalost záplat byla vždy známá a s příchodem rentoalážních technik byla rychle nahrazena. Záplaty se proto uplatňovaly především u děl nižších kvalit, případně u menších trhlin. Klasické postupy aplikace byly zpracovány i v české literatuře. Z důvodů nižších kvalit této techniky jí nebyla věnována žádná větší pozornost ani v návaznosti na *The Greenwich Lining Conference*.

V souvislosti s tím však nikdy nebyly blíže popsány ani mechanismy doprovodných poškození. Autorem byly dohledány doposud pouze tři novodobé zdroje, vysokoškolské práce. Okrajově se tématem bavlenných a polyesterových záplat lepených proteinovými adhezivy, polyamidovým práškem a produkty BEVA 371 s ohledem na značení z lícové strany, pevnost v tahu a samotnou stabilitu oblasti takto zajištěných trhlin věnovala ve své diplomové práci z roku 2003 Karen Gäbler. Dále se v roce 2009 Regina Hoffmann ve své seminární práci věnovala možnostem stabilizace trhlin ošetřených metodou nit na nit s omezeným počtem zacelených nití pomocí záplat. Zde však řeší pouze časovou úsporu práce a stabilitu opatření. Až v roce 2010 se v rámci celé své diplomové práce věnovala problematice záplat a jejich historii Linda Schäfer. Na základě experimentálních pokusů blíže popsala příčiny doprovodných poškození (označení záplat z líce díla, deformace trhlin, vliv difúze vodních par) a zkoumala, zda existuje vhodná metoda záplat.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Záplaty



CAREGETTI, Josef. Panna Maria s tělem Kristovým [olej na plátně], [třinácté zastavení křížové cesty]. Kostel Povýšení sv. Kříže. Litomyšl. Vliv záplaty se silnou vrstvou tmelu na lícovou stranu obrazu.

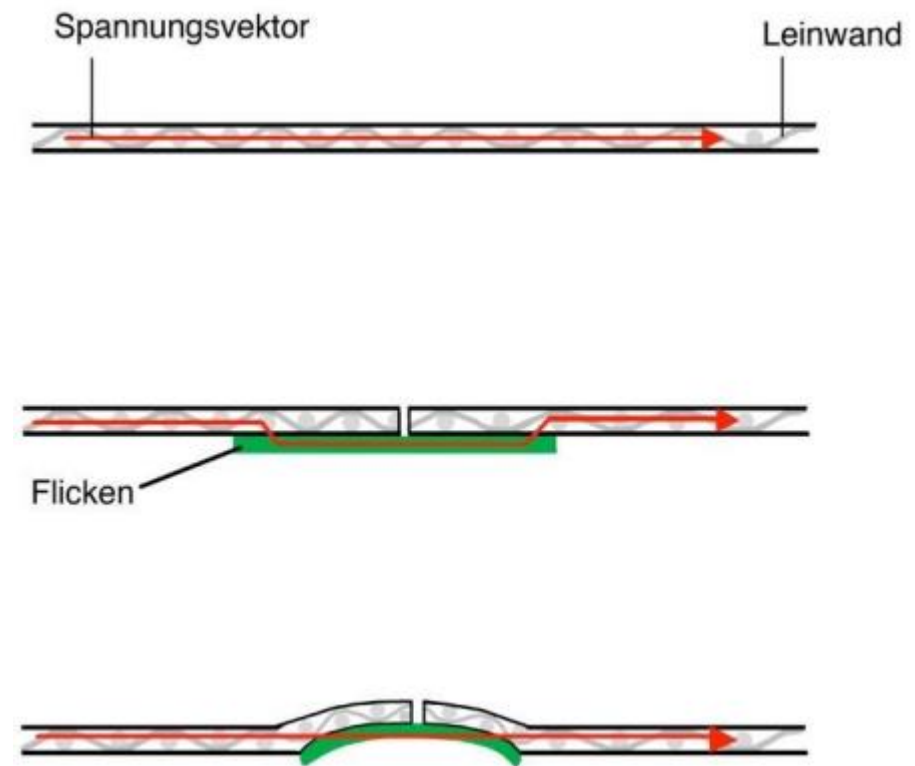
METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Záplaty

Implementace

Záplata může být pravoúhlého či organického tvaru. Může být zhotovena z celé řady materiálů od přírodních a syntetických tkaných textilií, přes netkané textilie a papíry až po useň. Lepena může být různými adhezivy.

Na základě zátěžových testů v tahu na pružích plátna scelených záplatou různými adhezivy a materiály byla pevnost techniky vyhodnocena jako dostačující. Na základě těchto a výše zmíněných důvodů Linda Schäfer připouští, že neexistuje způsob záplat, které by splňovaly všechny podmínky pro scelování trhlin, může se však jednat o dočasné opatření v případě, že se restaurovaný objekt nachází ve vhodných klimatických podmínkách. Můžeme se setkat například s metodou scelování trhlin, které jsou zajištěny dvojím, či trojím přelepem japonského papíru se škrobem. V případě užití záplat by měl být kladen důraz především na dostatečně prodyšný a flexibilní materiál a adhezivum s co nejmenším vlivem na difúzi vodních par, stejně tak je důležitá reversibilita a možnost opětovného zásahu. Během aplikace by měl být dáván pozor na objemové změny v originální podložce a v případě vodných adheziv, nejde-li se jim vyhnout, co nejvíce vlhkost eliminovat a záplatu nechávat do vyschnutí pod zátěží s filtračními papíry, nebo při vypnutém stavu. Přesto metodu záplat nelze doporučit, především ne do prostor s nestabilním klimatem.

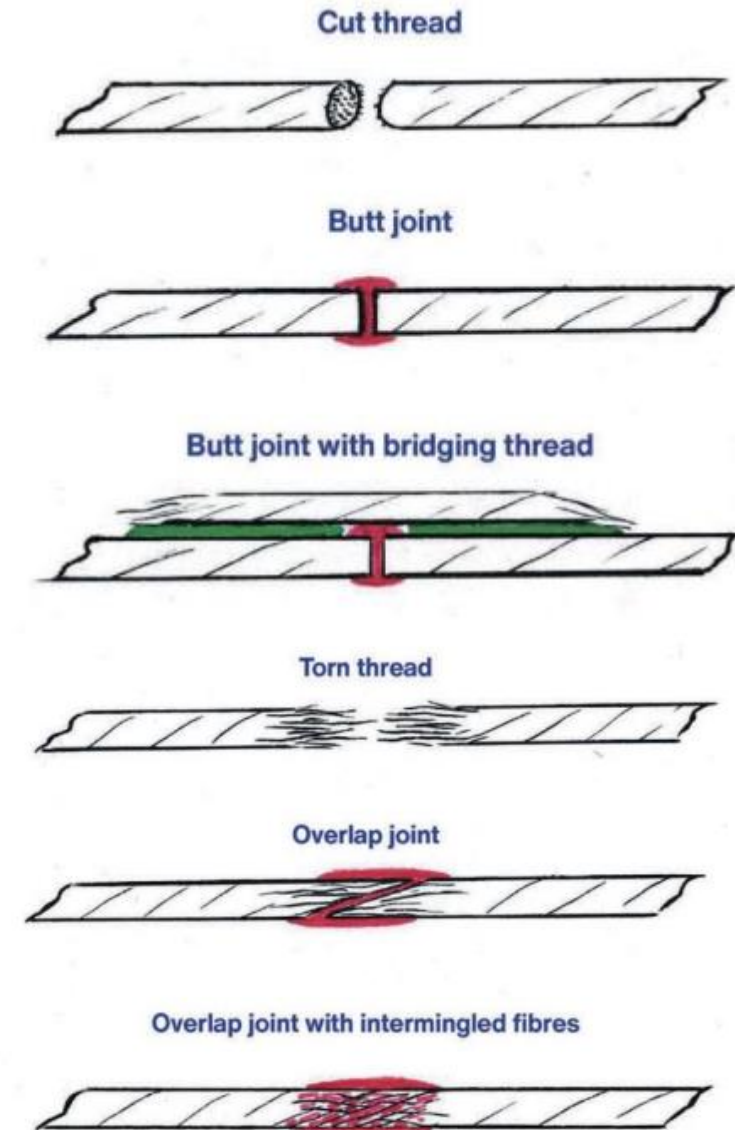


Způsob vzniku deformací vlivem záplaty a vektoru napětí v plátně obrazu. In: HEDINGER, Daniela 1997, s. 23.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Nit na nit

Pojem „*nit na nit*“ v kontextu scelování trhlin ve svém článku prvně použila Jana Chalupová jako překlad anglického termínu „*thread by thread*“. Pojem byl publikován v anglickém překladu článku Winfreida Heibera, jeho originální znění je „*Rißverklebung*“. Lze se setkat i s jinými pojmy, které mohou vycházet z celé řady anglických i německých předloh. Tyto překlady však ve své podstatě nebývají přesné, a proto se v rámci současných odborných článků a publikací setkáváme především s výše zmíněnými termíny. V předkládané práci se pro scelování trhlin pomocí spojení dvou konců přerušených nití adhezivem používá termín „*nit na nit*“.



METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Nit na nit

Stav výzkumu

Tato metoda je v současnosti nahlížena jako nejvhodnější pro scelování trhlin a do začátku 20. let 21. století jí byla v odborné literatuře věnována velká pozornost. Ke značnému vývoji došlo také v oblasti vhodných pracovních pomůcek a adheziv. Přestože jako otec metody nit na nit je uváděn profesor Winfried Heiber, snahy o obdobné scelení trhlin byly vynaloženy už dříve. První zmínka o scelování malých trhlin propletením a slepením jednotlivých nití pochází od ruského restaurátora Kudrajawzewa a datuje se do roku 1945. Do 70. let 20. století nebyla této technice věnována žádná větší pozornost, jelikož převažovala rentoaláž či záplaty. Stejně tak byla zpochybňována její trvanlivost, proto se během 70. a 80. let využívala pro techniku nit na nit adheziva s vysokou pevností, jako jsou epoxidové pryskyřice. Povědomí o této metodě zvýšily publikace Kuipera a Hestermanna (1976) či Gablera (1980). Oba uváděli epoxidové pryskyřice jako jediné materiály, u kterých nebylo zapotřebí provádět následnou rentoaláž. Zavedení jehly s termoregulací v restaurátorských dílnách bylo později umožnilo využití tavných či tekutých adheziv, a to proto, že díky této nové pomůcce při aplikaci rychleji vyschly. Na základě téměř 20letého výzkumu profesor Winfried Heiber ustanovil tuto metodu jako rovnocennou metodu scelování trhlin a publikoval o ní rozsáhlý článek, který se v roce 2003 dočkal revize v anglickém překladu. Jeho experimenty byly však založeny na subjektivních výsledcích a pocitech vyvozených z lepení jednotlivých nití i úzkých pruhů plátna zatížených kbelíkem s vodou. Navíc byla testována úzká škála adheziv (Ponal, Mowilith DM1 a DM4, Plectol B500 a směsi vyziny a škrobu).

