

Akademie výtvarných umění v Praze
Studijní program Výtvarná umění

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Problematika doplňování deskových obrazových podložek

**Challenges of addition of structural material during the treatment of
wooden panels.**

Vypracoval Edgar Mašek

Vedoucí diplomové práce: doc. MgA. Adam Pokorný, Ph.D.

Oponent diplomové práce: MgA. Libor Kocanda

Akademický rok 2024/2025

Úvod:

V této diplomové práci se zaměřím na analýzu problematiky doplňování deskových obrazových podložek. Práce se zaměří na konkrétní techniky, materiály a nástroje využívané v historických a současných restaurátorských zásadách. Porovnání historických přístupů se současnými metodami s částí zaměřenou na praktickou aplikaci. Cílem této práce je posílit odborné znalosti v oblasti restaurování a zprostředkovat metody využívané při doplňování deskových obrazových podložek v restaurátorských zásadách.

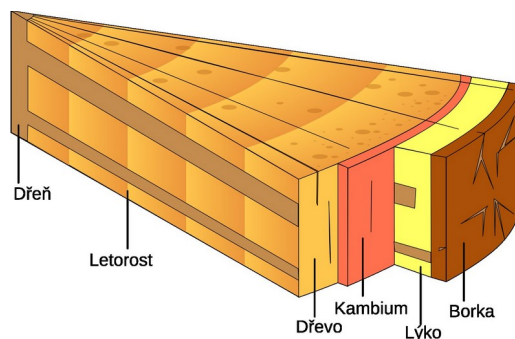
Obsah:

Struktura dřeva.....	3
Strom.....	4
Měkké a tvrdé dřeviny.....	4
Letokruhy.....	4
Dřevo a vlhkost.....	6
Schnutí dřeva.....	6
Mechanismus schnutí.....	6
Přípustné variace klimatu pro deskové obrazy.....	7
Biodegradace dřeva.....	9
Metody doplňování chybějících částí desky.....	10
Vyplnění Prasklin a trhlin dřevěnými klínky:.....	10
Doplňování větších oblastí ztrát.....	11
Nedřevěné výplně.....	12
Kategorizace velikosti doplňků:.....	12
Ukázky:.....	13
Tepelná modifikace dřeva.....	23
Dřevo jako kvazi-křehký materiál.....	24
Praktická část - reintegrace dřevěné desky obrazu sv. Jiří.....	25
Stav dřevěné desky.....	26
Postup Restaurování:.....	26

Struktura dřeva

Dřevo je komplexně vytvořený biologický materiál, skládající se z mnoha různorodých chemických procesů a různých druhů buněk, dohromady vytvářejících živou rostlinu. Dřevo se vyvinulo po mnoha milionech let, aby umožňovalo stromům brát vodu z půdy a transportovat ji k listům, mechanicky zajišťovat stabilitu a podporu kmene stromu a plnit funkci skladování biochemikálií. Veškeré vlastnosti dřeva – fyzické, mechanické, chemické a biologické – vycházejí ze své podstaty z účelu splnění potřeb živého stromu. Dřevo proto musí mít specifické buňky, určené na konkrétní místo a být správně propojené, aby splnily svůj účel.¹

Biologická struktura dřeva:



Stavba kmene

Strom²

Při pohledu z vrchu na uřízlý kmen stromu je patrné že se skládá z několika odlišných struktur, orientovaných v koncentrických kruzích. Skládá se z vnější kůry, lýka, kambia, bělového dřeva, jádra a dřeně.³

Vnější kůra slouží k mechanické ochraně měkkého lýka a k zmírnění odpařování vody. Lýkem dochází k transportu cukrů vytvořených fotosyntézou v lystech směrem ke kořenům a dalším rostoucím částem stromu. Kambium je bariérou mezi lýkem a dřevem, která každoročně vytváří obě druhy buněk.

- 1 Wiedenhoft Alex, Eberhardt Thomas L., Wood Handbook Wood as an Engineering Material - Structure and Function of Wood. Forest Products Laboratory, United States Department of Agriculture Forest Service, Madison, Wisconsin, Březen 2021, s. 65-85
- 2 Steiner Thomas, Kmen.svg, Wikimedia Commons, zobrazeno 13.3.2025 [online]
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kmen.svg>
- 3 Wiedenhoft Alex, Eberhardt Thomas L., Wood Handbook Wood as an Engineering Material - Structure and Function of Wood. Forest Products Laboratory, United States Department of Agriculture Forest Service, Madison, Wisconsin, Březen 2021, s. 65-85

Běl je “živé” dřevo, jímž proudí voda z kořenů do koruny stromu. Jádru je již zabarvenější a pro transport vody se stalo neprůchozí. Dřeň se nachází v samotném středu kmene. Je pozůstatkem růstu stromu, ještě než začalo narůstat dřevo.⁴

Měkké a tvrdé dřeviny

Botanicky rozdělené, měkké dřeviny pocházejí z nahosemenných stromů(převážně jehličnanů) a tvrdé dřeviny jsou z krytosemenných stromů(stromů co vytvářejí plody). Měkké a tvrdé dřeviny se neliší pouze v druhu stromu, z kterého pocházejí, ale v samotné struktuře buňky. Měkká dřeva mají mnohem jednodušší buňky, oproti tvrdému dřevu, a skládají se pouze ze dvou typů a s relativně minimální variací ve své struktuře. Nejdůležitějším rozdílem obou druhů dřevin, je že tvrdé dřeviny mají charakteristické cévy, zatímco v měkkém dřevu úplně chybí. Důležitou charakteristikou obou dřevin, je že převážná většina buněk, která již plně narostla je mrtvá, a to i buňky nacházející se v líku. Buňky, které žijí i po nárůstu, se nazývají parenchymní buňky a vyskytují se na obou druhích dřevin.⁵

Letokruhy

Nové buňky narůstají v kambiu, postupně po jednotlivých vrstvách, často ale vzniká několik vrstev souběžně. Nový přírůstek dřeva za vegetační období vytváří nový letokruh.

Buňky, které rostou na začátku vegetačního období se nazývají jarní dřevo(obvykle světlejší). Buňky rostoucí ke konci vegetačního období se nazývají letní dřevo(obvykle jsou tmavší a tvrdší).

Neporézní dřeviny(měkké dřeviny) mají většinou dobře čitelné letokruhy.

Porézní dřeviny(tvrdé dřevo) má dva druhy letokruhů a jednu mezifázi. V difúzně porézních dřevinách, póry nemění hustotu ani velikost mezi jarním a letním dřevem, nebo přechod je jen velmi pozvolný(lípa, buk, bříza, olše).

Diametrálně odlišné jsou prstencově porézní dřeviny. Přechod je ostrý a při změně velikosti pórů se mění i jejich distribuce. Tento jev vytvoří prstenec velkých pórů na vnitřní straně jarního dřeva a pak více kompaktní letní dřevo(Americký jasan, dub červený).

Některé druhy dřevin se nachází mezi těmito dvěma skupinami, říká se jim polo-prstencové dřeviny.⁶

4 Wiedenhoft Alex, Eberhardt Thomas L., Wood Handbook Wood as an Engineering Material - Structure and Function of Wood. Forest Products Laboratory, United States Department of Agriculture Forest Service, Madison, Wisconsin, Březen 2021, s. 65-85

5 Wiedenhoft Alex, Eberhardt Thomas L., Wood Handbook Wood as an Engineering Material - Structure and Function of Wood. Forest Products Laboratory, United States Department of Agriculture Forest Service, Madison, Wisconsin, Březen 2021, s. 65-85

6 Wiedenhoft Alex, Eberhardt Thomas L., Wood Handbook Wood as an Engineering Material - Structure and Function of Wood. Forest Products Laboratory, United States Department of Agriculture Forest Service, Madison, Wisconsin, Březen 2021, s. 65-85

Dřevo a vlhkost

Schnutí dřeva

Živý strom obsahuje velké množství vody. Po pokácení, během schnutí, se většina obsažené vody vypaří a míra vlhkosti dřeva se ustálí na hodnotě relativní vlhkosti ovzduší. Správný proces schnutí a skladování minimalizuje změny vlhkosti dřeva po jeho uschnutí a zpracování.

Kvůli variacím klimatu je dřevo vystavováno vlhkostním změnám. Každodenní kolísání klimatu má pouze minimální vliv. Větším rizikem jsou změny v rámci ročních období. Vždy je proto důležité dbát na správnou míru vlhkosti používaného dřeva, aby mělo stejnou hodnotu, jaká je očekávaná po dokončení projektu.

Mékké dřeviny, pro truhláře, se obvykle suší na 7-9% obsahu vody. Tvrdé dřeviny na 6-8%.

Nejjednodušší metodou je přirozené vysychání na čerstvém vzduchu. Limity této meto jsou spojené s nekontrolovatelností vysychání. V zimních měsících je vysychání velmi pomalé. Jindy, teplý suchý vítr způsobuje praskliny a trhliny na koncích dřevěných fošen. Teplé a vlhké počasí může způsobovat růst plísní, nebo způsobit výskyt chemických skvrn. Pro urychlení této metody se používají ventilátory, které zlepšují cirkulaci vzduchu. Nejrychlejší a energeticky nejnáročnější metodou je sušení dřeva v sušárně. Parametry sušení jsou určeny, tak aby odpovídaly vlhkosti a pnutí dřeva a minimalizovali případné defekty zapříčiněné sušením.⁷

Mechanismus schnutí

Vysychání dřeva se dá rozdělit do dvou částí, přesun vody ze středu dřeva na povrch a pak její následné odpaření. Voda prochází strukturou dřeva jako kapalina, i jako pára skrze dutiny v strukturách buněk a jejich stěn. Transport vody je ovlivněn dvěma mechanismy: kapilaritou a difúzí. Difúze v příčném směru je o 10 až 15 krát větší, než v tangenciálním, nebo radiálním směru. Radiální difúze je o něco rychlejší, než tangenciální, z tohoto důvodu prkna řezaná tangenciálně vysychají rychleji, než radiální.

