

# FORUM / 2024 / ROČ. XIV / Č. 1

## PRO KONZERVÁTORY-RESTAURÁTORY FORUM FOR CONSERVATORS-RESTORERS

2024 / Vol. XIV / No. 1  
Peer-reviewed open access journal

**Chief editor:** Ing. Alena Selucká  
**Editors:** Mgr. Pavla Stöhrová, Mgr. Jana Fricová

**Editorial Board:**

Ing. Ivo Štěpánek (Head of Editorial Board)  
doc. Dr. Ing. Michal Ďurovič  
akad. mal. Igor Fogaš  
Ing. Pavel Jirásek  
Ing. Jan Josef  
doc. akad. soch. Petr Kuthan  
Ing. Radka Šefců  
Mgr. Pavla Stöhrová (Secretary)

Open access since 2019 available for free  
on <https://mck.technicalmuseum.cz/casopis-fkr/>  
The journal is indexed and abstracted in EBSCO.

**Published by:**

Technické muzeum v Brně  
Purkyňova 105, 612 00 Brno, Czech Republic

**Contact for communication:**

[fricova@tmbrno.cz](mailto:fricova@tmbrno.cz) / [stohrova@tmbrno.cz](mailto:stohrova@tmbrno.cz) / [selucka@tmbrno.cz](mailto:selucka@tmbrno.cz)

© Technické muzeum v Brně, 2024  
ISSN (Online) 2571-4384  
ISSN (Print) 1805-0050

DOI 10.61574/FKR.2024.1.003



# RESTAUROVÁNÍ PAUZOVACÍCH PAPIRŮ ZE SBÍRKY TECHNICKÉHO MUZEA V BRNĚ

Dominika Mrovčová<sup>1</sup> • Veronika Kopecká<sup>2</sup> • Anna Ptáčková<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Technické muzeum v Brně, Metodické centrum konzervace  
<sup>2</sup> soukromá restaurátorka

MgA. Dominika Mrovčová je restaurátorkou malby na papíru, plátně a souvisejících materiálech. Absolvovala Fakultu restaurování Univerzity Pardubice, poté působila v Národním technickém muzeu v Praze na pozici restaurátorky papíru a věnovala se též soukromé restaurátorské praxi. V Metodickém centru konzervace TMB se zaměřuje na konzervování-restaurování sbírkových předmětů na papíře, jako jsou historické technické výkresy a další dokumenty. (mrovcova@tmbmno.cz)

Článek představuje přístupy k ošetření souboru technických výkresů na pauzovacím (transparentním) papíře, které tvoří důležitou součást kulturního dědictví z oblasti historie vědy, techniky a průmyslu. Shrnuty jsou hlavní materiálové charakteristiky transparentních papírů a jejich rizika poškození. Popsán je koncept konzervátorskorestaurovatelského zásahu, který je veden s cílem co nejefektivněji a zároveň nejšetrněji ošetřit sbírku jako celek i v návaznosti na potřebu její digitalizace. Pozornost je proto zaměřena zejména na dílčí postupy stabilizace degradačních dějů u co největšího počtu uchovávaných dokumentů. Shrnuty jsou metody základního průzkumu rozsahu poškození, mechanického a chemického čištění, snímání nevhodných doplňků, zajištění havarijních defektů, vlhčení a rovnání dokumentů včetně možností adjustace a podmínek uložení velkoformátových výkresů. Text je doprovázen ukázkou ošetření včetně fotografií vybraných transparentních papírů ze sbírky Technického muzea v Brně. **Klíčová slova:** muzejní sbírka vědy, techniky a průmyslu, technické výkresy, transparentní papír, konzervování-restaurování

## RESTORATION OF TRACING PAPER SHEETS FROM THE COLLECTION OF THE TECHNICAL MUSEUM IN BRNO

The article presents approaches to the treatment of a set of technical drawings on tracing paper, which form an important part of cultural heritage in the field of history of science, technology and industry. It also summarizes the material characteristics of tracing paper and the risks of its damage. The concept of conservation and restoration intervention is described, which is conducted with the aim of treating the collection as a whole as efficiently and as gently as possible, and with respect to the need of its digitization. The attention therefore focuses especially on partial procedures for stabilising the degradation processes in as many of the preserved documents as possible. Methods of basic survey of the extent of damage, mechanical and chemical cleaning, removal of inappropriate additions, fixing serious defects, moistening and straightening of documents, including possibilities of their adjustments and conditions for storage of large-format drawings are summarized. The text is accompanied by examples of treatment including photographs of selected tracing papers from the collection of the Technical Museum in Brno.

**Keywords:** museum collection of science, technology and industry, technical drawings, tracing paper, conservation-restoration

Transparentní papíry jsou papírové podložky, které se vyrábí v různých gramážích, kvalitách a s různou mírou opacit. Zpočátku byly transparentní papíry využívány při přípravě předloh pro grafické listy nebo jako přenosná podložka ve výtvarném umění, zejména pro velkoformátová díla, tzv. pauzy,<sup>1</sup> používané pro nástěnné malby či rozměrná díla na plátně, dále pak pro tvorbu kopie děl menších formátů na plátno [Laroque, 2004]. Dále byly transparentní papíry využívány k zaznamenávání dokumentací či při tvorbě architektonických plánů, technických výkresů i uměleckých děl jako takových. Hojně se rozšířily i jako obalový a prokladový materiál [Wilson, 2015]. Ve sbírce Technického muzea v Brně jde nejčastěji o strojirenské výkresy a plány z různých zařízení, součástek, ale i staveb z mnoha technických oborů, jako je například obrábění, hutnictví, spalovací motory, parní a textilní stroje, kancelářská technika nebo vodní stavby. Celkově se jedná téměř o 10 000 položek z období převážně 19. a 20. století. Výkresová dokumentace představuje důležitý segment vývoje vědy, techniky a průmyslu a nese jedinečné informace o konstrukčním řešení jednotlivých výrobků, jejich rozměrech, jakosti povrchu, materiálech a designu. Z těchto důvodů je součástí technického kulturního dědictví, předmětem péče a uchování v muzejní sbírce. Výkresy na transparentním papíře však představují specifický nosič, který podléhá mnoha degradačním vlivům a je spojen i se specifickými konzervátorskorestaurovatelskými postupy. Za účelem komplexního ošetření dané sbírky výkresové dokumentace i v návaznosti na plán její digitalizace byly v Metodickém centru konzervace testovány a zavedeny dílčí kroky uceleného technologického postupu, které jsou popsány v této studii a jsou rovněž uplatnitelné v rámci správy obdobného sbírkového fondu.

## CHARAKTERISTIKA TRANSPARENTNÍHO PAPIRU

Transparentní papír (též průhledný nebo pauzovací) je speciální druh papíru, který propouští světlo a od běžného papíru se liší svou technologií výroby, strukturou a potažmo odlišnými fyzikálně-chemickými vlastnostmi.

### Metody zprůhlednění

Metody pro snížení opacit papíru byly známé pravděpodobně již ve středověku, například prosycením papíru pomocí lněného oleje [Laroque, 2004]. Průsvitnost historických transparentních papírů spočívá zejména ve vyplnění vzduchových kapes mezi celulózovými vlákny materiálem, který má podobný index lomu jako základní složka papíru – celulóza. Tímto způsobem se minimalizuje počet rozhraní, kde dochází k rozptylu světla, a zlepšuje se jeho průhlednost. Vyplnění vzduchových kapes bylo provedeno nejprve pomocí olejů, pryskyřic nebo vosků [Laroque, 2000]. Někdy byly papíry zprůhledněny ponořením do kyseliny, čímž došlo k uvolnění mazu z celulózy, který zaplnil vzduchové kapsy mezi celulózovými vlákny. Díky tomu nedocházelo k lomu

světla na rozhraní vzduchové kapsy a celulóзовého vlákna a papír se jevil jako transparentní [Wilson, 2015]. Posléze byl papír neutralizován zásadou [Laroque, 2000]. Další metodou je minimalizování počtu vzduchových kapes v archu papíru důkladným mletím papírové suspenze, případně zvýšením účinku následným kalandrováním (tj. válcováním). Snížením počtu míst s rozdílnými indexy lomu se sníží i schopnost lomu světla a papír se tak jeví jako průhledný či průsvitný [Reyden, 2000]. Tato metoda vznikla v poslední čtvrtině 19. století v návaznosti na nárůst poptávky a výroby transparentních papírů [Wilson, 2015].

Ve 20. století docházelo také ke kombinacím metod výroby, jako například k výrobě transparentního papíru kalandrováním či ponorem do kyseliny a následnou impregnací [Homburger – Korbel, 1998]. Rozdělení transparentních papírů do tří základních skupin není proto zcela jednoznačné, ale spíše směrodatné.

Přehled základních metod zprůhlednění historických transparentních papírů:

1. zprůhlednění impregnací
  - napuštění zprůhledňující látkou
2. zprůhlednění chemickým působením
  - ponořením papíru do kyseliny a následnou neutralizací papíru
3. zprůhlednění fyzikálními působením (působením látek na strukturu papíru)
  - zpracování vláken přirozenou cestou – důkladným mletím papíroviny
  - vysokou mírou kalandrování archů papíru vytvořených z důkladně mleté papíroviny [Reyden – Hofmann – Baker, 1993]

### Rizika poškození

Podle způsobu výroby mají historické transparentní papíry specifické chemické a fyzikální vlastnosti, jako je již zmíněná transparentnost či průhlednost/průsvitnost (nízkoprocenní opacita), dále bělost (barevný odstín), hladkost, smáčivost či nasákavost, lesk, pružnost a další. Výsledné vlastnosti transparentních papírů úzce souvisí se způsobem výroby a konkrétní recepturou, což určuje jejich následnou kvalitu a trvanlivost (například výběr impregnačních olejů, které časem žloutnou a způsobují zvýšení opacity). Mezi hlavní degradační rizikové faktory patří [Reyden, D. a kol., 1993, s. 179; Ďurovič, M. a kol., 2002, s. 38–49]:

- mechanická poškození při okrajích a celkové křehnutí materiálu, nejvíce pak v místech skladů (obr. 1) – způsobeno nevhodnou manipulací a degradací celulózy zejména v kyselém prostředí, působením světla a vzdušných polutantů
- změna barevnosti, obvykle tmavnutí a žloutnutí – vlivem působení světla na impregnační materiály, jako jsou např. oleje, pryskyřice aj.
- vysoká citlivost na vlhkost – při zvýšení vlhkosti dochází ke zvlnění a změnám rozměrů



**Obr. 1** Mechanické poškození a zkřehnutí okraje výkresu, detail v ostrém bočním nasvícení, revers, transparentní papír, inv. č. 21.19-00001 / Mechanical damage and brittleness of the edge of the drawing, detail in sharp side lighting, reverse, tracing paper, inv. no. 21.19-00001

