

Univerzita Pardubice

Fakulta restaurování

**Srovnání vlastností laminačních fólií
Beva 371 a Filmoplast R**

Bakalářská práce

2009

Autorka práce: Irena Homolová

Vedoucí práce: Ing. Alena Hurtová

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 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

Irena Homolová

Poděkování:

Ráda bych poděkovala hlavně Ing. Aleně Hurtové za odborné vedení a pomoc při řešení problémů během vypracování bakalářské práce a také Mgr. art. Veronice Kopecké za cenné rady a připomínky. Mé další poděkování patří pracovníkům oddělení č. 10 v Národním archivu v Praze a Ústavu chemie a technologie makromolekulárních látek v Pardubicích za pomoc s technologickou částí práce.

Souhrn

Metoda tepelné laminace papíru je nevodnou formou skeletizace, která se využívá především při konzervaci dokumentů novodobého charakteru. Tato bakalářská práce se zaměřila na srovnání vlastností termoplastických fólií Beva 371 a Filmoplast R, které lze při této metodě využít.

Cílem teoretické části práce bylo shromáždit nejdůležitější dostupné informace týkající se těchto materiálů. V experimentální části byly sledovány mechanické, optické a chemické vlastnosti fólií jednostranně nalaminovaných na pěti různých druzích papíru a podrobených procesům urychleného stárnutí.

Klíčová slova: Laminace papíru, skeletizace, konzervace, dokumenty, termoplastické fólie, Beva 371, Filmoplast R, urychlené stárnutí

Abstract

The method of the heat-seal lamination of paper is non-aqueous form of consolidation which is used mainly for conservation of recent character documents.

This bachelor work is focused on the comparison of the qualities of heat-set tissues Beva 371 and Filmoplast R, which may be used by this method.

The goal of the theoretical part was to assemble the most important available information concerning these materials. Mechanical, optical and chemical quantities of one-side laminated films on the five various types of paper and subjected processes of accelerated aging were observed in the practical part.

Keywords: Lamination of paper, consolidation, conservation, documents, heat-set tissues, Beva 371, Filmoplast R, accelerated aging

OBSAH

1. Úvod	9
2. Teoretická část	11
2.1. Metoda laminace papíru	11
2.1.1. Tepelná laminace	11
2.1.2. Studená laminace	13
2.2. Historický vývoj laminačních metod	14
2.3. Chemická podstata termoplastických lepidel	17
2.4. Termoplastická fólie Beva 371	18
2.4.1. Vynález	18
2.4.2. Chemické složení	19
2.4.3. Základní charakteristiky	21
2.4.4. Výsledky průzkumů	23
2.5. Termoplastická fólie Filmoplast R	27
2.5.1. Chemické složení	27
2.5.2. Základní charakteristiky	28
2.5.3. Výsledky průzkumů	29
3. Experimentální část	31
3.1. Základní charakteristika a přehled použitých materiálů	31
3.2. Příprava vzorků	33
3.2.1. Laminace fólií Beva 371	33
3.2.2. Laminace fólií Filmoplast R	33
3.2.3. Vystavení vzorků urychlenému stárnutí	34
3.3. Metody průzkumu	35
3.3.1. Stanovení tržného zatížení	35
3.3.2. Stanovení optických vlastností	35
3.3.2.1. Stanovení bělosti	35
3.3.2.2. Stanovení opacity	35
3.3.2.3. Stanovení barevnosti	36
3.3.3. Stanovení pH vodného výluhu	37
3.3.4. Zkoušky odstranitelnosti	37
3.3.4.1. Delaminace za tepla	38

3.3.4.2. Delaminace chemickou cestou	38
4. Výsledky a diskuse	40
4.1. Naměřené hodnoty	40
4.2. Novinový papír	51
4.2.1. Síla potřebná k přetržení	51
4.2.2. PH vodného výluhu	52
4.3. Kancelářský papír	54
4.3.1. Síla potřebná k přetržení	54
4.3.2. Optické vlastnosti	55
4.3.2.1. Bělost	55
4.3.2.2. Opacita	56
4.3.3. PH vodného výluhu	57
4.4. Ruční papír	58
4.4.1. Síla potřebná k přetržení	59
4.4.2. Optické vlastnosti	60
4.4.2.1. Bělost	60
4.4.2.2. Opacita	61
4.4.3. PH vodného výluhu	62
4.4.4. Odstranitelnost	63
4.5. Chromatografický papír Whatman	64
4.5.1. Síla potřebná k přetržení	64
4.5.2. Optické vlastnosti	65
4.5.2.1. Bělost	65
4.5.2.2. Opacita	66
4.5.3. PH vodného výluhu	67
4.6. Pauzovací papír	69
4.6.1. Optické vlastnosti	69
4.6.1.1. Bělost	69
4.6.1.2. Opacita	70
4.7. Odstranitelnost	72
4.7.1. Delaminace fólie Beva 371	72
4.7.2. Delaminace fólie Filmoplast R	73
4.8. Praktické zkušenosti s aplikací fólií Filmoplast R a Beva 371	74