Při schnutí dřeva dochází k rozdílnému pnutí vnitřní a vnější části dřeva. Zpočátku dochází k vysychání vnější části, zatímco vnitřní část ještě nezačala schnout. To způsobí napnutí vláken vnější části a stlačení jádra. Jestli vnější část překoná svůj elastický limit, dojde k prasknutí. Jak proces sušení pokračuje a jádro začne vysychat a smršťovat se, dojde k otočení působících sil. Vnější část však zůstává ve svém roztáženém stavu a zabraňuje normálnímu smrštění jádra. Jádro se začne napínat (tažná síla).

⁷ Wiedenhoef Alex, Eberhardt Thomas L., Wood Handbook Wood as an Engineering Material - Structure and Function of Wood. Forest Products Laboratory, United States Department of Agriculture Forest Service, Madison, Wisconsin, Březen 2021, s. 65-85



Sesychání dřevěné fošny. Vlevo – na začátku procesu sesychání. Vpravo – v pozdější fázi schnutí

Většina trhlin je způsobena příliš rychlým pohybem obsažené vody a jejím rychlým odpařením. Nejčastěji na povrchu příčného a tangenciálního řezu. Zkroucaní je způsobeno buď rozdíly mezi příčným, tangenciálním a radiálním schnutím, nebo pnutím při růstu stromu.⁸

Přípustné variace klimatu pro deskové obrazy

Obrazy na dřevěných deskových podložkách jsou citlivější na změny vlhkosti, než mnoho jiných podkladových materiálů. Je proto velmi důležité dbát na udržování stabilního klimatu pro danou malbu, minimalizování vlivů střídajících se ročních období a zamezení krátkodobých výkyvů klimatu. Desková malba se skládá z několika samostatných vrstev (dřeva, kličové vrstvy, kličořidové podkladové vrstvy a samotné malby) které podléhají objemovým změnám na závislosti s měnící se relativní vlhkosti a teploty. Jdnotlivé vrstvy se však skládají z odlišných materiálů a tudíž mají odlišný charakter. Odlišné objemové změny napříč vrstev, způsobují pnutí, které může způsobovat sekundární krakeláž a případně odpadávání podkladové, či barevné vrstvy.⁹

Dřevo je hygroskopický materiál, který při zvýšení relativní vlhkosti (RV) absorbuje vlhkost a naopak ztrácí vlhkost v suchém klimatu. Po delším vystavení dané teplotě a RV dojde k vyvážení a dosažení ekvilibria vlhkosti (EMC). Změna objemu dřeva, na základě změny RV je závislá na druhu řezu dřeva. Tři základní řezy jsou: příčný, radiální a tangenciální. Dřevo je celkem stabilní v příčném řezu. Největší změny, na základě změny RV, podléhá dřevo v tangenciálním a z hruba o polovinu menší v radiálním řezu. Pnutí v desce je také ovlivněné možností pohybu, nebo jeho zabránění, a to konstrukcí desky nebo rámu, který znemožňuje pohyb. Také samotná difuze vlhkosti v tlustších deskách není okamžitá, tak nepravidelné zvýšení vlhkosti způsobí nepravidelné změny objemu. Samotná barevná vrstva obrazu pak také působí jako bariéra z jedné strany desky.¹⁰

8 Wiedenhoft Alex, Eberhardt Thomas L., Wood Handbook Wood as an Engineering Material - Structure and Function of Wood. Forest Products Laboratory, United States Department of Agriculture Forest Service, Madison, Wisconsin, Březen 2021, s. 65-85

9 Bratasz, Łukasz: Allowable microclimatic variations for painted wood. Jerzy Haber Institute of Catalysis and Surface Chemistry, Polish Academy of Science, PL-30239 Kraków, Poland

Když je dřevěné desce zabráněno pohybu, při sesychání se zmenší její objem, zvyšuje se tažné pnutí a deska je efektivně natažena na svojí původní velikost. Naopak, jestli je deska vystavena vysoké RV, dochází k zvětšení objemu desky, k zvětšení tlaku na desku, kdy je ztlačena do své původní velikosti.

Vrstva kličové izolace pod kličokřídovým podkladem při změně z 0-90% RV nabobtná až o 6% své velikosti. Kličokřídový podklad méně než 0.4%. Samotná difúze skrz kličokřídový podklad je téměř okamžitá, ale díky velmi malé změně objemu nedochází k destrukci barevné vrstvy. Rozdílné míry změn při změně RV dřevěné desky způsobí napnutí a krakelování barevné vrstvy při zvýšení RV, a kompresi, případně odpadnutí barevné vrstvy při sesychání desky. Vliv má také staří dřeva.¹¹ Starší dřevo má menší míru adsorbce vody z ovzduší, než čerstvé dřevo. Je tužší a tvrdší, ale stává se méně houževnaté.¹² Přípustná míra změn velikosti objemu deskových maleb je 0.5% od své původní velikosti. Na základě předchozích výzkumů se ukazuje, že malé variace v rozsahu $50 \pm 15\%$ RV jsou přípustná pro deskové malby. Dalším faktorem je teplota. Změna teploty má meší vliv, než změna RV, však problematika vrstev odlišného charkteru s odlyšné chování ke změnám je podobná. Je proto žádoucí malby na deskové podložce nevystavovat výkyvům teplot. Je důležité myslet na to že změna teploty má vliv na RV. V extrémním případě, v rámci změny teploty, je problémem u obrazů, které jsou pod bodem zesklivatění barevné vrstvy, kdy se stává velmi křehkou. Toho je důležité dbát hlavně u transportu maleb na deskové podložce v zimě.¹³

10 Bratasz, Łukasz: Allowable microclimatic variations for painted wood. Jerzy Haber Institute of Catalysis and Surface Chemistry, Polish Academy of Science, PL-30239 Kraków, Poland

11 Bratasz, Łukasz: Allowable microclimatic variations for painted wood. Jerzy Haber Institute of Catalysis and Surface Chemistry, Polish Academy of Science, PL-30239 Kraków, Poland

12 Obataya, E. 2010. Effects of Ageing and Heating on the Mechanical Properties of Wood. In: L. Uzielli, ed. Wood Science for Conservation of Cultural Heritage – Florence 2010: Proceedings of the International Conference held by COST Action IE0601, Florence (Italy), 8–10 November 2007. Florence: Firenze University Press, s. 16–23.

13 Bratasz, Łukasz: Allowable microclimatic variations for painted wood. Jerzy Haber Institute of Catalysis and Surface Chemistry, Polish Academy of Science, PL-30239 Kraków, Poland

Biodegradace dřeva

Za správných podmínek mohou dřevěné deskové podložky sloužit staletí. Problém přichází, když jsou uchovávány v prostředí příznivé pro růst dřevokazných organismů. Primárně se jedná o plísně a hmyz.



Deska sv Jiří, kterou restauruji, byla napadena červotočem pronikavým(proužkováný), kterému se budu věnovat.

Samičky červotočů, na povrchu dřeva, nakladou 20 až 40 vajíček do porů desky. Po vylíhnutí, mladé larvy se zavrtají a začnou hloubit cesty o průměru od 1.5 do 3.2mm. Tři až čtyři roky se larvy prokousávají dřevem a dorůstají až do 7mm. V nepříznivých podmínkách mohou žít i více než 10 let. Červotoč ideálně potřebuje vlhkost dřeva kolem 15%. V tunýlcích za sebou nechávají požerky. Vývoj larvy probíhá od podzimu, a po přezymování, znovu pokračuje na jaře. Když jsou v létě připraveny k zakuklení, přiblíží se k povrchu dřeva. Červotoč se pak zakuklí těsně pod povrchem dřeva. Zakuklení trvá 8 týdnů. Po prokousání se povrchem, za sebou zanechávají 1-1.5mm velký výletový otvor. Ukazatelem čerstvého napadení dřeva červotočem je čerstvý(světlý) vysipaný prach z výletového otvoru.¹⁴¹⁵

14 Červotoč pronikavý – Wikipedie, zobrazeno 13.3.2025 [online]https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cervoto%C4%8D_pronikav%C3%BD

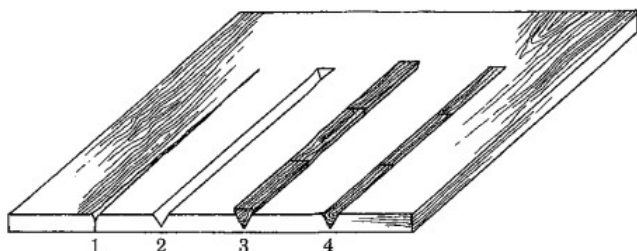
15 Arango Rachel, Lebow Stan T., Gleaser Jessie A., Wood Handbook Wood as an Engineering Material - Biodeterioration of Wood. Forest Products Laboratory, United States Department of Agriculture Forest Service, Madison, Wisconsin, Březen 2021, s. 335-355

Metody doplňování chybějících částí desky

Vyplnění Prasklin a trhlin dřevěnými klínky:

Trojúhelníkové klínky (incuneatura): Jedná se o pečlivě připravené klínky ve tvaru V, které se vkládají do desky v místech otevřených spojů prken a prasklin. Předem je zapotřebí vyčistit a zarovnat místo, kde bude klínek vlep. To je prováděno pomocí frézy se špičatým ostrým hrotem, aby měl spoj maximální kontakt.¹⁶¹⁷¹⁸¹⁹²⁰²¹²²²³

Doplňný klínek by měl mít růst let paralelně s růstem let na desce, do které je vlepován a ideálně by měl mít radiální řez.²⁴ Samotný úhel klínku by měl být co možná nejostřejší, aby byl minimalizován úbytek původního materiálu, ale dostatečně široký aby byl dobrý kontakt ve spodní části klínku.²⁵ Hloubka klínku je závyslá na hloubce praskliny/spoje, který má vyplnit, ale většinou činí 2/3 tloušťky desky. Klínky mají délku 3-4cm.²⁶



Doplnění praskliny/spoje trojúhelníkovými klínky:

1. prasklina
2. “čištění” prasklinz – vzfrézování zážlabu
3. vyplnění klínky
4. seříznutí přebývajícího materiálu

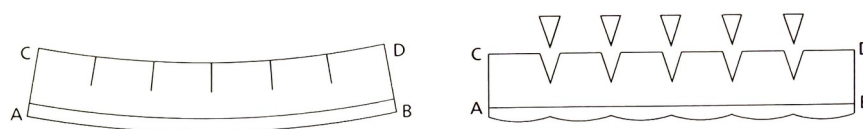
Praskliny nebo otevřené spoje na deskách bývají nepravidelné a zanesené špínou. Prasklina tak mohla být otevřená několik desetiletí, jednotlivé části se již vzájemně nedržely, a to zapříčinilo zkroucení ploch spojů. Vyfrézování vyčistí spoj: od lepidla, kterým byly původně slepeny prkna desky,

-
- 16 Andrea Rothe, The Getty Conservation Institute: The Structural Conservation of Panel Paintings, Critical History of Panel Painting Restoration in Italy, 1998, s.207
- 17 Ciro Castelli, The Getty Conservation Institute: The Structural Conservation of Panel Paintings, The Restoration of Panel Painting Supports, 1998, s.354
- 18 Al Brewer, The Getty Conservation Institute: The Structural Conservation of Panel Paintings, Some Rejoining Methods for Panel Paintings, 1998, s.436
- 19 Al Brewer, The Getty Conservation Institute: The Structural Conservation of Panel Paintings, Practical Aspects of the Structural Conservation of Large Panel Paintings, 1998, s.492
- 20 Ciro Castelli, Mauro Parri, Andrea Santacesaria, Structural Conservation of Panel Paintings at the Opificio delle Pietre Dure in Florence, The structure, condition, and treatment of the panel of Rosso Fiorentino's Pala Dei, 2016, s.54
- 21 Ciro Castelli, Mauro Parri, Andrea Santacesaria, Structural Conservation of Panel Paintings at the Opificio delle Pietre Dure in Florence, Gentile da Fabriano's Polyptych of the Intercession: The conservation treatment of the panel, 2016, s.117
- 22 Ciro Castelli, Mauro Parri, Andrea Santacesaria, Structural Conservation of Panel Paintings at the Opificio delle Pietre Dure in Florence, The Linaioli Tabernacle: The wood support, 2016, s.255
- 23 Ciro Castelli, Mauro Parri, Andrea Santacesaria, Structural Conservation of Panel Paintings at the Opificio delle Pietre Dure in Florence, The Triptych of the Badia a Rofeno by Ambrogio Lorenzetti: The construction technique and conservation of the wooden support and the sixteenth-century frame, 2016, s.272
- 24 Ciro Castelli, The Getty Conservation Institute: The Structural Conservation of Panel Paintings, The Restoration of Panel Painting Supports, 1998, s.357
- 25 Ségolène Bergeon, Gilberte Emile-Mâle, Claude Huot, Odile Baÿ, The Getty Conservation Institute: The Structural Conservation of Panel Paintings, The Restoration of Wooden Painting Supports, 1998, s.295
- 26 Perusini Giuseppina, Il restauro dei dipinti e delle sculture lignee. Storia, teorie e tecniche, Del Bianco Editore, Colloredo di Montalbano, 2004, s.220-221

od nečistot, které tam napadaly, od konsolidantů použitých pro zpevnění desky v předchozích restaurátorských zásazích. Při frézování se odstarní jen minimální množství původního materiálu desky, jen tak aby bylo odhaleno nové dřevo, na které je možné přilepit doplňované klínky.

Postup doplňování krátkých trojúhelníkových klínků umožní restaurátorovi pečlivě upravit tvar každého klínku, tak aby co nejlépe seděl na svém místě. Výhodou je také to, že při lepení se parcuje po menších dílech a tudíž není problém že lepidlo začne tuhnout příliš rychle, jak by tomu mohlo být kdyby se lepil spoj v celé délce desky.

V minulosti, za účelem navrácení roviny zkrouceným dřevěným podložkám, se používala zdánlivě podobná metoda. Zadní strana desky se předem navlhčila a obraz se pak přitáhl k rovné ploše. Ze zadní strany byla vyřezána série drážek, které pak byly vyplněny klínky(sverzatura). Jedná se ale o celkem drastický zákrok, který se již neprovádí.²⁷



Sverzatura

Pro vyplnění tenkých prasklin je možné použít tenké dýhy spolu s epoxidovým lepidlem.²⁸

Doplňování větších oblastí ztrát

Malé dřevěné špalíčky: využívají se pro doplnění chybějících částí desky.²⁹ Ideálním materiálem je staré dřevo, stejného druhu, jako je samotná deska. Poškozená místa, která nevyžadují pevnost a tuhost spoje, je možné použít balzu.³⁰ Pro tlustší desky je žádané, aby byla masa desky postupně doplněna po vrstvách, kdy se předchozí vrstva stenčí a převrství další vrstvou klínků.^{31,32}

27 Ségolène Bergeon, "Science et patience" ou la restauration des peintures, Paris : Ed. de la Réunion des musées nationaux, 1990, s.20

28 Marco Ciatti, Ciro Castelli, The Getty Conservation Institute: Facing the Challenges of Panel Paintings Conservation. The Conservation of Panel Painting Supports at the Opificio delle Pietre Dure: Experiences and Methodologies, 2010, s.47

29 Ulrich Schiessl, The Getty Conservation Institute: The Structural Conservation of Panel Paintings, History of Structural Panel Painting Conservation in Austria, Germany, and Switzerland, 1998, s.244

30 Jacqueline Bret, Daniel Jaunard, Patrick Mandron, The Getty Conservation Institute: The Structural Conservation of Panel Paintings, The Conservation-Restoration of Wooden Painting Supports, 1998, s.274

31 Ciro Castelli, The Getty Conservation Institute: The Structural Conservation of Panel Paintings, The Restoration of Panel Painting Supports, 1998, s.349

32 Ciro Castelli, Structural Conservation of Panel Paintings at the Opificio delle Pietre Dure in Florence, Raphael's Madonna with a Goldfinch: The construction, deterioration, and conservation treatment of the wood panel, 2016, s.183

Nedřevěné výplně

Dřevěné výplně a domodelování pomocí epoxidové modelovací pryskyřice.³³

Menší defekty je možné vyplnit emulzí polyvinyl acetátu v 50% vody smíchané s pilinami, nebo modelovací pastou.³⁴ Malé otvory je také možné vyplnit tmelem, aby při lepení dřevěných klínků bylo dosaženo lepšího kontaktu s povrchem.³⁵

Kategorizace velikosti doplňků:

Malé: Sem patří úzké klínky pro nepodstatné praskliny³⁶ a zpevnění malých trhlin³⁷, malé dřevěné klínky pro vyplnění děr vyhloubených dřevokazným hmyzem³⁸

Střední: Klínky vyplňující důležité spoje, praskliny a přemost'ující chybějící místa desky.³⁹

Velké: Mezi větší doplňky patří větší bloky dřeva převážně pro rekonstrukci velkých svlaků, a jiných částí nosných systémů, které tvoří samotný materiál desky. Například doplňky konců svlaků na Giottově krucifixu z Ognissanti⁴⁰.

33 Grzegorz Kostecki, Aleksandra Hola, The Getty Conservation Institute: Facing the Challenges of Panel Paintings Conservation. Structural Consolidation and Stabilization of Panel Paintings at the Academy of Fine Arts, Kraków, 2010, s.217

34 Jacqueline Bret, Daniel Jaunard, Patrick Mandron, The Getty Conservation Institute: The Structural Conservation of Panel Paintings, The Conservation-Restoration of Wooden Painting Supports, 1998, s.274

35 George Bisacca, The Getty Conservation Institute: The Structural Conservation of Panel Paintings, Structural Considerations in the Treatment of a Nativity by Francesco di Giorgio Martini, 1998, s.371

36 George Bisacca, José de la Fuente Martínez, The Getty Conservation Institute: Facing the Challenges of Panel Paintings Conservation, The Treatment of Dürer's Adam and Eve Panels at the Prado Museum, 2010, s.36

37 Ciro Castelli, Mauro Parri, Andrea Santacesaria, Structural Conservation of Panel Paintings at the Opificio delle Pietre Dure in Florence, The Linaïoli Tabernacle: The wood support, 2016, s.255

38 Ulrich Schiessl, The Getty Conservation Institute: The Structural Conservation of Panel Paintings, History of Structural Panel Painting Conservation in Austria, Germany, and Switzerland, 1998, s.244

39 Ciro Castelli, The Getty Conservation Institute: The Structural Conservation of Panel Paintings, The Restoration of Panel Painting Supports, 1998, s.339

40 Ciro Castelli, Mauro Parri, Andrea Santacesaria, Structural Conservation of Panel Paintings at the Opificio delle Pietre Dure in Florence, Gentile da Fabriano's Polyptych of the Intercession: The conservation treatment of the panel, 2016, s.221-243

Ukázky:

Ambrogio Lorenzettiho triptych Badia a Rofeno(resataurováno: Ciro Castelli, Mauro Parri, Andrea Santacesaria)⁴¹:



Triptych, původně z 14. st. byl v 16. st. rozebrán a značně upraven. Ze zadní strany je viditelné velké množství doplňků a spojovacích elementů. Nosný systém, který na desce byl znemožňoval pohybu desek, tudíž bylo zapotřebí zrekonstruování funkčnosti původního systému.