- materiál náchylný ke snadné absorpci okolních materiálů, například adheziva, která snadno způsobí zapuštěné skvrny, poté těžko odstranitelné (obr. 2, 3, 4)
- přítomnost biologických škůdců – požírání materiálu hmyzem či hlodavci, znečištění povrchu hmyzími exkrementy
- mikrobiologické napadení (plísně, houby) – rostoucí vlivem zvýšené vlhkosti a teploty při nevhodném uložení v kombinaci s dalšími faktory, jako je přítomnost prachového depozitu, nečistot od adheziv nebo povrchových úprav na přírodní bázi

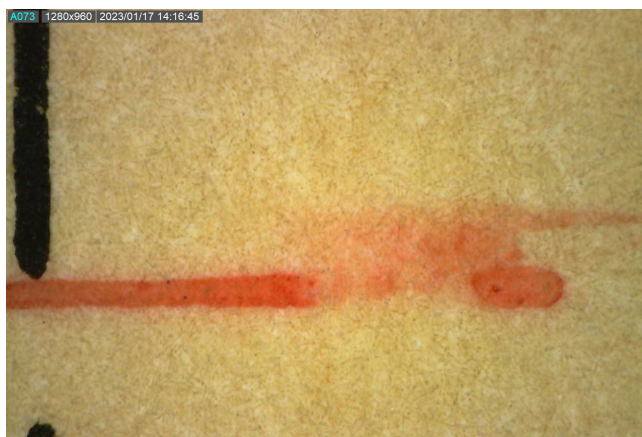
Významnou vlastností a velkou výhodou transparentních papírů je jejich všestranné využití a možnost použití více typů záznamových prostředků (tuše, inkousty, uhly, křídly, grafitové tužky, suchý nebo olejový pastel, akvarelové barvy, fixy aj.). Nicméně každý z těchto záznamových prostředků může rozdílně reagovat s danou papírovou podložkou, což za nepříznivých podmínek může vést k dalším specifickým degradačním reakcím. Jednotlivé typy transparentních papírů proto vyžadují individuální způsoby ošetření.

### Postup konzervování-restaurování

Komplexní konzervátorsko-restaurátorský postup ošetření transparentního papíru je dokladován na vybraných dvou technických výkresech ze sbírky TMB: kufřík psacího stroje, r. 1960, inv. č. 21.19-00001, a přívod vzduchu k parním kotlům, počátek 20. stol., inv. č. 13.90-00162. Popsány jsou dílčí kroky postupu průzkumu, mechanického a chemického čištění, snímání nevhodných doplňků, zajištění havarijních defektů, vlhčení a rovnání dokumentů včetně možnosti adjustace a podmínek uložení. Ucelený technologický postup je doplněn fotografiemi zásahů na uvedených technických výkresech, přičemž pro větší názornost jsou další obrázky srovnání stavu dokumentů před a po ošetření společně vloženy až na závěr textu příspěvku. Jak bylo uvedeno dříve, koncept konzervátorsko-restaurátorského zásahu byl veden s cílem co nejefektivněji a zároveň nejšetrněji ošetřit sbírku jako celek i v návaznosti na potřebu její digitalizace.

### Průzkum

Při zpracování velkého počtu kusů technických výkresů je třeba strategie průzkumu zaměřit na posouzení nejzávažnějších znaků poškození. Zjišťujeme mikrobiologické napadení, pozorujeme míru degradace transparentní podložky, např. nejrozsaáhlejší trhliny a ztráty materiálu, míru křehnutí podložky a dochování záznamových prostředků pomocí optických metod průzkumu.<sup>2</sup> Ujasníme si, jak velké trhliny budeme vyspravovat a jaké, vzhledem k obsáhlému počtu kusů sbírky, můžeme nechat nescelené. Obvykle není možné provést u každého dokumentu podrobné analýzy materiálu transparentní podložky a použitých záznamových prostředků. Omezíme se proto na průzkum, který vede přímo ke zvolení konkrétního způsobu ošetření a poskytne nám informace pro následný zásah s co nejmenším rizikem poškození dokumentu.



**Obr. 2** Rozpitá linka záznamového prostředku, detail poškození v USB mikroskopu, zvětšení 10x, transparentní papír, inv. č. 13.90-00162 / Blurry line of a recording medium, detail of damage through a USB microscope, magnification 10x, tracing paper, inv. no. 13.90-00162

Jedná se zpravidla o zkoušky citlivosti transparentní podložky a použitých záznamových prostředků. Vatový smotek namočený v příslušném rozpouštědle přiložíme nejprve na okraj rubové strany dokumentu a pozorujeme reakci rozpouštědla s transparentní podložkou, zda na smotku zůstávají žlutavé výluhy impregnace či nikoli. Pokud zjistíme žlutavé výluhy, tj. složky obsažené v papírové podložce, klíždila či penetrační látky, značí to, že jsou citlivá na zkoušené rozpouštědlo a v následujícím postupu restaurování s ním nemůžeme počítat. Pozorované místo bezprostředně po zkoušce zatížíme v suchých prokladech tzv. měkkého sendviče (filtrační papír, netkaná textilie, dokument, netkaná textilie, filtrační papír, těžítka), protože u většiny transparentních papírů předpokládáme zvýšenou tendenci ke zvlhnutí při kontaktu zejména s vodnými médii. V případě záznamových prostředků postupujeme obdobně a pozorujeme reakci záznamového prostředku s rozpouštědlem ve dvou krocích, nejprve při otisku a poté při otěru. Pro následné kroky ošetření je vhodné zjistit citlivost materiálů nejčastěji na n-butanol v případě potřeby desinfekce, dále lékařský benzín, popřípadě lakový benzín, ethanol či isopropanol, 60% vodno-ethanolový roztok, aceton, toluen či xylén (konkrétní využití jednotlivých rozpouštědel, viz níže). Pokud dochází během zkoušky k rozpouštění záznamového prostředku, musíme se v dalších krocích danému rozpouštědlu vyhnout či najít vhodnou koncentraci ve směsi s jiným rozpouštědlem.

## KONZERVAČNÍ ZÁSAH

### Desinfekce (páry n-butanolu)

V případě, kdy papír vykazuje stopy napadení plísněmi, – tj. tmavé skvrny na povrchu, charakteristický zápach apod., je nutné za dodržování hygienických pravidel (práce v ochranných rukavicích a oděvu včetně respirátoru) oddělit napadený předmět od ostatních předmětů, odebrat stěr na mikrobiologickou analýzu či nasvítit zkoumané místo UV zářením, aby se aktivní plíseň vizuálně projevila. Dále je třeba uložit předmět do ochranného obalu a co nejrychleji provést desinfekci v parách n-butanolu [Bacilková, 2003]. Do klimatické, důkladně utěsněné komory vložíme (ideálně co nejvíce rozložený) dokument spolu s nádobou destilované vody (pro aktivaci případných mikrobů) a nádobou s n-butanolem, který zajistí desinfekci po působení cca 48 h. Poté z klimatické komory vyjmeme obě nádoby a ponecháme dokument ještě dalších cca 48 hodin v klimatické komoře se zapnutým odsáváním, aby došlo k důkladnému odvětrání par n-butanolu. Pro potvrzení účinnosti desinfekce je vhodné odebrat povrchové stěry plísní po zásahu. Nutno opět zdůraznit, že před desinfekcí je nutné nejprve zjistit citlivost ošetřovaných materiálů na dané rozpouštědlo. V případě rizika poškození záznamových prostředků je možné zajistit povrch vhodným fixačním prostředkem (viz níže) anebo se této chemické desinfekci přímo vyhnout.

U technických výkresů prezentovaných v této studii nebylo prokázáno mikrobiologické napadení, a proto nebyla nutná jejich desinfekce.

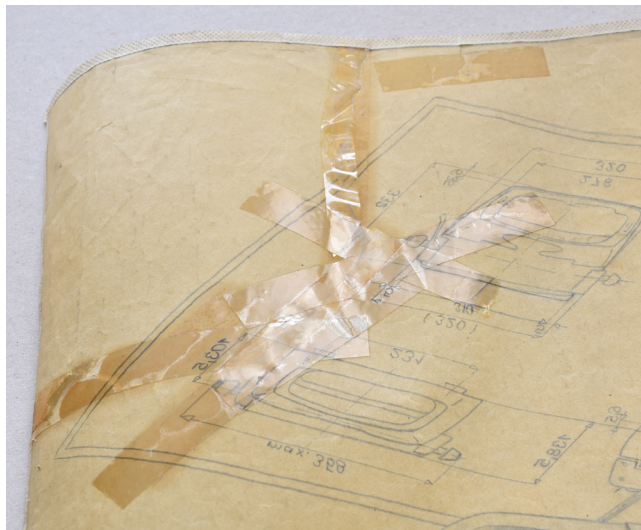
### Trvalá a přechodná fixace záznamových prostředků

V některých případech dochází ke sprášování záznamových prostředků v důsledku degradujícího pojiva. Proto je nutná jeho fixace pro jeho zachování během konzervačního zásahu i pro pozdější uložení. Vhodná je lokální aplikace 0,5–1% vodného roztoku vyziny, případně želatiny, nanášeného pomocí vyvíječe páry z roztoku. Obvykle bývá nutné nanést více vrstev. Pokud nemáme k dispozici vyvíječ páry, je možné nanést roztok tenkým štětcem přímo na sprášující se linku záznamového prostředku. V případě, že je transparentní podložka příliš citlivá na vlhkost, je možné použít roztok Paraloid B72 v organickém rozpouštědle, ethanolu či toluenu.

U některých záznamových prostředků, které se nesprášují, ale jsou velmi citlivé na vlhkost, je možné před některými kroky (např. vyrovnáním díla pomocí zvlhčení v klimatické komoře) provést přechodnou fixaci roztokem cyklohexanem v lékařském benzínu [Čoban – Fajdiaková – Hermannová – Medová, 2016] nanášeného štětcem přímo na linky záznamového prostředku či pomocí taveniny cyklohexanem.



**Obr. 3** Pozorování poškození záznamových prostředků – ztráta barevné vrstvy, detail v USB mikroskopu, zvětšení 10x, avers, transparentní papír, inv. č. 13.90-00162 / *Observation of damage to recording media - loss of colour layer, detail through a USB microscope, magnification 10x, obvers, tracing paper, inv. no. 13.90-00162*



**Obr. 4** Nevhovující páska s degradovaným adhezivem, které migrovalo do podložky, detail poškození, revers, transparentní papír, inv. č. 21.19-00001 / *Unsuitable tape with degraded adhesive that migrated into the support, detail of damage, reverse, tracing paper, inv. no. 21.19-00001*

### Mechanické čištění

Mechanické čištění je základním konzervačním krokem, který má za cíl odstranit prachové částice a další znečištění z povrchu dokumentu. Transparentní papír je zpravidla velmi křehký materiál, citlivý na mechanické namáhání, a proto je důležité zvolit co nejšetrnější metody čištění [Laroque, 2000]. V rámci zpracování souboru technických výkresů byly testovány vybrané metody, u kterých byla sledována míra namáhání papírové podložky (riziko jejího poškození) a estetická účinnost čištění (tab. 1). Zkoušky byly provedeny na transparentním papíře z 60. let 20. století, středně znečištěném prachovými částicemi (obr. 5).

