

**Univerzita Pardubice**

**Fakulta Restaurování**

# **TRANSPARENTNÍ PAPÍR**

Veronika Kellerová

**Bakalářská práce**

**2008**

Fakulta restaurování  
Katedra humanitních věd  
Akademický rok: 2006 - 2007

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE - T

Pro: **Veronika Kellerová**

Studijní program: **Výtvarná umění**

Studijní obor: **Restaurování a konzervace uměleckých děl na papíru a souvisejících materiálech (8206R103)**

Název tématu: **Transparentní papír**

Zásady pro zpracování:

Vyhledat a shromáždit dostupnou literaturu na téma transparentní (pauzovací) papír. Získanou literaturu logicky a srozumitelně seřadit. Na základě získaných informací vytvořit srozumitelný souhrnný text na téma transparentní papíry. Zhodnotit získané informace pro potřeby restaurování a konzervace.

Seznam odborné literatury:

Reyden D., Hofmann Ch., Baker M.: *Some effects of solvents on transparent pápera*, conference papers Manchester 1992

Hofmann Ch., Reyden D., Baker M.: *The effects of three humidification, flattening and drtity techniques on the optical and mechanical properties of new and aged modern transparent papers*, conference papers Manchester 1992

Bibliographic Databáze of the Conservation Information Network, BCIN  
[http://www.bcin.ca/English/home\\_english.html](http://www.bcin.ca/English/home_english.html)

Rozsah: Minimálně 20 stran autorského textu.

Vedoucí práce: Ing. Alena Hurtová

Vedoucí katedry: Ing. Karol Bayer

Datum zadání práce: 15. 10. 2006

Termín odevzdání práce: Pět kalendářních týdnů před termínem závěrečné zkoušky.

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití objektu jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice (pobočka FR Litomyšl)

V Litomyšli dne:

*„Per aspera ad astra“*

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat všem lidem, kteří se mnou měli trpělivost při zpracování této bakalářské práce.

Zvláštní poděkování jmenovitě patří Ing. Aleně Hurtové, Richardu Kotoučovi, Mgr. Liboru Běleši, Martě Jendelové, Tereze Nedbalové a samozřejmě celé mé rodině.

## Souhrn

Transparentní papíry patří do kategorie speciálních papírů, které se od normálních papírů liší v několika vlastnostech, které vyplývají již z jejich názvu. Jedním z cílů této bakalářské práce je nashromáždit dostupnou literaturu týkající se transparentních papírů. Tuto literaturu zpracovat a na základě získaných informací vypsát srozumitelný text.

Práce obsahuje souhrnný text, kde se můžeme dozvědět o historii transparentních papírů, o jejich rozdělení podle způsobu výroby a speciálních vlastností, o degradaci a způsobu restaurování a konzervování transparentních papírů.

## Abstract

Transparent papers are in category of special papers. They are different from all other papers. They have many special characteristics, like transparency, gloss, paper smoothness, whiteness of papers etc. My goal was to make a compilation of all possible literature on the field of transparent papers and make a research. This bachelor's work comprises several mutually independent parts.

My bachelor's work contains a summary description and one of the most important pieces of information about the history of making transparent papers. Their category, special characteristics, aging, method of restoration and conservation of transparent papers.

## OBSAH

Úvod.....	9
1. Transparentní papíry.....	10
1.1. Historický vývoj transparentních papírů .....	10
1.2. Patenty, důležité změny patentů a výrobních procesů .....	11
1.3. Využití transparentních papírových produktů v průmyslu .....	12
1.4. Vlastnosti transparentních papírů – fyzikální, chemické, mechanické a optické .....	13
1.5. Rozdělení transparentních papírů.....	13
2. Transparentní papíry vyrobené cestou impregnace papíru .....	14
2.1. Historický vývoj transparentních impregnovaných papírů.....	14
2.1.1. Předchůdce impregnovaných transparentních papírů .....	14
2.1.2. Impregnované transparentní papíry .....	15
2.2. Odvozené impregnované papíry .....	16
2.3. Patenty pro impregnované transparentní papíry .....	17
2.4. Vlastnosti transparentních impregnovaných papírů.....	17
3. Transparentní papíry vyrobené mechanickou cestou .....	18
3.1. Historický vývoj transparentních papírů vyrobených mechanickou cestou .....	18
3.1.1. Patenty pro papíry vyrobené mechanickou cestou .....	19
3.2. Vlastnosti transparentních papírů vyrobených mechanickou cestou .....	19
3.2.1. Mleté a přemílané papíry.....	19
3.2.2. Kalandrované transparentní papíry.....	20
3.3. Druhy transparentních papírů vyrobených mechanickou cestou.....	20
4. Transparentní papíry vyrobené chemickou cestou .....	22
4.1. Historický vývoj transparentních papírů vyrobených chemickou cestou .....	22
4.1.1. Sířené transparentní papíry .....	22
4.1.2. Modifikované sířené transparentní papíry .....	23
4.1.3. Patenty pro transparentní papíry vyrobené chemickou cestou.....	24
4.2. Vlastnosti transparentních papírů vyrobených chemickou cestou .....	24
4.3. Druhy transparentních papírů vyrobených chemickou cestou.....	25
5. První továrny na výrobu transparentních papírů .....	26

6.	Degradace transparentních papírů.....	27
6.1.	Degradace způsobená mechanickým poškozením .....	27
6.2.	Chemická degradace transparentních papírů.....	28
6.3.	Fyzikální degradace transparentních papírů.....	28
6.4.	Biologická degradace transparentních papírů .....	28
6.5.	Transparentní papíry podrobené umělému stárnutí .....	29
7.	Způsoby restaurování transparentních papírů .....	29
7.1.	Postup při restaurování .....	30
7.2.	Dezinfekce.....	31
7.2.1.	Dezinfekční přípravky.....	31
7.3.	Mechanické čištění .....	31
7.4.	Ošetření pomocí vodných systémů .....	32
7.5.	Metody vlhčení.....	33
7.5.1.	Použití vodného čištění pomocí páry vytvořené odpařováním.....	33
7.5.2.	Zvlhčení pomocí savých papírů, nebo Gore-Tex sendviče .....	34
7.5.3.	Přímá aplikace vody rozprášením, nebo ponořením papíru .....	34
7.5.4.	Vlhčení pomocí odsávacího stolu .....	35
7.5.5.	Ošetření pomocí organických rozpouštědel .....	35
7.6.	Odkyselení .....	35
7.7.	Doplnění ztrát hmoty .....	37
7.8.	Metody sušení a vyrovnání.....	38
7.8.1.	Sušení a vyrovnání pod závažím.....	38
7.8.2.	Sušení v Gore_texovém sendviči.....	39
7.8.3.	Sušení a vyrovnání na odsávacím stole .....	39
7.8.4.	Sušení a vyrovnání na plexiskle .....	39
7.9.	Další postupy při restaurátorském zásahu .....	40
8.	Pomocné analýzy .....	41
8.1.	Měření pH .....	41
8.2.	Optická mikroskopie .....	41
8.3.	Rastrovací elektronová mikroskopie .....	41
9.	Závěr .....	42



10.	Seznam použitých obrázků.....	43
11.	Literatura a prameny .....	44
11.1.	Seznam literatury .....	44
11.2.	Prameny.....	45

## ÚVOD

V této bakalářské práci se budeme zabývat jedním ze speciálních druhů papíru a to transparentními papíry, jak již vyplývá z názvu.

Transparentní papíry můžeme používat nejčastěji při práci, kde lze využít jejich speciálních vlastností. Například jako pomocného materiálu pro přenesení návrhů na porcelán, pro realizaci svých návrhů v grafice (vrstvení průhledných papírů přes sebe), nebo pro technické výkresy.

Na fakultě restaurování Univerzity Pardubice jsme se v ateliéru s transparentními papíry již setkali jako s objekty k restaurování. Pokud se někdo chtěl o druhu tohoto papíru dozvědět více, mohl se dopátrat jen velmi malého množství dostupné literatury. A i tato literatura se o charakteristice transparentních papírů zmiňovala velmi stručně. Při restaurování je dobré znát vlastnosti, složení materiálů, chování ve výjimečných podmínkách, na co si dát pozor a čemu se vyvarovat. Tyto znalosti o materiálech, se kterými pracujeme, je zároveň dobré rozšířit i o historii: vznik a vývoj. U nás již dlouhá léta nejsou transparentní papíry vyráběny. Veškeré zboží na českém trhu, které se týká transparentních papírů, je dováženo z okolních zemí jako Francie, Německo a Polsko.

Tato práce obsahuje několik částí. V první části jsou zpracované informace o transparentních papírech obecně: o jejich historii a vývoji, o jejich vlastnostech a rozdělení do několika kategorií podle způsobu výroby. V dalších částech se pak dozvídáme o jednotlivých kategoriích, které jsou logicky rozdělené stejně jako u obecného popisu, tzn. historie, vlastnosti, rozdělení a charakteristika jednotlivých druhů. V poslední části pak najdeme informace, které se v literatuře zmiňovaly o problematice a řešení přístupu restaurování transparentních papírů.

Dokončená práce by mohla být počátkem pro další získávání podrobnějších informací o těchto speciálních podložkách pro kresby, malby, a dokumenty.