5. Závěr.....	75
6. Poznámkový aparát	77
7. Literatura	82
8. Prameny	84
9. Obrazové přílohy	
10. Textové přílohy	

1. Úvod

Tato práce si klade za cíl srovnání dvou různých materiálů, kterými jsou Beva 371 a Filmoplast R, a vyhodnocení výhod a nevýhod jejich použití v praxi v rámci restaurování uměleckých děl na papíře. Zaměříme se na zkoumání vlastností těchto produktů ve formě termoplastických fólií, protože se z hlediska praktického využití jeví jako nejvýhodnější.

Fólie Beva 371 o tloušťce 25 μ m je s úspěchem využívána v ateliéru restaurování uměleckých děl na papíru, na Fakultě restaurování – Univerzity Pardubice. Zde se používá ke zpevnění některých novodobých důlních plánů na transparentním papíru, kde by bylo použití vodného procesu rizikové a také z důvodu dobré reverzibility této fólie i slabšími rozpouštědly.

Rozhodli jsme se proto ověřit zda je tento materiál vhodný i na jiné druhy papírové podložky a srovnat ho s již dlouho známým Filmoplastem R, který je schválen pro používání a k opravám archivních papírových dokumentů.

Přestože se v obou případech jedná o syntetické termoplastické adhezivum, je jejich složení založeno na rozdílné bázi, z čehož vyplývají i rozdílné vlastnosti.

Zatímco Beva je směsí EVA kopolymeru, cyklohexanonové pryskyřice a parafinu, tak složení Filmoplastu R je na bázi polyakrylátové disperze.

S použitím těchto materiálů při konzervaci papíru je spojena řada námitek. Za prvé jde o nedostatek informací týkajících se změn, které by u nich nastaly po dlouhodobém procesu stárnutí a možnost, že by mohly trvale narušit fyzikální a chemickou strukturu díla vlivem své degradace. Dále fakt, že tato lepidla obsahují různá aditiva, jejichž efekt také není dosud úplně známý. Také tepelné namáhání originálu a použití organických rozpouštědel by mohlo mít na papírovou podložku negativní dopad. S jejich použitím při konzervaci nastává často i etický problém, a proto bývá laminace doporučována pouze ke konsolidaci novodobých papírových podložek.

Tato práce je rozdělena na dvě základní části. V první teoretické části jsou popsány základní informace o technice laminování papíru a o historii syntetických materiálů, které se k této metodě dříve využívaly. Dále jsou zde charakterizovány základní vlastnosti testovaných fólií, jejich chemické složení a vlastnosti jednotlivých složek.

Tato část také obsahuje zpracování výsledků z vybraných průzkumných projektů uskutečněných českými i světovými restaurátorskými institucemi, které se touto problematikou zabývaly.

Ve druhé experimentální části je nejprve popsána příprava vzorků pěti druhů papírů, které byly jednostranně nalaminovány fóliemi Beva 371 a Filmoplast R. Dále jsou zde popsány typy urychlených stárnutí, kterým byly vzorky podrobeny před samotným měřením. V další kapitole jsou vyhodnocena jednotlivá měření optických, chemických a mechanických vlastností vzorků s příloženými názornými grafy a tabulkami. V závěru jsou shrnuty výsledky, které vyplynuly z jednotlivých měření.

2. Teoretická část

2.1. Metoda laminace papíru

Laminace papíru je nevodnou formou skeletizace, která je doporučována ke konsolidaci v případech, kdy došlo u dokumentu k degradaci vysokého stupně, a i použité médium barevné vrstvy nebo složení papíru vylučuje použití lepidel na vodné bázi. Jedná se o metodu, která pracuje s polymerní lepivou složkou v podobě fólie, nebo laminační fólie, tj. polymerní lepivé vrstvy, která spolu se skeletizační podložkou vytvoří novou nosnou kostru pro originální podložku. Laminace se dělí podle metody aktivace lepivé polymerní složky na laminaci za studena a za tepla. S většinou fólií lze pracovat oběma způsoby. Pokud se rozhodujeme pro některou z laminačních metod, měly bychom brát v potaz odolnost objektu a jeho barevné vrstvy vůči teplu nebo rozpouštědlům používaným k aktivaci lepidla.¹