Tab. 1 Výsledky testování prostředků mechanického čištění transparentního papíru / Results of testing mechanical cleaning agents for tracing paper

Použitá metoda	Míra namáhání / riziko poškození (1 = malá – 5 = vysoká)	Estetická účinnost čištění (1 = malá – 5 = vysoká)	Charakteristika čištění
Muzejní vysavač	1	1	Odstranění ulpívajících nečistot prachového depozitu, volně ležícího na ploše díla
Jemný vlasový štětec	2	2	Odstranění ulpívajících nečistot prachového depozitu, částečně přilnavého k ploše díla
Cleanmaster pryž	3	3	Odstranění ulpívajících nečistot prachového depozitu, více přilnavého k ploše díla
Wishab pryž	4	4	Důkladnější odstranění ulpívajících nečistot prachového depozitu, více přilnavého k ploše díla, nevýhoda: zanechává hrubší zrnka z pryže na díle, které je obtížné odměst
Čistící prášek Wishab aplikovaný štětcem	3	4	Částečné odstranění ulpívajících nečistot s mírnou adhezí k ploše díla, vyžaduje delší dobu čištění pro získání cca polovičního výsledku míry čištění než při použití např. pryže v tužce či tuhé pryže, viz níže
Polyuretanové houbičky	3	4	Zejména pro odstranění silných nánosů nečistot, skvrn a reziduí lepidel
Čistící polštářek Cleaning Pad	1	3	Pro snímání povrchových nečistot, nutno poté odměst štětcem či odsát vysavačem polyuretanový prášek, který se z polštářku uvolňuje
Pryž v tužce	4	4	Odstranění ulpívajících nečistot s vyšší adhezí k ploše díla
Tuhá pryž značky Staedtler	5	5	Odstranění ulpívajících nečistot s vysokou adhezí k ploše díla

Podle míry citlivosti transparentní podložky můžeme zvolit některé z výše uvedených způsobů čištění. Obecně platí, že v případě vysokého rizika mechanického poškození zkrheklého dokumentu je lepší zvolit šetrnější metodu a spokojit se s menší mírou očištění. Dále je třeba upozornit na často zkrheklé a spraující se záznamové prostředky, jejichž pojivo může být již velmi zdegradované. Je vhodné se v oblasti záznamových prostředků plošnému mechanickému čištění tuhými pryžemi vyhnout, případně použít tužkové pryže a detailně očistit pouze okolní plochy záznamových prostředků.

Pro ošetřované technické výkresy byla použita kombinace čištění štětcem, pryží Clean master, polyuretanovými houbičkami a rovněž pro lokální dočištění i pryž v tužce (obr. 22–23, 25–26).

V každém případě před aplikací jakékoliv metody mechanického čištění je nutné nejprve ošetřovaný papír vyrovnat na podklad a kondicionovat na klimatické podmínky prostředí konzervátorského pracoviště, tj. optimálně teplotu 20–22 °C, relativní vlhkost 50–55 %.



Obr. 5 Srovnání efektivity čištění transparentního papíru různými druhy použitých metod, sondy s přiloženým čistícím materiálem. Zleva doprava: tuhá pryž Staedtler, pryž v tužce KOH-I-NOOR, jemná polyuretanová houbička, Cleanmaster pryž, čistící prášek Wishab aplikovaný štětcem, jemný vlasový štětec / Comparison of the efficiency of cleaning tracing paper by different methods, probes with attached cleaning material. From left to right: Staedtler hard eraser, eraser in a KOH-I-NOOR pencil, soft polyurethane sponge, Cleanmaster eraser, Wishab cleaning powder applied with a brush, fine hair brush

### Lokální čištění

Lokální čištění lze provést například vlhčením párou pomocí parového skalpulu a následného sejmутí např. zbytků křehkých nečistot. Dále je možné použít rigidní gely nebo odsávání skvrny na odsávacím stole při lokálním vlhčení například štětcem či pipetou. Nicméně každý zásah s použitím vlhkosti s sebou nese riziko nevratného zvlhnutí dokumentu. Vždy je třeba dané místo co nejdříve zatížit mezi suchými proklady v tzv. měkkém sendviči neboli hardsoft sandwichi (deska, filtrační papír, netkaná textilie Hollytex, dokument, netkaná textilie Hollytex, filtrační papír, deska, zátěž).

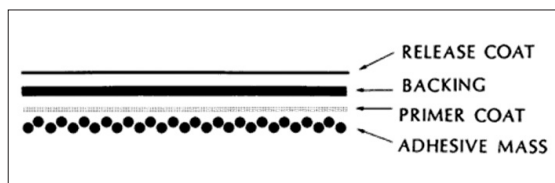
Lokální chemické čištění vyžaduje důkladné předchozí zkoušky citlivosti záznamových prostředků a transparentní podložky. V případě, že čistící roztok narušuje originální materiál, není přípustné skvrnu danou metodou odstraňovat. Čistící roztok lze aplikovat v podobě kaše, kde bývá nosičem například křída, pemza či mramorová moučka. Další variantou je použití gelu. Jedná se například o namíchaný roztok želatiny nebo agaru, který je ponechán ztuhnout do požadovaného tvaru či plochy ve speciální nádobě a poté je ve studeném stavu (pevném skupenství) používán formou obkladu. Podle povahy skvrny a citlivosti transparentního papíru lze použít se zmíněnými nosiči následující rozpouštědla uváděná v literatuře: destilovaná voda, ethanol, lékařský benzin, lakový benzin, butoxyethanol, ethylacetát, toluen, xylen či aceton [Bartlová – Kučerová – Kaplanová – Paulusová, 2009; Ďurovič, 2002; Kotlík, 2014; Bartlová – Kučerová – Kaplanová – Paulusová, 2009]. Pro čištění je možné použít také sendviče či obklady, které je lepší aplikovat spíše celoplošně, aby nedošlo ke vzniku zateklinek, přičemž lze využít i podtlaku. Používají se filtrační papíry napuštěné vhodným rozpouštědlem a na krátký čas se přiloží k dokumentu. Po sejmутí obkladu následuje bezprostřední zatížení v suchých prokladech (v tzv. měkkém sendviči, viz výše).

Lokální čištění s sebou často nese riziko nevratných změn dokumentu. Pro ošetření celé sbírky doporučujeme se těmto krokům konzervace spíše vyhnout, stejně tak, jak bylo učiněno u daných technických výkresů. Skvrny, včetně skvrn od pásek, obvykle nejsou cíleně odstraňovány. Jejich odstranění bývá důležité jen v případech dokumentů s vysokou estetickou hodnotou či jinou hodnotou, která by byla skvrnami znehodnocena [Hamill, 1993]. Obvykle se jedná o dokumenty určené k prezentaci, u kterých je prováděn komplexní zásah ošetření.

### Snímání nevhodných doplňků (pásek)

Nevhodné doplňky, jako jsou například podlepy či pásky, mívají často již zdegradované adhezivum, které už neplní původní funkci. Také mohou podporovat mikrobiální růst či kyselou hydrolyzu celulóзовých vláken papírové podložky. Proto je vhodné tyto doplňky odstranit a nahradit funkčními materiály šetrnými k originálu.

Pásky lze rozdělit na dvě skupiny. První z nich jsou tzv. **tlakově citlivé pásky (pressure-sensitive tapes)**, které se vyznačují tím, že snadno přilnou k většině povrchů za pomoci jen mírného tlaku [Smith, 1983]. Jsou to obvykle průhledné pásky, jejichž adhezivní vrstva bývá často již zdegradovaná a může migrovat do struktury papíru a tím způsobit skvrny a zkrěhnutí papíru [Hamill, 1993]. Tyto pásky se obvykle skládají ze čtyř vrstev (obr. 6).



Obr. 6 Schéma čtyř vrstev u typické tlakově citlivé pásky [Smith, 1983]  
Schematic of the four layers in a typical pressure-sensitive tape [Smith, 1983]



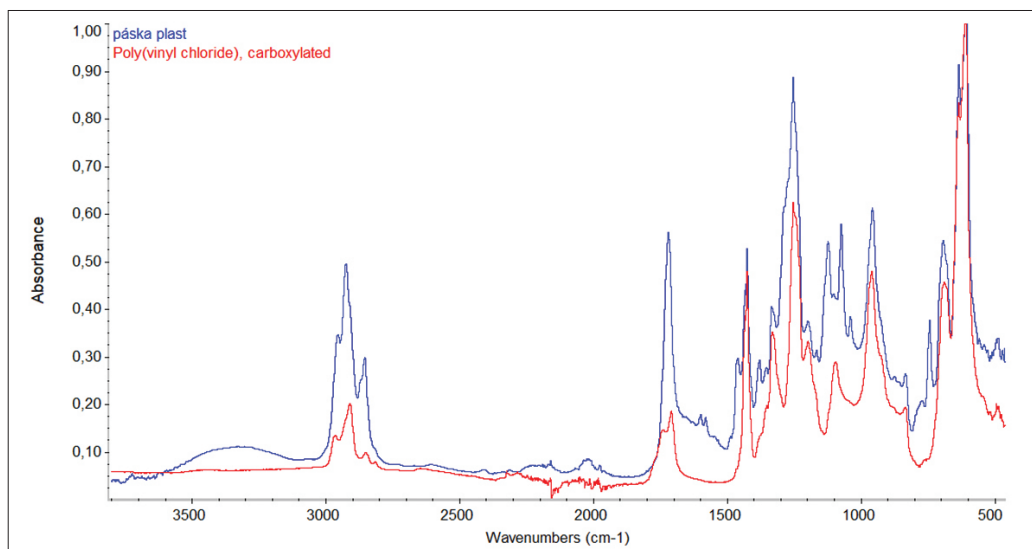
Obr. 7 Snímání pásek pomocí kovové špachtle, oddělování svrchní vrstvy od adhezivní vrstvy, která zůstává na podložce, revers, transparentní papír, inv. č. 21.19-00001 / Removal of the tape with a metal spatula, separating the backing from the adhesive layer that remains on the support, reverse, tracing paper, inv. no. 21.19-00001

První je **lepivá hmota (adhesive mass)**, která je obvykle složena ze syntetického nebo přírodního kaučuku (nověji z akrylového polymeru) a může obsahovat různá změkčovadla, antioxidanty a vytvrzovadla. Druhá vrstva je podklad neboli **nosič (backing)**, který může být tvořen fólií, krepovým papírem, tkaninou, celofánem, acetátem celulózy, změkčeným polyvinylchloridem nebo některým z řady dalších pružných materiálů a může být vyztužen skelnými nebo jinými vlákny. Třetí vrstva je **adhezivní nátěr (primer coat)** mezi lepivou hmotou a nosičem, který slouží pro zajištění dobré přilnavosti mezi těmito vrstvami (může být na bázi přírodních nebo syntetických elastomerů). Poslední vrstvou je **separační nátěr (release coat)**, který se nanáší na stranu nosiče, aby bylo možné roli s páskou bez zanechání zbytků lepidla odvíjet. Podrobnosti o materiálu lepicí hmoty a podkladu lze obvykle získat od výrobce, ale materiálové složení adhezivní vrstvy (3.) a separační vrstvy (4.) není většinou zveřejňováno [Smith, 1983].