## 1. TRANSPARENTNÍ PAPÍRY



Obr. I

Role s transparentním papírem  
v továrně



Obr. II

Role s transparentním papírem  
z nabídkového katalogu



Obr. III

Perokresba na transparentním  
papíře

### 1.1. Historický vývoj transparentních papírů

Transparentní papíry, jak je dnes vnímáme, by se daly zařadit mezi nejmladší druhy papíru, které svou oblibu získali velmi záhy po uvedení na trh. Transparentní papíry se používají ve všech možných průmyslových odvětvích už od samého počátku výroby. Zdá se být paradoxní, že o transparentních papírech mnoho nevíme, přestože jejich výroba začala v podstatě nedávno. Co se týče písemných záznamů o jejich postupném vzniku, nebo vynálezu, nebo např. o výrobních procesech, složení a surovinách, se literatura, výrobní patenty a druhotné bibliografické zdroje od skutečného stavu buď velmi liší, nebo ani žádné nejsou. I dnes restaurátoři a konzervátoři píšou o transparentních papírech většinou jen úvahy o jejich ochraně, které byly publikovány teprve v posledních 4 letech. Zmiňují se především o vážném nedostatku informací z minulosti a o papíře vůbec. Patenty, důležitý zdroj informací, postrádají precizní detaily. Bylo pro nás těžké jít zpět k základnímu zdroji pro lepší porozumění v historickém, vědeckém a průmyslovém kontextu, ve kterém jsou umístěné transparentní papíry.<sup>(1)</sup>

Transparentní papíry se začaly velmi rychle rozvíjet na začátku 19. století, jak je zmíněné níže. Hledaly se nové receptury a zkoumaly se vlastnosti a složení vláken různých materiálů a přídavné látky, jako ztransparentňující látky a sikativa. To mělo za následek, že se jednotlivé země, města,

firmy a lidé lišili ve svých konečných řešeních, které se týkaly ideálního složení materiálů pro transparentní papíry. Byla již známá rychlá náchylnost transparentních papírů na vlhkost, křehnutí podložky vlivem stárnutí a další degradační procesy jako jsou: ztráta lesku, průhlednosti, pevnosti v tahu, celkem rychlá změna barevnosti papíru a degradace celulózy. Díky několika provedeným testům je známo, že druhy materiálů a poměry přísad se od sebe lišily, podle toho, kde a kdy byl papír vyráběný.<sup>(2,4,7)</sup>

Co se týče popisu procesů výroby transparentních papírů, nebyly zveřejňovány, a uchovávaly se stejně jako tajemství výroby porcelánu. Výrobní procesy byly utajovány i proto, že mnohé druhy papírů se používaly pro vzácné oficiální spisy a dokumenty. Také jako certifikáty vlastnictví, koncese a jiné cenné papíry. Tato literatura se schovávala, aby se nemohlo zneužít výrobních procesů k tisku bankovek, akcií a státních půjček.<sup>(1)</sup>

## 1.2. Patenty, důležité změny patentů a výrobních procesů



Obr. IV

### Zakladatelé německé firmy na výrobu transparentním papírů

Měli bychom brát na vědomí též fakta, že přibližně 315 vybraných patentů za období 150 let (1826 – 1982) se přímo týkalo výroby transparentních papírů. Pouze 18 jich bylo oprávněných k výrobě průsvitných papírů. V dalších patentech, krom několika případů, ve kterých se jednalo o výjimky pro obaly potravin, nebyla výroba uvedená. Ale i těch 18 patentů je pro nás nespolehlivý zdroj. Jednalo se o malé továrny v několika městech, kde proběhlo jen několik málo kombinací výrobních procesů, a postrádají jakékoli technické informace. Výrobci se řídili též buď podle patentů uvnitř v provozu výroby, nebo výrobu transparentních papírů zahájily bez patentů a další ochrany výrobního tajemství.<sup>(1)</sup>

### 1.3. Využití transparentních papírových produktů v průmyslu

Transparentní papíry byly zpočátku využívány v grafickém výtvarném umění, jako přenosná podložka pro kopírování iluminací a jiných kreseb. Například v 2. polovině 19. století Gustave le Gray využíval průhlednost papíru pro kaligrafii. <sup>(1)</sup>

V grafickém umění hraje transparentní papír velkou roli, většinou spíše praktickou, ale časem se využíval i pro své estetické kvality. Zasáhl však i jiná odvětví. Jako podložku jej využívali často architekti pro zakreslování svých návrhů, papíry se daly přes sebe vrstvit a pracovalo se tedy rychleji. Stejně tak to probíhalo u inženýrských kreseb, designu, průzkumných map a nátisku pro obloukový tisk a litografii. Podobně se transparentní papíry využívaly pro vazbu knih, na několika vrstvené kartony, nebo lemování látky. Též byl doporučovaný pro fotografické práce jako ekonomická pomůcka při používání zlata a stříbra. <sup>(1,6,7)</sup>

Další využití některých druhů transparentních papírů bylo v potravinovém průmyslu. Tyto speciální druhy papíru byly dostatečně nepropustné pro vodu a tuky, a tak se využívaly jako pečeť konzervujících láhve a sklenice. Také jako alternativní obal pro klobásy a další obaly potravin, které musí být udržovány v suchu (saláty, kafe, tabák, olejové výrobky - máslo, sýr, maso). Některé druhy se mohou používat i jako taška a obal potravin pro sušenky, nebo jako nepropustný materiál k uchování čerstvých ryb, kdy dokáže déle udržet nízkou teplotu. <sup>(1)</sup>

Pergamenový papír (viz str. 27) lze používat i v chemických a fyzikálních laboratořích např. jako osmotická membrána pro dialýzu. <sup>(1)</sup>

V medicíně je využíván pro chirurgické potřeby. Též jako obrazový materiál nahrazující lepení sádrou a řezání gumy. Dále se využíval pro balení strojových válců, lepenkové tuby, spředené vlny, balení dynamitu. Nakonec pro své izolační vlastnosti k izolaci pro elektrikáře. Dnes je používán i v nábytkovém průmyslu jako izolační vrstva lepidel při výrobě laminátového dřeva. Všechny druhy materiálu mohou být imitovány pergamenovým transparentním papírem, protože je rezistentní a dobře vypadá: geografické mapy pro školy, imitace kůže a slonoviny (i s dojmem falešného žilkování), využití v intarzii, luxusní hrací karty, korzet z kůže, akvarel, nebo žaluzie, rolety. <sup>(1)</sup>

#### **1.4. Vlastnosti transparentních papírů – fyzikální, chemické, mechanické a optické**

Od obyčejného papíru se transparentní, pauzovací, nebo průhledné papíry liší speciálním procesem výroby a svojí strukturou, což se projevuje na odlišných chemických a fyzikálních vlastnostech, jako jsou průsvitnost, bělost, hladkost, lesk, křehkost atd. <sup>(2)</sup>

Papír se skládá ze sítí vláken. Jednotlivá vlákna celulózy, která jsou transparentní, jsou obklopená vzduchem. Dopadající paprsky světla se rozptylují na rozhraní vzduchu/vlákno, díky tomu je papír neprůhledný (opakní). V transparentních papírech je tedy minimální počet rozhraní, na kterých dochází k rozptylu světla. Např. u impregnovaných transparentních papírů jsou vzduchové póry zaplněny látkou, která má podobný index lomu světla jako celulóza, a proto na jejich rozhraních nedochází k rozptylu světla. Transparentní papíry vyrobené mechanickou cestou jsou velmi kompaktní a neobsahují velké póry, u kterých dochází k rozptylu světla. Proto jsou tyto papíry samy o sobě průhledné. <sup>(7)</sup>

Transparentní papíry obsahují velké množství mikropórů a malé množství makropórů, v porovnání s normálním papírem, u kterého je distribuce pórů odlišná. Tím je dána vysoká citlivost transparentních papírů na vzdušnou vlhkost. Čím více mikropórů papír obsahuje, tím více je schopen sorbovat vlhkost ze svého okolí. Pokud je v okolním prostředí dostatečně nízká relativní vlhkost, plocha papíru zůstává rovná. Dostane-li se papír do vlhkého prostředí, začne absorbovat velké množství vody a dochází tím ke kroucení archu. Při vysychání transparentního papíru také dochází vlivem nehomogenit k dalšímu kroucení a vlnění. Nehomogenní mohou být např. koncentrace pórů, samotné hmoty papíru a pnutí ve struktuře papíru. <sup>(2)</sup>

#### **1.5. Rozdělení transparentních papírů**

Transparentní papíry by se daly rozdělit do několika kategorií a to podle různých kritérií - např. podle způsobu výroby:

- Transparentní papíry vyrobené impregnováním papíru <sup>(1,2,3,5,11,15,16,17)</sup>
- Transparentní papíry vyrobené mechanickou cestou <sup>(1,2,3,4,5,7,12,13)</sup>
- Transparentní papíry vyrobené chemickou cestou <sup>(1,2)</sup>

## 2. TRANSPARENTNÍ PAPIRY VYROBENÉ CESTOU IMPREGNACE PAPIŘU

### 2.1. Historický vývoj transparentních impregnovaných papírů

Úplně první zmínky o výrobě a pokusech o transparentní papír se objevují již ve středověku a dá se říci, že vývoj ve výrobě transparentních papírů trvá až po současnost. První transparentní podložky byly vyráběné impregnací olejových, nebo pryskyřičných adhesiv a využívány pro domácí a umělecké potřeby. <sup>(1,5)</sup>

#### 2.1.1. Předchůdce impregnovaných transparentních papírů

Jako u papíru předcházela pergamen a tak i transparentnímu papíru předcházela transparentní pergamen. <sup>(1)</sup>

Tento nejstarší druh transparentních podložek byl vyráběn z kůží nenarozených zvířecích mláďat, nebo mrtvých mláďat. Jejich tenká kůže byla zpracovávána vařením s ořechovým, nebo makovým olejem, nebo přírodními pryskyřicemi. Po té byla upravená kůže natažená a sušená na rámu. Literatura někdy uvádí použití různých sikativ. Jedná se tedy o transparentní podložku živočišného původu používanou například ke kopírování originálních iluminací. <sup>(1,2,11)</sup> Transparentní pergamen lze připravit i chemickou cestou. Působením zředěného roztoku uhličitanu draselného na neprůhledný pergamen. <sup>(11)</sup>

Do této kategorie se také dají zařadit zlatotepecké pergameny, které jsou vyrobené z tenkých, nebo tlustých střev zvířat. Mají dobré fyzikální a mechanické vlastnosti a navíc jsou transparentní. Čerstvá tkáň se vypere ve vodě, očistí roztokem boraxu a poté je surovina vložena do vápenného roztoku. Na rámu se suší a zároveň se odstraní zbytky přebytečné tkáně. Po vysušení se konzervuje roztokem z cedrového oleje, Nipaginu v etanolu a destilované vody. Před použitím se někdy odmašťuje v acetonu a hladí pemzovým prachem. <sup>(11)</sup>

Dalšími transparentními živočišnými materiály jsou: telecí zmetkovice a bubnová kůže. Telecí zmetkovice se vyrábí z kůže z nedonošeného, mrtvě narozeného mláděte nebo z mláděte vyjmutého z těla uhynulé matky. Po loužení a odchlupení se pískuje, hladí, škrábe a tónuje. Transparentnosti se dosáhne ztenčením, vlhčením a lisováním. Bubnová kůže se po loužení a odchlupení nechá volně vyschnout. Při volném vysychání dochází k zprůhlednění materiálu. <sup>(11,15,16,17)</sup>