Laminační fólie lze také aplikovat jednostranně nebo oboustranně. Pokud zvolíme oboustrannou laminaci, je nutné listiny nejprve vysušit, dezinfikovat a odkyselit. Laminační fólie jsou sice paropropustné, ale na vlhkost reagují jinak než dokument. Při klimatických změnách proto dochází k namáhání, deformacím a v extrémních případech až k rozštěpení oboustranně laminovaného papíru. Proto se v tomto případě doporučuje oboustranné přetažení fólií o několik milimetrů přes okraj dokumentu.²

2.1.1. Tepelná laminace

Metoda je založena na principu tepelné aktivace polymerního filmu, který po natavení vytvoří pevné spojení mezi originálem a zpevňujícím materiálem. Celoplošné zpevnění metodou tepelné laminace se doporučuje především pro konzervaci velmi poškozeného, novodobého archivního materiálu tzn. strojových dřevitých papírů. Je to rychlá a efektivní metoda, a proto se využívá hlavně pro hromadnou konzervaci velkého množství archiválií v knihovnách a archivech.

Obecně není doporučována pro restaurování historických uměleckých děl na papíru z důvodu nutnosti tepelného namáhání originálu, špatné dekonzervovatelnosti a změny charakteru originálu.

Ošetření se provádí většinou celoplošně z jedné strany, ale je možné i oboustranné zatavení dokumentů. Pokud poškození nezasahuje celou podložku, je možné použít laminační fólie také na lokální vysprávkky. Fólie se aplikují na rubovou stranu díla nebo u písemných dokumentů na méně popsanou stranu.³ Nosičem polymerní adhezivní vrstvy jsou nejčastěji japonské papíry jejichž gramáž se volí úměrně s ohledem k charakteru a poškození originálu.

Laminaci lze provádět ručně vyhříváním špachtlí, žehličkou, na vakuovém nažehlovacím stole, nebo využít strojový laminátor. Vhodnou metodu volíme podle typu fólie, velikosti podlepu a typu laminace (oboustranná nebo jednostranná).

Existují dva základní typy strojových laminátorů – lisový laminátor a bubnový.

Při použití lisového laminátoru se dokument s přiloženou fólií z jedné nebo z obou stran opatří separační vrstvou ze silikonového papíru. Následně se tento sandwich vloží mezi dvě tepelně odolné lepenkové desky a na krátkou dobu (asi 1min) zalisuje mezi vyhřátými kovovými deskami laminátoru, kde se laminovaný systém spojí. Teplota vyhřívání desek je regulovatelná.

Bubnové laminátory se častěji používají při oboustranné laminaci, kdy mezi vyhříváními silikonovými válci procházejí nepřetržitě dvě fólie opatřené termoplastickou vrstvou. Mezi ně se vkládají dokumenty a z válců vycházejí již jako zalaminovaný pás, který se rozstřihá dle potřeby. Lze regulovat jak teplotu válců, tak rychlost posuvu fólií.⁴

V případě jednostranné laminace na bubnovém laminátoru je nutné dokument s přiloženou fólií vložit do separační vrstvy ze silikonového papíru, aby nedošlo k přichycení k válcům.

2.1.2. Studená laminace

Pro studenou laminaci se používají jak průmyslové tak i samostatně vyráběné fólie, které jsou aktivovatelné rozpouštědly, nejčastěji alkoholovými roztoky.

V České republice si laminační fólie restaurátoři dříve připravovali sami z lepidla na bázi polyvinylacetátové disperze Duvilax BD 20 a polyakrylátové disperze Sokrat 6492, která se používá dodnes.

K disperzi se přidává také díl Tylosy MH 300 a uhličitan hořečnatý, který dodává směsi alkalickou rezervu. Filmy z disperzí jsou ovšem obtížně dekonzervovatelné, a proto se dává přednost japonským papírům, které jsou impregnované pravým roztokem polymeru. U dotýkajících se listů laminovaných disperzí Duvilaxu také docházelo k jejich slepování při dlouhodobém kontaktu a zvýšeném tlaku (hlavně v přeplněných archivních a knihovních regálech).^{5,6.}

2.2. Historický vývoj laminačních metod

Prvními a zároveň také nejdéle používanými syntetickými materiály, které se dosud využívaly k tepelné laminaci při konzervaci papíru byly acetáty celulózy – polyvinylacetát a polyvinylchlorid.

Během 30. let 20. stol. byly využívány pouze k výstavním účelům. Od roku 1936 se ovšem začaly používat i k restaurování papíru v knihovnách a archivech. Proces měl totiž tu velkou výhodu, že jím mohli být zpevňovány i dokumenty, u kterých bylo vyloučené použití lepidel na vodné bázi.