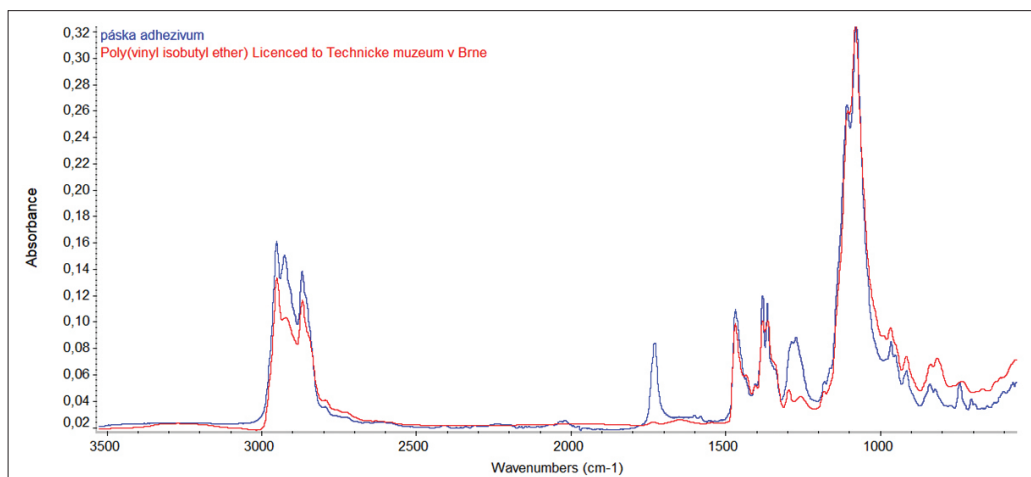
Tlakově citlivé pásky je obvykle možné odstranit mechanicky špachtlí a případné zbytky adheziva pak tvrdými pryžemi (používanými v obuvnictví) [Homburger, 2005]. Postup odstranění tlakově citlivé pásky je dokladován na obr. 7 a 8. Snímána byla též obvodová páska (obr. 13). Průzkum pásek byl rovněž doplněn analýzou pomocí FTIR spektrometrie.<sup>3</sup> U průhledné pásky bylo potvrzeno, že se jedná o materiál polyvinylchlorid PVC s adhezivem na bázi polyvinylisobutyltheru (obr. 9 a 10). Obvodová páska je papírová s adhezivem na bázi kopolymeru isobutenu a isoprenu (obr. 11 a 12).



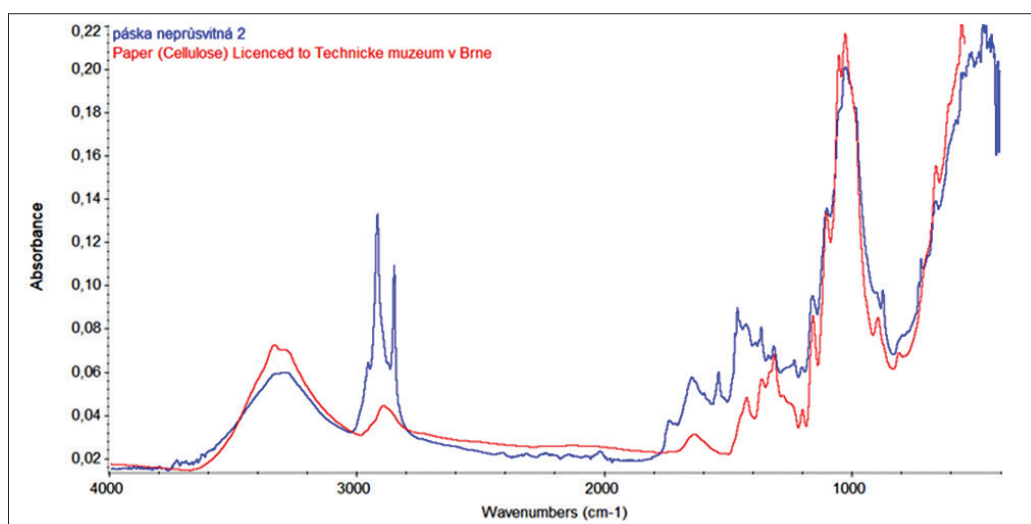
Obr. 8 Odstraňování zbytků lepidla pomocí pryže v tužce značky KOH-I-NOOR, revers, transparentní papír, inv. č. 21.19-00001  
Removal of adhesive residues using eraser in a KOH-I-NOOR pencil, reverse, tracing paper inv. no. 21.19-00001



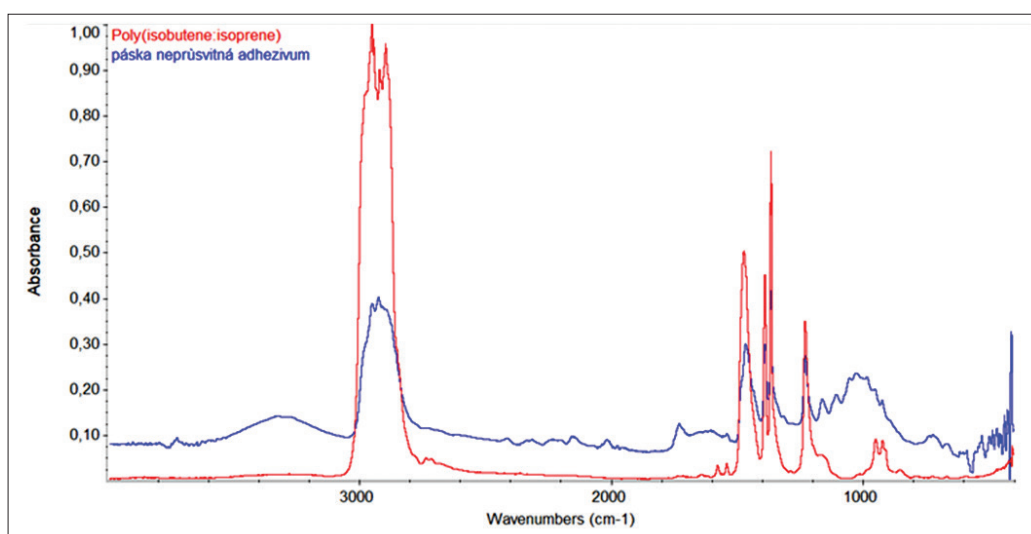
Obr. 9 FTIR spektrum vzorku průhledné pásky z transparentního papíru, inv. č. 21.19-00001, porovnané se spektrem standardu PVC. Foto © TMB / FTIR spectrum of a sample of the transparent tape removed from the tracing paper (inv. no. 21.19-00001), compared with the spectrum of the PVC standard. Photo © TMB



Obr. 10 FTIR spektrum vzorku adheziva průhledné pásky z transparentního papíru, inv. č. 21.19-00001, porovnání se spektrem standardu polyvinylisobutyletheru. Foto © TMB / FTIR spectrum of a sample of adhesive of the transparent tape removed from the tracing paper (inv. no. 21.19-00001), compared with the spectrum of the Polyvinyl Isobutyl Ether standard. Photo © TMB



Obr. 11 FTIR spektrum vzorku obvodové ochranné pásky, z transparentního papíru, inv. č. 21.19-00001, porovnání se spektrem standardu celulózy. Foto © TMB / FTIR spectrum of a sample of the perimeter protective tape removed from the tracing paper, inv. no. 21.19-00001, comparison with the spectrum of the cellulose standard. Photo © TMB



Obr. 12 FTIR spektrum vzorku adheziva obvodové ochranné pásky z transparentního papíru (inv. č. 21.19-00001), porovnání se spektrem standardu polyisobutenisoprenu. Foto © TMB / FTIR spectrum of the adhesive sample of the perimeter protective tape removed from the tracing paper (inv. no. 21.19-00001), comparison with the spectrum of the Polyisobutylene Isoprene standard. Photo © TMB



**Obr. 13** Odstraňování obvodové ochranné papírové pásky mechanicky pomocí špachtle, revers, transparentní papír, inv. č. 21.19-00001  
*Removing the perimeter protective paper tape mechanically using a spatula, reverse, tracing paper, inv. no. 21.19-00001*

Druhým typem pásek, které můžeme nalézt na historických transparentních papírech, jsou tzv. **pásky necitlivé na tlak** [Page, 1997]. Bývají papírové, klihové či průhledné se zachovalou adhezivní vrstvou, starší pásky tohoto typu jsou na bázi kaučuku, novodobější jsou obvykle akrylátové [Hamill, 1993].

Tyto pásky lze sejmut například pomocí celoplošného vlhčení pomocí tkaniny Sympatex či v klimatické komoře nebo s využitím lokálního vlhčení. Po zvlhčení následuje sejmutí pásek pinzetou. Bezprostředně poté je nutné transparentní papír zatížit a vysušit v suchých prokladech (měkký sendvič, viz výše). Některé pásky, zejména klihové, reagují na lokální vlhčení teplou vodou aplikovanou například pomocí napuštěného vatového smotku. Po sejmutí pásky jsou zbytky adheziva dočištěny vlhčeným vatovým smotkem a místo je ihned zatíženo v suchém měkkém sendviči [Page, 1997].

Další alternativou sejmutí těchto pásek je odstranění za pomoci gelů, které zajistí šetrné naměkčení adheziva, například 3% vodno-ethanolovým roztokem Tylose MH 300 nebo 3–4% roztokem Tylose MH 6000 [Čoban a kol. 2016].<sup>4</sup> Také je možné použití kaše s organickými rozpouštědly lokálně aplikovanými na pásku, viz výše. Po sejmutí pásky je místo dočištěno vatovým smotkem napuštěným destilovanou vodou či příslušným rozpouštědlem a následně ihned zatíženo v suchých prokladech (měkký sendvič, viz výše). Snímání pásek může být prováděno také na odsávacím stole, nízkotlakovém stole či za pomoci obkladů [Page, 1997; Hamill, 1993].

Některá adheziva reagují na teplo, a proto je možné po předchozí zkoušce materiálů originálu použít mírně nahřátí pásky elektricky vyhřívanou špachtlí s nastavitelnou teplotou (max. 50–60 °C). Tento způsob s sebou nese riziko nevratného poškození transparentní podložky jejím sražením či popálením při delším působení špachtle na jednom místě. Vyžaduje zvýšenou opatrnost a dobrý odhad nastavené teploty.

Archivní pásky jako Filmoplast P a Filmoplast P90 je možné krátce po aplikaci odstranit vodou. Po určité době je lze odstranit pouze organickými rozpouštědly, která adhezivum jen nabobtnají, nikoli rozpustí. Dle literatury jsou tyto pásky s obtížemi odstranitelné xylenem, toluenem a acetonem [Smith, 1983]. Pásku Archival Aids Document Repair Tape lze brzy po aplikaci sejmut mírnými rozpouštědly (např. lakový benzin, lékařský benzin, toluen, ethanol). Starší pásky tohoto typu jsou odstranitelné xylenem a toluenem. Další typy pásek mohou reagovat na aceton, lékařský benzin či již zmíněný toluen a xylen [Smith, 1983; Zadinová a kol., 2023].