### 2.1.2. Impregnované transparentní papíry

Podle historických písemných záznamů a patentů impregnované papíry ovládly dobu mezi lety 1750 – 1850. Využívání impregnovaných papírů bylo a je mnohem běžnější než u ostatních transparentních papírů ve všech odvětvích.<sup>(1)</sup>

Co se týče impregnace papíru olejovými látkami, existuje záznam od Ceniniho z roku 1620, který doporučuje použití lněného oleje, což bylo velmi běžné. Použití ořechového oleje je datované do 16 - 17. století.<sup>(1)</sup>

Některé detaily o výrobě a surovinách přinesla anonymní pojednání ze 17. století, ale i tady jsou informace o složení, např. přírodních pryskyřic, velmi nepřesné. Víme, že se oleje a pryskyřice používaly podle vývoje v malbě. Jedná se o materiály jako Štrasburský terpentýn, sandarak, spirit terpentýnu, esence terpentýnu, šelak, kopálová pryskyřice, benátský balzám, kanadský balzám, ricinový olej, borová pryskyřice, kalafuna, minerální oleje a vosky.<sup>(1)</sup>

V 19. století se objevují zmínky o olovnatých sloučeninách, červených a žlutých minerálech, používaných jako sikativa.<sup>(1)</sup> Používání makového a ořechového oleje dále pokračuje. Starší texty uvádějí použití fermeží, ale jejich složení je nejasné. Mohou se najít i transparentní papíry, které obsahují tradiční materiály, jako jsou: škrob, nevysychavé oleje a tuky (kokosový ořech, ricinový olej), vysychavé oleje, rostlinné vosky, laky a rozpouštědla (terpentýn, spirit, nafta, toluen).<sup>(2)</sup>

Na počátku 20. století pokračuje výroba transparentních papírů impregnačním olejem, nebo pryskyřicí souběžně s dalšími druhy transparentních papírů. Čistě řemeslná výroba přešla na strojní výrobu, která byla zaznamenána v patentech. Zhruba polovina těchto patentů přišla z Evropy, zejména z Německa a Velké Británie, další polovina z USA a Kanady.<sup>(1)</sup>

---

<sup>1</sup>Claude Laroque, transparentní papíry, historie



Moderní transparentní papíry mohou být impregnovány škrobem, minerálními oleji, nebo akrylovými látkami a dalšími syntetickými pryskyřicemi. <sup>(2)</sup> U některých rostlinných pergamenových papírů se jejich transparentnosti dosahovalo chemickou úpravou-viz str. 26.

## 2.2. Odvozené impregnované papíry

Použitím vosku jako impregnačního materiálu se získal speciální papír, který není transparentní, ale ostatní vlastnosti jsou podobné transparentnímu papíru.<sup>(1)</sup>

V Severní Americe zavedl voskovaný papír Olaf Hedström v roce 1905, který začal vyrábět ve své společnosti Hartford City Paper Company v Hartford City, Indiana. Kolem roku 1910 se ve Francii ve městě Berges v Lancey začalo s výrobou speciálních papírů, voskovaný papír byl do té doby ve většině evropských zemí ještě neznámý.<sup>(1)</sup>

Po dlouhou dobu měly monopol na voskovaný papír skandinávské země. Výroba speciálních druhů papíru začala ve skandinávských zemích později, než v Evropě a vyvinula se z imitace pergamenu. První stroj pro výrobu voskového papíru byl sestaven v roce 1894 v Granfos Brug v Norsku. Sulfitová buničina byla vařena při nízké teplotě s hydroxidem vápenatým a dlouze mletá. Takto vyrobený papír byl nejprve nazýván „imitace pergamenu“, později „pergamenový papír nemačkaný“. Další stroje byly sestaveny v Katfos v roce 1903 a 1920.<sup>(1)</sup>

Výroba voskovaných papírů se rozvinula i ve Švédsku a Finsku. První zmínka o mlýnu ve Švédsku v Billeruds Brug se objevuje kolem roku 1920. Vyráběly se zde papíry pro obaly jídla. Po roce 1945 výroba speciálních papírů ve skandinávských zemích, vedené evropským obchodem, výrazně vzrostla.<sup>(1)</sup>

### **2.3. Patenty pro impregnované transparentní papíry**

První zmínka o patentu na výrobní stroj pro transparentní impregnované papíry se dochovala z roku 1809 ve Francii. Podle účtů a nabídkového katalogu známe majitele – Maisona Montgolfiera, který zde uvádí způsob rolování transparentního papíru, ceny a doručování zákazníkům do různých měst a států. O výrobě a složení zde neuvádí žádné informace.<sup>(1)</sup>

Mezi lety 1914 – 1982 se objevují patenty, popisující technologii impregnovaných transparentních papírů. Patenty nepopisují detailně impregnaci a přípravu mletí. Dochovaná literatura uvádí, že látky použité k impregnaci byly buď aplikované na podložku, nebo byly rozpuštěné v nádobě, ve které se vyrobený arch papíru namácel. Před rokem 1950 to byly přírodní oleje, pryskyřice, později pak syntetické pryskyřice. Je možno se setkat i s použitím fermeže, není to však častý jev. Moderní transparentní papíry mohou být impregnované škrobem, syntetickými pryskyřicemi, nebo minerálními oleji společně s dalšími přísadami.<sup>(1,5)</sup>

### **2.4. Vlastnosti transparentních impregnovaných papírů**

Vlastnosti transparentních impregnovaných papírů vycházejí z impregnace. Transparentnost vzniká zaplněním pórů impregnačními látkami, které mají index lomu světla srovnatelný s celulórou. Index lomu celulózy se pohybuje okolo 1.553 – 1.56.<sup>(3)</sup>

Impregnováním nebo nátěrem archů olejovými, pryskyřičnými, nebo voskovými přísadami papíry získaly nejenom průhlednost a lesk, ale i větší flexibilitu a stálost ve vlhkém prostředí. Vlhkost mnohem hůře proniká papírem, který je impregnačními přísadami izolován. Působením vody a rozpouštědel se mohou vlastnosti objektu (průhlednost, lesk, textura atd.) změnit.<sup>(3)</sup>

### 3. TRANSPARENTNÍ PAPIŘY VYROBENÉ MECHANICKOU CESTOU

Jedná se o papíry, jejichž transparence bylo dosaženo mletím. Do této skupiny lze zařadit přírodní průsvitný papír, imitace pergamenového transparentního papíru (také viz str. 26), svačínový papír, glassine papír, tracing papír, papír z přemílaných vláken a kalandrovaný papír.<sup>(1,2,3,4,7)</sup>

#### 3.1. Historický vývoj transparentních papírů vyrobených mechanickou cestou

První objev transparentních papírů vyrobených mechanickou cestou se datuje do 19. století. Patří sem teorie o objevu transparentního papíru, která však není dostatečně podložená. Transparentní papír vznikl prý náhodně při výrobě papíru z bavlny, kdy se poškodil holandr právě ve chvíli, kdy byla vláknina předemletá. Suspenze vlákniny zůstala ve stroji, než se podařilo stroj dostat zpět do chodu. Tím vlákno mnohem víc nabotnalo a po spuštění stroje bylo znovu mleté. Výsledným produktem byl průhledný papír.<sup>(1)</sup>

V roce 1878 se Robert Emmel věnoval studiu účinků intenzivního mletí na bavlněná vlákna tradiční cestou a tím získal transparentní papír. Skupina vědců přezkoumala tento způsob úpravy vláken pro buničinu. Podle patentů začala průmyslová výroba tímto způsobem v Dürrenu v roce 1920. Výslednými výrobky byly imitace pergamenu, voskového papíru, a průsvitného papíru.<sup>(1)</sup>

New York Company Keuffel a Esser, hlavní obchodníci s papírem, ve své kanceláři nabízeli široký rozsah průsvitného, pauzovacího papíru a látky v arších, nebo rolích a to už v roce 1881. Papír byl dělený na přírodní průsvitný papír a upravený průsvitný papír. Katalog nám podává informace, že přírodní průsvitný papír byl vyrobený z bavlněné vlákniny, a upravený průsvitný papír z připraveného průsvitného papíru za přídavku oleje.<sup>(1)</sup>

Podle firmy Schoellershammer, kterou jsme oslovili, se jejich moderní pauzovací a transparentní papíry skládají z 92% z celulózy, 7% vody a méně než 1% chemických přísad. Čistá celulóza, kterou si nechávají dovážet ze Spojených států amerických (což je předpoklad pro vysokou kvalitu suroviny), je rozmělnována a fibrilována v mlecích strojích tak dlouho, dokud se vlákna zcela neoddělí a nezkrátí na požadované délky. Tyto úpravy způsobují průsvitnost často i průhlednost u nízkogramážních archů

a olejová část v papíře způsobuje hladkost a lesk papíru. Tato firma je jednou z posledních a v podstatě nejlepších výrobců transparentních papírů pro umělecké účely v Evropě. Nyní papírenský průmysl dodává jen malou část speciálních papírů a zásobuje v první řadě domácí spotřebitele. V současnosti jsou tradiční transparentní papíry pro grafické umění, architektury a inženýry spíše nahrazovány počítačovými grafickými programy a kopírkami. <sup>(12,13)</sup>

### **3.1.1. Patenty pro papíry vyrobené mechanickou cestou**

Za začátku průmyslové revoluce řídili výrobci papíru výrobu ve 2 směrech: transparentní papíry vyrobené impregnační papíru a transparentní papíry vyrobené mechanickou cestou. Tyto 2 způsoby výroby se odrážejí v dochovaných patentech. Počet patentů, které byly registrované mezi rokem 1853 a začátkem 2. světové války v různých evropských, amerických a asijských státech, se pohybuje okolo 150. První americký patent týkající se průsvitného papíru je datován kolem roku 1871. <sup>(1,5)</sup> V Evropě začala patentovaná průmyslová výroba transparentních papírů kolem roku 1920, hlavně v Německu v Kresau. <sup>(1)</sup>