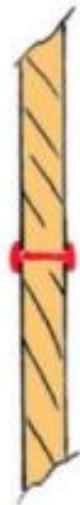
METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Nit na nit

Stav výzkumu



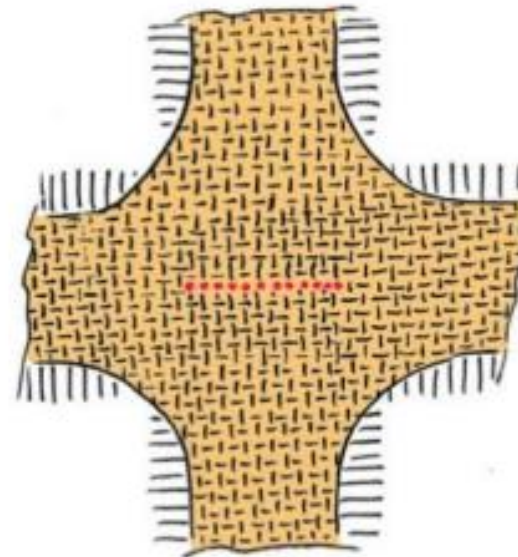
a)



b)



c)



d)



e)

Vzhled měřených vzorků Hannah Flock, a) adhezivní film, b) jednotlivá nit, c) textilní pás pro uniaxiální zatížení, d) textilní vzorek pro biaxiální zatížení, e) textilní vzorek pro multiaxiální zatížení. In: FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 324

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Nit na nit

Stav výzkumu

Od té doby byly v několika pracích zkoumány různé aspekty této metody. Například Paul-Bernhard Eipper zkoumal vhodnost různých PVAc disperzí, Laurence Becker zase akrylové disperze Lascaux® Acrylkleber 360 HV a 498 HV. Plötz zkoumala vhodná adheziva pro trhliny v polyesterových tkaninách a tkaniny prosycené vosky a voskopryskyřičnou směsí. Výsledky těchto průzkumů však byly z důvodu nízkého počtu testovaných vzorků do jisté míry subjektivní a nenabízely širší srovnání běžných adheziv pro lněná vlákna. Proto v roce 2008 Lena Rauber prvně zkoumala a porovnála v rámci své diplomové práce širokou škálu možných adheziv na jednotlivých lněných nitích s přesně definovanými metodami průzkumu, včetně vlivu kolísajícího vlhka a tepla. Její výsledky byly publikovány ve společném článku s Petrou Demuth v roce 2011. V roce 2014 Hannah Flock na práci navázala a zkoumala širokou škálu možných adheziv a vliv klimatu na jejich vlastnosti. Průzkum nebyl tentokrát proveden jen na jednotlivých nitích, ale byly zkoumány samotné adhezivní filmy a scelené trhliny na pruzích plátna o různé šíři, stejně tak prvně zkoumala pevnost v tahu scelených trhlín při biaxiálním a triaxiálním napětí, aby co nejlépe imitovala reálné napětí v plátně. Další poznatky svého průzkumu publikovala v kolektivním článku v roce 2020.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Nit na nit

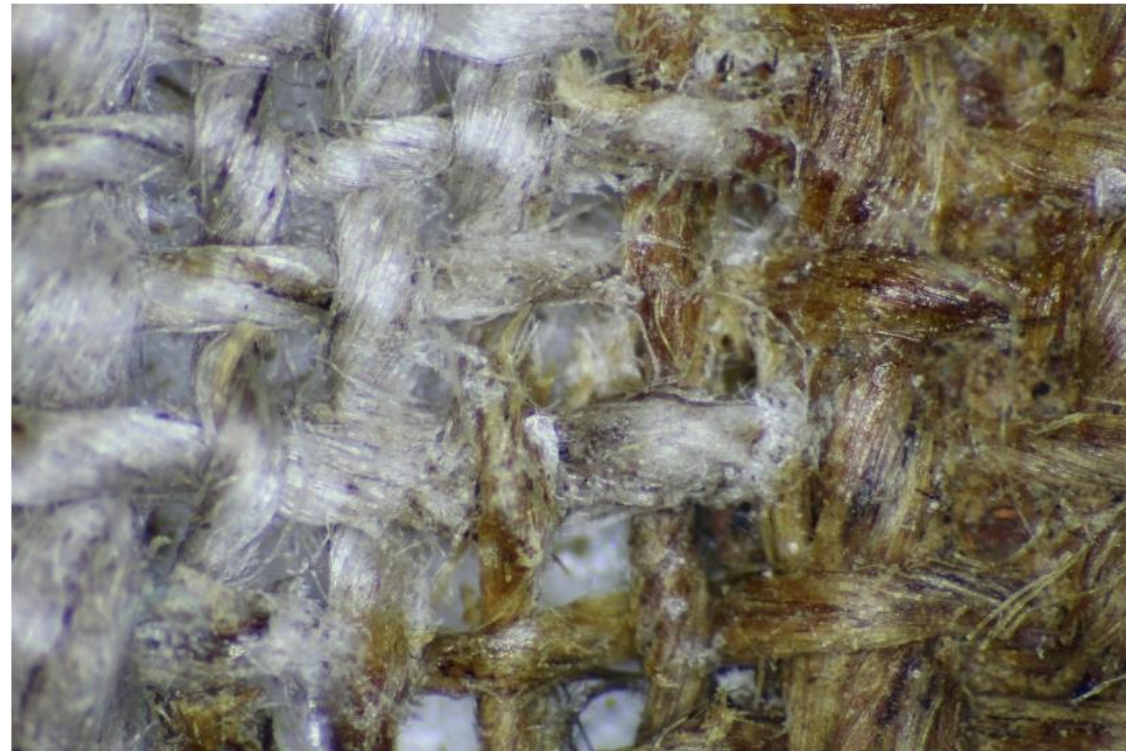
Stav výzkumu



METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Nit na nit

Stav výzkumu



METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Nit na nit

Implementace

Nit na nit je metoda, která splňuje zásadu minimální intervence a umožňuje obnovit vizuální i mechanickou celistvost plátna a zachovat tak nejen estetické, ale i historické aspekty díla. Scelením trhliny je zajištěna pevnost a stálost ošetřeného plátna, obnovením přerušného vektoru napětí je zamezeno pohybu okrajů trhlin, který jinak způsobuje jejich deformaci. Samotný postup scelení je podrobně popsán v článcích Winfrieda Heibra. Jednotlivé přerušené nitě se opětovně slepí, pokud možno s dostatečným přesahem a propletením jednotlivých vláken nitě, přičemž minimální doporučený přesah činí 0,6–0,7 mm. Takzvaný „*butt joint*“ spoj, [Obr. 112] neboli spoj, kde nedochází k žádnému přesahu spojovaných nití, je při tahovém zatížení slabší a je potřeba zvolit pevnější adhezivum, které je však mnohdy zcela ireversibilní. V případě nedostatečného přesahu, nebo chybí-li část originální nitě, je nit možné doplnit nebo nastavit novou. Scelení je potřeba provádět při zvětšení 6–25× (průměrně 12×), nejvhodnější je pro práci stereo lupa s mobilním ramenem. Dále je pro práci potřebná tepelně regulovatelná jehla a celá řada pinzet a jehel. Na základě průzkumů vhodných adheziv byly vedle Heiberem ozkoušené směsi vyziny a škrobu velmi kladně vyhodnoceny směsi vyziny s Arbocel® BWW 40 a adhezivum Lineco®.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Nit na nit

Implementace



METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Nit na nit

Implementace



Aplikátor adheziva pro scelování trhlin metodou nit na nit. In: DEMUTH, Petra, FLOCK, Hannah 2019, s. 136.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Nit na nit

Implementace

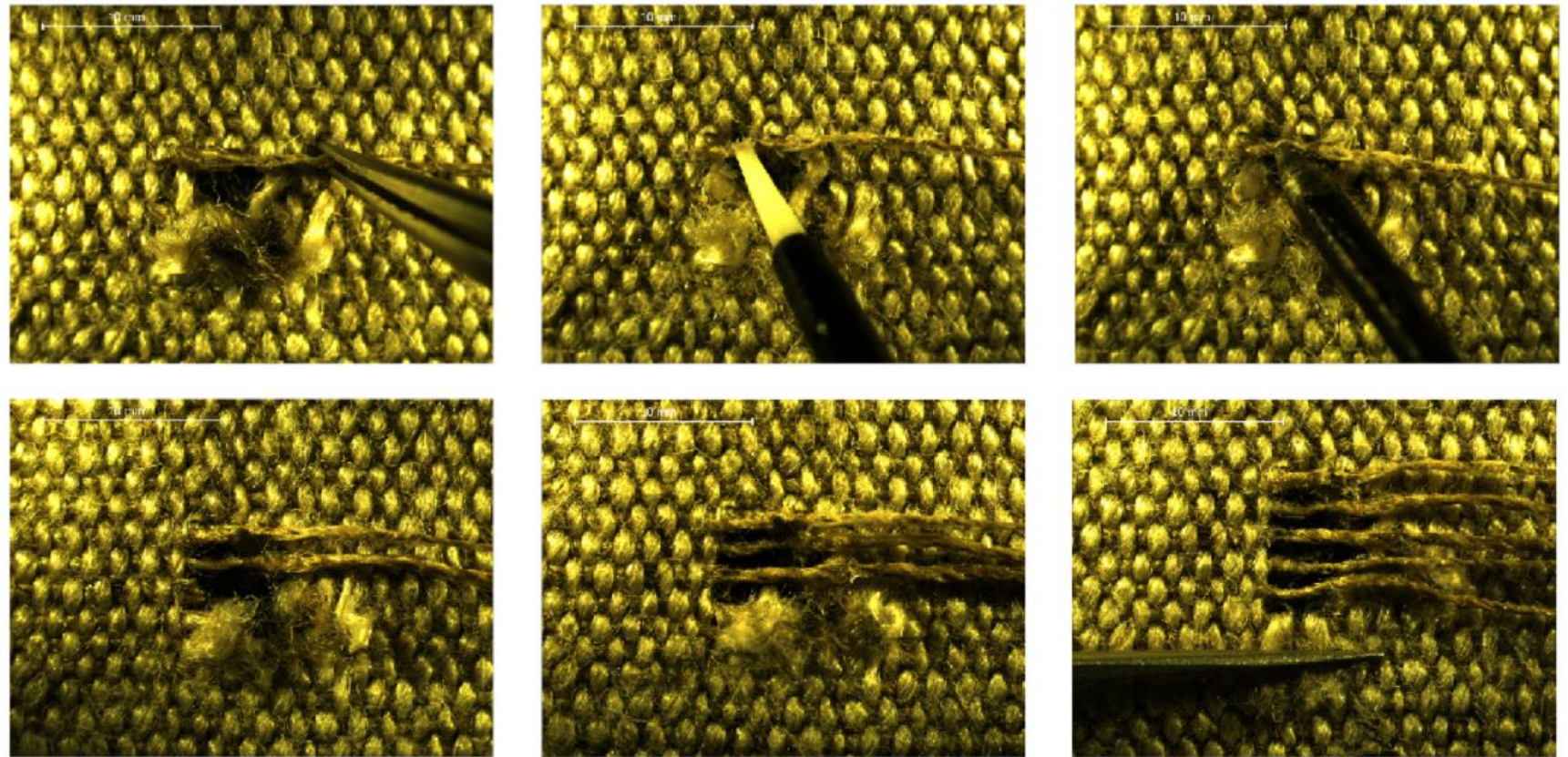
Na základě svých průzkumů Hannah Flock mimo jiné poukázala na nejednotné mechanické vlastnosti jednotlivých spojů a nemožnost reprodukovatelnosti jejich kvality. Kvalita spojů je ovlivněna nejen rozdílností lepených materiálů, ale především schopností samotného restaurátora. Ve spolupráci s Petrou Demuth pro jednotnější a jednodušší aplikaci adheziva vyvinuly komerčně dostupné aplikační pero.