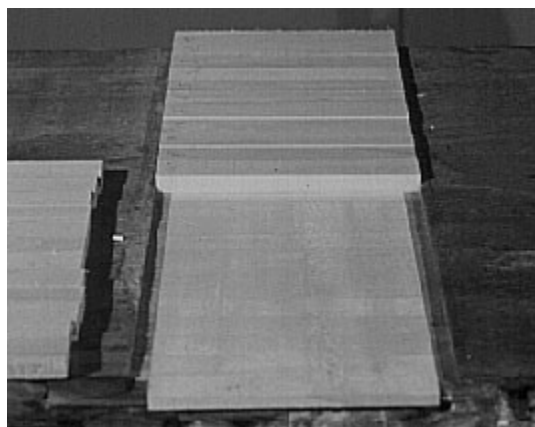
Chybějící části desky, v místech svlaků, byla doplněna špalíčky ze starého topolového dřeva a vlepena směsí epoxidových lepidel Araldite AW106 / HV 953U (1:0.8) a Araldite SV 427 / HV 427 (1:1) v poměru 1:1. Na obrázku je také vidět metoda vyrovnávání výškových rozdílů prken desky při lepení.

41 Ciro Castelli, Mauro Parri, Andrea Santacesaria, Structural Conservation of Panel Paintings at the Opificio delle Pietre Dure in Florence, The Triptych of the Badia a Rofeno by Ambrogio Lorenzetti: The construction technique and conservation of the wooden support and the sixteenth-century frame, 2016, s.261-275

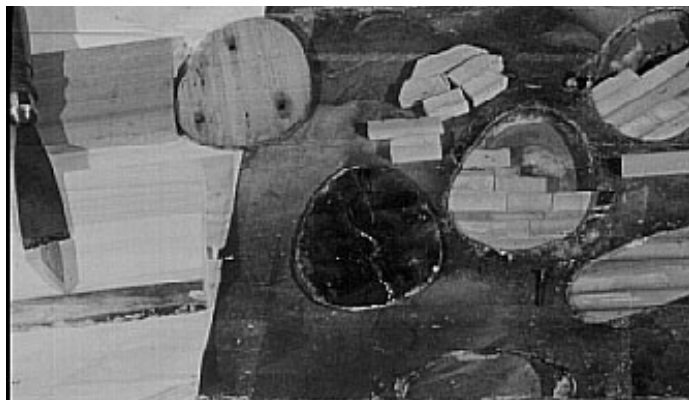
Francesco Salviatiho Snímání z kříže(restauroval: Ciro Castelli)⁴²:



Obrázek byl během povodní ve Florencii v roce 1966 z velké části zatopen. Zápavy měly na deskovou malbu ničivé následky. Obrázek zachycuje stav díla před restaurováním, kdy byla prkna desky oddělena.



Záhlubně pro svlaky byly vyplněny klínky ve dvou vrstvách, kdy horní vrstva přesahuje tu spodní. Koncoví spoj(na tupo) by nebyl tak silný. Vytvoření schůdku a přemostění vrchním klínkem přidá spoji pevnost.



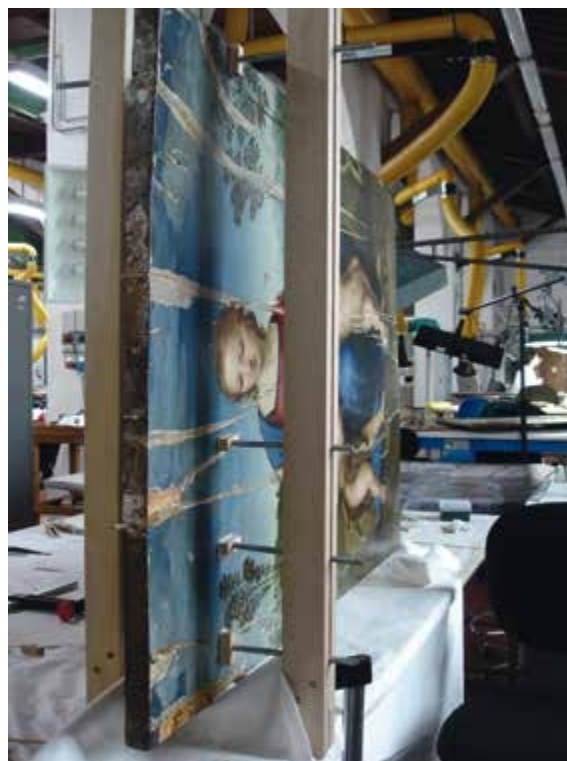
Původní doplňky(z lícové strany malby) se během povodně uvolnily z desky. Vzniklé otvory bylo potřeba vyplnit vrstvou klínků, která byla následně stenčena. Na nově vytvořený stabilní podklad pak bylo možné původní doplňky opět připevnit.



Oddělená prkna desky bylo nutné znovu slepit. Během povodně se prkna od sebe oddělila a zkřivila podle směru růstu dřeva, což si vyžádalo postupné vyrovnaní povrchu malby. Při lepení se postupovalo od středních dvou prken směrem ke krajním. Spoje byly postupně vyfrézovány a zpevněny vlepenými klínky. Deska byla upevněna ve vertikální poloze, což umožnilo práci ze zadní strany a zároveň kontrolu roviny malby z líce.

⁴² Ciro Castelli, The Getty Conservation Institute: The Structural Conservation of Panel Paintings, The Restoration of Panel Painting Supports, 1998, s.346-351

Raffaelova Madona se stehlíkem(restauroval: Ciro Castelli)⁴³



Obraz Madony se stehlíkem byl v roce 1547 poškozen při zřícení domu ve kterém se nacházel. Deskový obraz se při tom rozlomil na tři části. Kvůli míře defektů desky a odchlupující se malby kolem okrajů prasklin bylo rozhodnuto k využití epoxidového lepidla s úmyslem zachovat a zpevnit co nejvíce původní materiál desky. Deska byla při restaurátorském zákroku držena vertikálně v “kleci” která umožňovala pomocí závytových tyčí, manipulovat s deskou a navrátit spoje do roviny.



Praskliny byly vyčištěny jemnou pilkou do šířky zhruba půl milimetru. Po zkontrolování roviny malby, byl do otvoru vsazen úzký klínek(dýha) z topolového dřeva a vlepena epoxidovým lepidlem.

⁴³ Ciro Castelli, Structural Conservation of Panel Paintings at the Opificio delle Pietre Dure in Florence, Raphael's Madonna with a Goldfinch: The construction, deterioration, and conservation treatment of the wood panel, 2016, s.183



V 16. století byl obraz restaurován. Fragment s nohou správně nenavazoval, tudíž byl opatrně vyjmut a vlepěn znovu na správné místo.



Chybějící část ve spodní části desky byla původně doplněna topolovým dřevem a sklenářským tmelem. Tento zásah byl následně odstraněn a nahrazen topolovými klínky, přičemž chybějící část desky byla rekonstruována.

Gentile Da Fabriano's Polyptych of the Intercession (restored by: Ciro Castelli, Mauro Parri and Andrea Santacesaria)⁴⁴



Polyptych after restoration from the back - From the image, it is visible that the places where the cracks were cut out and filled with triangular wooden wedges. The loss of material, especially on the peaks of the panels, was made up with wooden shims. On the back of the entire polyptych, a support structure was attached.



Detail of the repair of the missing part of the board with wooden shims from old wood



Detail of the cut joints of the board

⁴⁴ Ciro Castelli, Mauro Parri, Andrea Santacesaria, Structural Conservation of Panel Paintings at the Opificio delle Pietre Dure in Florence, Gentile da Fabriano's Polyptych of the Intercession: The conservation treatment of the panel, 2016, s.117



Stav po restaurování



Po petrifikaci, byla chybějící místa desky doplněna špalíky starého dřeva(jedle).



Vyplnění mezer mezi letokruhy balzou.



Trhliny na svlacích byly vyfrézovány a do drážky vlepeny trojúhelníkové špalíky z jedlového dřeva. Lepidlem byla směs epoxidů Araldite AW 106/HV 953U (1:0.8) a Araldite SV 427/HV 427 (1:1) v poměru 1:1.

45 Ciro Castelli, Mauro Parri, Andrea Santacesaria, Structural Conservation of Panel Paintings at the Opificio delle Pietre Dure in Florence, Gentile da Fabriano's Polyptych of the Intercession: The conservation treatment of the panel, 2016, s.221-243



Konce svlaků byli značně poškozené s velkými ztrátami. Doplnky byli vytvořeny z bloku jedlového dřeva a spoje zapuštěné do původního materiálu svlaků vystuženy čepy. Doplnky pak byli přilepeny epoxidovou směsí.