## **3.2. Vlastnosti transparentních papírů vyrobených mechanickou cestou**

### **3.2.1. Mleté a přemílané papíry**

Příprava vláken transparentních papírů, vyráběných mechanickou cestou, je založená na mletí, spojeném často i s přemíláním vláken. Mletí zvyšuje oslabení vodíkových můstků mezi vlákny, která jsou fibrilovaná ven. Štěpení a nabotnění uvnitř jednotlivých vláken zesiluje mletí a zvyšuje flexibilitu při dalších procesech i ve výsledném produktu. S navýšením počtu vodíkových vazeb, které vznikají při tvorbě archu papíru, a s homogenní mikroporézní strukturou se světlo méně rozptyluje a materiál začíná být velmi transparentní, ale také rozměrově nestabilní. Botnění a smršťování papíru se změnami relativní vlhkosti se mletím zvyšuje. Pokud je papír silnější, počet intervalů vláken a prázdných míst, mezi která se mohou vlákna rozpínat, je menší a tím je papír stabilnější. <sup>(3)</sup>

### **3.2.2. Kalandrované transparentní papíry**

Tvorbě většího množství velkých pórů v papíře se dá zabránit metodou kalandrování (omezuje se opacita). Papír při kalandrování prochází mezi zahřívanými otáčejícími se válci. Působením tlaku dochází ke stlačení hmoty a její větší homogenizaci a odstranění velkých pórů.<sup>(1,3)</sup>

### **3.3. Druhy transparentních papírů vyrobených mechanickou cestou**

#### **➤ Papír z přemílaných vláken**

Na konci 19. století byla hledaná levnější alternativa rostlinných pergamenů a začal se vyrábět papír z přemílaných vláken. Bylo zjištěno, že průhlednost může být též dosažena dlouhým mletím vláken ve stoupách. Pokud je celulóza rozmělněována ve velkém množství vody, mění se v gel. Hrany mezi vlákny jsou mělké a světlo prochází celkem nerušeně. Když se papír lisuje, je kompaktnější a tím i průhlednější. Nevýhodou je rychlá degradace díky dlouhému mletí. Papír je velmi citlivý na zvýšenou vlhkost v prostředí a i celulóza degraduje mnohem rychleji než u běžných papírů.<sup>(7)</sup>

#### **➤ Imitace pergamenového papíru**

Imitace pergamenového papíru se vyrábí z přemílané buničiny a poté je kalandrovaný. Zároveň je namáčený do vosku, nebo oleje. Dodnes je tento druh papíru oblíbený. V Německu je známý jako Olpauspapier a vzniká kombinací dvou výrobních technik. Mechanicky vyráběné papíry (tj. mletím) se někdy též impregnují. Tento způsob úpravy papíru se zdá být nejideálnější. Fyzikální, mechanické a optické vlastnosti papíru jsou mnohem lepší, než jen mleté, nebo jen impregnované papíry. Má to i lepší vliv na degradační vlastnosti.<sup>(7)</sup>

### ➤ Přírodní průsvitný papír

Převážná většina moderních transparentních kreslicích papírů je přírodní průsvitný papír, někdy nazývaný pauzovací papír. Buničina se často využívá jako materiál, protože její vlákna jsou relativně rovná, snadno se štěpí a dají se snadno formovat do archu. Vlákna papíru je přemletá tak, že velmi dokonale tvoří transparentní papír. Papír může být kalandrovaný, nebo natíraný na povrchu.<sup>(7)</sup>

### ➤ Tracing papír

V Evropě je tento papír vyráběn z borového dřeva, které se dováží ze Skandinávie. Po rozsáhlém mletí papíroviny jsou z buničiny vyrobené archy. Ty jsou mírně vařené s akrylovou pryskyřicí (0,2-0,3%) a pak mírně kalandrované. Podobné produkty jsou vyráběny v USA ze zušlechtěné bavlny vařené s komponenty sacharidů, nebo škrobu.<sup>(5)</sup>

### ➤ Glassine

Vlákna je mletá v malém množství vody, oproti průsvitnému papíru. Je mírně hlazená a vysoce kalandrovaná. Tím získává vysoký lesk. Papír je slabší než ostatní papíry a obsahuje mikroskopická vlákna. Svou strukturou se podobá celofánu a je využíván k výrobě kaps pro poštovní známky, fotografie a pro výrobu transparentní vrstvy pro grafické práce.<sup>(5,7)</sup>

## 4. TRANSPARENTNÍ PAPÍRY VYROBENÉ CHEMICKOU CESTOU

Mezi tyto druhy transparentních papírů zahrnujeme všechny typy papíru, které během výrobních procesů prošly i úpravou chemickými přípravky. Jedná se zejména o pravý rostlinný pergamenový papír a všechny druhy sířených transparentních papírů. <sup>(1)</sup>

### 4.1. Historický vývoj transparentních papírů vyrobených chemickou cestou

#### 4.1.1. Sířené transparentní papíry

Důležitou fází ve vývoji výroby transparentních papírů je 19. století. Zde dochází k tzv. „hadrové krizi“ a výrobci, vědci a chemici hledají nové alternativní materiály a způsoby pro výrobu papíru. Hledalo se mezi rostlinnými materiály, obzvláště celulózu a dřevnými materiály (kořeny vojtěšky a lékořice, kůry jilmu a moruše, chmel, chaluhy, jehličí a listy, piliny a konopí, sláma, artyčokové stopky, asparágus, rákosí). V tomto období dochází k různým objevům a nálezům i v oblasti transparentních papírů, jejichž využití se rozšiřuje i do průmyslu (zejména potravinářský). <sup>(1)</sup>

Vědci přicházejí s prvními objevy sířených papírů a dosahují nejlepších výsledků mezi lety 1850 – 1950, kdy byl i velmi běžný mletý transparentní papír. Po roce 1950 výroba sířených papírů klesá. <sup>(5)</sup> Sířené papíry byly často používané pro technické kresby. <sup>(1)</sup>

Mezi první klasifikované papíry vyrobené za pomoci chemie patří vynález prvního rostlinného pergamenového papíru. 16. prosince 1846 chemici Poumaridi a Guill. Louis Figuier<sup>2</sup> presentovali „Memoire“<sup>3</sup> na akademii věd v Paříži, kde publikovali svůj čtyřletý výzkum na složení rostlinných buněk tenkého papíru. Figuier a Poumaridi nazvali nový výrobek „papyrine“ a uvedli jeho složení. Měl veškeré fyzikální vlastnosti jako zvířecí blána. Jejich metody zprůhlednění spočívaly v opakovaném ponořování obyčejných neklížených papírů na chvíli do kyseliny sírové a promývání ve vodě. Na závěr

---

<sup>2</sup> Guill. Louis Figuier, chemik franc. (\*1819 v Montpellieru), studoval v rodišti a v Paříži, byl prof. chemie na lékárnické škole v Montpellieru a do r. 1856 na lékárnické škole v Paříži. Pracoval v počátku v lékařské chemii a uveřejnil četné studie v odborných listech

<sup>3</sup> Memoire sur le ligneux et sur les produits qui l'accompagnent dans le bois

papíry neutralizovali ve čpavkové vodě a v čisté vodě. Tento způsob výroby však nechtěli nechat patentovat, a tak o papyrine po dobu deseti let nebylo prakticky slyšet.<sup>(1)</sup>

Až v roce 1852 papíru „*papyrine*“ věnuje kapitolu ve své knize Henry Beasley. Po tomto článku se zájem o papyrine setkal s velkým úspěchem. Patent pro jeho výrobu zpracoval v roce 1853 Angličan W. E. Gaine a nazval „*Aplikace kyseliny sírové na papír*“. Uvádí zde výrobní postup, že papíry na krátkou chvíli ponoří do 66 % roztoku kyseliny sírové a následně vymývá. V roce 1857, John Baclow, viceprezident a tajemník Royal Institutu ve Velké Británii připojil k pergamenovému papíru i objevy W. Gaine ve vydání „*Některé modifikace vláken dřeva a jejich aplikace*“. Informace o nových transparentních papírech byly pro velký zájem publikované i v novinách. Gaine prodal své pravé patenty londýnským výrobcům papíru. Warren de la Rue<sup>4</sup> kontaktoval chemika pracujícího v Londýně, pana F. Hoffmanna, aby zpracoval srovnávací zkoušky na živočišných transparentních podložkách a rostlinných transparentních pergamenových papírech. Jeho zpráva o provedených zkouškách byla publikovaná v projevu Royal College 12. října 1858 a byla přeložená do francouzštiny a němčiny. Ve zkrácené verzi doputovala i do severních zemí v roce 1859.<sup>(1)</sup>

Kolem roku 1860 začali Hoffmannovi odborníci a Warren de la Rue vyrábět rostlinný pergamenový papír v Anglii. Vynalezli jednoduchý výrobní stroj. Pravý patent byl dále využíván výrobci ve Francii, Belgii a Německu. Výroba však klesala.<sup>(1)</sup>

Na začátku se používala pro výrobu papíru jen vlákna bavlny a od roku 1875 se objevuje celulóza dřevných vláken. Tato celulóza byla čistější a bělená. Později se začala používat sulfitová buničina.<sup>(1)</sup>

#### **4.1.2. Modifikované sířené transparentní papíry**

V roce 1859 byl patentován vynález anglického chemika Thomase Taylora s názvem „*Zvýšení pevnosti papíru*“. Popisuje různé metody získávání rostlinných transparentních pergamenových papírů zpracované s chloridem zinečnatým (60 % roztok). Výsledný materiál byl nazván „*vulkanizované vlákno*“. Výroba tohoto druhu papíru se ujala hlavně v Americe, kdy náklady na použití kyseliny sírové a chloridu zinečnatého k výrobě průhledného papíru nehrály roli.<sup>(1)</sup>

---

<sup>4</sup> Warren del Rue, anglický astronom a fyzik (\*18. led. 1815 v Quernsey+19. dub. 1889 v Londýně). Vystudoval v Paříži, vstoupil do papírnického závodu svého otce. Vynalezl a zlepšil několik strojů k výrobě obálek, barevných lepenek a pracoval na zlepšení fotografického papíru. Jeho zálibou byla však astronomie. R. 1857 si vystavěl malou hvězdářskou observatoř v Cranfordě a pracoval na zlepšení praktického užití fotografie v astronomii.