Přestože se pro scelování obrazů metoda jeví jako dokonalá, jejími největšími nevýhodami jsou časová náročnost a vysoké požadavky na restaurátorské vybavení. Problém představují i velmi jemná a hustě tkaná plátna, kde může docházet k deformacím z líce obrazu v místě linie hustě kladených adhezivních bodů z důvodu rozdílné propustnosti vodních par, hlavně u epoxidových a polyamidových adheziv. Stejně tak u jsou již u těchto tkanin kladeny vysoké nároky na restaurátorovu zručnost. V praxi jsme se mohli setkat i s metodou, která zdánlivě metodu nit na nit připomíná. Jedná se o postup, během kterého je do místa trhliny vpraveno adhezivum, aniž by se dbalo na přesnost spojení jednotlivých nití, například nasypáním polyamidového prášku a jeho zatavení nebo přetřením trhliny tekutým adhezivem. Takový přístup je však z důvodu silného prosycení trhliny zcela ireversibilní, může být omezena i možnost opakovatelného zásahu a jeho následky jsou stejné jako u výše zmíněných hustě kladených adhezivních bodů.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Nit na nit

Implementace



CHALUPOVÁ, Jana, 2018

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

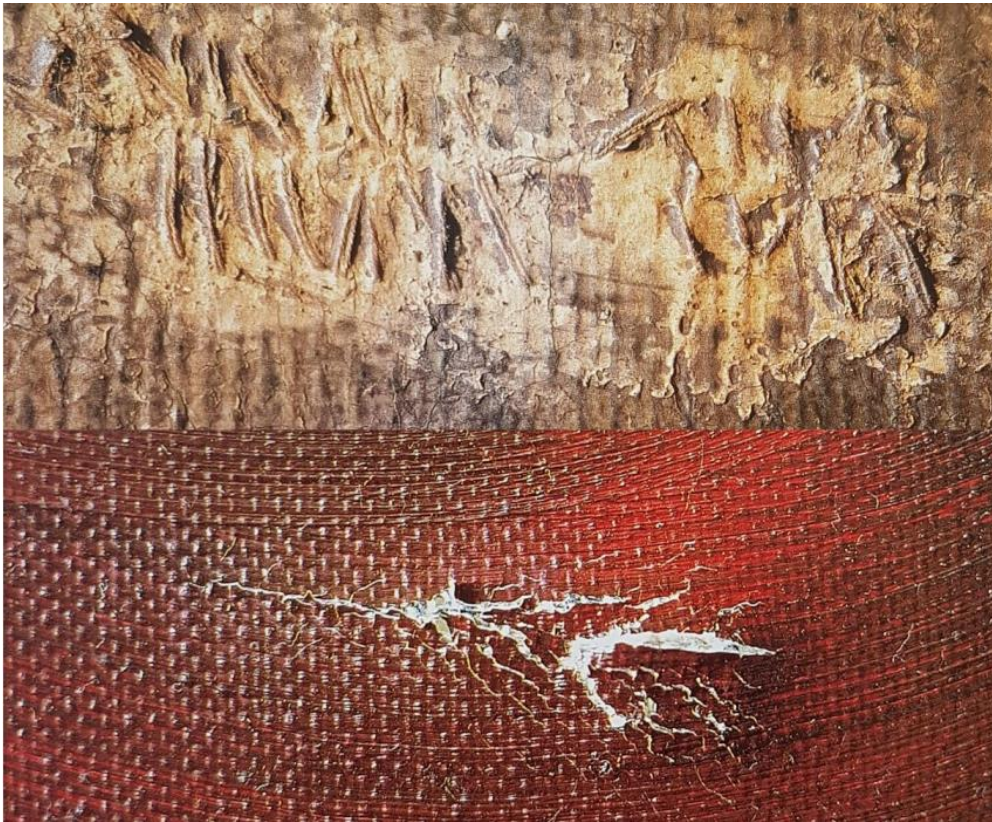
Šití, chirurgické šití

Mezi nejstarší způsoby můžeme na základě dochovaných starých oprav řadit metody zahrnující šití. Novodobý způsob sešívání trhlin však nazvala ve své práci Jana Chalupová jako „*chirurgické šití*“ či „*šití chirurgickými jehlami*“. Mohlo by se jednat o vhodný termín, který by nebyl spojován s nevyhovujícími historickými metodami. V anglických zdrojích se zatím využívá pojem „*sewing tears*“ a v německých „*Rißvernähnung*“, které však tento problém nezohledňují.

Se šitím v kontextu obrazů na textilních podložkách se setkáváme už v případě sešívání jednotlivých kusů pláten dohromady pro zvětšení jejich rozměrů z důvodu limitovaných šířek tkalcovských stavů. Jsou nám dochovány příklady z 16. století na obrazech od Tiziana či Veroneseho, kde byly složené okraje jednotlivých kusů pláten sešity lněnou nití. Setkat se můžeme s různými případy, kdy byly sešity dva kusy pláten různými stehy lícem k sobě a rozžehleny, nebo i sešitím dvou pevných okrajů. Samotné trhliny byly sešívány různými způsoby, většinou silnými nitěmi, stejně tak velikost jehel byla relativně velká, a proto tyto metody za sebou zanechaly charakteristická poškození. Jistou paralelu můžeme shledat v historických opravách oděvů, v tzv. štipování. Nejednalo se však o odborný zákrok a v literatuře mu nebyla věnována žádná pozornost. Ojedinělý případ byl nalezen v české publikaci Františka Petra.

METODY SCELOVÁNÍ TRHI IN

Šití, chirurgické šití



Sešitá a zatmelená trhlina v plátně a vliv opatření z přední strany.
In: NICOLAUS, Knut 1999, s. 113.



Historická oprava trhliny sešitím. In.: MARINOVIC, Franziska 2020, s. 168.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

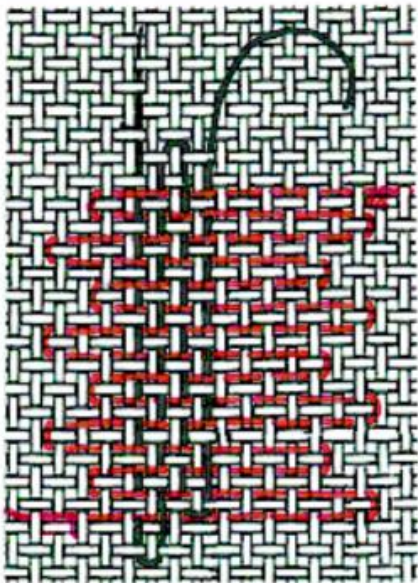
Šití, chirurgické šití

Až v roce 1992 se této technice oprav začala blíže věnovat Karoline Beltinger, která navrhla na základě spolupráce s chirurgy použití chirurgických jehel a nylonových vláken. Na Beltinger navázala v roce 1997 ve své diplomové práci Daniela Hedinger, která zkoumala jak pevnost techniky v tahu, tak zkoušela vhodnost různých druhů syntetických vláken a práci s různým typem chirurgických jehel. Poměrně komplikovaný postup chirurgického šití je podrobně popsán v diplomové práci Daniely Hedinger.

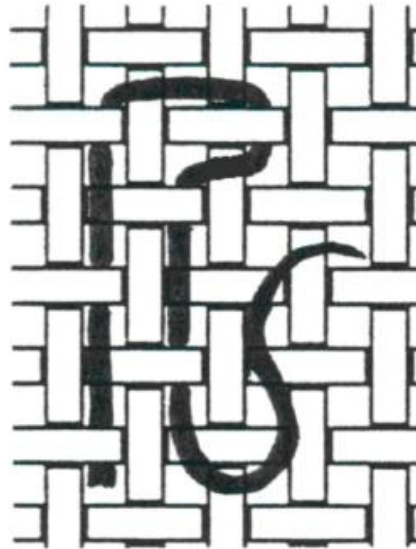
Techniku lze použít především u mladých, flexibilních, hustých pláten nebo u trhlin v rentoalázních plátnech. U starších a křehkých pláten může docházet k poškození nití, jako problematické se taky může jevit možné poškození barevných vrstev v podobě vpichů či drobné krakeláže. V případě některých objektů může být tato metoda však 100% reversibilní. Chirurgické šití by zároveň mělo zabraňovat deformacím trhliny. Stejně jako u techniky nit na nit je vyžadováno zvětšení pomocí stereo lupy, stejně tak je i časově technika velice náročná.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Šití, chirurgické šití



HEDINGER, Daniela, 1997.



HEDINGER, Daniela, 2020.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Scelování vláknitou cupaninou

V české literatuře nebyla tato technika doposud nikde popsána ani zmíněna a je zde tak uvedena jako vůbec poprvé. Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto zavést jako možný pojem „*scelení vláknitou cupaninou*“. Německá literatura pracuje s termíny „*Faserbrei*“, tedy „*vláknitá drť*“, nebo „*Rissverklebung mittels Faser-Bindemittel-Gemisch*“, tedy „*lepení trhlin pomocí směsi vláken a pojiva*“. Přestože technika vychází z praxe restaurování papíru, kde se využívá pojem „*dolévání papíroviny*“, nebyl tento termín aplikovatelný, jelikož nedochází nutně ani k dolévání, ani k použití papíroviny. Slovo „*cupanina*“ představuje materiál, který se získává „*cupováním*“ textilií. Zdá se tedy významově příhodnější, než „*drť*“. Z důvodu možnosti využití „*cupaniny*“ z různých přírodních materiálů jako len, konopí či bavlna bylo zvoleno obecné slovo „*vláknitá*“. Stejně tak bylo užito všeobecné „*scelování*“, jelikož způsob aplikace může být jak „*dolévání*“, tak „*tmelení*“. Možnou alternativou by mohl být i pojem „*scelování hadrovinou*“. Pro náš text však byla vybrána první možnost z důvodu způsobu přípravy textilního materiálu pro tuto techniku.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Scelování vláknitou cupaninou

Stav výzkumu

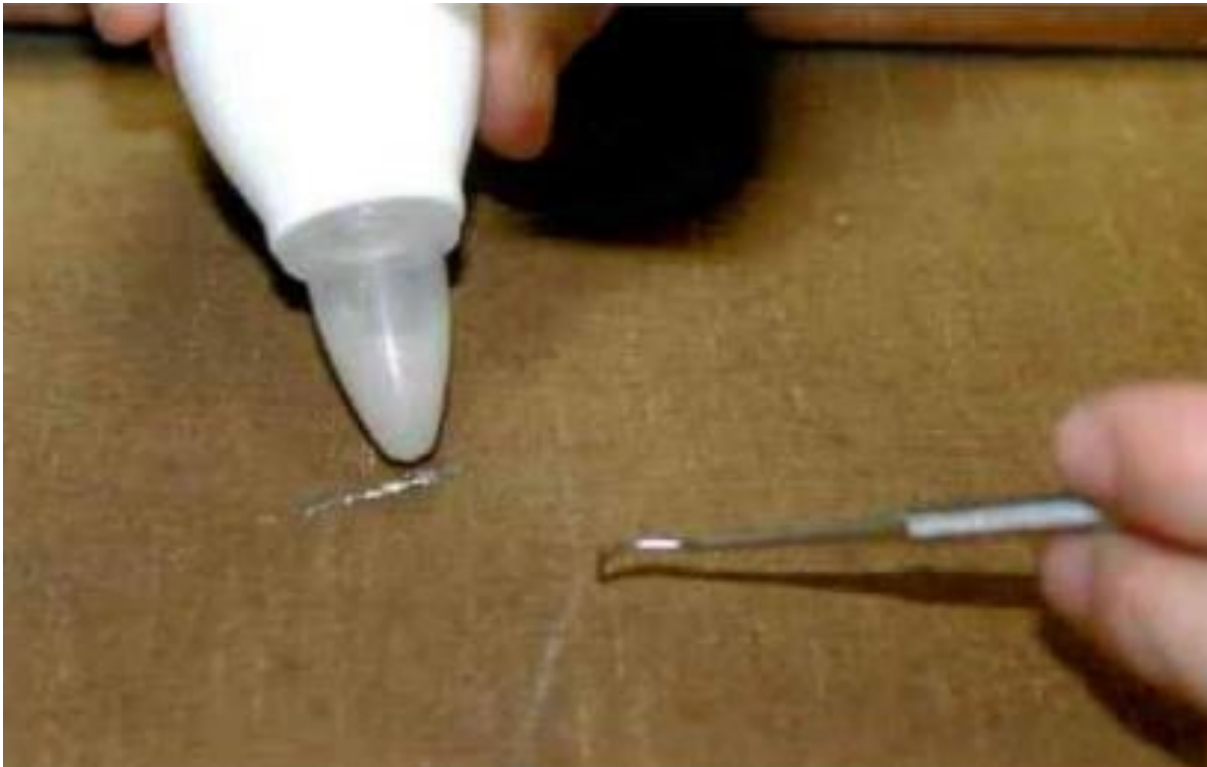
Tato technika scelování trhlin je známá teprve krátce, a proto se nachází ještě v experimentální fázi vývoje a nejsou přesně známy její dlouhodobé vlastnosti s ohledem na stárí a změny klimatických podmínek. Během začátku 21. století jí však byla věnována náležitá pozornost a tato tendence pokračuje.