Touto metodou se zabýval restaurátor W. Barrow a zjistil, že před laminací je nutné dokumenty nejprve odkyselit, tak aby získaly i alkalickou rezervu a odkyselení se tak stalo standardní součástí tohoto procesu. Od čtyřicátých let také začal používat nový typ laminačního stroje jako levnější a efektivní metodu a náhradu za do té doby používaný párový, hydraulický lis. Tento laminační stroj pracoval na principu regulovatelných záhřevných kovových desek, kde se nejprve film nechal roztavit a následně byl projetím mezi dvěma válci spojen s dokumentem.⁷

V roce 1959 uskutečnil National Bureau of Standards ve Spojených státech studii ohledně použití celulóзовých acetátů z hlediska konzervace papíru, kdy byla stanovena řada nutných požadavků a specifikací na složení filmu.

Na počátku 50. let byla v národním archivu v Indii vyvinuta alternativní metoda laminace založená také na použití acetátů celulózy. Použití této metody ovšem nevyžadovalo složité přístrojové vybavení. V tomto případě byl dokument proložen mezi filmem z acetátu celulózy a tenkého papíru a lepicí vlastnost filmu je aktivována aplikací rozpouštědla namísto tepla. Obě strany dokumentu jsou zvlhčeny acetonem a nakonec se celý sandwich zatíží, aby se film nesmrštil. Tato metoda byla výhodná pro dokumenty, které byly opatřeny např. slepými pečetěmi. Proces byl ale obtížně kontrolovatelný a nebezpečný kvůli použití velkého množství hořlavého rozpouštědla.⁸

S větší dostupností dalších syntetických polymerů používaných pro průmyslové účely se objevily nové možnosti pro jejich využití i v restaurátorství. Byly vyvíjeny nové laminační systémy, které nevyžadovaly nákladné vybavení.

Mnohé z těchto systémů využívaly podklad, který byl předem potažený vrstvou adheziva, takže samotná aplikace již vyžadovala pouze teplo a tlak. Začaly se používat rozličné procesy, ale velká část z nich nebyla podrobena důkladnému testování a proto nebyly vhodné pro restaurátorské účely.⁹

Společnost Moran Plastic v Anglii představila laminační film z diacetátu celulózy potažený akrylátovou pryskyřicí. Byl známý jako „Morane“ a mohl být nažehlen k dokumentu na laminátoru nebo pomocí žehličky.

Další londýnská společnost Public Record vynalezla systém laminace, který byl nazván „Postlip-Duplex“. Jednalo se o provedení odkyselení dokumentu a laminace v jednom kroku, bez nutnosti odkyselování ve vodné lázni. Jemný papír z alfacelulózy byl potažen polyvinylacetátovou pryskyřicí ke které byl přidán octan hořečnatý k odstranění kyselosti.

Jiná metoda na vodné bázi nazvaná „Sundexing“ používala transparentní papír, který byl k dokumentu přilepen karboxymethylcelulózou. Ke slepení došlo stejně jako u předchozích metod po stlačení a zahřátí v laminátoru.

Nový typ laminační fólie tzv. Mipofolie na bázi polyvinylchloridu byla vyvinuta v Německu v šedesátých letech. Jeden z nejvíce odstrašujících případů toho, jaká důvěra byla v této době vkládána do nových syntetických materiálů je právě použití Mipofolie při restaurování nejstaršího belgického Kodexu Eyckensis ze 7. nebo 8. stol.

Nejenže se již fólii nepodařilo zcela odstranit, ale listy kodexu silně zdegradovaly působením velké kyselosti a došlo k jejich zhnědnutí.

V roce 1972 začala společnost Ademco Limited spolupracovat s knihovnou v Indii a vyvinula fólii Lamatec – další v řadě polyvinylacetátových laminačních filmů.¹⁰

Ve stejném roce nastal zlom a konzervační oddělení Library of Congress ve Washingtonu varovalo před touto metodou laminace a doporučovalo ji zakázat, dokud nebudou laminační materiály podrobeny rozsáhlejšímu testování. Pracovníci knihovny zjistili, že mnoho dokumentů, které byly laminovány pomocí acetátů celulózy, zkřehly, popraskaly a došlo k jejich odbarvení. Jako alternativa laminace bylo navrženo vakuové zatavení dokumentů.

Promatco byla další fólie, která se skládala z netkané nylonové textilie potažené po jedné straně filmem z akrylátové pryskyřice.