Na pravé straně kříže(pohled z rubu) segment horizontálního svlaku chyběl. Tuto důležitou nosnou část bylo zapotřebí vystužit a dorekonstruovat. Část funkčního svlaku proto byla seříznuta na polovinu své výšky, aby se vytvořilo stabilní pevné místo, kam napojit nový svlak. Pak byli vyfrézovány 2 drážky pro jeho napojení.



Pro lepší vystužení tohoto místa byly na místo jedlového dřeva zvoleny lišty kaštanového dřeva, pro svoji větší pevnost. Kaštanové lišty jsou zasazeny do vyhloubených drážek v původním svlaku.



Kaštan vytvoří pevné jádro svlaku. Kaštanové špalíky vyplní mezeru mezi lištami a jedlové lišty pak dotvoří zbytek. Kaštanové lišty jsou lepeny směsí epoxidových lepidel, zatím co jedlový exteriér je lepený Bindanem(PVAc lepidlem).

Fra Angelico a Lorenzo Ghibertiho Tabernákl Lnářů (Tabernacolo dei Linaioli, restaurovali: Ciro Castelli, Mauro Parri, Andrea Santacesaria)⁴⁶:



Zadní strana oltáře – Za normálních okolností by bylo přistoupeno k doplnění klínku ze stejného druhu dřeva, jako samotná deska (topol), avšak tato deska má ze zadní strany svůj původní nosný systém, který zajišťuje její stabilitu. Kdyby byly nyní praskliny znovu napevno spojeny, tuhý podpůrný systém, který do jisté míry zamezuje pohyb desky, by způsobilo další trhliny v desce. Proto bylo zapotřebí spojit desku s více flexibilním spojem, který by umožnil větší míru pohybu prken, ale stále byl dostatečně pevný. Topol byl proto nahrazen balzou, která je mnohem měkčí a poddajnější.



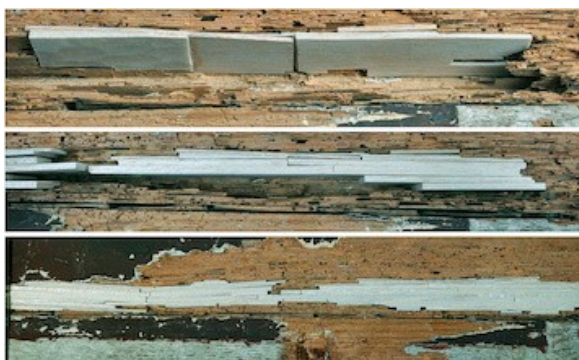
Detail části spoje doplněné balzovými klínky.

⁴⁶ Ciro Castelli, Mauro Parri, and Andrea Santacesaria, Structural Conservation of Panel Paintings at the Opificio delle Pietre Dure in Florence, Giotto's Crucifix of Ognissanti: Construction technique, condition, and treatment of the wood panel, 2016, s.244-259

Sv. Jan Evangelista, autor neznámý (restauroval: Kate Seymour, Marya Albrecht, Melissa Daugherty, Saskia von Oudheusden, Lieve D'Hont, Michael Rief, Ray Marchant)⁴⁷



Dřevěná desková malba španělské provenience byla v minulosti napadena dřevokazným hmyzem. Desková podložka byla silně poškozena. Velké části podložky se ze zadní strany vydrolili. Samotná malba je má plátěný podklad, tudíž bylo přistoupeno k velmi jemnému restaurátorskému zásahu na samotné desce.



Vydrolená místa byla vyplněna tenkými kusy balzy vloženými na sucho.



V pravém dolním rohu (při pohledu z líce) chyběla větší část desky. Bylo proto zapotřebí vytvořit pevný podklad, který bude podpírat malbu. Otvory ve dřevě byli vyplněny epoxidovým tmelem Araldite 1253. Následně byli vlepeny balzové klínky pomocí PVAc lepidla 1:1 s plnivem z kokosových pilin a fenolových mikrobalonků

⁴⁷ , The thin end of the wedge: Stabilisation of a damaged panel painting support using tapered wooden sections, ICOM-CC, 17th Triennial Conference, 2014 Melbourne

Tepelná modifikace dřeva

Je možné již suché dřevo dále modifikovat vystavením teple a vlhkosti.

Dřevo je od své podstaty hygroskopický materiál, kdy přijímá nebo ztrácí vlhkost v závislosti na svém okolí. Jeho hygroskopicitu je nejvíce vázána na hydroxylové skupiny obsažené jako sloučeniny ve stěnách buněk, primárně celulóza a hemicelulóza. Hemicelulóza je polysacharid, který dobře absorbuje a uvolňuje vlhkost, proto hraje klíčovou roli v objemových změnách dřeva při kolísání vlhkosti.

Vystavením dřeva vysoké teplotě 180-200°C dojde ke změně jeho vlastností. Dochází zejména k degradaci hemicelulózy. (Ke kompletní pyrolýze dojde až kolem 270°C.) Teplota kolem 180-200°C je dostatečná k dosažení požadovaného efektu. Proces vytváří furan a těkavé plyny jako meziprodukty. Furan, který vzniknul z degradované hemicelulózy, má nižší EMC (Equalibrium moisture content – ekvalibrium obsažené vlhkosti) než původní polysacharidy. Tato změna ve stěnách buněk zapříčiňuje nižší schopnost absorpce vlhkosti z ovzduší. Furanové meziprodukty také zpevňují pevnost struktury dřeva.⁴⁸

Tento proces sníží hygroskopicitu dřeva a vylepší objemovou stabilitu při kolísavé vlhkosti. Zároveň, ale dochází ke křehnutí a snížení houževnatosti dřeva, například při nárazu. Proces degraduje materiál dřeva a dřevo má tendenci praskat.

48 Rebecca E. Ibach, Wood Handbook Wood as an Engineering Material - Structure and Function of Wood Specialty Treatments. Forest Products Laboratory, United States Department of Agriculture Forest Service, Madison, Wisconsin, Březen 2021, s. 465

Dřevo jako kvazi-křehký materiál

Mechanické vlastnosti doplňků by měli být podobné materiálu desky do které jsou doplňovány (stejnou pevností, tuhostí, oběmovou stabilitou při kolísavé vlhkosti...). Důvodem je dosažení homogenního charakteru desky, kdy nebude docházet k nerovnoměrnému pnutí. Dohromady by měli stejným způsobem odolávat externím vlivům a zajišťovat tak stabilitu desky. Stav desky, míra napadení dřevokazným hmyzem, a lipové klínky které jsou do desky doplňovány mě vedli k úvaze o tvrdosti doplňovaného materiálu. Deska obrazu sv. Jiří je velmi porézní. Již několikrát byla petrifikována (v dřívějším zásahu kalafunou a nyní Paraloidem B72). I když původně se jednalo o desku vyrobenou z lipových prken, v dnšním stavu je charakter materiálu jiný.

Stojí tedy za úvahu modifikace doplněných klínků. Ideálně tmel nebo doplňky dodávané do starého díla by měli být měkčí než materiál původního díla. Dojde-li k pnutí uvnitř materiálu desky, měl by být nejvíce poddajný nový doplněk, aby nedošlo k další destrukci původního materiálu.

Analýza tuhosti materiálů není nový koncept. Tomuto tématu se věnoval jak Leonardo da Vinci tak i Galileo. Největšího pokroku dosáhl Alan Arnold Griffith, kdy přišel s třemi módy lomové mechaniky.

Pro výběr ideálního materiálu a tvaru je zapotřebí znát síly, které musí daný doplněk vydržet a znát externí vlivy, které na něj budou působit. Tyto faktory vytvoří rámec, který musí doplněk splňovat. Samozřejmě předpokládané síly, pod kterými bude doplněk zatížen jsou jen odhady a předpoklady a samotná výroba doplňku může přinést neočekávané defekty. Křehké materiály (například sklo), vystavené dostatečnému pnutí, selhávají náhle a bez deformace. Tvárné materiály (například kovy) se výrazně deformují. Kvazi-křehké materiály, v tomto případě dřevo, mají určitou míru deformace, než dojde k selhání materiálu.

Větší část života stráví materiál ve stavu počínání malých trhlin. Jejich rozšiřování pak může být velmi rychlé nečekané. Často počáteční trhlina je tak malá, že nemá vliv na chování materiálu jako celku. Nebezpečí nastává při rozšiřování těchto prasklin a následnému náhlému selhání materiálu⁴⁹. Je několik úvah k zvážení selhání křehkých materiálů

- Trhliny vznikají v místech strukturálních defektů, jako jsou praskliny, díry a zářezy.
- Síly, které způsobí selhání materiálu jsou přitom většinou nižší, než mez kluzu materiálu.
- Materiál, který je více susebtibilní k praskání je z tuhého křehkého materiálu.
- Povrch křehkého lomu je kolmý k tahovému pnutí materiálu.

Přítomnost defektů nebo zářezů vede k zvětšení koncentrace lokalizovaného pnutí. V křehkých materiálech se mohou vytvářet praskliny, které mohou vést k celkovému selhání materiálu.