Bohuslav Slánský uvádí ve své knize možnost scelování malých trhlin, která by mohla připomínat tuto metodu, z textu není však postup zcela zřejmý. Proto jako první využití techniky uvádíme článek Silke Beiner-Bütthe a Steffanie Beckmann z roku 2007. V rámci restaurování obrazu na křehké, jemné a velmi hustě tkané (20 osnovních a 32 útkových nití na 1 cm²) lněné textilii s keprovou vazbou vyzkoušely techniku převzatou z postupů restaurování a konzervování papíru, která nahradila v tomto případě neproveditelnou techniku nit na nit. Ta dosahuje svých limitů u velmi jemných tkanin. Vysoká hustota spojovacích adhezivních bodů, související s rozdílnou propustností vodních par, představuje riziko deformací podél konců přerušených nití z lícové strany obrazu. To je známo z lepení epoxidovou pryskyřicí nebo polyamidovým textilním svařovacím práškem.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

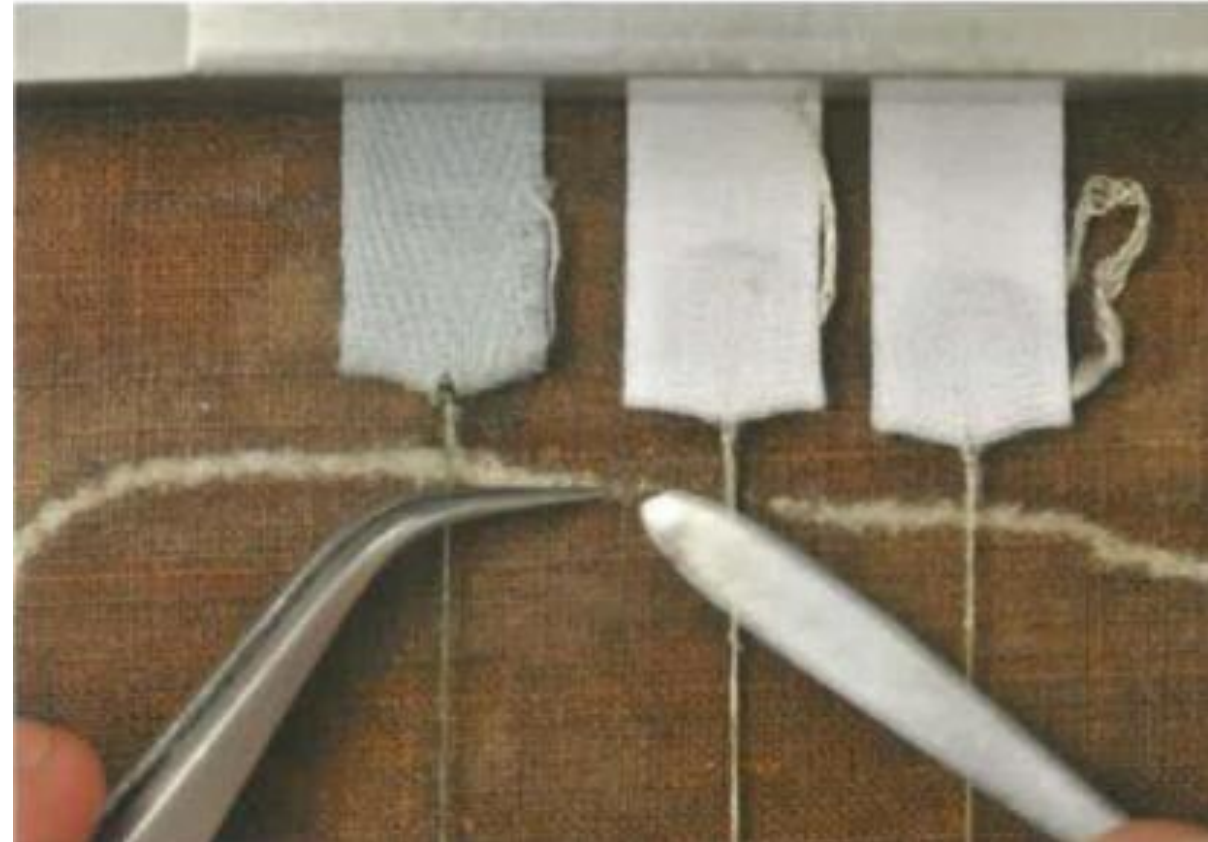
Scelování vláknitou cupaninou

Stav výzkumu



Dolévání tekuté cupaniny se směsí adheziva na místo trhliny.

In: BEINER-BÜTH, Silke, BECKMANN, Steffanie 2007, s. 47.



Scelování trhlín vláknitou cupaninou předem smíšenou s adhezivem.

In: HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016, s. 334.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Scelování vláknitou cupaninou

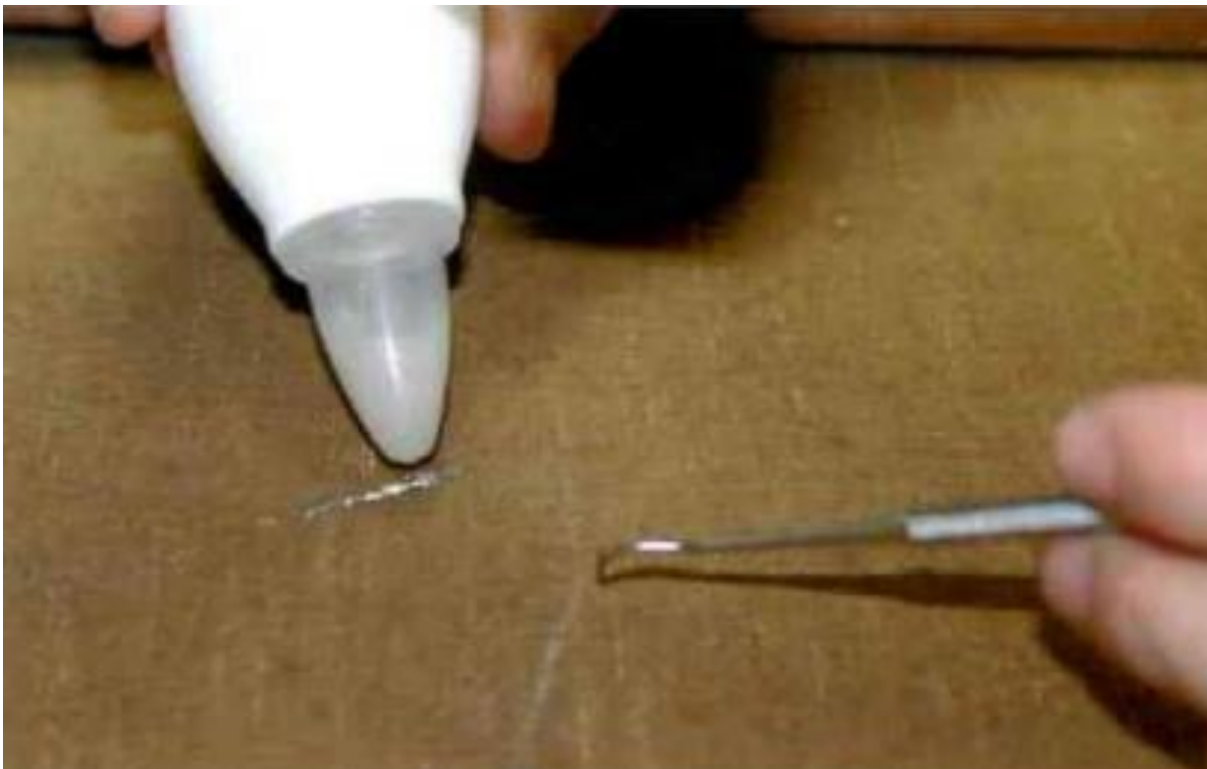
Stav výzkumu

Z důvodu uspokojivých výsledků byla od roku 2013 věnována velká pozornost možnosti scelování vláknitou cupaninou ve výzkumech na Akademii výtvarných umění v Drážďanech. V rámci své diplomové práce z roku 2014 restaurovala Claudia Hartwich potrhaný obraz na velice jemném, hustě tkaném (26/26 nití na 1 cm²) a křehkém plátně touto technikou. Na základě této práce byl v roce 2016 publikován společný článek Claudie Hartwich a Sandry Plötz. Dále ve své seminární práci z roku 2015 provedla Anna Maria Bungenberg podrobný výzkum pevnosti v tahu různých druhů vláknité cupaniny a adheziv s aditivy. Další společný článek Elly Dudew, Evy Krug von Nidda a Sandry Plötz z roku 2019 prezentuje výsledky dvou prací z roku 2017. Práce Elly Dudew se zabývala předúpravou trhliny před scelením vláknitou cupaninou a vlivem plniv přidaných k adhezivu. Eva Krug von Nidda zkoumala možnosti metody při scelování trhlin v novodobých komerčně prodávaných šepsovaných bavlněných plátnech.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Scelování vláknitou cupaninou

Stav výzkumu



Dolévání tekuté cupaniny se směsí adheziva na místo trhliny.
In: BEINER-BÜTH, Silke, BECKMANN, Steffanie 2007, s. 47.



Surová lněná cupanina, suchá. In: HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016, s. 334.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Scelování vláknitou cupaninou

Implementace

První realizace z roku 2007 byla provedena na odsávacím stole za mírného podtlaku. Vláknitá cupanina se jako při dolévání papíroviny aplikovala na místo trhlin a případně upravila. Zvolená směs vycházela z Heiberovy směsi pro techniku nit na nit. Nejlepších výsledků bylo dosaženo směsí cupaniny se směsí 20% vyziny s 13% rýžovým škrobem (v poměru 1 : 1), dále naředěnou vodou v poměru 1 : 2.

Claudie Hartwich již dílo nescelovala na odsávacím stole, ale položila je lícem dolů na filtrační papír s Hollytexem a po aplikaci směsi cupaniny trhlínu přikryla Hollytexem a filtračním papírem a zatížila do úplného vyschnutí. Snížila množství vody ve směsi, aby zamezila nadměrné penetraci do struktury plátna a zvýšila tak pevnost spoje. Směs 15% vyziny a 13% pšeničného škrobu v poměru 1 : 1 smísila s lněnou cupaninou v poměru 2,5 : 1. Samotnou cupaninu připravila z jemného lněného plátna, z něž jednotlivé nitě nařezala na 1–2 mm dlouhé kousky, které následně vyvařovala a rozvlákňovala v mixéru. Naráz scelovala úseky o maximální velikosti 5 cm. Testy se směsí s vlákny Arbocel® BC 200 a Arbocel® BWV 40 z důvodu malých částic vykazovaly na rozdíl od lněné cupaniny výraznou deformaci.

trhlin metodou nit na nit, by mohla být tato technika ve vybraných případech vhodnou alternativou. Techniku nit na nit však nenahrazuje.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Scelování vláknitou cupaninou

Implementace



Proces scelování vláknitou cupaninou, na kterou se adhezivum nanese až po aplikaci cupaniny do místa trhliny.
In: HOPFENSBERGER, Magdalena Theresa 2018, s. 47.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Scelování vláknitou cupaninou

Implementace

Ella Dudew v rámci svého výzkumu zjistila, že pevnost spoje takto scelené trhliny se zvýší, zaklíží-li se předem oblast trhliny 5% roztokem vyziny, jelikož dojde k menší penetraci pojiva do struktury degradovaných nití. I přes vysoké výsledky pevnosti v tahu však stále docházelo k přerušení v místě spoje a nikoli v originálním plátně.

Magdalena Hopfensperger v rámci svého zkoumání snížila množství přítomné vlhkosti tím, že předem připravenou suchou cupaninu nanasla na místo trhliny a až poté ji štětcem opatřila adhezivní směsí (15% vyzina s 10% pšeničným škrobem v poměru 1 : 1), zažehlila přes Hostaphan a zatížila.

Vhodnost této techniky byla zkoumána a doporučena při restaurování oboustranně malovaných obrazů, kde nebylo možné trhliny scelit technikou nit na nit, případně u trhlín, kde z důvodu nánosu obrazových vrstev či rubových nátěrů nejsou porušené nitě dostupné.

Volba přírodních adheziv umožňuje možnost opětovného zásahu a stále je do jisté míry splněn požadavek minimální intervence. Zároveň by technika měla bránit deformacím scelených trhlín z důvodu zachování vektoru napětí v rovině. Difúze vodních par by měla být také obdobná nebo stejná s okolím z důvodu podobnosti s originálním materiálem podložky obrazu, proto by nemuselo docházet ke značení trhlín z líce. Vzhledem k nízkým požadavkům na potřebné vybavení a relativně rychlému postupu práce, nesrovnatelně rychlejšímu, než je scelování

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Bridging

Prvně byla tato technika představena v České republice Janou Chalupovou, která ji označila jak anglickým termínem „*bridging*“, tak českým ekvivalentem „*přemostění*“. Ve svém článku z roku 2019 však tuto metodu nazývá pouze „*bridgingem*“. V rámci textu proto budeme užívat tento termín.