#### Snímání nevyhovujících celoplošných podlepení

V případě, že je transparentní papír celoplošně podlepený nevyhovujícím podlepením a je třeba ho odstranit, můžeme použít obklady, které lze aplikovat také za podtlaku i zvýšené teploty. Dále je možné použití páry tak, že podlep snímáme postupně po menších úsecích a snímané místo ihned zatížíme v suchých prokladech (měkký sendvič, viz výše).

Pro odstranění či naměkčení některých adheziv lze využít lokální zahřívání elektrickou špachtlí aplikovanou přes silikonový papír, případně polyesterovou fólii Melinex (či Mylar). Důležité je dodržet maximální teplotu 50–60 °C a zároveň je vždy potřeba zvolit teplotu s ohledem na citlivost dokumentu, protože hrozí riziko poškození papírové podložky i záznamových prostředků vlivem tepla. Za bezpečnější jsou považovány spíše studené metody ošetření.

#### Problematika odkyselování transparentního papíru

U běžných papírových dokumentů se věnujeme jejich hodnotám pH, a jsou-li příliš nízké, provedeme odkyselení pro zpomalení degradace materiálu. Samotné měření pH dotykovou elektrodou s aplikováním kapky destilované vody bývá pro transparentní papíry rizikové, protože vede k lokálnímu zvlhnutí podložky. Odkyselení také představuje velké riziko pro záznamové prostředky, které po změně pH mohou změnit barevnost, zesvětlát nebo úplně vymizet, protože dochází ke změně barviva citlivého na změnu pH. Zároveň jsou transparentní papíry mírně kyselé již z výroby. Z těchto důvodů odkyselování transparentních papírů nedoporučujeme. Pokud je to z nějakého důvodu nutné, nikdy neprovádíme ponor do odkyselovací lázně, ale volíme například postřík komerčním roztokem Bookkeeper. V případě odolnosti dokumentu na ethanol můžeme zvolit také postřík 0,5–1% roztokem MMMK (methoxymagnesiummethylkarbonátu) [Đurovič, 2002]. Pro potřebu této experimentální studie byly u vybraného souboru technických výkresů převážně z 2. pol. 20. století dotykovou pH elektrodou změněny hodnoty v rozmezí mírně kyselého pH od 5,2 do 6,5 (tab. 2). Ošetřované dokumenty nebyly ale z výše uvedených důvodů odkyselovány.

**Tab. 2** Přehled měření pH na povrchu vybraných technických výkresů / *Summary of pH measurements on the surface of selected technical drawings*

Poř. č.	Materiál podložky	Inventární číslo	pH (průměr ze čtyř měření)
1.	Transparentní papír	13.90-00770	5,7
2.	Transparentní papír	14.90-01648	6,5
3.	Transparentní papír	14.90-01535	6,0
4.	Transparentní papír	14.90-01730	5,7
5.	Transparentní papír	14.90-01537	5,9
6.	Transparentní papír	13.90-00789	5,7
7.	Transparentní papír	13.90-00783	5,3
8.	Transparentní papír	13.90-00162	5,4
9.	Transparentní papír	13.90-00789	5,2
10.	Transparentní papír	21.19-00001	5,0

#### Zajištění havarijních defektů

Trhliny transparentní podložky lze vyspravit japonským papírem o gramáži 3,5 g/m<sup>2</sup> nebo 8–9 g/m<sup>2</sup>, například typu Kozo. Japonský papír je možné předem natónovat saturnovými či rybacelovými barvivy od firmy Synthesia, s.r.o. Aplikuje se ve formě tenkých, cca 0,5 mm širokých proužků lepených k originálu adhezivem, nanášeným obvykle štětcem. Ono adhezivo může být například vodný roztok vyziny, Klucel G 3% vodný, ethanolový či vodno-ethanolový roztok [Kopecká – Hurtová, 2009], popř. adhezivum Tylose MH 6000 ve formě 3–4% vodného či vodno-ethanolového roztoku. Adhezivum volíme na základě zkoušek rozpustnosti záznamových prostředků a citlivosti transparentní podložky. V případě vysoké citlivosti na vlhkost je vhodné připravit japonský papír v podobě klucelových pásek, jejichž adhezivum je aktivováno jen mírným navlhčením ethanolem či vodno-ethanolovým roztokem pomocí štětce [Lehovec, 2012]. Jedná se o studenou laminaci, kterou je možné použít i s jinými adhezivy.

#### Postup pro opravu trhliny

Opravované místo transparentního papíru podložíme filtračním papírem a netkanou textilií (Hollytex), která se dotýká reversu díla. Následně natrháme japonský papír (předem obarvený na patričný tón saturnovými či rybacelovými barvivy) na proužky široké asi 5 mm, poté



jej na polyesterové fólii (Melinex) či skleněné destičce natřeme pomocí štětce adhezivem (nejčastěji 3% vodno-ethanolový roztok, viz výše) a přiložíme k reversu na trhlinu. Poté místo ihned překryjeme kouskem netkané textilie (Hollytex), přiložíme filtrační papír, zatížíme a necháme proschnout. V případě delších trhlin použijeme několik navazujících proužků japonského papíru [Kopecká – Hurtová, 2009]. Opravované místo je možné také zažehlit elektrickou špachtlí, nicméně vhodnější je nechat spoj přirozeně proschnout pod zátěží. Dlouhodobou praxí se ukázalo, že lepený spoj etherem celulósý (např. Tylose MH, Klucel) zažehlovaný tepelnou špachtlí vykazuje menší trvanlivost oproti lepenému spoji ponechanému volně uschnout pod zátěží v měkkém sendviči. Zažehlení spoje je vždy riskantnější, a to nejen z důvodu poškození transparentní podložky teplem, ale i poškození záznamových prostředků, protože některé materiály jsou citlivé na vyšší teplotu. Je třeba zvolit teplotu vždy dle citlivosti konkrétního ošetřovaného dokumentu.

### Doplnění ztrát tónovaným japonským papírem

Japonský papír vhodný pro doplnění ztrát transparentní podložky je například Gampi v gramážích 35–39 g/m<sup>2</sup>. Může být použit také japonský papír s nižší gramáží aplikovaný v několika vrstvách, například Kozo, Tenguo Kashmir, Mino Tenguo nebo Manila Gampi, který má velmi lesklý povrch. Japonský papír pro doplňky je vhodné předem natónovat saturnovými či rybacelovými azobarvivy. Jako doplněk je možné použít také novodobý či historický transparentní papír nebo záplatu předem odlitou ze speciálně připravené „pauzákové“ suspenze [Kopecká – Hurtová, 2009].<sup>5</sup>

Tónování japonského papíru saturnovými či rybacelovými azobarvivy je založeno na barvitelnosti celulózových vláken. Z každého odstínu barviva, dodávaného v sypké formě, nejprve připravíme 0,1% vodný roztok. Rozpustíme 1 g azobarviva v menším objemu vody při zahřívání na 80–90 °C. Dokonalé rozpuštění poznáme podle toho, že na stěnách nádoby neupívají jemná zrníčka barviva. Po rozpuštění doplníme do objemu 1 litru [Slovik, 2013–2015].

Takto připravené roztoky dále již za studena mísíme mezi sebou v různém poměru pro dosažení vyhovujícího barvicího roztoku. Výsledný barvicí efekt zjišťujeme pomocí proužků japonského papíru, který do roztoku ponoříme a poté necháme volně uschnout na sušáku či urychlíme jeho schnutí fénováním. Míru obarvení výsledným roztokem ovlivňuje také doba ponoru. Pro dobarvování transparentních papírů sbírky Technického muzea v Brně byly vybrány následující odstíny: Saturnová čern LN, Saturnová modř LBRR 200, Saturnová žluť LFF 200, Saturnová hněd L2G a Saturnová oranž L7G 180. V praxi se setkáme také s použitím Saturnové hnědi L4G, Saturnové šedi LRN, Saturnové modři LB3, Saturnové žlutě LRN, Rybacelové žlutě D3R či Rybacelové černě DG [Slovik, 2013–2015].

Postup pro doplnění ztrát: transparentní papír položíme lícem dolů na prosvětlovací podložku a překryjeme jej polyesterovou fólií (Melinex). Poté položíme zvolený japonský papír a doplněk obkreslíme dle velikosti

ztráty grafitovou tužkou, případně přes skleněnou destičku vytečujeme obrys doplňku do japonského papíru pomocí šídla. Doplněk následně vytrhneme nasucho či za pomoci vodního štětce. Doplněk by neměl přesahovat přes dílo, spojení s originálem zajistí proužky tenkého japonského papíru, který používáme pro scelení trhlin (obr. 14 a 15). Další fotografie z procesu vyspravování trhlin a defektů jsou uvedeny v závěru příspěvku (obr. 22–27).

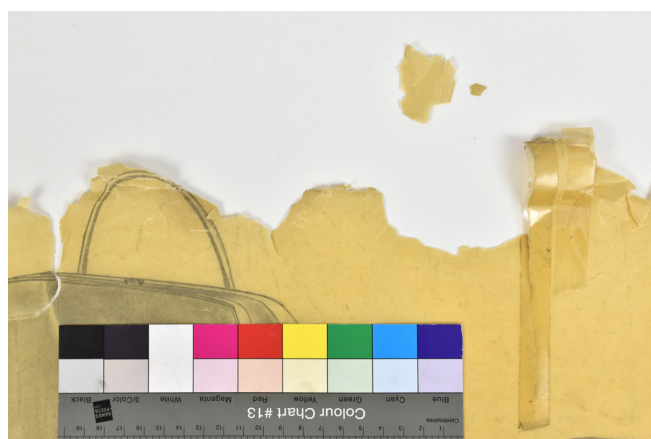
### Vlhčení a rovnání

Jelikož ošetřované dokumenty obsahovaly výrazné zlomy a sklady, bylo před celoplošným vyrovnáním nejprve nutné přistoupit k lokálnímu rovnání těchto defektů. Nejprve byla daná místa jemně zvlhčena obohacenou vodou, následně byla překryta netkanou textilií Hollytex a rovnána pomocí knihařské kostky nebo zahříváné restaurátorské špachtle při teplotě max. 55 °C. Rovnaná místa byla posléze ponechána mezi proklady pod mírnou zátěží do úplného uschnutí.

Poté mohlo být přistoupeno k celoplošnému rovnání dokumentů. Ty byly v první řadě mírně zvlhčeny přes paropropustnou membránu Sympatex. Dále byly uloženy do měkkého sendviče (deska, filtrační papír, Hollytex, ošetřovaný objekt, Hollytex, filtrační papír, deska). Poté byly vloženy do vřetenového lisu a proklady byly průběžně měněny do úplného vyschnutí. Dokumenty byly následně uchovávány pod mírnou zátěží, opět proloženy Hollytaxy a lepenkami.