Mezi restaurovanou deskou sv. Jiří a novými doplňky ze ztaraného lipového dřeva je mechanický nesoulad. Vlepené doplňky jsou pevnější a pružnější, než originální materiál, co může vést ke koncentraci pnutí v materiálu původní desky, zvláště pokud kolísají podmínky prostředí. Je možné uvažovat o materiálu bližšímu materiálu desky, to může být poréznější lipové dřevo nebo mezivrstvy z měkčího materiálu.

49 F. Berto, P. Lazzarin. Recent developments in brittle and quasi-brittle failure assessment of engineering materials by means of local approaches, University of Padua, Itálie, 2013

Praktická část - reintegrace dřevěné desky obrazu sv. Jiří



Stav desky před restaurováním.



Stav rubu desky po sejmutí vrstvy kalafuny a petrifikaci dřeva.

Stav dřevěné desky

Deska je vyrobena z lipového dřeva a skládá se z 3 vertikálních prken lepených na tupo, bez profilace spojů. Tloušťka desky měřena u okraje obrazu je 12mm. Deska byla původně zapuštěna po okrajích do ozdobného rámu oltáře, který zajišťoval rovinu obrazu a zamezoval zkroucení desky. Pravděpodobně za tímto účelem byly ze zadní strany přidělaný 2 horizontální svlaky o šířce 4.5cm. Kvůli vložení svlaků do desky byla vyhloubena drážka, která ztenčila tloušťku desky na polovinu (6mm). Deska je devastována dřevokazným hmyzem, který značně snížil pevnost desky. Při pádu desky došlo k odlomení horní a dolní části obrazu v místě svlaků, kde byla deska nejtenčí, a k rozlomení na menší kusy v místech spojů prken. Rám ani svlaky se na obraze již nenacházejí. Z důvodu havarijního stavu desky ji nebylo zatím možné předběžně prozkoumat ze zadní strany.

Spoje prken byli po vytvoření desky přelepeny plátěnými pásy, pro zmírnění nežádoucích vlivů podložky na malbu. Deska pak byla opatřena bílým, pravděpodobně klišokřídovým podkladem. Tím že ze všech stran je zachován nedomalovaný okraj (který byl zapuštěný do rámu), lze říci, že deska nebyla zmenšena. Pravděpodobně, ale obraz byl kdysi v menším rámu. Na spodním okraji obou maleb (Sv. Jiří a Sv. Václav) se nachází zachovalejší pruh malby, kde laková vrstva obrazu je v lepším stavu. Podle existujících sond je patrné, že pozadí malby bylo kdysi postříbřené a lazurované se zlatou lazurovou (napodobující zlacení). Na stříbrném pozadí se nachází vrstva hliníkové folie, která vlivem stárnutí ztmavla. V pravém horním a pravém dolním rohu byla deska v předchozím restaurátorském zásahu napouštěna zpevňující látkou. V těchto místech jsou po okrajích vidět slepené vyplavené piliny a na hliníkovém pozadí malby lesklé fleky.

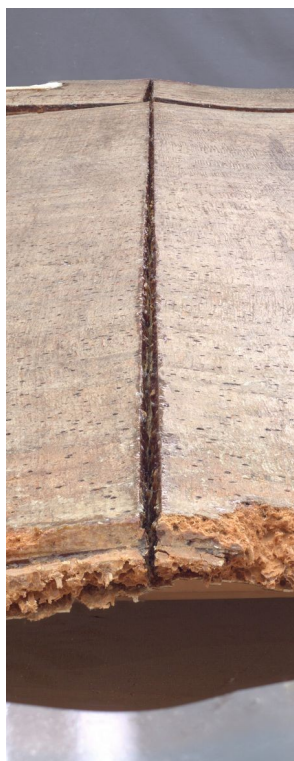
Postup Restaurování:



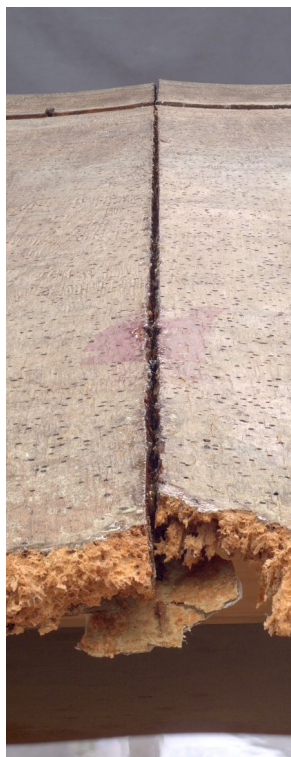
Deskový obraz včetně uvolněných fragmentů byl převezzen na dřevěné desce, položen lícem nahoru. Po preventivním ošetření proti dřevokaznému hmyzu (v dusíkové atmosféře), byla deska z přední strany petrifikována 5% roztokem Paraloidu B72 v Toluenu, a to ve všech místech odhaleného dřeva a v místech výletových otvarů po červotoči. Petrifikace byla opakována šestkrát. Po ukončení petrifikace a zajištění uvolněných fragmentů byl líc malby přelepen mikelantou s 1% roztokem vyziny. Pro bezpečné otočení desky a zajištění rovnoměrného podepření bylo nutné vyrobit dřevěnou konstrukci kopírující prohnutí prken desky obrazu.



Ze zadní strany obrazu byla následně mechanicky odstraněna a toluenem dočištěna vrstva kalafuny nanesená během jednoho z předchozích restaurátorských zákroků. Desková podložka byla následně petrifikována ze zadní strany.



vlevo – Stav původního lepeného spoje levého a středního prkna (při pohledu z rubu) před restaurováním. Spoj je otevřený a znečištěn vrstvou starého konsolidantu a nečistot.



vpravo – Stav původního lepeného spoje středního a pravého prkna desky před restaurováním.

V další fázi restaurování bylo nutné přistoupit k opětovnému spojení oddělených prken. Spoje byly ze zadní strany otevřené a jejich plochy znečištěné zbytky původního lepidla, starými konsolidanty a nečistotami. Čištění spojů a vytvoření nové rovné plochy probíhalo pomocí elektrické frézy s hrotem pod úhlem 21° , která ubírala pouze minimální množství materiálu.

K rámu nesoucí desku připevněna koncová prkna, na která byly položeny tři ocelové jekly. Ty vytvořily most pro uchycení vodící lišty frézy. Frézování bylo prováděno po krátkých usecích, aby nedošlo k vychýlení prken ze své polohy. Každý úsek byl frézován postupně, nejprve se fréza dotkla pouze povrchu, poté byla prohloubena o dalších $\frac{1}{8}$ mm, až do požadované hloubky.

Hloubka zářezu byla přizpůsobena vizuální kontrole, v místech s uvolněnou plátňovou podkladovou vrstvou bylo možné jít hlouběji. Fréza umožňovala také opakovaný řez s vychýlením do strany, čímž vznikla rovná plocha pro vlepění klínku. Nově odhalené dřevo ve spojích bylo ošetřeno 5% roztokem Paraloidu B72 v toluenu a ponecháno odpaření rozpouštědla.

Dřevo pro klínky bylo vybráno s ohledem na druh původní desky. V tomto případě bylo použito staré lipové dřevo.



Fréza byla podepřena železnými jekly, pevně přivrtanými ke koncovému prknu dopůrné konstrukce. Deska byla během frézování zajištěna stahováký proti posunu.



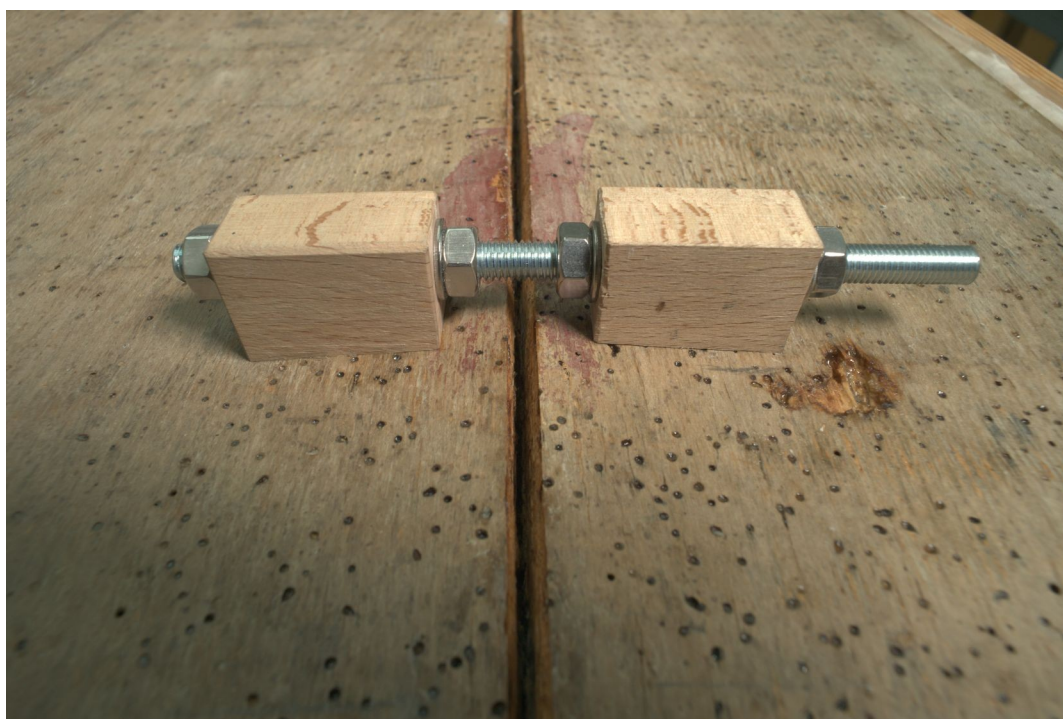
Detail vyfrézovaného zářezu.