Po roce 1860 dochází k automatizované výrobě, kdy se používala zásadně bavlněná vláknina, která byla následně sířená.<sup>(1)</sup> Po roce 1875 se používala sulfátová a bisulfidová buničina.<sup>(1,2)</sup>

Kromě některých náhrad ve Skandinávii a Velké Británii se vulkanizovaný papír do Evropy dovážel výhradně z USA. Průmyslová výroba vulkanizovaných vláken začala až v roce 1920 ve Francii, pak pokračovala v Itálii, České republice a Velké Británii. Německo a Rakousko se s výrobou vulkanizovaných papírů opozdilo.<sup>(1)</sup>

#### **4.1.3. Patenty pro transparentní papíry vyrobené chemickou cestou**

Robert Fritsch našel původní první patenty a podle nich vypracoval v roce 1884 podobné patenty, které uvedl v Holandsku, Belgii a Německu. Dřívější výroba chemicky vyráběných transparentních papírů byla velmi drahá tj. - používání kyseliny sírové, ruční práce a velké množství odpadních surovin. Stroje pro výrobu rostlinného pergamenového papíru potřebovaly speciální součásti, které přicházely do kontaktu s kyselinou sírovou. Jednalo se např. o kyselá lázně, jako vymývací vany a podobně.<sup>(1)</sup>

Proto 1. prosince 1885 vydal Robert Fritsch druhý patent na stroj pro výrobu transparentního papíru. Tento stroj byl schopný vyrobit 40metrů/minutu transparentních papírů a jeho stav zůstal nezměněný až do 2. světové války. V roce 1907 Andés považoval za velmi vzácné rostlinné pergamenové archy vyrobené Fritschovým strojem. Fritsch prohlásil v roce 1928, že všichni výrobci papíru mohou být vybaveni jeho stroji. Fritschova kontinuální výroba snížila množství použité kyseliny sírové a zvýšila mechanické vlastnosti rostlinného pergamenového papíru.<sup>(1)</sup>

#### **4.2. Vlastnosti transparentních papírů vyrobených chemickou cestou**

##### **➤ Zprůhlednění pomocí kyselých lázní**

Ošetření kyselinou (většinou se jedná o kyselinu sírovou) vyžaduje úplné ponoření archu papíru do kyselých lázní na velmi krátkou dobu (cca 3 minuty), dokud vlákna celulózy nenabobtnají, nevytvoří gel a na povrchu se nerozpouštějí. Po vyndání z lázně a ponořením do neutralizační lázně se vlákna srážejí, stává se z nich „celulózový gel“. Takto upravený list papíru je dále lisován a stává se z něj

velmi souvislý transparentní papír, který je mechanicky pevný i za mokrého stavu. Kyselina však vede k rychlejší degradaci, která se projevuje křehnutím a snížením pevnosti v ohybu (je to dáno nedokonalým vymytím kyseliny z vnitřní struktury papíru). Někdy se do neutralizačních lázní přidával čpavek, od kterého se očekávala schopnost neutralizovat kyselinu na povrchu i uvnitř papíru a vytváření alkalické rezervy v papíře. Jeho vliv se projevoval zpomalením žloutnutí papíru a někteří restaurátoři jej používají k odbarvení degradačních produktů na starých papírech (tj. žloutnutí vlivem degradace celulózy).<sup>(6)</sup>

### **4.3. Druhy transparentních papírů vyrobených chemickou cestou**

#### **➤ pravý rostlinný pergamenový papír**

Od první poloviny 19. století byl pravý rostlinný pergamenový papír vyráběn a zprůhledněn pomocí roztoku kyseliny sírové. Papír se namáčel do slabých roztoků kyseliny sírové na pár minut a pak byl dlouze koupán v neutralizačních lázních. Proces výroby byl díky vymývání kyseliny sírové velmi zdoluhavý. Ponoření do kyseliny se podle potřeby opakovalo. Jednalo se o silný rezistentní papír s vysokou odolností vůči vlhku a matující podložkou. Vlákna byla vyráběná hlavně z nastříhané pravé bavlny a lněných vláken. Až později začali chemici nahrazovat bavlněnou vlákninu za buničinu se stejnými vlastnostmi. Rostlinný transparentní pergamenový papír byl vyráběn až do poloviny 20. století. Často byl využíván v potravinářském průmyslu.<sup>(7)</sup>

## 5. PRVNÍ TOVÁRNY NA VÝROBU TRANSPARENTNÍCH PAPIRŮ

- **Francie** - První továrna ve Francii byla otevřená v St. Denis, blízko Paříže v Angoulême u oprávněných majitelů Imbout a Frérot. V roce 1871 byla zničena Prusy. V roce 1876 továrna Marchais, blízko Angoulême, začala vyrábět stejně dobrý pergamenový transparentní papír. <sup>(1)</sup>
- **Anglie** - První anglický mlýn, Chartám Mill otevřel dveře v roce 1939. <sup>(1)</sup>
- **Belgie** - V Belgii postavili továrny – Mount Saint Guibert na Demeurs a Decorte „unie továren papírníků“, v roce 1880 Delcroix a DeBroux měli nejlepší továrnu v Belgii. Kolem roku 1859 se zde již vyráběl silný pergamenový papír, nazývaná „carton cuir“ pro imitaci reliéfní koženky, který byl velmi oblíbený a vyvážený do Anglie a Ruska. <sup>(1)</sup>
- **Rakousko** – chemik Eckstein si otevřel v roce 1870 továrnu na výrobu papíru ve Vídni, po tom co 20 let starý patent Warren de le Rue byl zrušen, aby mohli všichni výrobci provozovat výrobu papíru. <sup>(1)</sup>
- **Německo** – Schuler a Scheffer otevřeli továrnu v Dusseldorfu kolem roku 1860. Tě předcházela firma v Durrenu, která byla založená již v roce 1784, kdy jí udělil kníže Theodor, falcký hrabě, oprávnění vybudovat z železáren papírnu, později pojmenovanou „Schoellershammer“ <sup>5</sup>. S hlavní výrobou rostlinných pergamenů však začali mnohem později než u ostatních zemí. První stroj pro výrobu rostlinného pergamenového papíru byl postavený v roce 1860 v Döcktor Dullo v Königsburgu. Druhý byl vynalezen v roce 1862 Schluterem a Schefferem, který zlepšil jejich model o 20 let později. Robert Fritsch, který jejich továrnu navštívil v roce 1884, předal své poznatky do dalších zemí. Už v roce 1939 bylo Německo prvním kvalitním evropským výrobcem průsvitného papíru. <sup>(1)</sup>
- **Maďarsko** - maďarské firmy otvíraly továrny v letech 1880 a 1886. <sup>(1)</sup>
- **USA** – V roce 1885 Paterson pergamen company otevřela první americkou továrnu, na výrobky zvané „Patapar“, které se užívaly jako dřevěné obálky. V roce 1910 Kalamazov Vegetable Parchment Company otevřeli druhou továrnu v USA. Další továrny byly postaveny o rok později i v Kanadě. <sup>(1)</sup>

---

<sup>5</sup> Dnes se firma Schoellershammer řadí mezi nejlepší dodavatele transparentních papírů v Evropě.

## 6. DEGRADACE TRANSPARENTNÍCH PAPIRŮ



Obr. V

### Degradace transparentním papírů

Degradační vlastnosti transparentních papírů byly popisované v několika odstavcích a literatura zde uvádí chování papírů v uměle vyvolaných extrémních podmínkách, nebo stav starých dokumentů.  
(8,17)

Degradaci způsobuje několik faktorů. Uvnitř papíru dochází k degradaci samotného materiálu a všech přísad vlivem přirozeného stárnutí. Dochází v transparentních papírech k chemické, fyzikální a biologické degradaci a degradaci vlivem mechanického poškození. Vlivem přirozeného stárnutí dochází k chemickým reakcím např: oxidaci, hydrolýze a síťování.  
(8,17)

### 6.1. Degradace způsobená mechanickým poškozením

Transparentní papíry byly používány převážně jako praktická pomocná podložka pro architekty, inženýry, nebo grafiky. V potravinářském průmyslu jako obal pro různé druhy potravin, jak již bylo popisované výše.<sup>(1)</sup>Všechny druhy transparentních papírů jsou velmi citlivé a časté používání, přehýbání a překládání způsobují mechanická poškození. Ta se mohou projevit křehnutím podložky v místech ohybů, uvolněním barevné vrstvy, vlnami, zlomy, prasklinami, trhlinami atd. Na mechanicky poškozených místech dochází k mnohem rychlejšímu degradačním procesům.<sup>(8,17)</sup>

## **6.2. Chemická degradace transparentních papírů**

Degradaci transparentních papírů může způsobovat nejen způsob jejich uchování, ale i způsob jejich úpravy. V papírech vyráběných chemickou cestou se mohou nacházet ještě zbytky slabých kyselin z výroby, které za přítomnosti vlhkosti v papíře způsobují rozpad - hydrolýza celulózy. To má vliv na barevné změny v papírech a křehnutí podložky. V transparentních papírech vystavených dlouhodobému intenzivnímu světlu dochází k fotooxidaci, což způsobuje žloutnutí papíru. Dalšími faktory, které způsobují, či urychlují degradaci transparentních papírů, jsou pevné částice ve vzduchu (prach, kouř, saze) a plynné znečišťující látky ve vzduchu ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ).<sup>(8,17)</sup>

## **6.3. Fyzikální degradace transparentních papírů**

Dalšími faktory, které mohou ovlivnit degradaci transparentních papírů, jsou relativní vlhkost a teplota. Při nízké vlhkosti v prostředí může docházet k odpařování volné a vázané vody v papíře a tudíž ke ztrátě flexibility papíru, křehnutí, praskání apod. Vysoké procento vlhkosti naopak může způsobovat vlnění a kroucení podložky. Teplota je spojena s relativní vlhkostí prostředí. Papír se při změnách teploty smršťuje, či kroutí. Aby nedocházelo k vlnění či praskání papírových podložek, mělo by se dosáhnout rovnovážného stavu relativní vlhkosti a teploty v prostředí, kde jsou papíry uloženy, či vystaveny.<sup>(8,17)</sup>

## **6.4. Biologická degradace transparentních papírů**

Pokud jsou papíry dlouhodobě nevhodně uloženy, či vystaveny, může docházet k napadení biologickými škůdci a mikroorganismy: bakterie, plísně. Ty napadají povrch papírových podložek a způsobují rozklad celulózy a barevné skvrny.<sup>(8)</sup> To se může týkat i transparentních papírů, ale v literatuře se konkrétní případy neuvádějí.