### Další upřesnění postupu možného vlhčení a rovnání (Sympatex, Goratex, klimatická komora)

Celoplošné vlhčení pomocí tkaniny Sympatex či Goretex je prováděno formou sendviče. V případě tkaniny Sympatex je sendvič vystaven takto: deska stolu, filtrační papír, netkaná textilie, dokument, netkaná textilie, textilie Sympatex (hladkou stranou k dokumentu), zvlhčený filtrační papír, polyesterová fólie Melinex, deska pro zajištění mírné zátěže. Tkanina Goretex bývá v sendviči pokládána pod dokument následovně: deska stolu, filtrační papír, netkaná textilie, Goretex (hladkou stranou k dokumentu), dokument, netkaná textilie, zvlhčený filtrační papír, polyesterová fólie Melinex, deska pro zajištění mírné zátěže. Oba tyto způsoby jsou vhodné pro transparentní papíry se záznamovými prostředky, které nejsou příliš citlivé na vlhkost a neohroží jejich obtisknutí na obkladové materiály. Vekou výhodou této metody vlhčení je udržení transparentní podložky v rovině i přesto, že je vlhčena. Obvykle postačí doba vlhčení cca 10 až 20 min. Dochází jen k mírnému zvlnění v ploše, které po vyhlazení hřbetem ruky či teflonovou špachtlí s rovnou hranou vyrovnáme přes netkanou textilií těsně před vložením do suchých prokladů a do lisu. Metoda vlhčení v klimatické komoře představuje vložení transparentního papíru mezi dvě netkané textilie a umístění do komory na dobu cca 20 min. Rizikem této metody je zvlnění transparentního papíru a možný vznik vrás po vložení do lisu. Výhodou je šetrnost vůči záznamovým prostředkům, u kterých v tomto případě nehrozí obtisknutí během vlhčení [Kopecká – Hurtová, 2009].



Obr. 14 Detail poškození okraje, stav před restaurováním, revers, transparentní papír, inv. č. 21.19-00001 / Detail of the damage of the edge, condition before restoration, reverse, tracing paper, inv. no. 21.19-00001



Obr. 15 Detail po doplnění tónovaným japonským papírem, revers, transparentní papír, inv. č. 21.19-00001 / Detail after addition of tinted Japanese paper, reverse, tracing paper, inv. no. 21.19-00001

Nicméně následně je transparentní papír v obou případech vložen do suchých prokladů a vložen pod zátěž v tzv. měkkém sendviči, takže v této fázi jsou záznamové prostředky vystaveny riziku obtisknutí. U velmi citlivých záznamových prostředků na vlhkost je proto vhodné předem provést přechodnou fixaci, viz výše [Kopecká – Hurtová, 2009; Cook, 1994]. Rovnění transparentního papíru v měkkém sendviči (lepenka archivní kvality, netkaná textilie, dokument, netkaná textilie, lepenka archivní kvality) probíhá v lise minimálně po dobu 14 dní, přičemž je nutné pravidelně kontrolovat dokument a měnit proklady za suché, aby nedošlo k napadení mikroorganismy. V případě velkoformátových děl lze dokument zatížit deskami se zátěží 40 kg/m<sup>2</sup> [Kopecká – Hurtová, 2009].

I když se obecně nedoporučuje vlhčení a rovnání transparentního papíru před vyspravením trhlin z obavy vzniku rozměrovým změn a roztažení materiálu, tak v některých případech typ deformace papíru znemožňuje scelení papírové podložky, a naopak je nutné nejprve zajistit její narovnání. Tímto způsobem bylo postupováno právě u zásahu na technickém papíře inv. č. 1390-00162.

### Způsob a podmínky uložení

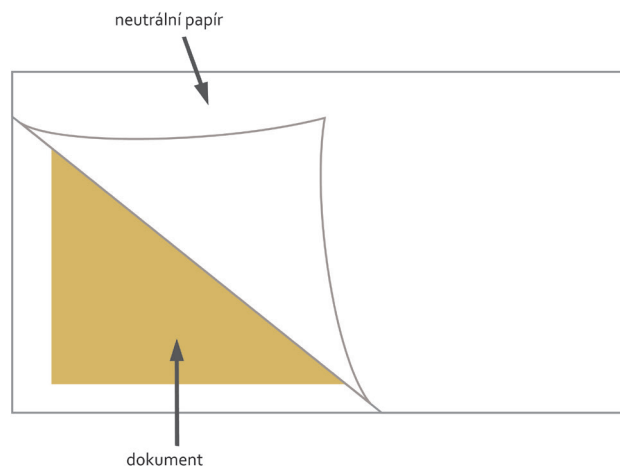
Zásadní otázkou ohledně koncepce ošetření sbírky je následně uložení ošetřených dokumentů. Je vhodné, aby ošetřené kusy byly umístěny zvláště od ještě neošetřených a nedošlo tak k vzájemné kontaminaci nečistotami či mikrobiologickým napadením. Vzhledem k citlivosti transparentních papírů na mechanické poškození během manipulace je vhodné tyto dokumenty digitalizovat pro badatelské účely a originální materiály uložit do depozitáře. Podle zvoleného způsobu uložení se bude odvíjet i způsob ošetření. Například máme-li dostatek místa pro velkoformátové transparentní papíry, můžeme je vyrovnat a navinout na tubus. Navinutí na tubus je provedeno pomocí neutrálních prokladů, které jsou navinuty na tubus jako separační vrstva mezi tubusem a transparentním papírem. Transparentní papír je vypodložen fólií Melinex, která po navinutí chrání transparentní papír před prachovým depozitem a mechanickým poškozením při manipulaci s tubusem. Melinexovou fólií je vhodné opatřit pruhy z netkané textilie, které po navinutí objektu utěsní kruhový otvor tubusu proti vniku prachových částic (viz obr. 17).

V případě kovových zásuvkových skříní („arborů“) je rozměr plochy rozložení dokumentu omezený, takže transparentní papír není třeba vždy vyrovnávat, protože pro dlouhodobé uložení bude pravděpodobně opět přeložen v místech původních zlomů.

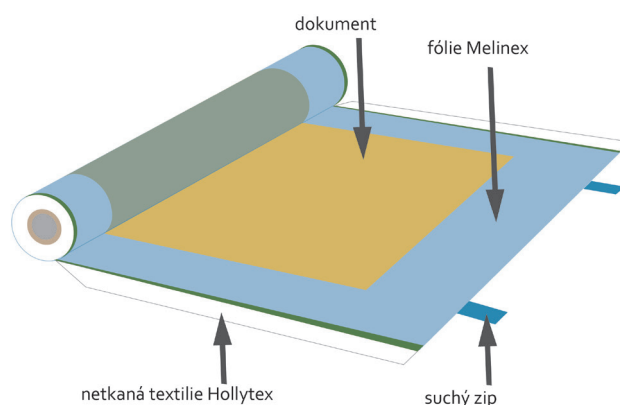
Nabízí se uložení dokumentů do obálek z polyesterové fólie Melinex, krabic, desek či složek z neutrálního materiálu, popřípadě i navinutí na tubus (obr. 16–21). Pro nové uložení celé sbírky je zásadní faktor čisté prostředí a vhodná forma adjustace. Optimální je vložení transparentních papírů do neutrálních papírových prokladů a následně do složek, přičemž je velmi důležité zachování stejného řazení a číslování složek. Je třeba neměnit pořadí děl a postupovat systematicky. Velmi důležité pro zachování těchto dokumentů archivní povahy jsou podmínky dlouhodobého uložení. Zásadními opatřeními preventivní péče je především udržování stabilních klimatických podmínek bez výkyvů, zamezení změnám vlhkosti, minimalizování působení denního světla (UV složky), vyhnout se použití světelných zdrojů s vysokým podílem infračerveného záření (jedná se například o historické typy žárovek), zajištění prostředí bez polutantů a udržování nekyselého prostředí [Đurovič, 2002; Selucká a kol., 2018]. Zajištění stabilního, nejlépe nekyselého prostředí je důležité z hlediska zachování záznamových prostředků, protože některá barviva jsou citlivá na změnu pH a UV záření, a mohou tak změnit barevnost či opacitu, viz výše. Obvykle nemáme zmapovaný celý fond, jaké záznamové prostředky se na všech dokumentech nacházejí, proto se nedoporučuje vkládat všechny dokumenty mezi alkalické proklady, ale spíše mezi neutrální, aby nedošlo k nevratnému poškození záznamových prostředků.

Ošetřené technické výkresy budou uloženy v novém depozitáři TMB s regulací mikroklimatických parametrů, odpovídajících kategorii muzejního prostředí A dle zahraničního standardu ASHRAE, tj. teplotou při sezónním nastavení 15 až 25 °C s přípustnou krátkodobou fluktuací +/- 2 °C, relativní vlhkostí 45–55 % s přípustnou krátkodobou fluktuací +/- 5 % (Selucká a kol., 2018).

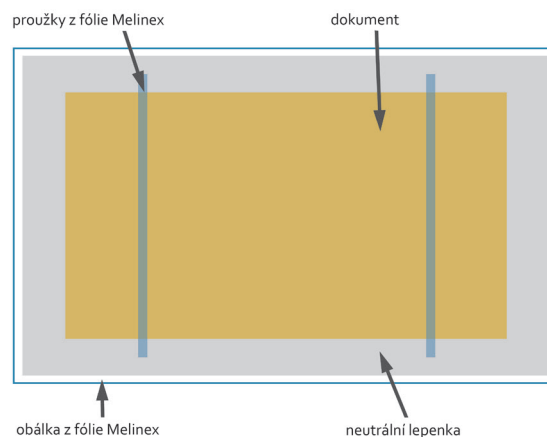
Možné způsoby adjustace technických výkresů (dokumentů):



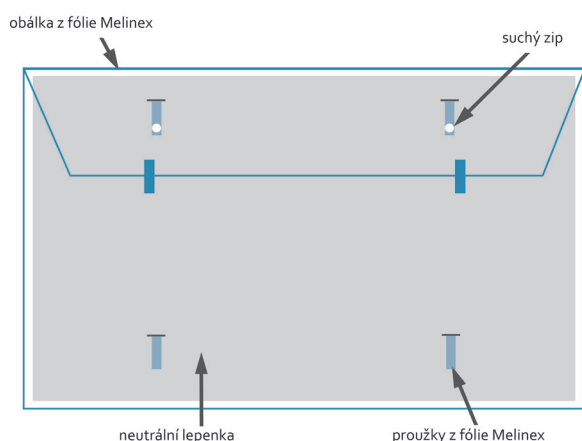
Obr. 16 Adjustace dokumentu v neutrálním papíře / Adjusting the document in neutral paper