Trojúhelníkové klínky byly přesně seříznuty na kotoučové pile s jednotným úhlem, aby co nejlépe vyplnily frézovaný prostor. Průměrná délka klínku byla 3,5cm. Kratší rozměr umožňoval přesnější kontrolu tvaru a rychlejší úpravu pomocí hoblíku.



Před vlepením klínek, bylo nutné vyplnit dutiny mezi malbou a deskou, stejně jako otvory po červotoči. Tam, kde malba nebyla v kontaktu s deskou tvřila dutinu, byl použit arbocelový tmel, který byl injektován injekční stříkačkou a aplikován špachtlí. Pro vyplnění chodbyček po hmyzu v samotné desce byl použit dvousložkový epoxidový tmel Balsite. Po nanesení malou špachtlí byl tmel zahlazen pomocí jednoho z klínek. Aby nedošlo k poškození čerstvého tmelu, bylo nutné klínky s naneseným lepidlem zasunout do vyfrézovaných drážek bez následné manipulace. Pro vlepení byl použit PVA lepidlo Bindan-P.

Nanesení tmelů a vlepení klínek bylo prováděné bezprostředně za sebou, „do mokrého“, což zajišťovalo dokonalé spojení bez nutnosti dodatečných úprav povrchu.

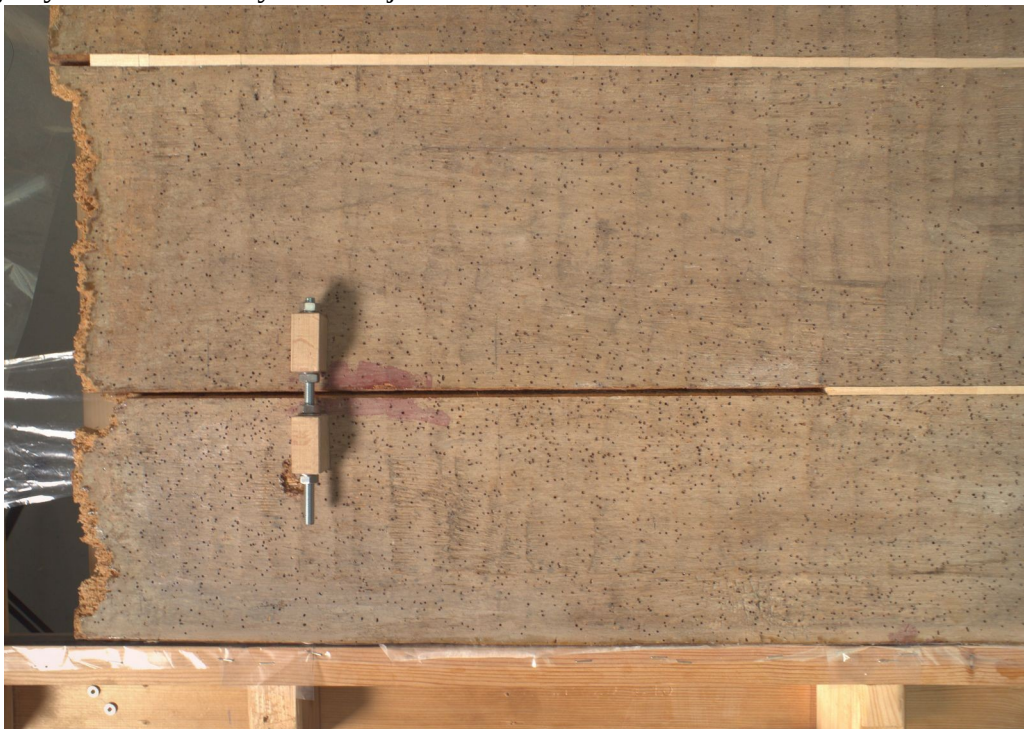


Původní spoje prken byly zpevněny plátňovým pásem pod podkladovou vrstvou malby. V oblasti hlavy draka, v místě spoje, byla malba značně uvolněná a držela pohromadě pouze díky této plátěné podložce. Fragment byl širší, než prostor, do kterého patřil, a nebylo jej možné jednoduše navrátit na původní místo.

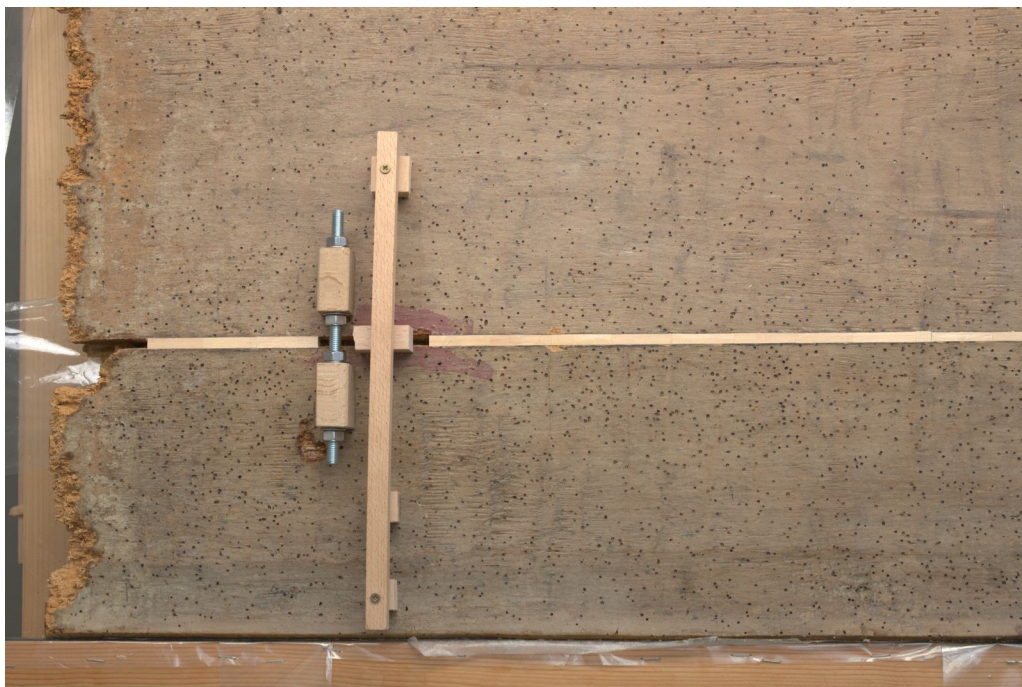
Pro jeho usazení bylo zapotřebí prostor mírně rozšířit. Ze zadní strany úseku byly přilepeny dva bukové špalíky se závytovou tyčí. Postupným utahováním matic bylo možné pomalu a kontrolovaně rozšířit prostor spoje prken. Spoj byl rozšířen o 1mm. Při roztahování desky vzniklo nerovnoměrné pnutí, které vedlo k mírnému prohnutí líce. Prohnutí bylo zapotřebí zkorrigovat.

Na střed středního prkna a vnější okraj bočního prkna, byly přilepeny malé špalíčky bukového dřeva. Pomocí dlouhé latě, která je překlenula a pod kterou se doprostřed vsunul třetí špalík, bylo

možné vytvořit páku a malými vruty přitáhnout boční prkno zpět do roviny. Tento systém fixoval levé prkno vůči střednímu ve správné pozici. Tam, kde to bylo možné, byl spoj vyplněn klínky a slepen. Po slepení spoje byl tento fixační systém odejmut.



V první fázi byl celý úsek vyfrézován a špalíky se závytovou tyčí vlepeny na své místo. Otevřený spoj pak bylo možné pomalu a kontrolovaně zozevřít o 1mm.



V druhé fázi byly vlepeny malé ěpalíčky ke kterým byl vruty přitáhnuta dlouhá lat'. Na střed latě, nad spojem prken, byl volně vložen třetí klínek, který vytlačoval spoj prken ven(vyrovnával konkávné prohnutí způsobeno roztažením desky).

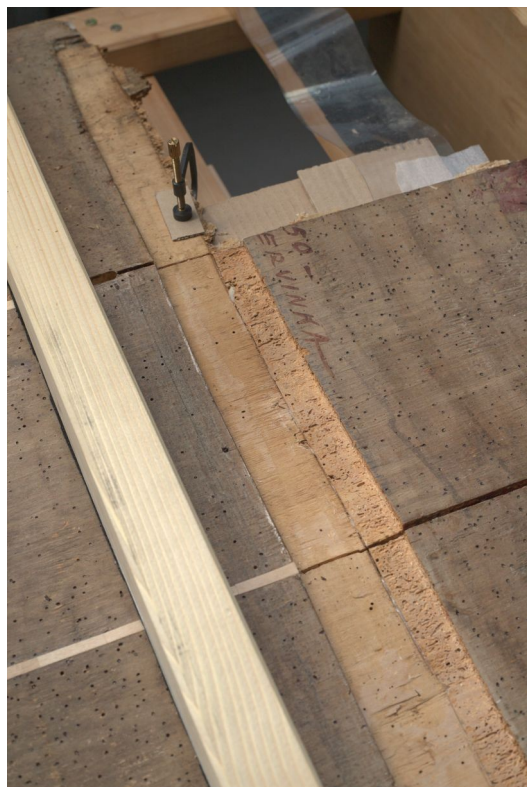


Odlomené části desky byly opatrně odejmuty a spoje očistěny, aby nic nebránilo jejich následnému napojení. Pro samotné slepení fragmentů bylo nutné zvolit vhodný lepidivý tmel.