## 6.5. Transparentní papíry podrobené umělému stárnutí

Literatura se zmiňuje o provedených analýzách, které se týkaly degradačních změn jednotlivých druhů transparentních papírů při umělém stárnutí. Pokud byly vzorky podrobeny umělému stárnutí (90°C, 50%RV po 4 týdny), došlo u všech druhů transparentních papírů k žloutnutí, přestaly být průhledné a lesklé a ztratily pružnost (ztráta pevnosti). V některých vzorcích, např. u transparentních papírů vyrobených mechanickou cestou a chemickou cestou, byl zaznamenán výrazný pokles pH papíru. <sup>(2)</sup>

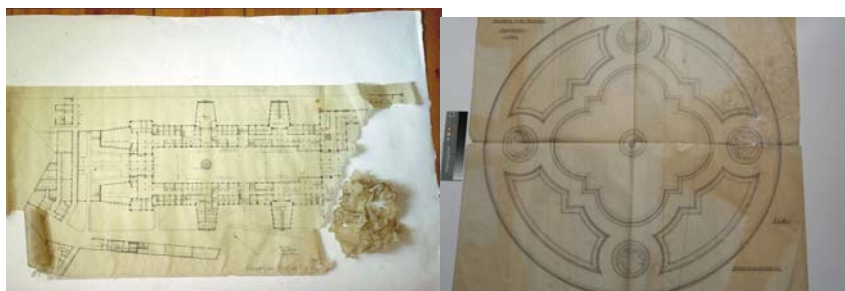
Transparentní papíry, které byly vyrobené impregnací, mají mnohem lepší stabilitu, než ostatní transparentní papíry. Uměle zestárlé vzorky zůstaly stále transparentní, odolné vůči přehýbání, lesklé a více pevné. <sup>(7)</sup> Některé zprůhledňovací látky způsobily žloutnutí (např. škrob, pryskyřice). <sup>(2)</sup>

K zabránění barevných změn v transparentních papírech se používalo nátěrů, či koupelí ve čpavkové lázni. To mělo zpomalit degradační procesy a vybělit papíry. <sup>(1)</sup>

## 7. ZPŮSOBY RESTAUROVÁNÍ TRANSPARENTNÍCH PAPÍRŮ

Průhledné a transparentní papíry se vyznačují svými specifickými chemickými a fyzikálními vlastnostmi, které byly vytvořeny speciálním výrobním procesem. <sup>(2)</sup>

Veškeré zkoušky a testy k zjištění přesných vlastností a chování transparentních papírů, které byly zpřístupněny, dokazují, že se jedná o velmi citlivé materiály. A tak i celkový přístup k ošetření transparentních papírů by měl být stejný. <sup>(2,7)</sup>



Obr. VI

Transparentní papíry s perokresbou před restaurováním

### 7.1. Postup při restaurování

Důvodem restaurování a konzervace papírů je snaha o přiblížení se původnímu stavu a zastavení degračních procesů vlivem přítomných nečistot a poškození. Metody restaurování lze rozdělit do několika kategorií. Ne vždy však památka musí projít všemi kroky zde uvedenými, přístup k ošetření památky je individuální a záleží na závažnosti poškození jednotlivých objektů.<sup>(8)</sup>

- Dezinfekční ošetření<sup>(8,3)</sup>
- Mechanické-suché čištění<sup>(2,3,4,6,7,8)</sup>
- Ošetření pomocí vodných systémů<sup>(1,2,3,4,5,6,7,8,15,16)</sup>
- Čištění pomocí organických rozpouštědel<sup>(3,6,8)</sup>
- Odkyselení<sup>(6,7,8)</sup>
- Doplnění ztrát hmoty<sup>(7,13,14,15)</sup>
- Metody sušení a vyrovnání papíru<sup>(2,3,4,6,7,18)</sup>

## 7.2. Dezinfekce

Velmi často jsou papíry vystaveny dlouhodobému uložení v nevhodných prostorách s vysokou vlhkostí, což může mít za následek růst mikroorganismů – plísní a bakterií. Je tedy nutné dezinfekčního ošetření. Existuje několik možností, jak dezinfekci provést – expozice mezi parami dezinfekčního prostředku, vložení mezi filtrační papíry nasycené dezinfekčním prostředkem, postřik, nátěr aj. Důležité je dodržet koncentraci dezinfekčních roztoků, aby nedošlo k ohrožení památky a zároveň aby byla památka kompletně dezinfikovaná.<sup>(8)</sup> U transparentních papírů bychom měli zvážit, zda je opravdu nutné vystavovat památku vlhkosti.<sup>(3)</sup>

### 7.2.1. Dezinfekční přípravky

Nejpoužívanějšími chemickými dezinfekčními prostředky jsou alkoholy, zvláště butanol. Pro jeho účinnost je ale nutná přítomnost vody v podobě vodních par. Doporučuje se vystavit objekt na 48 hodin do klimatické komory, kde se nachází butanol se 4% vody při teplotě 25°C.<sup>(8)</sup>

Další dezinfekční prostředky u nás nejčastěji používané k lokálnímu ošetření jsou kvartérní amoniové soli – Ajatin a Septonex. Doporučuje se používat minimálně 2% vodné, či vodně-etanolové roztoky. Po ošetření je nutné jejich odstranění ve vodné lázni.<sup>(8)</sup>

## 7.3. Mechanické čištění

Transparentní papíry jsou extrémně citlivé i v případech bezpečného a šetrného uložení. Rozsáhlé rozměry a křehkost zároveň zvyšují poškození.<sup>(3,7)</sup>

Mechanickým čištěním se odstraňují povrchové nečistoty, kterým stačí mechanická síla k rozbití vazby mezi špínou a povrchem papíru. Tzn. hrubé nečistoty, prach, plísňové povlaky a další. K eliminaci hrubých nečistot se používají různé druhy štětců s různými druhy vlasů s ohledem na poškození a povrch papíru. Jemnější částičky prachu a drobné povrchové skvrny se dají odstranit



pomocí pryží a gum různých tvrdostí. V praxi se nejčastěji používají wishab, wollmaster, nebo prášková guma.<sup>(8)</sup>

#### 7.4. Ošetření pomocí vodných systémů



Obr. VII

**Stav po vodném ošetření perokresby na transparentním papíře**

Čištění mokrou cestou je postup značně složitější a vyžaduje zodpovědnější přístup. Voda je polární rozpouštědlo, které fyzikálně – chemickým způsobem reaguje s celou ošetřovanou soustavou nečistot a všech dalších složek papírového dokumentu.<sup>(8)</sup>

Transparentní papíry jsou velmi citlivé na ošetření vodou. Stupeň citlivosti závisí na druhu papíru. Např., pokud se jedná o silně impregnovaný papír, je více nepropustný ve vodě a tudíž rozměrově stálý.<sup>(2,6,7)</sup>

Poškození vzniklá v důsledku zvlhčení objektů jsou největším problémem u transparentních materiálů. Jakékoliv zvlhčení způsobuje velké rozměrové změny, a velké změny v mechanických vlastnostech. Ať už se jedná o zvlhčení ponořením, rozprášením vodného rozpouštědla, nebo vlhčením v klimatické komoře. Během vlhčení dochází k uvolňování napětí. To vede k deformacím v podobě vln, plošného kroucení, vrásek, které je celkem těžké napravit. Velmi obtížné je také najít způsob vyrovnání a sušení, při kterém by mechanické a fyzikální vlastnosti zůstávaly co nejméně změněny.<sup>(3)</sup>

Ošetřování vodnými systémy nevyhnutelně vede ke zvlhčení papíru. Ošetření ve vodném prostředí slouží několika účelům: vyloučení degradačních produktů celulózy, rozpustných kyselin, k regeneraci vodíkových můstků, hydrataci suchého papíru a eventuálně částečnému odkyselení. Pro odstranění skvrn, vyrovnání a spravení trhlin, děr a oděrků, ztrát papírové hmoty a zabránění křehnutí a lámaní papíru je nutné papír též zvlhčit. Dnes existuje několik metod zvlhčení, přesto nelze říct, jaký způsob je pro transparentní papíry nejlepší. Složení materiálů, poměr příměsí, způsob výroby a úpravy, a nakonec celkové vlastnosti transparentních papírů se od sebe velmi liší a záleží na místě a době vzniku, jak prokázalo mnoho předchozích studií. <sup>(2,3,4,7)</sup>

## **7.5. Metody vlhčení**

- Použití vodné páry vytvořené odpařováním, nebo ultrazvukem <sup>(2,4)</sup>
- Naložení mezi savé papíry, nebo Gore-Tex sendvič <sup>(2,6)</sup>
- Přímá aplikace vody rozprášením, nebo ponořením papíru <sup>(3)</sup>
- Zvlhčení pomocí odsávacího stolu <sup>(2,3,6,7)</sup>

Před použitím vodného ošetření je nutné vyzkoušet rozpustnost přítomných barev. <sup>(8)</sup>

Každé vlhčení způsobuje všem druhům transparentních papírů v menší či větší míře optické změny v průhlednosti a lesku. Některým papírům se může navrátit průhlednost aplikací impregnace damarovou pryskyřicí. Tento způsob úpravy ale není prověřený na všech druzích transparentních papírů. <sup>(1)</sup>

### **7.5.1. Použití vodného čištění pomocí páry vytvořené odpařováním**

Tento způsob vlhčení papírů je oblíbený, protože je velmi účinný a bezpečný. Papír je umístěn na několik minut do klimatické komory, ve které by mělo být vlhké klima o 90% vlhkosti. Zde dochází k zaplňování pórů v papíře vodou vlivem kondenzace vlhkosti v mikropórech a papír zvlhne. U některých transparentních papírů je tento způsob nevhodný, protože může docházet k rychlému kroucení vlivem nerovnoměrného zvlhčení ve větších pórech. Doba umístění papíru do klimatické komory je individuální. <sup>(2,4)</sup>

### **7.5.2. Zvlhčení pomocí savých papírů, nebo Gore-Tex sendviče**

V dostupné literatuře se nejčastěji cituje jako nejideálnější technika vlhčení v Goretexu. Jeho výhodou je, že propouští jen vodné páry a ne vodu v kapalně podobě. Sendvič je tvořen z navlhčeného materiálu (vlhký filtrační papír, nebo textilie), Gore\_tex, netkaná textilie a dokument a případně může být zatížen. Tímto způsobem je možné kontrolovat množství aplikované vlhkosti na citlivém papíře. <sup>(2,6,15,16)</sup>