Stav výzkumu

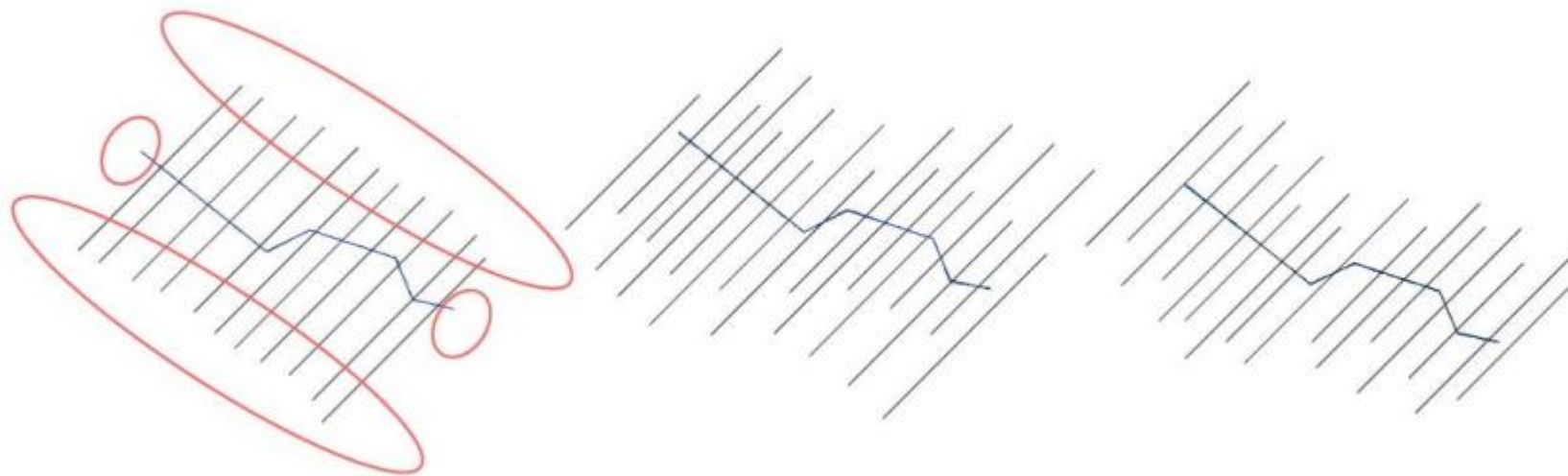
Není známo, kdy byl způsob této opravy prvně použit, ať už samostatně, nebo jako podpůrné zpevnění jiné scelovací techniky. První zmínka byla nalezena v článku Kuipera a Hestermanna z roku 1976 o restaurování obrazu *Noční hlídka* Rembrandta van Rijn. Zde byl řez plátnem po scelení metodou nit na nit zajištěn lněnými nitěmi opatřenými epoxidovou pryskyřicí. Obdobný způsob opravy byl popsán v článku Wolframa Gablera z roku 1980 o restaurování obrazu *Noc* od Ferdinanda Hodlera.

byly přišity z rubové strany. V Uměleckohistorickém muzeu ve Vídni se u takových trhlin, nebo u trhlin příliš dlouhých, použily vedle kovových drátů (kytarových strun) i sklolaminátové tyčinky, nebo skleněné tyčinky. Dlouhodobá stabilita a případné označení z lícové strany však doposud nebyly zkoumány.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Bridging

Stav výzkumu



Grafický náčrt použití bridgingu. Zleva: špatné užití bridgingu, tvoří se rovina, nejsou zajištěné okraje trhliny. Správné užití bridgingu, rozbitá rovina, zajištěné okraje trhliny. Správné užití bridgingu, rozbití roviny užitím různě dlouhých můstků.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Bridging

Stav výzkumu

V dostupných publikacích je metoda zmiňována pouze jako podpůrné opatření metody nit na nit. První popis, její využití a způsob provedení, spolu s efektivnější a časově úspornou metodou přípravy většího množství jednotlivých nití, představil ve svém článku Winfried Heiber v roce 1996. Zvýšení pevnosti v tahu pomocí *bridgingu* zkoumala u techniky nit na nit u tzv. „*butt-joint*“ spojů Hannah Flock. Přestože vyztužování scelených trhlin různými materiály je běžnou praxí, především u větších nebo komplikovaných trhlin, nebyla této technice věnována žádná větší pozornost. Můžeme se setkat s vysokoškolskými pracemi, které techniku zmiňují, není ale jejich hlavním tématem. Možnosti využití kombinace *bridgingu* a metody nit na nit zkoumala Regina Hoffman. Možnost vyztužení pláten před rentoalází zmiňuje Marina Langner. Sandra Maria Dzialek zmiňuje možnosti vyztužení silně se deformujících trhlin pomocí ocelových lanek a tyčinek ze skleněných vláken a sklolaminátu. Glynis Gale-Schodterer, Magdalena Theresa Hopfensperger a Franziska Marinovic zkoumaly *bridging* ve spojení s technikami nit na nit a scelování vláknitou cupaninou.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Bridging

Implementace

Na základě rešerše i vlastních zkušeností má tato metoda čtyři možnosti využití:

Samostatná technika scelování trhlin.

Zvýšení pevnosti v tahu již scelených trhlin.

Opatření před deformacemi scelených trhlin.

Přechodné zajištění trhlin.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Bridging

Implementace

Bridging jako samostatná technika ke scelení trhlin nebyla doposud nikdy blíže zkoumána. Winfried Heiber tuto možnost nedoporučuje, jelikož podle něj nezabraňuje deformaci a znovuobjevení scelené trhliny. Proto jsou možnosti využití *bridgingu* jako alternativní techniky scelování trhlin diskutovány a na základě zátěžových zkoušek v tahu zhodnoceny včetně problematiky jejich využití v rámci *Experimentální části*.

Nejběžněji se v literatuře vyskytující způsob užití je vyztužení již scelených trhlin různými technikami, aby byla zvýšena jejich pevnost v tahu. Může se jednat o vyztužení příliš dlouhých trhlin, trhlin nacházejících se v místech obrazu s koncentrací vyššího napětí, nebo trhlin, u kterých nebylo možné scelit veškeré přerušené nitě či nebyl možný jejich dostatečný přesah.

METODY SCELOVÁNÍ TRHLIN

Bridging

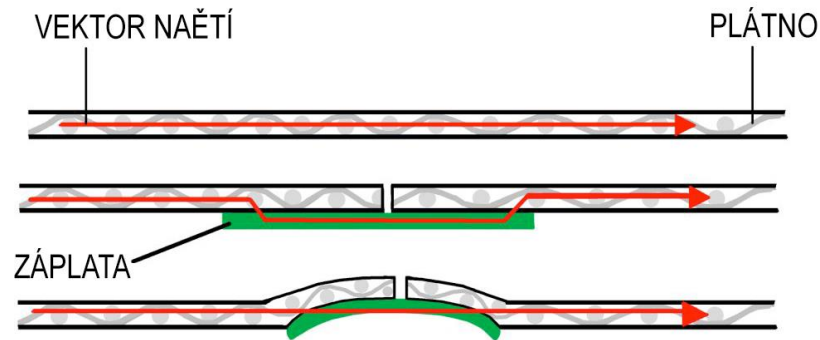
Implementace

Pro *bridging* se používají nitě z přírodních a syntetických materiálů, především konopné nebo lněné, opatřené adhezivem. Lepí se kolmo k trhlíně po celé její délce, jako prevence před možným rozšiřováním se doporučuje aplikovat *bridging* i za konec trhliny. Při aplikaci by nitě měly být umístěny střídavě tak, aby netvořili rovinu, například kladením různě dlouhých nití, nebo různým místem přichycení, tzv. „zig-zag“. To z důvodu možného označení z lícové strany. Intervaly mezi jednotlivými nitěmi a délka samotných nití závisí na typu trhliny. Na základě průzkumů Hanny Flock bylo zjištěno, že v případě scelených trhlin metodou nit na nit u tzv. „*butt-joint*“ spojů se pevnost v tahu za přítomnosti *bridgingu* až zdvojnásobí. *Bridging* byl zkoumán pouze z lněných nití opatřených BEVA® 371 25 µm filmem. Jiná adheziva nebyla doposud v takovém rozsahu zkoumána, stejně tak ani jiné materiály samotných nití.

U příliš nepoddajných trhlin, které mají tendence se deformovat, i v případě scelení metodou nit na nit, se v literatuře a praxi můžeme setkat s *bridgingem* i z jiných materiálů, než jsou přírodní nitě. Jedná se o neflexibilní pevné inertní materiály, které i přes působící napětí nemění svůj tvar. V rámci restaurování obrazu *Cathedra* od Barnetta Newmana v roce 1997 byla původní poškozená rentoalážní textilie po scelení metodou nit na nit a chirurgickém sešití opatřena ocelovými dráty.

PROBLEMATIKA SCELENÝCH TRHLIN

ZÁPLATY



© HEDINGER, 1997

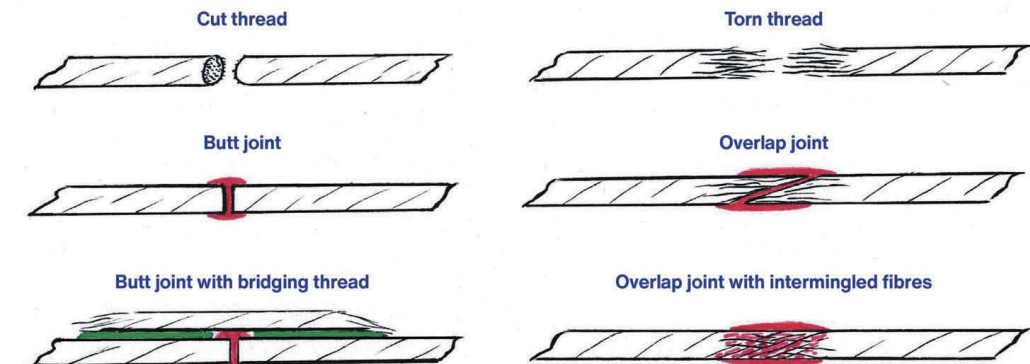
•ČASOVĚ
NENÁROČNÉ

- SILNĚ OMEZENÁ REVERSIBILITA / OPAKOVATELNOST ZÁSAHU
- VNESENÍ NOVÝCH MATERIÁLŮ DO OBJEKTU
- NEDOCHÁZÍ K OBNOVENÍ PŘERUŠENÉHO VEKTORU NAPĚTÍ
→ZNOVUOBJEVENÍ ZACELENÝCH TRHLIN A PŘÍPADNÉ DEFORMACE
- ROZDÍLNÁ DIFÚZE VODNÍCH PAR V MÍSTECH ZÁPLATY
- DEFORMACE V MÍSTECH ZÁPLATY

NIT-NA-NIT

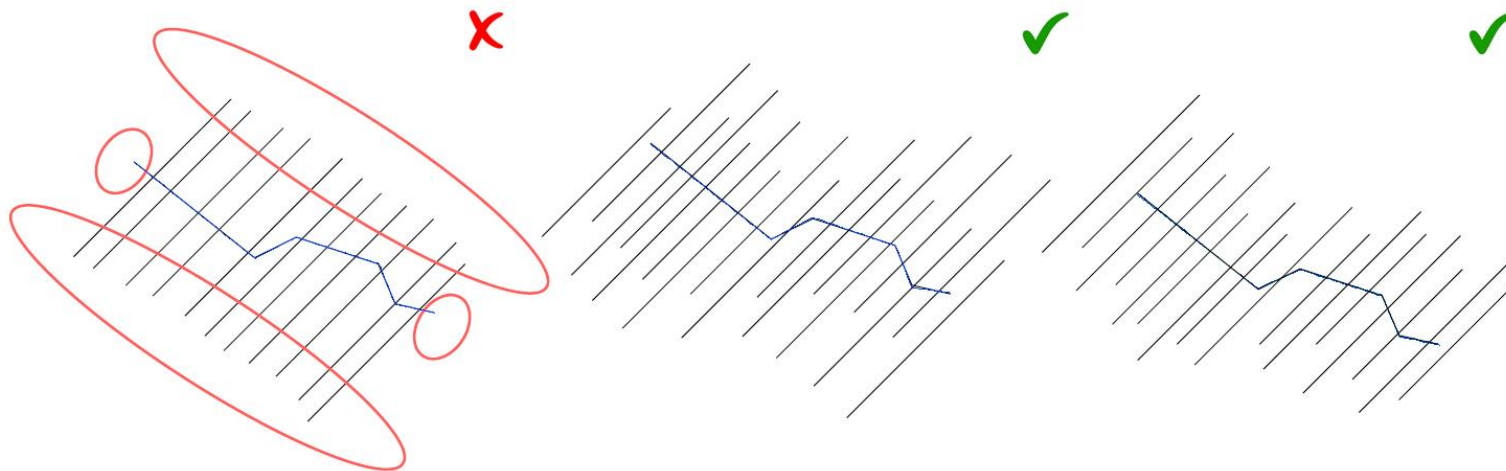
- OBNOVENÍ PŘERUŠENÉHO VEKTORU NAPĚTÍ
→NEDOCHÁZÍ K ZNOVUOBJEVENÍ TRHLIN
- LOKÁLNÍ VNESENÍ MINIMÁLNÍHO MNOŽSTVÍ NOVÝCH MATERIÁLŮ DO OBJEKTU
- DOBRÁ REVERSIBILITA / OPAKOVATELNOST ZÁSAHU
- VIZUÁLNÍ CELISTVOST