Byly provedeny zkoušky s PVA lepidlem Bindan-P a plnivem s pilinami z kokosu, Araldite AW106/HV953 s plnivem fenolových mikrobalek. Po konzultaci s vedoucím pedagogem doc. MgA Adamem Pokorným, Ph.D. a s Italskými restaurátory, byl jako nejvhodnější materiál zvolen Araldite 106. Vzhledem k tomu, že nebylo možné dosáhnout dokonale čistého a rovného spoje, bylo zapotřebí použít lepidivý tmel. Do Aralditu byly přimíchány fenolové mikrobalekky za účelem dosažení požadované konzistence.

Lepení začalo fragmentem s hlavou sv. Jiří a pokračovalo postupně směrem od centrální části desky k jejím okrajům. Na obě strany spoje bylo nanášeno lepidlo, po vložení fragmentu na své místo byl spoj pevně dotažen. Zásadní roli během lepení hrálo pečlivé sledování úrovně malby a zajištění jejího přesného lícování.





Po vlepění horní části malby, byla deska znovu otočena. Nyní bylo zapotřebí vyplnit prostor zanechaný od nepůvodního svlaku, kde deska byla ztenčena na polovinu své tloušťky. Fragment hlavy se při pádu desky odlomil právě v ztenčené části desky. Pro vylepšení pevnosti napojení, bylo zapotřebí novým dosazeným klínkem přemostit prasklinu. Za tímto účelem byl zážlab rošířen o 2cm.

Prostor slaku byl následně postupně vyplněn jednou vrstvou klínků. Díry po červotočích byly zatmeleny tmelem Balsite a klínek vlepěn lepidlem Bindan-P.



Problematictější byl fragment z pravého dolního rohu malby. Fragmentem procházela prasklina. Horní část fragmentu ještě na úrovni malby držela pohromadě. Pro zachování roviny malby, bylo zvoleno citlivějšího postupu, než invazivní rozdělení spoje. Prasklina byla opatrně otevřena z rubové strany dlátem. Kvůli směru praskliny (podle obrázku vlevo – diagonálním směrem) byl zde doplněn širší klínek, než byl použit na spoje desek.

První klínek byl vlepen v horní části fragmentu, kde byla malba nejméně porušená a dobře na sebe lícovával.

Po zaschnutí prvního klínku byl zážlab rozšířen dál. Na dalším úseku již bylo zapotřebí pracovat s prohnutím desky a kontrolou lícování malby.



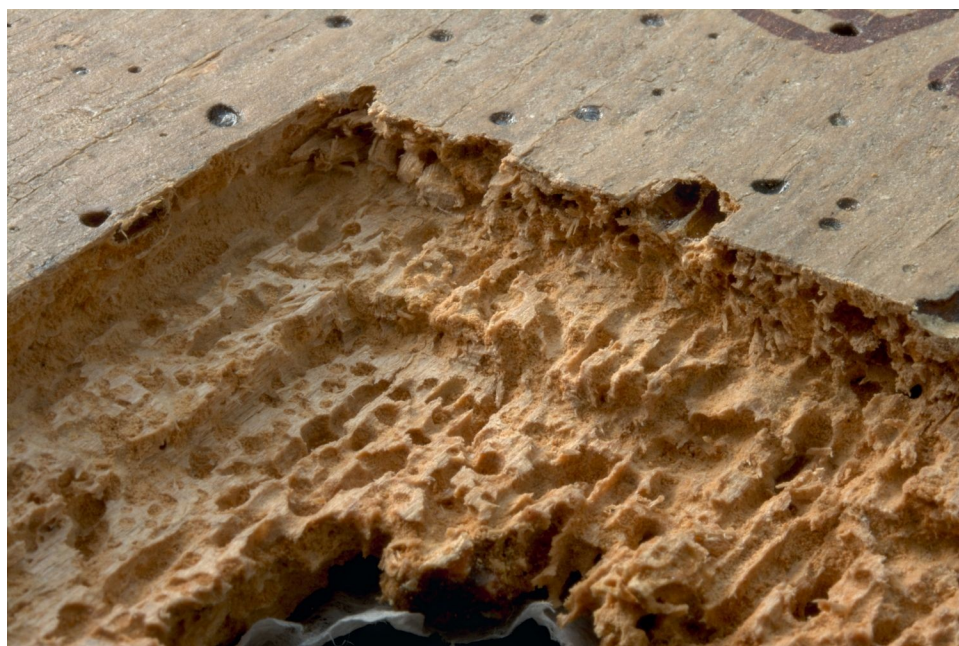


Vytvořený zážlab sleduje směr praskliny





Detail stavu desky (pravý horní roh desky)– stav spoje před očištěním a vlepením chybějícího fragmentu. Z obrázku je dobře vidět místo zlomu – na okraji zážlabu vytvořeného pro vložení svlaku.



Detail napojení materiálu desky s lipovými špalíky. Pro zjemnění přechodu mezi doplňkem a originálem, byl z rubové strany desky vytvořen dvoustupňový zářez. Spoj měl větší kontaktní plochu a je tím pevnější.



Úprava napojení materiálu staré deskové podložky s novými lipovými klínky ze starého dřeva. Do fragmentu byl vytvořen dvoustupňový zářez(schůdek), aby měl lepený spoj větší kontaktní plochu.

Dutiny po červotočích byli vyplněny dvousložkovým tmelem Balsite a klínky lepeny PVA lepidlem, Bindan-P. První vrstva klínků byla před vlepením ztenčena hoblíkem, aby minimalizovala množství práce pro vyrovnaní plochy do roviny po vlepení. V druhém kroce byla na spodní klínky nalepena druhá vrstva.

Lepení klínků bylo prováděno po částech. Klínky byli tvarované, aby dobře pasovali na svá místa.

Stav rubu horního pravého rohu desky po vlepení klínků a srovnání do roviny



Ve spodním fragmentu středového prkna se nacházelo množství otvorů. Po vlepení fragmentu bylo nutné tyto rozsáhlé dutiny vyplnit a rubovou stranu desky uzavřít. Nepravidelný okraje otvorů byl upraven dlátem. Práce probíhali ve vrstvách. Nejprve byly vyplněny nejhlubší dutiny. Před vlepením klínků byly malé dutiny, způsobené červotočem, vytmeleny tmelem Balsite.

Klínky byly vlepeny pomocí PVA lepidla Bindan-P a následně ztenčeny tak, aby jejich povrch lícoval s rovinou zážlabu po původním svlaku.

V dalším kroku byl vyplněn velký středový otvor.

V druhé vrstvě byly vlepeny klínky a zarovnány, aby jejich povrch lícoval s povrchem rubové strany.



Fragment levého dolního rohu měl velké otvory a dutiny.

Lepný spoj zde neměl dobrý kontakt po celé ploše zlomu. Bylo tedy zapotřebí i v tomto kroku kontrolovat dobré lícování malby. K podpůrnému rámu byl vrutem přidělán dřevěný blok, který fixoval fragment ve správné pozici. Následně byl velký otvor v pravé části fragmentu vyplněn.

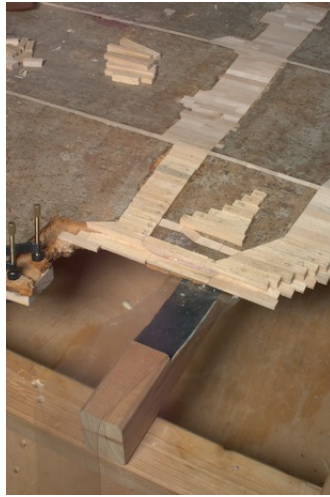
Chybějící materiál byl vyplněn a srovnán do roviny, aby lícoval s povrchem desky.



Po slepení fragmentu dolní části pravé desky, byl vlepen na své původní místo. Byl vytvořen dvoustupňový zářez(schádek) pro lepší napojení nového doplňku.

Po zpevnění a doplnění středového fragmentu, byl vyfrézován spoj mezi šzedovým a pravým fragmentem a prostor vyplněn trojúhelníkovými klínky.

Chybějící materiál byl stavěn ve dvou vrstvách.



Spodní část pravého prkna, v místě svlaku, byla nejvíce zdegradovaná. Deska zde neměla téměř žádnou pevnost. Proto zde byl vytvořen větší zářez, aby byla vytvořena větší kontaktní plocha mezi doplňkem a původní deskou.

Místa, kde byla odkrytá podkladová vrstva malby, byla vyplněna arbocelovým tmelem. Menší dutiny po červotočích byly vytmeleny Balsitem a klínky vlepeny pomocí PVA lepidla Bindane-P.

V místech, vzdálenějších od spoje mezi deskou a doplňkem, byl materiál vystavěn s klínky v jedné vrstvě. Následně, po otočení desky, byl povrch vyrovnán a druhá strana vyplněna další vrstvou klínků, aby povrch lícoval s povrchem malby.



Po otočení desky, byly velké dutiny vyplněny vrstvou klínků i z lícové strany desky.



Nové výplně byly dělány tak, aby lícovaly s povrchem desky a vytvořili rovnou plochu pro navrácení malby zpět na své místo.



Velké chybějící useky byly vyplněny vrstvou klínků I z přední strany desky.



Doplněná část pravého dolního rohu desky.



Stav desky po slepení fragmentů, doplnění chybějících částí desky novými lipovými klínky a navrácení fragmentů malby na své místo.



Stav desky po slepení fragmentů, doplnění chybějících částí desky novými lipovými klínky.