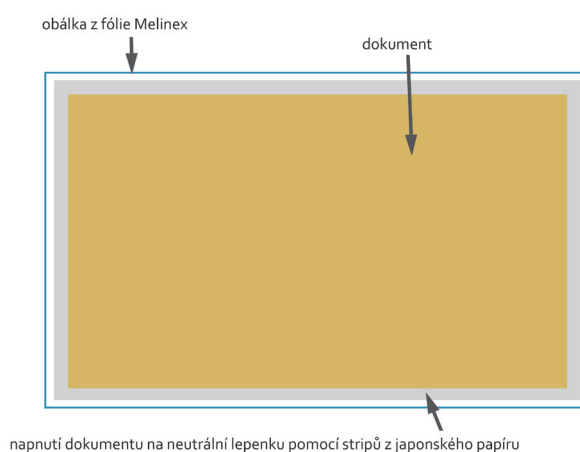
Obr. 17 Navinutí na tubus separovaný neutrálním papírem, dokument vypodložen fólií Melinex, jejíž okraje jsou opatřeny pruhy netkané textilie Hollytex, které po složení do tubusu chrání dokument před prachovým depozitem / Winding onto a tube separated with neutral paper; the document is lined with Melinex film, the edges of which are covered with strips of Hollytex non-woven fabric, which after folding into the tube protect the document from dust deposits



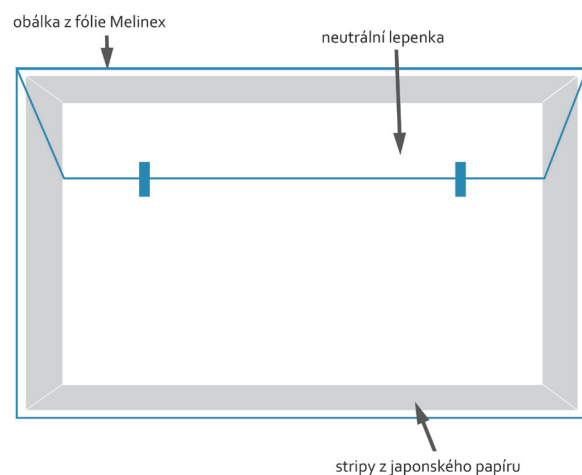
Obr. 18 Dokument připevněn na neutrální lepenku pomocí proužků z fólie Melinex a vložen v ochranné obálce z fólie Melinex, avers / Document mounted on neutral cardboard with the help of Melinex film strips and placed in a Melinex protective envelope, obverse



**Obr. 19** Dokument připevněn na neutrální lepenku pomocí proužků z fólie Melinex a uložen v ochranné obálce z fólie Melinex, revers / Document mounted on neutral cardboard with the help of Melinex film strips and placed in a Melinex protective envelope, reverse



**Obr. 20** Adjustace dokumentů, u kterých byla provedena celoplošná skeletizace, napnutí za pruhy výztužné podložky z japonského papíru na neutrální lepenku, avers; tato varianta ale znemožňuje následné zobrazení na prosvětlovacím stole / Adjustment of documents in which full-surface back support was applied, stretching through strips of the reinforcing support - Japanese paper on neutral cardboard, obverse; this option, however, prevents subsequent display on the light table



**Obr. 21** Adjustace dokumentů, u kterých byla provedena celoplošná skeletizace, napnutí za pruhy výztužné podložky z japonského papíru na neutrální lepenku, revers / Adjustment of documents in which full-surface back support was applied, stretching through strips of the reinforcing support - Japanese paper on neutral cardboard, reverse

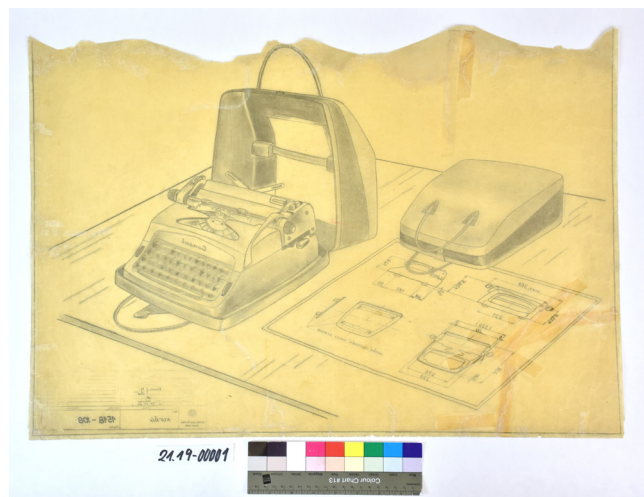
#### Srovnání technických výkresů na transparentním papíře před a po konzervování-restaurování



**Obr. 22** Transparentní papír ze sbírky TMB, inv. č. 21.19-00001, avers, stav před a po restaurování / Tracing paper from the TMB collection, inv. no. 21.19-00001, obverse, condition before and after restoration

#### ZÁVĚR

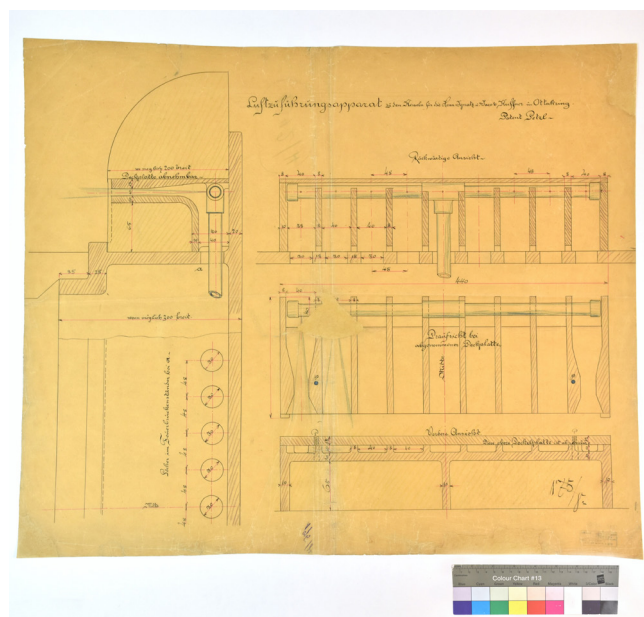
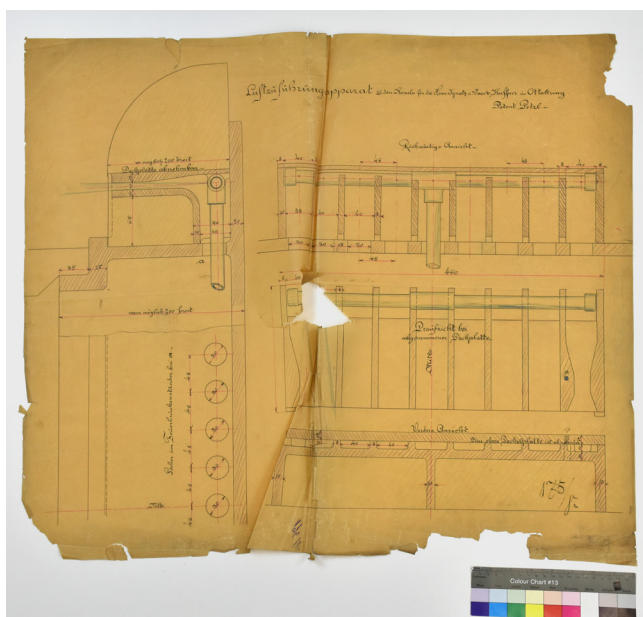
Studie se věnuje ošetření sbírky transparentních papírů v Technickém muzeu v Brně. Zaměřuje se na praktické metody částečného ošetření, které lze aplikovat na většinu transparentních papírů, a to i v situacích, kdy není z časových důvodů možné provést podrobný průzkum u každého kusu dokumentu a jeho komplexní restaurování. Cílem je představení uceleného postupu ošetření, které povede ke snížení míry degradace u co největšího počtu uchovávaných dokumentů, a to co možná nejšetrnějším a nejefektivnějším způsobem. Přístup ke sbírkám jako k celku je velmi cenný a hodnotný a nabízí zachování dokumentů v kontextu celého souboru. Pojetí ošetření sbírky jako celku můžeme vidět například v péči o sbírku map a plánů v Národním archivu [Paulus – Straka – Paulusová – Bartl, 2012], dále také v systematickém ošetření celé sbírky v instituci The National Archives—Collection UK [Wilson, 2015], případně se lze inspirovat přístupem k celé sbírce dokumentů na transparentních podložkách popisovaných v článku z roku 1993, Conservation of Architectural Drawings at the Library of Congress [Hamill, 1993]. Metod konzervování-restaurování existuje pochopitelně více, zde jsou prezentovány postupy, které byly odzkoušeny při ošetření vybraného souboru historických pauzovacích výkresů. Na základě výsledků této studie bude postupně zpracovávána celá sbírka výkresové dokumentace Technického muzea v Brně, čítající téměř 10 000 položek, a to tak, aby mohla být kompletně digitalizována a trvale uchována jako významný zdroj přesného vyjádření a popisu technického kulturního dědictví.



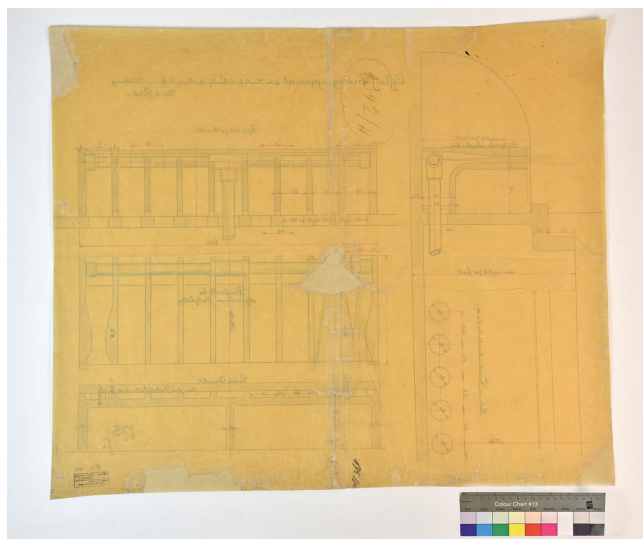
Obr. 23 Transparentní papír ze sbírky TMB, inv. č. 21.19-00001, revers, stav před a po restaurování / Tracing paper from the TMB collection, inv. no. 21.19-00001, reverse, condition before and after restoration