- VELICE ČASOVĚ NÁROČNÉ
- VYSOKÉ NÁROKY NA VYBAVENÍ A ZRUČNOST RESTAURÁTORA
- U HUSTĚ TKANÝCH TEXTILIÍ PRAKTICKY NEPROVEDITELNÉ
- NEPROVEDITELNÉ U ZNEČIŠTĚNÝCH ČI PŘÍLIŠ KŘEHKÝCH NITÍ OKRAJŮ TRHLIN
- NEMUSÍ VŽDY UDRŽET ROVINU PODLOŽKY OBRAZU



IMPLEMENTACE

- z různých materiálů (nejčastěji lněné či konopné nitě)
- Potřebné tloušťky a délky
- lepení kolmo k trhlině různými adhezivy po celé délce nitě
- před možným rozšiřováním se doporučuje aplikovat i za koce trhliny
- střídavé kladení (například kladení různě dlouhých nití, nebo různá místa přichycení, tzv. *zig-zag*)

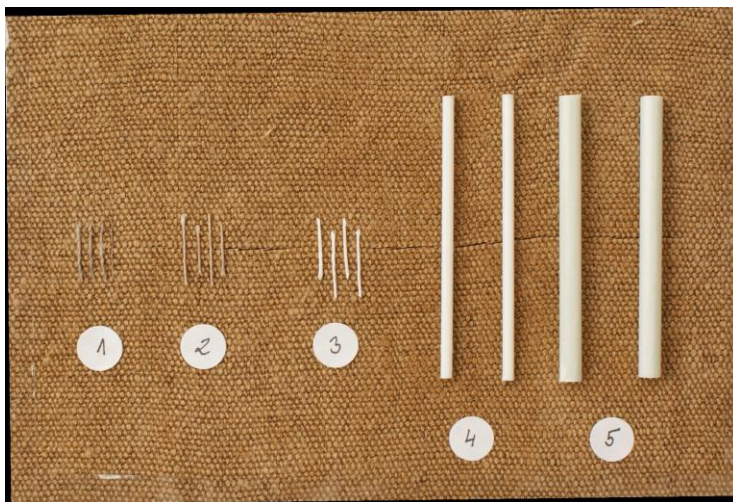


ZPŮSOBY VYUŽITÍ

- samostatná technika scelování trhlin
- zvýšení pevnosti v tahu již scelených trhlin
- opatření před deformacemi scelených trhlin
- přechodné zajištění trhlin



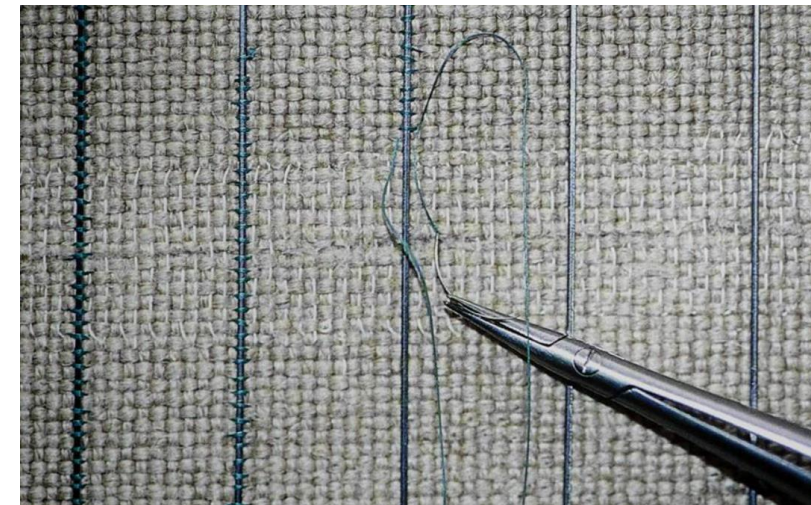
© HOPFENSPERGER 2018



© CHALUPOVÁ 2019



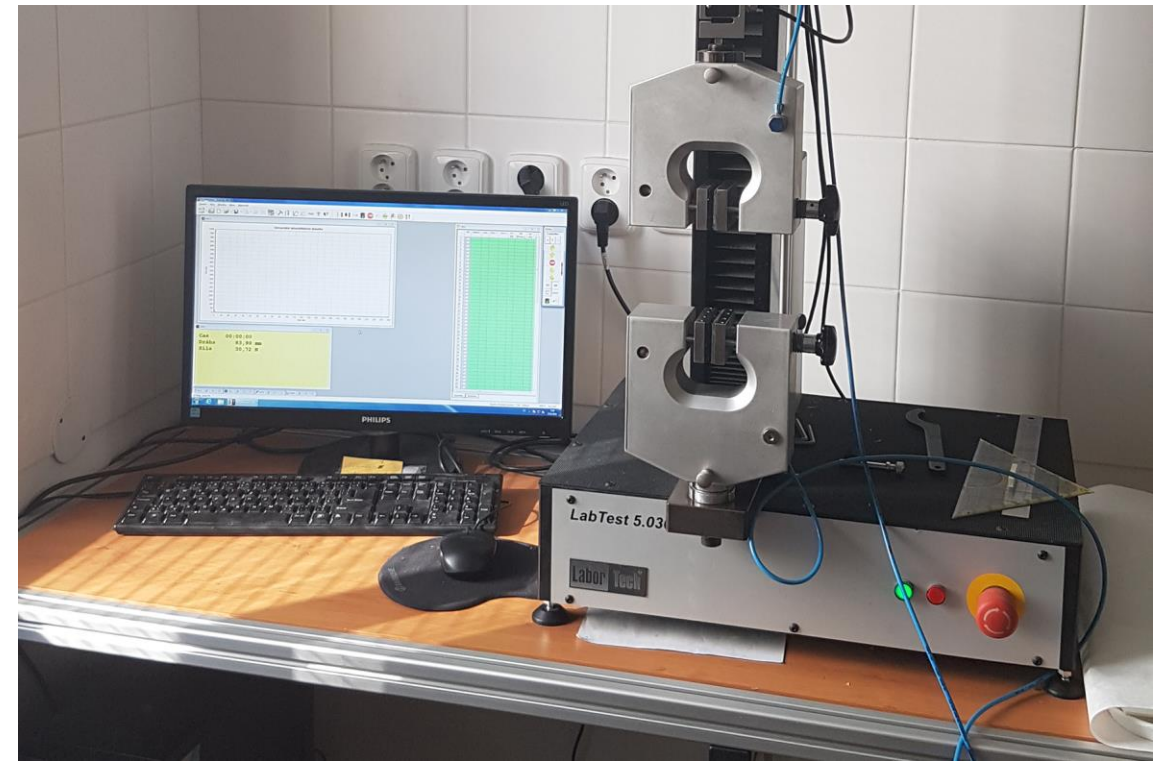
© ODLOZIL 2014



© BRACHT 2003

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

- časová náročnost
- vizuální posouzení
- mechanismy poškození vlivem tahových zkoušek
- maximální pevnost při jednoosém namáhání v tahu



PŘÍPRAVA VZORKŮ TEXTILNÍ PRUHY

- Iněná textilie s plátňovou vazbou o dostavě 18 osnovních a 10 útkových nití na 1 cm (Trigi, s. r. o., o šíři 240 cm a gramáži 300 g/m², ručně prána v teplé vodě)
- délka 200 mm ve směru útku
- šíře 34 útkových nití, kde z každé strany 5 útkových nití bylo vytaženo (výsledná šíře pruhu potom činila 24 nití, tedy asi 25 mm)
- implementace trhlin přeříznutím útkových nití ve středu vzorku pomocí skalpelu



PŘÍPRAVA VZORKŮ

BRIDGINGOVĚNITĚ

BNV	Vzorky scelené <i>bridgingem</i> opatřeným 40% (hm.) roztokem Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 v technickém benzínu.
B65V	Vzorky scelené <i>bridgingem</i> opatřeným BEVA 371 Film® o tloušťce 65 µm.
B25V	Vzorky scelené <i>bridgingem</i> opatřeným BEVA 371 Film® o tloušťce 25 µm.
AV	Vzorky scelené <i>bridgingem</i> s adhezivem Lascaux® Acrylkleber 498 HV.
AAV	Vzorky scelené <i>bridgingem</i> s adhezivem Lascaux® Acrylkleber 498 HV aktivovaným acetonem.



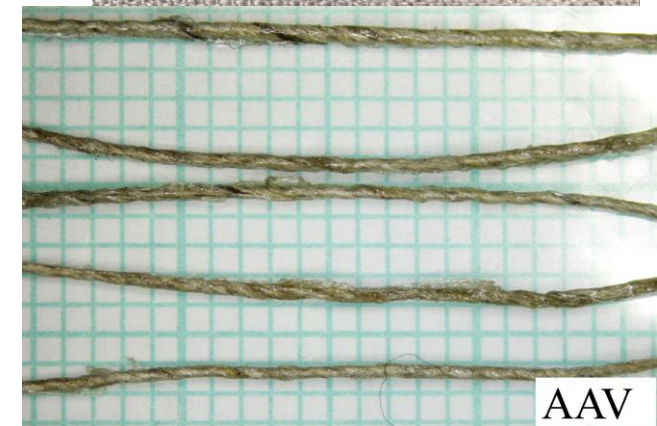
BNV



B65V



B25V



AAV

PŘÍPRAVA VZORKŮ

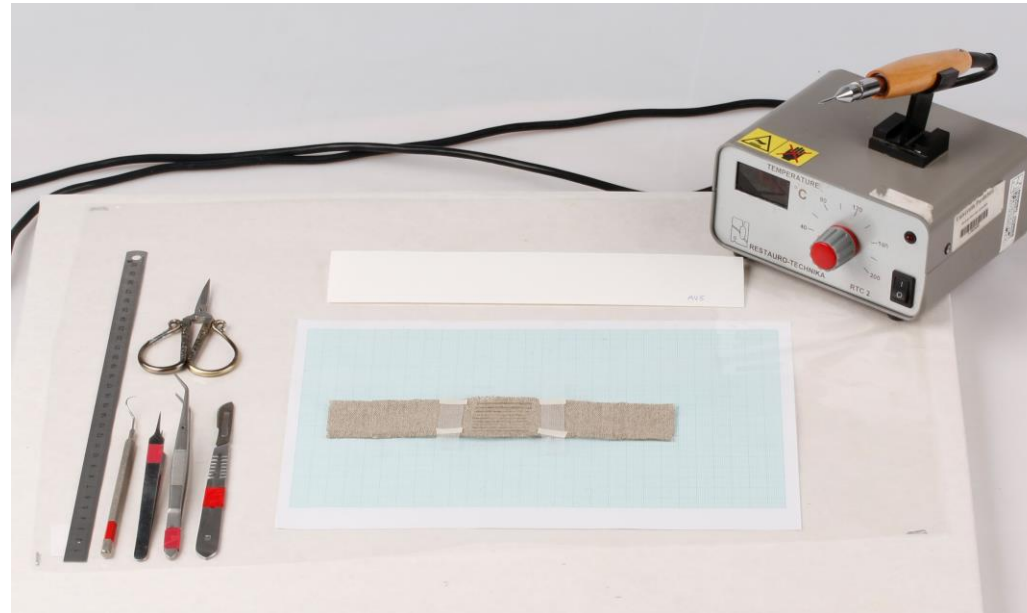
PROCES SCELOVÁNÍ

- Vzorky scelené metodou bridging
 - série s BEVA 371 Filmy® a Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 byly přichyceny pomocí tepelně regulovatelné špachtle (65–68 °C) a přes Hostaphan zatíženy do vychladnutí
 - série s adhezivem Lascaux® Acrylkleber 498 HV (AV) byla hned po natření adheziva na bridgingovou nit přichycena na přerušovaný vzorek a přes Hostaphan zatěžována a vysoušena pomocí tepelně regulovatelné špachtle
 - druhá série s adhezivem Lascaux® Acrylkleber 498 HV (AAV) byla scelena pomocí bridgingových nití už dopředu opatřených tímto adhezivem, které se až po zaschnutí aktivovalo ponorem v acetonu a poté přes Hostaphan byly přichyceny pomocí tepelně regulovatelné špachtle.