Dokumenty můžeme vlhčit i způsobem uložení mezi navlhčené savé papíry a zatížit. Savé papíry jsou podle potřeby po několika minutách vyměňovány za nové. <sup>(7)</sup>

Vlhčení způsobem vztlínání vody kapilárami se u transparentních papírů nedoporučuje. <sup>(2,6)</sup>

### **7.5.3. Přímá aplikace vody rozprášením, nebo ponořením papíru**

Je vhodné, aby se papír před přímou aplikací do vody navlhčil rozprášením vody po ploše papíru, aby nedocházelo k předčasnému kroucení. V literatuře je např. doporučeno použití vodní lázně o teplotě 30 – 35° C: buď samotná voda, voda s 5% roztokem čpavku (pH vody 11), nebo voda s detergenty. Detergent se skládá ze 1,5 g sulfatovaného mastného alkoholu (namáčecí přípravek) 1 g tripolyfosfát sodný a 0,1 g karboxymetylcelulózy v 1l vody. Čpavek ve vodní lázni může redukovat žloutnutí papíru. <sup>(5)</sup>

Pro lokální čištění poškození na transparentních papírech je doporučováno způsobem přímého působení vody. Po aplikaci vody musí následovat stlačení za horka žehličkou. Tím se místo zvlhčení rychle vysouší a nedochází ke zvlhčení. <sup>(1,3)</sup>

#### **7.5.4. Vlhčení pomocí odsávacího stolu**

Někdy se u silně impregnovaných papírů doporučuje metoda vlhčení pomocí odsávacího stolu, kde se zároveň papír i vyrovná a mírně vysuší. U této metody by se mělo dbát na rovnoměrné vysoušení, při kterém nedochází k významnému kroucení a vzniku vrásek. <sup>(3)</sup>

#### **7.5.5. Ošetření pomocí organických rozpouštědel**

Organická rozpouštědla se používají k odstranění nečistot organického původu, jimiž mohou být tuky, vosky, staré laky, barevné skvrny a částečně i skvrny vzniklé činností plísní. <sup>(8)</sup> Transparentní papíry jsou velmi citlivé na ošetření organickými rozpouštědly více než ostatní papíry. Všechna rozpouštědla způsobují vlnění bez ohledu na to, o jaký druh papíru se jedná, nebo o jakou aplikační techniku jde. Dále u silně impregnovaných papírů může docházet po aplikaci organických rozpouštědel ke změně optických vlastností – stává se neprůhledným a snižuje se jeho lesk. <sup>(2,6,7)</sup>

Pro transparentní papíry platí tři různé způsoby ošetření organickými rozpouštědly – sáním, ponořením a způsobem sendviče. Používají se organická rozpouštědla jako je etanol, aceton a toluen. Vyvolávají menší deformace, než které působí voda. Etanol a aceton jsou celkem účinné na rozpouštění nečistot a působí jen malé změny. Etanol způsobuje snížení lesku a aceton neprůhlednost. Toluén nejméně poškozuje papír, ale má také nejmenší účinky na rozpuštění nečistot. <sup>(2,4)</sup>

#### **7.6. Odkyselení**

Kyselost papíru je stav tykající se vnitřní struktury papíru a nedá se výrazně omezit metodami preventivní péče. Pomůže pouze neutralizační zásah, likvidující všechny slabé i silné kyseliny a zanechávající dostatečnou alkalickou rezervu jako preventivní péči do budoucna. <sup>(8)</sup> Samotný proces vodného ošetření papíru ve vodní lázni sice též vyloučí kyseliny, ale nezajistí alkalickou rezervu, která

je pro další uchování památky velmi potřebná. Obvykle se používá pro transparentní papír odkyselení v čistém alkoholu, nebo ve směsi voda/alkohol. <sup>(6)</sup>

V literatuře se uvádějí jako ideální následující procesy:<sup>(6)</sup>

- 1,6% metoxymagneziummetylkarbonát – MMMK ve směsi metanol/freon. Tento způsob odkyselení se prokázal jako stabilní s minimálními změnami rozměrů, jase a průsvitností.<sup>(6)</sup>
- Hydrogenuhlíčitan hořečnatý. Nejlepší výsledky byly dosažené při použití 1% roztoku ve směsi 1:1 etanol/voda nebo 1:1 směsi metanol/voda. Došlo k dobrému odkyselení, a jen malým změnám v optických vlastnostech. Byly nicméně zaznamenány nepatrné rozměrové změny.<sup>(6)</sup>
- 1% hydroxid baria v metanolu. Přestože při této metodě nedochází k dobrému odkyselení a způsobuje to výrazné změny ve vlastnostech papírů (jas, průhlednost, rozměrové změny), je tento způsob v literatuře uváděn.<sup>(6)</sup>

Následující metody písemné zdroje nedoporučují: <sup>(6)</sup>

- 1% hydrogen uhličitán hořečnatý ve vodě: papír byl odkyselený, ale byly výrazné rozměrové změny<sup>(6)</sup>
- 0,15% borax v lihu: papír byl téměř neodkyselený<sup>(6)</sup>
- 1% octan hořečnatý ve vodě nebo alkoholu: odkyselení bylo neúčinné<sup>(6)</sup>
- Hydroxid vápenatý: neúčinné<sup>(3,8)</sup>

## 7.7. Doplnění ztrát hmoty



Obr. VIII

### Doplňování ztrát hmoty

V úvahách o nutnosti a míře restaurátorského zákroku je jedním z hlavních hodnotících kritérií zastavení degradaci. U mechanicky poškozených transparentních papírů to především znamená scelení trhlin a prasklin, aby se zastavilo jejich rozšiřování. Pokud je papír poškozený po celé ploše, nebo je papír už natolik slabý, že sám o sobě je nestabilní, můžeme jej doplnit podpůrnou podložkou po celé jeho ploše. <sup>(8)</sup>

Doplňovaná hmota by se měla podobat co nejvíce originálu – průhlednost, tloušťka, hydrostabilita a hygrostabilita. Vysprávky a originál se pokládají ve stejném směru vláken k sobě, 1-2mm přes okraj a na krátkou dobu se nechávají doschnout pod závažím. Kompletní chybějící místa se doplňují tónovaným transparentním papírem se stejnými, nebo alespoň podobnými vlastnostmi jako originál, aby nedocházelo k deformacím ve spojích při dalších manipulacích. Je lepší použít techniku hrana na hranu, dochází tak k menšímu pnutí v ohybech. <sup>(6,7)</sup>

Další pomocnou metodou je strip-lining na objektu. Pomocné materiály pro strip-lining na transparentních papírech jsou připravené z pryskyřičných adheziv, které můžeme aktivovat teplem. V předchozích metodách před rokem 1970 se používala PVA disperze na Reemay papíře<sup>6</sup> (Wolf a Hoffenk de Graaf 1982), PVA na polyesterové tkanině (Jirat-Wasiutynski 1980) BEVA 371 na hedvábných podložkách (Yates 1984), BEVA 371 na japonském papíře (Stone 1987, Cook, Dennin 1994) a Klucel G na japonském papíře (Flieder 1988, Page 1997). <sup>(7)</sup>

---

<sup>6</sup> Reemay papír – má hladší podložku než Hollytex. Je velmi porézní a proto propouští vodu. Hollytex není tak vhodný, protože se objekt nepřilepí k podložce tak snadno, i když bude přitlačený štětcí.

## 7.8. Metody sušení a vyrovnání



Obr. IX

### Sušení transparentního papíru na odsávacím stole

Důležitým krokem po všech vodných ošetřeních transparentních papírů, je jejich vyrovnání a sušení. Obě tyto techniky též vyžadují citlivý přístup, neboť v papíře dochází během restaurátorských procesů k tvarovým změnám. A pokud nebudeme postupovat opatrně, mohlo by dojít k deformacím, které mohou být i nevratné. Transparentní papíry mají sklony k rozměrovým změnám při sušení a ke změnám v optických a mechanických vlastnostech. Mohlo by dojít ke ztrátě průhlednosti, lesku, mohou se tvořit vlny, krabatění a dokonce i trhliny.<sup>(7,13,14,15)</sup>

Existuje několik metod, kterými se dají transparentní papíry vysušit a vyrovnat tak, aby nedošlo k jejich poškození.

- Sušení a vyrovnání pod závažím, lisováním<sup>(2,3,7)</sup>
- Sušením v Gore\_texovém sendviči<sup>(2,7)</sup>
- Sušení a vyrovnání na odsávacím stole<sup>(2,7)</sup>
- Vyrovnání a sušení na plexiskle<sup>(15,18)</sup>

#### 7.8.1. Sušení a vyrovnání pod závažím

Papíry jsou umístěné do lisu v podobě sendviče. Na dřevěnou desku je položena savá textilie, na ní několik savých papírů a podložka z netkané polyesterové textilie (netex, hollytex, Reemay). Na takto připravené místo uložíme ošetřený mokrá papír a vrstvy v opačném sledu opakujeme. Žádná s pomocných vrstev by neměla být menší než originální objekt. To vše se umístí na několik minut do

lisu. Po 20 minutách by se měli vyměňovat pomocné podložky za suché, dokud objekt nebude zcela suchý. Vyrovnání papírů mezi savými papíry způsobuje silné vrásky a rýhy, nebo silné stlačení, a tím zeslabení papírové podložky.<sup>(7)</sup>

### **7.8.2. Sušení v Gore\_texovém sendviči**

Pro lokální místa a menší objekty je dobré sušení a vyrovnání způsobem Gore\_tex sendviče. Papíry jsou umístěné do Gore\_tex sendviče se savými papíry na 5 – 20 minut a dle potřeby se savé papíry vyměňují.<sup>(2,7)</sup>

### **7.8.3. Sušení a vyrovnání na odsávacím stole**

Na odsávacím stole dochází k odsávání přebytečné vody z papírové podložky. Sušením na odsávacím stole a dosušením v lisu dochází v mnoha případech k deformacím v podobě vrásek, vln a rozměrovým změnám vlivem nerovnoměrného sušení a vyrovnání během odsávání. Na některých transparentních papírech dochází ke změnám ještě po 2 týdnech po sušení.<sup>(2,3,4,6,7)</sup>

### **7.8.4. Sušení a vyrovnání na plexiskle**

Výsledky vyrovnání a sušení na plexiskle po několik dní literatura neuvádí, avšak podle restaurátorské dokumentace<sup>(18)</sup>, se tento způsob sušení dosud ukázal jako nejlepší.