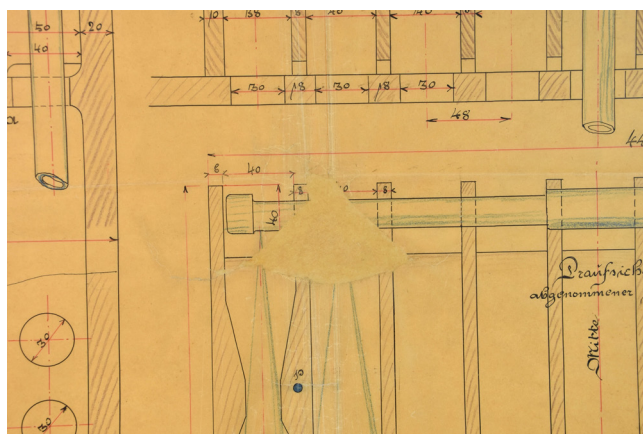
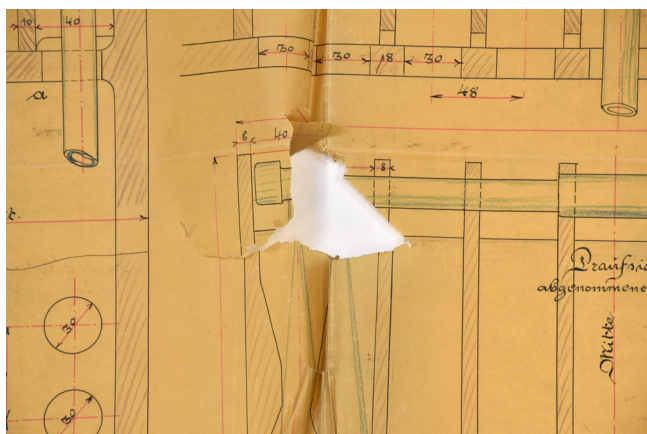
Obr. 24 Detail scelení trhliny japonským papírem, transparentní papír ze sbírky TMB, inv. č. 21.19-00001, revers, stav před a po restaurování / Detail of mending a tear with Japanese paper, tracing paper from the TMB collection, inv. no. 21.19-00001, reverse, condition before and after restoration



Obr. 25 Transparentní papír ze sbírky TMB, inv. č. 13.90-00162, avers, stav před a po restaurování / Tracing paper from the TMB collection, inv. no. 13.90-00162, obverse, condition before and after restoration



Obr. 26 Transparentní papír ze sbírky TMB, inv. č. 13.90-00162, revers, stav před a po restaurování / Transparent paper from the TMB collection, inv. no. 13.90-00162, reverse, condition before and after restoration



Obr. 27 Detail doplnění ztráty tónovaným japonským papírem, transparentní papír ze sbírky TMB, inv. č. 13.90-00162, avers, stav před a po restaurování / Detail of filling in the loss with tinted Japanese paper, tracing paper from the TMB collection, inv. no. 13.90-00162, obverse, condition before and after restoration

## PODĚKOVÁNÍ

Autorky příspěvku děkují za spolupráci kolegům z Technického muzea v Brně – Mgr. Petru Nekužovi za výběr a popis technických výkresů ze sbírky TMB, Mgr. Karlu Rapouchovi a Mgr. Kateřině Hájkové za zpracování FTIR analýzy lepicích pásek a Ing. Aleně Selucké za celkovou koordinaci této studie. Recenzovaný odborný článek byl zpracován v rámci institucionální podpory dlouhodobé koncepce rozvoje výzkumné organizace Technické muzeum v Brně, 2024–2028, poskytnuté MK ČR.

## POZNÁMKY

- Jedná o perforovanou kresbu na transparentním papíře, která pomocí perforací a pigmentu přenášela lineární kresbu na plátno či nástěnnou malbu. Používala se zejména u velkoformátových děl.
- Podrobněji popsáno v článku [Kopecká – Mrovčová, 2023].
- FTIR analýza – infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací, použitý přístroj: Nicolet iS5 s technikou ATR s diamantovým krystalem, spektrální rozsah 7800–400  $\text{cm}^{-1}$ , použité rozlišení: 4  $\text{cm}^{-1}$ , počet skenů: 32. Standardní spektra pro porovnání byla použita z komerční databáze spekter dodaných k přístroji.
- Gely z eteru celulosy s nižší molekulovou hmotností jsou vhodnější z důvodu nižší lepivosti a snadnějšího odstranění (jako např. Tylose MH 300 či Lovosa).

- Papírovina Velké Losiny, len a bavlna v poměru 40 : 60 – papírová suspenze, speciálně mletá, bez klíždla. Výroba: Fakulta restaurování Litomyšl, Univerzita Pardubice. Záplata je připravována na vakuovém stole.

## LITERATURA

- BACÍLKOVÁ, B. Biologické poškození dokumentů a metody jejich dezinfekce. In: *Rukověť péče o papírové sbírkové předměty*. Litomyšl: Rada galerií České republiky, 2003.
- BARTLOVÁ, L. – KUČEROVÁ, I. – KAPLANOVÁ, M. – PAULUSOVÁ, H. Možnosti vybraných organických rozpouštědel při odstraňování olejových skvrn z papíru. In: *Sborník z XIV. Semináře restaurátorů a historiků*. Brno, 2009, s. 71–78.
- BARTLOVÁ, L. – KUČEROVÁ, I. – KAPLANOVÁ, M. – PAULUSOVÁ, H. Vliv rozpouštědel na vlastnosti papíru a na vybrané tiskové černě. In: *Sborník z XIV. Semináře restaurátorů a historiků*. Brno, 2009, s. 79–85.
- COOK P. – DENNIN, J. Ships Plans on Oil and Resin Impregnated Tracing Paper: A Practical Repair Procedure. Online. In: *Journal of the Institute of Paper Conservation*, vol. 18, 1994. Dostupné z: <<https://doi.org/10.1080/03094227.1994.9638584>>. [cit. 2023-04-07].

- ČOBAN, J. – FUJDIKOVÁ, I. – HERMANNOVÁ, M. – MEDOVÁ, D. *Restaurátorská dokumentace. Pauzovací papír Jan Most 1 : 100*. Litomyšl: Fakulta restaurování v Litomyšli, Univerzita Pardubice, 2016.
- ĎUROVIČ, M. a kol. *Restaurování a konzervování archiválií a knih*. Praha, 2002, s. 38–39.
- HAMILL, M. E. Washingtoniana II: Conservation of Architectural Drawings at the Library of Congress, The Book and Paper Group. Online. In: *Journal of the American Institute for Conservation*, vol. 12, 1993. Dostupné z: <<https://cool.culturalheritage.org/coolaic/sg/bpg/annual/v12/bp12-08.html>>. [cit. 2023-04-07].
- HOMBURGER, H. – KORBEL, B. Architekturzeichnungen auf Transparentpapier. Online. In: *Restaura*, vol. 7, 1998, s. 462–467. Dostupné z: <<https://cool.culturalheritage.org/coolaic/sg/bpg/annual/v18/bpga18-06.pdf>>. [cit. 2023-04-08].
- HOMBURGER, H. *Conservation of Tracing Paper*. Berlín, 2005. (seminář absolvovala Mgr. art. Veronika Kopecká v roce 2005)
- KOPECKÁ, V. – HURTOVÁ, A. Restaurování transparentních papírů. In: *Sborník z VIX. Semináře restaurátorů a historiků*. Brno, 2009.
- KOPECKÁ, V. – MROVĚCOVÁ, D. *Transparentní papíry ve sbírkách Technického muzea v Brně*. Online. Brno: Technické muzeum v Brně, 2023. Dostupné z: <<https://mck.technicalmuseum.cz/wp-content/uploads/2024/01/Transparentni-papiry-ve-sbirkach-TMB.pdf>>. [cit. 2023-12-09].
- KOTLÍK, P. Mikroemulze pro čištění, volba složení, vlastnosti. In: *Fórum pro konzervátory-restaurátory 2014*. Brno: Technické muzeum v Brně, 2014, s. 18–21.
- LAROQUE, C. Transparent papers: a technological outline and conservation review. Online. In: *Studies in Conservation*, vol. 43, iss. 3, 2000. Dostupné z: <<https://doi.org/10.1179/sic.2000.45.s3.004>>. [cit. 2023-06-09].
- LAROQUE, C. History and analysis of transparent paper. Online. In: *Studies in Conservation*, vol. 28, no. 1, 2004. Dostupné z: <<https://doi.org/10.1179/sic.2000.45.s3.004>>. [cit. 2023-05-09].
- LEHOVEC, O. Adhezivní japanové fólie, jejich příprava a praktické využití v restaurátorské praxi. Online. In: *Sborník z XV. Semináře restaurátorů a historiků*. Praha, 2012, s. 141–163. [cit. 2023-06-09].
- PAGE, S. Conservation of Nineteenth-Century Tracing Paper: A Quick Practical Approach. Online. In: *The Book and Paper Group Annual*, vol. 16, 1997. Dostupné z: <[www.culturalheritage.org](http://www.culturalheritage.org)>. [cit. 2023-05-02].
- PAULUS, F. – STRAKA, R. – PAULUSOVÁ, H. – BARTL, B. Sbírká map a plánů v Národním archivu a její průzkum. In: *Sborník z XV. Semináře restaurátorů a historiků*. Praha, 2012, s. 125–132.
- REYDEN, D. – HOFMANN, Ch. – BAKER, M. Effects of Aging and Solvent Treatments on Some Properties of Contemporary Tracing Papers. Online. In: *Journal of the American Institute for Conservation*, vol. 32, 1993, s. 179. Dostupné z: <<https://www.jstor.org/stable/3179709?seq=4>>. [cit. 2023-03-03].
- SELUCKÁ, A. – MRÁZEK, M. – ŠTĚPÁNEK, I. a kol. *Metodika uchování předmětů kulturní povahy*. Online. Brno: Technické muzeum v Brně, 2018. Dostupné z: <[https://mck.technicalmuseum.cz/wp-content/uploads/2017/12/Metodika\\_WEB\\_final.pdf](https://mck.technicalmuseum.cz/wp-content/uploads/2017/12/Metodika_WEB_final.pdf)>. [cit. 2023-05-02].
- SLOVIK, R. *Didaktický návod. Dolévání papíru. Doplnění ztrát papírové podložky papírovou suspenzí*. Studijní materiály. Didaktický návod vznikl v rámci projektu DOCEO PRO CULTURA – Inovace vzdělávacích procesů Fakulty restaurování, CZ.1.07/2.2.00/28.0268, který proběhl v letech 2013–2015. Univerzita Pardubice: Fakulta restaurování Litomyšl, 2013–2015, s. 5.
- SMITH, M. A. – JONES, N. M., II – PAGE, S. L. – DIRDA, M. P. Pressure-Sensitive Tape and Techniques for its Removal From Paper. The Book and Paper Group. Online. In: *Journal of the American Institute for Conservation*, vol. 2, 1983. Dostupné z: <<https://cool.culturalheritage.org/coolaic/sg/bpg/annual/v02/bp02-13.%20.html>>. [cit. 2023-04-03].
- WILSON, H. A Decision Framework For The Preservation of Transparent Papers. Online. In: *Journal of the Institute of Conservation*, vol. 38, no. 1, 2015. Dostupné z: <<http://dx.doi.org/10.1080/19455224.2014.999005>>. [cit. 2023-03-02].
- ZADINOVÁ, K. – KAŠPAROVÁ SEJKOROVÁ V., MACHAČKO, L. Characteristic damage and restoration of translucent paper demonstrated on case studies. Online. In: *Conservation Update 2*, 2023, s. 33–42. Dostupné z: <<https://doi.org/10.48341/35j8-me68>>. [cit. 2023-12-03].