PŘÍPRAVA VZORKŮ

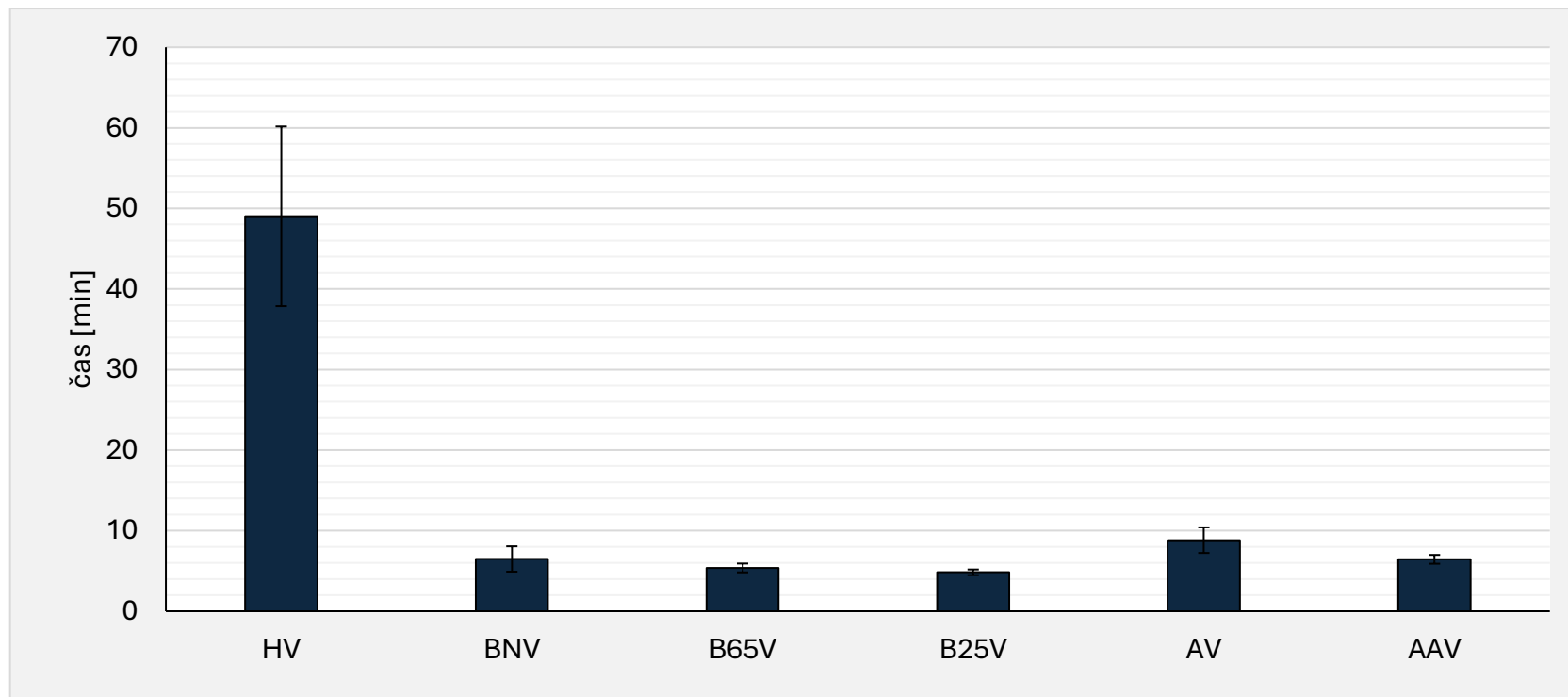
PROCES SCELOVÁNÍ

- vzorky scelené metodou nit-na-nit
 - po aplikaci trhliny byly odstraněny 2 osnovní nitě pro dostatečný přesah
 - scelování probíhalo pod stereolupou
 - adhezivní směs – 20% vyzina a 10% maz pšeničného škrobu v poměru 1:1
 - nanášena štětcem (teplota směsi přibližně 40 °C)
 - zasoušeno tepelně regulovatelnou jehlou zahřátou na 45–50 °



VÝSLEDKY A DISKUZE

ČASOVÁ NÁROČNOST METOD SCELENÍ



Graf průměrné časové náročnosti scelování jednotlivými metodami

VÝSLEDKY A DISKUZE

VIZUÁLNÍ ZHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH METOD



Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375



BEVA 371 Film® o tloušťce 65 µm



BEVA 371 Film® o tloušťce 25 µm



Lascaux® Acrykleber 498 HV



Lascaux® Acrykleber 498 HV aktivovaný
acetonem



nit-na-nit

VÝSLEDKY A DISKUZE

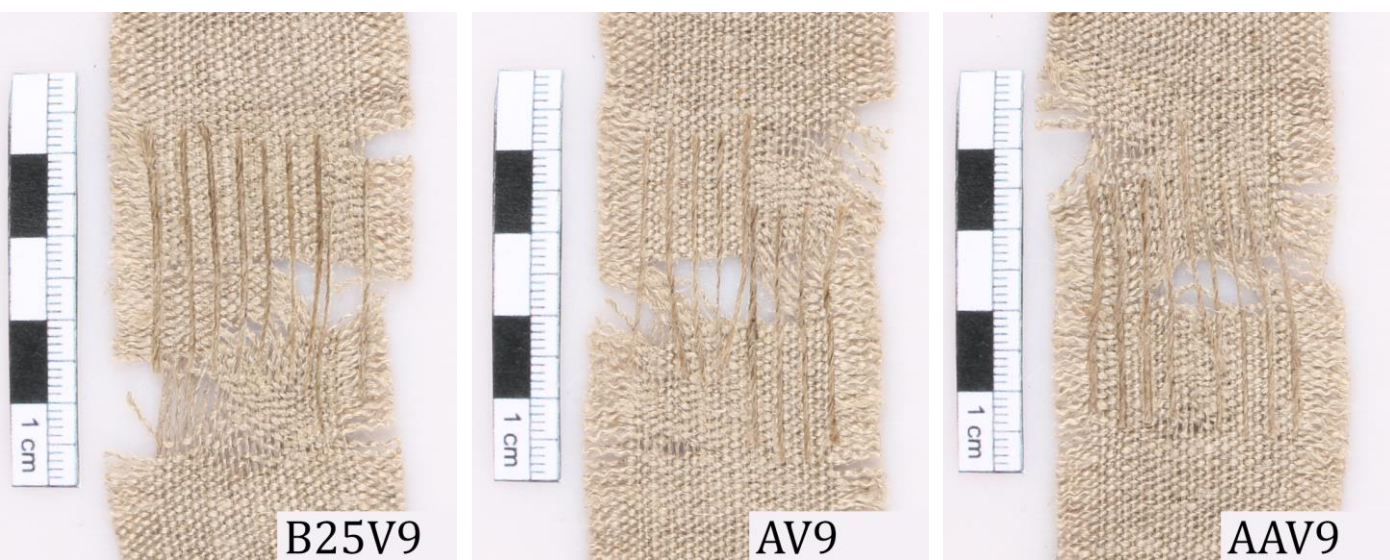
MECHANISMY POŠKOZENÍ VLIVEM TAHOVÝCH ZKOUŠEK



HV - nit-na-nit

BNV - Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375

B65V - BEVA 371 Film® o tloušťce 65 µm



B25V - BEVA 371 Film® o tloušťce 25 µm

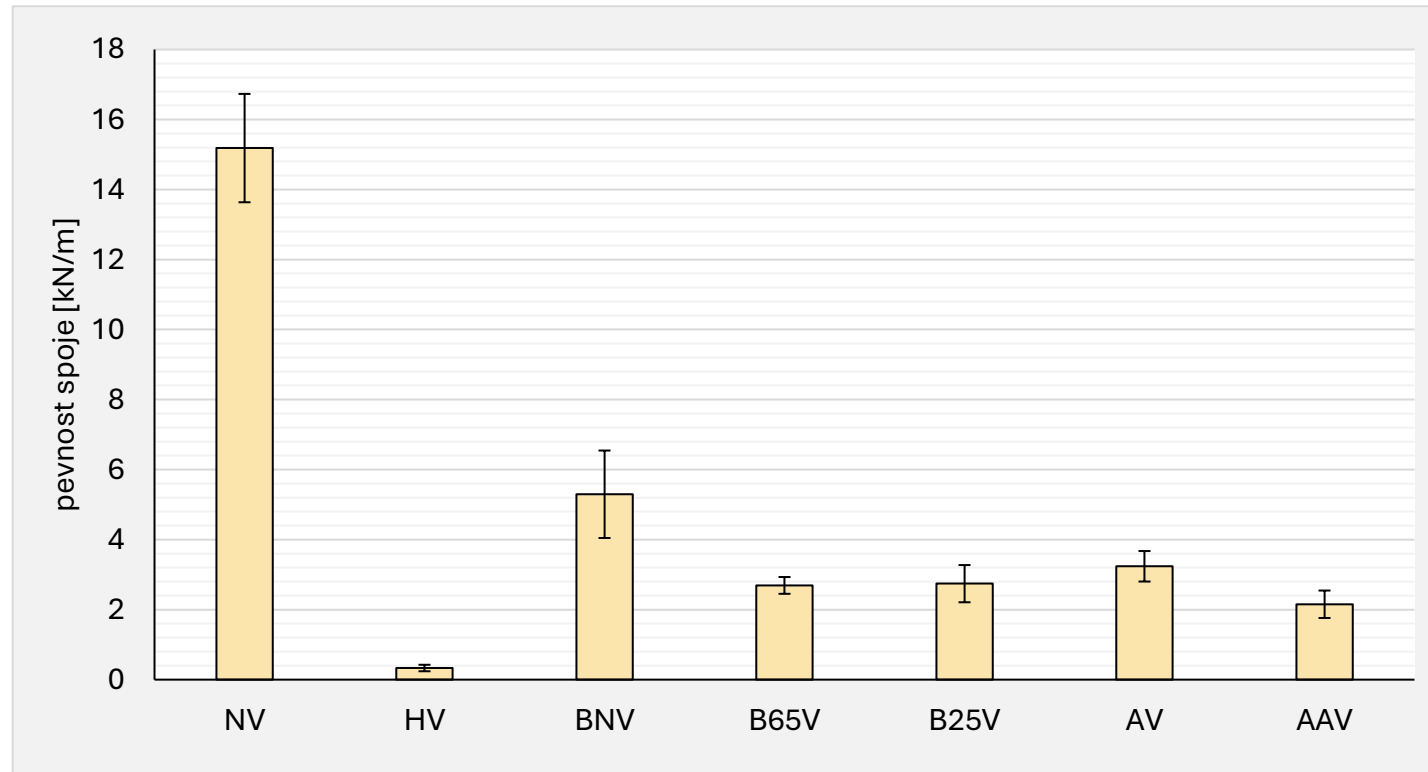
AV - Lascaux® Acrykleber 498 HV

AAV - Lascaux® Acrykleber 498 HV aktivovaný acetonem

VÝSLEDKY A DISKUZE

JEDNOOSÉ NAMÁHÁNÍ V TAHU

- testy byly provedeny na přístroji LabTest 5.030-2 (LaborTech, ČR)
- pruhy textilií vloženy do testovacího zařízení tak, aby střed měřeného vzorku byl ve středu mezi upínacími čelistmi testovacího zařízení
- vzdálenost čelistí činila 100 mm, čelisti se pohybovaly konstantní rychlostí 50 mm/min



BRIDGING JAKO SAMOSTATNÁ TECHNIKA SCELOVÁNÍ TRHLIN



- ČASOVĚ NENÁROČNÉ
- MINIMÁLNÍ NÁROKY NA VYBAVENÍ A ZRUČNOST RESTAURÁTORA
- VHODNÉ U HUSTĚ TKANÝCH TEXTILIÍ, ČI JAKKOLIV ZNEČIŠTĚNÝCH A KŘEHKÝCH OKRAJŮ TRHLIN
- LOKÁLNÍ VNESENÍ MINIMÁLNÍHO MNOŽSTVÍ NOVÝCH MATERIÁLŮ DO OBJEKTU
- REVERSIBILITA / OPAKOVATELNOST ZÁSAHU
- VIZUÁLNĚ USPOKOJIVÉ

- NEDOCHÁZÍ K OBNOVENÍ PŘERUŠENÉHO VEKTORU NAPĚTÍ
- ZNOVUOBJEVENÍ ZACELENÝCH TRHLIN A PŘÍPADNÉ DEFORMACE







DOPORUČENÁ LITERATURA

Zkrácený název citace; Celá citace

ACKROYD, Paul 2002; ACKROYD, Paul. The structural conservation of canvas paintings: changes in attitude and practice since the early 1970s. *Reviews in Conservation*, 2002, **47**(3), s. 3–14.