## **7.9. Další postupy při restaurátorském zásahu**

Další postupy při restaurátorském zásahu obsahují už jen rozhodnutí o umístění do paspart, nebo jiných způsobech uchování originálu před dalšími poškozeními při manipulaci. Některá díla mohou vyžadovat i retuše. Tyto finální kroky musí být konzultovány se zadavatelem a majitelem děl. Restaurátor by měl dokázat vysvětlit problematiku spojenou s uchováním a ochranou těchto citlivých materiálů jak majitelům, tak i institucím, kde jsou díla uchovávána. Zatím ještě nebyly publikovány studie s touto problematikou. <sup>(7,8)</sup>

## 8. POMOCNÉ ANALÝZY

V této kapitole se jen krátce zastavíme u metod průzkumu a analýz, které umožňují získat bližší informace o transparentních papírech.

### 8.1. Měření pH

Nezbytná metoda pro jakékoliv restaurování papíru, a proto se využívá i pro transparentní papíry.<sup>(4)</sup>

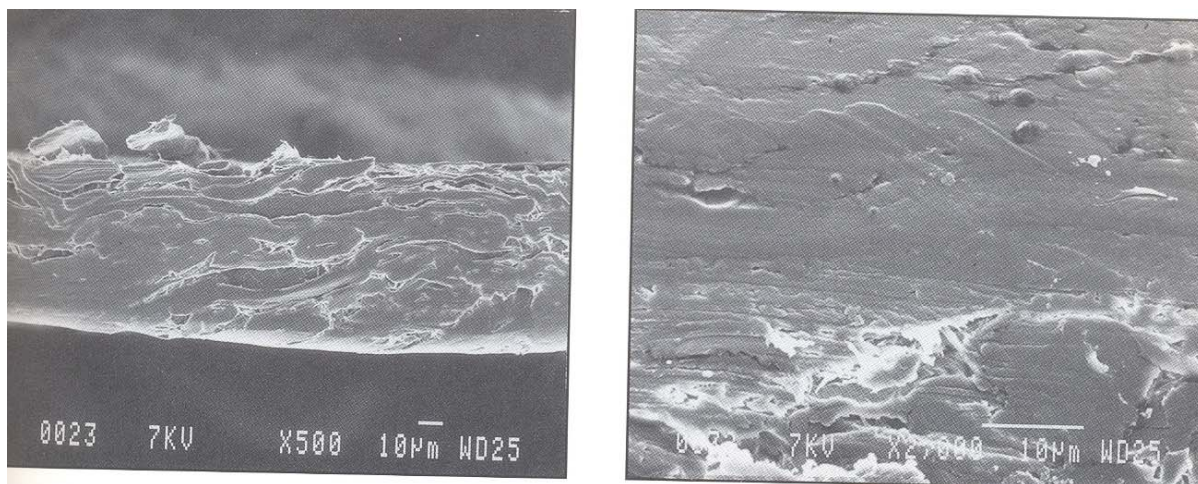
Kyselost papíru se měří před, během celého průběhu a po restaurování. Většinou se měří na stejných místech po celou dobu restaurování. Měří se dotykovou elektrodou zvlhčenou destilovanou vodou.<sup>(4,8)</sup>

### 8.2. Optická mikroskopie

Při optické mikroskopii se používá procházející a dopadající osvětlení ve viditelné oblasti, osvětlení v UV oblasti a pozorování v polarizovaném světle. Jedná se o pomocnou metodu pro analýzu vláken a poškození.<sup>(4)</sup>

### 8.3. Rastrovací elektronová mikroskopie

Pomocná analýza se používá pro určení typu vláken a jejich poškození.<sup>(4)</sup>



Obr. X

Vlákna transparentních papírů pod REM

## 9. ZÁVĚR

Na počátku, kdy tato práce vznikala, to vypadalo, že literatura k transparentním papírům zatím neexistuje ani v české ani v zahraniční odborné oblasti. V odborných knihách a časopisech se o transparentních papírech moc nepíše, a když už, tak jen velmi krátce a stručně. Existuje však několik málo prací, které se zabývají výhradně informacemi o transparentních papírech.

Dostupná literatura byla tedy přeložená a zpracovaná. Bylo náročné docílit správných překladů a pochopení, které se týkaly odborného názvosloví, aby vše dávalo smysl. V této práci jsou transparentní papíry hlavně popisovány z hlediska jejich historie a složení.

V několika případech se v dostatečném množství literatura zmiňovala o provedených průzkumech na složení a vlastnostech transparentních papírů, což je zde též zpracované. Prováděly se zkoušky na degradační vlastnosti, na změny ve vlastnostech lesku, transparentnosti, hladkosti a na změny v deformacích vlivem různých faktorů. V každém případě zde bylo upozorňováno, že se všechny tyto výsledky týkají jen konkrétních zkoumaných případů, a že to rozhodně nezahrnuje kompletní pohled na všechny druhy transparentních papírů. Stejně tak zde zmiňované přístupy k restaurování transparentních papírů nejsou návodem, ale jen informací, jak se k tomuto problému přistupovalo a jaké to přineslo výsledky.

Bylo by velmi podnětné v budoucnu navázat na tuto práci a zároveň rozšířit stávající informace o průzkumy v chování transparentních papírů jako celku. Zabrat tak celou oblast druhů papírů vzniklých v určitých časových úsecích a místech. Též by bylo dobré najít, nebo sehnat více dostupných restaurátorských dokumentací, které se týkají transparentních papírů, abychom si mohli udělat větší a určitější představu o zkušenostech získaných při restaurování.

## 10. SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

- **Obr. I** – Role s transparentním papírem v továrně, [www.schoellershammer.de](http://www.schoellershammer.de)
- **Obr. II** – Role s transparentním papírem z nabídkového katalogu na našem trhu, [www.apropo.cz](http://www.apropo.cz)
- **Obr. III** – Perokresba na transparentním papíře, fotodokumentace stavu před restaurováním, restaurátorská dokumentace Kateřina Neslerová, ateliér UDP na FRUPce
- **Obr. IV** – První zakladatelé německé firmy na výrobu transparentním papírů, [www.schoellershammer.de](http://www.schoellershammer.de)
- **Obr. V** – Degradace transparentním papírů, restaurátorská dokumentace, <http://aic.stanford.edu/sg/bpg/annual/v02/bp02-02.html>
- **Obr. VI** – Transparentní papíry s perokresbou, fotodokumentace stavu před restaurováním, restaurátorské dokumentace, <http://aic.stanford.edu/sg/bpg/annual/v02/bp02-02.html>, a restaurátorská dokumentace, Kateřina Neslerová, ateliér UDP na FRUPce
- **Obr. VII** – Transparentní papíry s perokresbou, fotodokumentace stavu při ošetření vodnými systémy, <http://aic.stanford.edu/sg/bpg/annual/v02/bp02-02.html>
- **Obr. VIII** – Transparentní papíry s perokresbou, fotodokumentace stavu při doplňování ztrát hmoty, <http://aic.stanford.edu/sg/bpg/annual/v02/bp02-02.html>
- **Obr. IX** – Transparentní papíry s perokresbou, fotodokumentace stavu při rovnání a vysoušení na odsávacím stole, Restaurátorská dokumentace, Kateřina Neslerová, ateliér UDP na FRUPce
- **Obr. X** – Vlákná transparentních papírů pod REM, Dianne van der Reyden, Christa Hoffmann a Mary Baker, *Účinky rozpouštědel na transparentní papíry*, Konference o papírech: Manchester 1992, Sheila Fairnass. Leight, U. K. Institute of Paper Conservation

## 11. LITERATURA A PRAMENY

### 11.1. Seznam literatury

1. Claude Laroque, *Historie a analýzy transparentních papírů*, str. 19 - 32
2. Dianne van der Reyden, Christa Hoffmann a Mary Baker, *Účinky rozpouštědel na transparentní papíry*, Konference o papírech: Manchester 1992, Sheila Fairnass. Leight, U. K. Institute of Paper Conservation, (str. 234 – 245)
3. Dianne van der Reyden, Christa Hoffmann a Mary Baker, *Účinek na 3 vlhčících, vyrovnávacích a sušících technikách na vlastnosti optické a mechanické na nových a starých transparentních papírech*, Konference o papírech: Manchester 1992, Sheila Fairnass. Leight, U. K. Institute of Paper Conservation (str. 247 – 256)
4. (ibidem str. 388 – 395)
5. F. Flieder, B. Guineau, C. Laroque, B. Liehard a P. Richardin, *Analýzy a restaurování starých transparentních papírů*, Centre de recherches sur la conservation des documents graphiques, 75005, Paris, France
6. Konstanze Bachmann, *Ošetření transparentních papírů*, Cooper-Herwitt Muzeum
7. Hildedegard Moburger a Barbara Korbel, *Architektonické kresby na transparentních papírech*
8. Michal Ďurovič a kolektiv, *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, Paseka 2002, ISBN 80-7185-383-6, str. 18, (str. 200 – 249)
9. (ibidem str. 264 – 265)
10. Doc. Ing. Lidmila Bartovská, doc. Ing. Marie Šišková, CSc., *Fyzikální chemie povrchů a koloidních soustav*, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze 2002, ISBN 80-7080-475-0, IV. vydání, (str. 155)
11. Prof. Ing. Jiří Zelinger, DrSc, Ing. Michal Brabec, Ing. Tomáš Friče. CSc., Ing. Eva Šimůnková, *Konzervace pergamenu a jeho uložení*, Národní knihovna v Praze, Praha 1992, (str. 16a 17.)

## 11.2. Prameny

12. Osobní korespondence s firmou Schoellershammer, Elke Bachinger, Papier fabrik Schoellershammer, Heinr.Aug. Scholler Sohne GmbH &Co. KG, Kreuzauer Str. 18, D – 52355Durren
13. [www.schoellershammer.de](http://www.schoellershammer.de)
14. [www.apropo.cz](http://www.apropo.cz)
15. <http://aic.stanford.edu/sg/bpg/annual/v18/bp18-06.html>
16. <http://aic.stanford.edu/sg/bpg/annual/v02/bp02-02.html>
17. Pergamen-přednáškové skripto, Ing. Alena Hurtová
18. Restaurátorská dokumentace, Kateřina Neslerová, *Paузovací papír*, Fakulta Restaurování, ateliér restaurování a konzervace uměleckých děl na papíře a relativních materiálech, 2007