APPLEBAUM, Barbara 1987; APPLEBAUM, Barbara. Criteria for Treatment: Reversibility. *Journal of the American Institute for Conservation*. 1987, **26**(2), s. 65–73.

BEINER-BÜTH, Silke, BECKMANN, Steffanie 2007; BEINER-BÜTH, Silke, BECKMANN, Steffanie. Faserbrei zur Schliesung klaffender Risse: Ein Werkstattbericht. *Verbandes der Restauratoren Beiträge*. 2007, (1/2), s. 45–54.

BELTINGER, Karoline 1992; BELTINGER, Karoline. Die Vernähung eines Risses in einem Leinwandgemälde. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*. 1992, (2), s. 353–359.

BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1993

BERGER, Gustav, RUSSELL, William. Tears in Canvas Paintings: Resulting Stress Changes and Treatment. In: *ICOM Committee for Conservation – 10th Triennial Meeting, Washington DC, USA, August 1993 – Preprints, Vol. 1*. Paris: ICOM, 1993, s. 113–117.

BRACHT, Elisabeth, et al. 2003; BRACHT, Elisabeth, et al. Barnett Newman´s Cathedra (1951): The Restoration of Slash Damages in a Colourfield Painting. In: *Alternatives to lining: the structural treatment of painting on canvas without lining. 19th September 2003*. London: United Kingdom Institute for Conservation, 2003, s. 21–28.

DEMUTH, Petra, HEIBER, Winfried 2000; DEMUTH, Petra, HEIBER, Winfried. Der Trecker. Eine Spinnkonstruktion für die Rissverklebung. *Restauero, Zeitschrift für Kunsttechniken, Restaurierung und Museumsfragen*, 2000, (5), s. 344–347.

DEMUTH, Petra, REUBER, Lena, et al. 2011; DEMUTH, Petra, REUBER, Lena, et al. Review: Adhesives for Thread-by-Thread Tear Mending in Torn Fabric-Supported Paintings. In: *Proceedings of CCI Adhesives Symposium*. Ottawa: Canadian Conservation Institute, 2011, s. 1–23.

DUDEW, Ella 2017; DUDEW, Ella. *Rissschließung am textilen Bildträger mittels FaserBindemittel: Gemisch. Einfluss einer Vorleimung auf die Stabilität der Verklebung*. Seminararbeit, Hochschule für Bildende Künste Dresden, 2017.

DUDEW, Ella, KRUG VON NIDDA, Eva, PLÖTZ, Sandra 2019; DUDEW, Ella, KRUG VON NIDDA, Eva, PLÖTZ, Sandra. Zwei Studien zur Rissschließung mittels Faser-Bindemittel-Gemisch. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*. 2019, (2), s. 317–326.

DZIALEK, Sandra Maria 2014; DZIALEK, Sandra Maria. *Schadensfaktor Rückseitenanstrich: Konservierung-Restaurierung des Kosmorama „Forum in Pompeji“ v. Hubert Sattler Gemälde, 1850, Öl/Lwd., 124,5 x 95,5 cm, Salzburg Museum*. Diplomarbeit. Akademie der bildenden Künste Wien. Studienrichtung: Konservierung-Restaurierung, 2014.

DOPORUČENÁ LITERATURA

FLOCK, Hannah 2014; FLOCK, Hannah. *Neue Untersuchungen zur Risssschließung in Leinwandbildträgern: Uni- und Biaxiale Zugprüfungen an Prüfkörpern aus verklebtem Leinengarn und -gewebe sowie freien Klebstofffilmen. Kölner Beiträge.* Fachhochschule Köln. Institut für Restaurierungs- und Konservierungswissenschaft. 2014.

FLOCK, Hannah, et al. 2021; FLOCK, Hannah, et al. New Investigations of Adhesives for Tear Repair of Canvas Paintings. *Studies in Conservation*. 2021 [online published 2020], **66**(6), s. 321–341.

HACKNEY, Stephen 2020; HACKNEY, Stephen. *On Canvas: Preserving the Structure of Paintings*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2020.

HARTWICH, Claudia 2014; HARTWICH, Claudia. *Konservierung des Leinwandgemäldes "Caroline Luise, geh. Prinzessin von Sachsen-Weimar-Eisenach" aus der Klassik Stiftung Weimar: Schließung der Risse im sehr fein gewebten Bildträger.* Diplomarbeit, Hochschule für Bildende Künste Dresden, 2014.

HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016; HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra. Eine Rissverklebung mittels Faser-Bindemittel-Gemisch. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*. 2016, (2), s. 325–337.

HEDINGER, Daniela 1997; HEDINGER, Daniela. *Rissvernähnung am Gemälde*. Diplomarbeit. Stuttgart: Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart, Institut für Technologie der Malerei, Studiengang „Restauration und Technologie von Gemälden und gefaßten Skulpturen“, 1997.

HEIBER, Winfried 1983/84; HEIBER, Winfried. Kunstgriffe, Tüfteleien und Hilfsmittel aus Gemälderestauroierungswerkstätten. *Mitteilungen Deutschen Restauratorenverband*, 1983/84, s. 34–41.

HEIBER, Winfried 1996; HEIBER, Winfried. Die Reißverklebung, *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*. 1996, (1), s. 117–146.

HEIBER, Winfried 2003; HEIBER, Winfried. The Thread-by-Thread Tear Mending Method. In: *Alternatives to lining: the structural treatment of painting on canvas without lining. 19th September 2003*. [abridged, revised and translated version of the: HEIBER, Winfried. Die Reißverklebung, In: *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*. 1996, Heft 1, s. 117–146.] London: United Kingdom Institute for Conservation, 2003, s. 35–47.

HOPFENSBERGER, Magdalena Theresa, 2018; HOPFENSBERGER, Magdalena Theresa, *Theorie und Praxis rationeller Alternativen zur Einzelfaden-Rissverklebung anhand eines barocken Jagdstilllebens aus der Sammlung des Stiftes Neukloster, Wiener Neustadt*. Vordiplomarbeit. Institut für Konservierung und Restaurierung, Universität für angewandte Kunst Wien, Wien, 2018.

CHALUPOVÁ, Jana 2019; CHALUPOVÁ, Jana. Metody scelování plátěné podložky závěsných obrazů. *Fórum pro konzervátory-restaurátory*. Technické muzeum v Brně, 2019, **IX**.(2), s. 61–66.

KREZ, Anna 2015; KREZ, Anna. Kinesio tape: conservation science meets sports medicine. In: BARROS D ´SA, Angelina, et al. *Current technical challenges in the conservation of paintings*. London: Archetype Publications, in association with the Icon Paintings Group, 2015.

KRUG VON NIDDA, Eva 2017; KRUG VON NIDDA, Eva. *Risssschließung mittels Faser-Bindemittel-Gemisch: Studien an Baumwollbildträgern*. Seminararbeit, Hochschule für Bildende Künste Dresden, 2017.

DOPORUČENÁ LITERATURA

MARINOVIC, Franziska 2021; MARINOVIC, Franziska. *DIE ZEHN ZUNFTFAHNEN DES MUSEUMS LAURIACUM IN ENNS: Erstellung eines Maßnahmenkataloges, Modellrestauration zweier Fahngemälde*. Diplomarbeit. Institut für Konservierung und Restaurierung, Universität für angewandte Kunst. Wien, 2021.

NICOLAUS, Knut 1996; NICOLAUS, Knut. *Handbuch der Gemälderestauration*. Köln: Könemann 1996.

ODLOZIL, Michael 2014; ODLOZIL, Michael. Bacchanal, Michaelina Woutiers, vor 1659, Öl auf Lw., Inv.-Nr. 3548, Restaurierbericht. In: HAAG, Sabine [editor]. *Jahresbericht 2013*. Wien: Kunsthistorisches Museum Wien, 2014, s. 64–66.

PERCIVAL-PRESCOTT 1974; PERCIVAL-PRESCOTT. The lining cycle. In: HEDLEY, A. Gerry, et al. *Conference on comparative lining techniques*. Greenwich: National Maritime Museum, April 1974, s. 1–15.

PETR, František 1954; PETR, František. *O starých malbách a jejich restaurování*. Praha: Státní nakladatelství krásné literatury, hudby a umění, 1954.

PLÖTZ, Sandra 2003; PLÖTZ, Sandra. *Die Verklebung von Rissen in einem mit Wachs getränkten Gewebe*. Theoretischer Teil der Diplomarbeit. Hochschule für Bildende Künste. Dresden, 2003.

REUBER, Lena 2010; REUBER, Lena. *Klebstoffe für die Rissverklebung an Leinengeweben*. [Kölner Beiträge zur Restaurierung und Konservierung von Kunst- und Kulturgut]. Köln: Institut für Restaurierungs- und Konservierungswissenschaft, 2010.

SCHÄFER, Linda 2010; SCHÄFER, Linda. „Flicken“ für die Rissbehandlung am textilen Bildträger: *Vergleichende Untersuchungen zu Materialien und Applikationstechniken*. Diplomarbeit. Fachhochschule Köln. Institut für Konservierungs- und Restaurierungswissenschaft. Köln, 2010.

SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II.; SLÁNSKÝ, Bohuslav. *Technika malby, díl II. Průzkum a restaurování obrazů*. Vyd. 2. [Vyd. 1. Praha: Státní nakladatelství krásné literatury, hudby a umění, 1956]. Praha: Paseka, 2003, s. 191–192.

TÍMÁR-BALÁZSY, Ágnes, EASTOP, Dinah 1998; TÍMÁR-BALÁZSY, Ágnes, EASTOP, Dinah. *Chemical Principles of textile Conservation*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1998.

VILLERS, Caroline 2003; VILLERS, Caroline. *Lining paintings: papers from the Greenwich Conference on Comparative Lining Techniques*. London: Archetype, 2003.

YOUNG, Christina 2012; YOUNG, Christina. History of fabric supports, In: STONER, Hill Joyce, RUSHFIELD Rebecca, *The Conservation of Easel Paintings*. Abingdon, Oxon [England]; New York: Routledge, 2012, s. 117–147.

YOUNG, Christina, HIBBERD, Roger 1999; YOUNG, Christina, HIBBERD, Roger. Biaxial Tensile Testing of Paintings on Canvas. *Studies in Conservation*. 1999, **44**(2), s. 129–141.

ZENKER, Evelin 1998; ZENKER, Evelin. Über Kett- und Schussfaden. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*, 1998, (2), s. 338–350.

Vytvořeno v rámci projektu **Green Deal UPCE**, reg. č. NPO_UPCE_MSMT-2142/2024-4.

Toto dílo podléhá licenci Creative Commons BY-SA 4.0. Pro zobrazení licenčních podmínek navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