V následujících letech byly postupně acetáty celulózy nahrazovány za polyetylen, což je velmi stabilní polymer. Také polyetylen je nutné aplikovat za tepla a tlaku, kdy dojde ke vtlačení polymeru do vláknité struktury papíru. Jediné možné odstranění této látky je rozpouštění v zahřátém organickém rozpouštědle.

V dnešní době jsou pro laminaci upřednostňovány fólie na bázi polyakrylátů.

Dosud žádná z těchto metod nedosáhla mezinárodního uznání a nebyla schválena jako ideální pro restaurátorské účely. Různé instituce ve světě, zabývající se restaurováním, si v průběhu času osvojily používání různých materiálů a metod hlavně v závislosti na svých vlastních zkušenostech a požadavcích. Zdá se také, že různé metody laminace papíru nejsou většinou používány mimo země svého původu.¹¹

2.3. Chemická podstata termoplastických lepidel

Složení laminačních adheziv je na bázi vysokomolekulárních polymerů – tzv. termoplastů. Termoplast je plastický, deformovatelný materiál, který se teplem taví a po ochlazení beze změny struktury nabývá původních vlastností. Tento cyklus lze opakovat. Většina termoplastů jsou vysokomolekulární polymery, jejichž řetězce mezi sebou interagují slabými van der Waalsovými silami, silnějšími dipólovými interakcemi a vodíkovými vazbami nebo π - π interakcemi mezi aromatickými kruhy. Opakem termoplastů jsou termosety (reaktoplasty), které po termickém vytvrzení již nelze zpracovávat teplem.^{12,13}

Obecně se tato adheziva skládají ze základního polymeru jako je polyvinylacetát (PVA), polyvinylchlorid (PVC), polyetylen (PE), polymethylmetakrylát (PMMA), nebo kopolymer etylen/vinyl acetátu (EVA). Další složkou bývá změkčovač, obvykle ftalát jako je dibutyl ftalát nebo dicyklohexyl ftalát. Změkčovač slouží jako rozpouštědlo, které udržuje řetězce polymeru od sebe a tak dodává materiálu větší pružnost. Do směsi se přidává také malé množství látek, které lepidlu dodávají větší lepivost. U tohoto typu lepidel se jedná zpravidla o látky na bázi přírodních nebo syntetických pryskyřic. Součástí lepidel jsou také antioxidanty nebo stabilizátory sloužící ke zvýšení trvanlivosti produktu a fungicidy jako ochrana proti mikrobiálnímu napadení.

Odborníci, kteří se zabývali zkoumáním různých adheziv určených k laminaci se shodují v tom, že jejich detailní složení není možné zjistit ani od výrobců ani od prodejců a ve specifikacích patentů jsou uvedeny jen základní látky.¹⁴

2.4. Termoplastická fólie Beva 371

2.4.1. Vynález

V roce 1967 zahájil restaurátor Gustav Berger v New Yorku výzkumný program zaměřený na voskopryskyřičná adheziva určená k rentoalážím a tento výzkum vyústil objevem roztoku Bevy 371. Byla vyvinuta řada preparátů, které byly kombinací etylen-vinyl acetátových pryskyřic s různými vosky a ketonickými pryskyřicemi. Poté co byly tyto směsi podrobeny urychlenému tepelnému a světelnému stárnutí, byly studovány účinky různých příměsí na ovlivnění síly adheze, sklonu k síťování atd. a jako nejlepší varianta bylo vybráno adhezivum Beva 371. Název BEVA je odvozený od jména vynálezce a hlavní složky lepidla - Berger Ethylene Vinyl Acetate.

Navazující na úspěch původního produktu ve formě roztoku, byly vyvinuty další produkty, včetně Beva filmu v roce 1970. K rozšíření adheziva i do Evropy došlo až v 80. letech.¹⁵ Během vývoje Beva filmu Berger uvedl, že tento film by mohl usnadnit aplikaci a odstranění adheziva z křehkých textilií a papíru bez nutnosti impregnace rozpouštědly a tvorby skvrn.

Přestože původně byly produkty Beva chápány v kontextu s restaurováním obrazů na plátně, časem se jejich použití začalo uplatňovat i při restaurování kůže, usně, papíru, trojrozměrných textilních objektů apod.

Během vývoje roztoku Beva 371, byla pod vedením Bergera prováděna řada testů na sílu adheze, kompatibilitu, reverzibilitu a odolnost vůči stárnutí v souladu se zamýšleným použitím při restaurování maleb, s pozitivními výsledky. Mechanické vlastnosti adheziva byly charakterizovány odolností vůči sloupnutí, roztržení a odolností v přehýbání. Testy byly provedené na přirozeně i uměle zestárlých vzorcích. Tyto vzorky také srovnával se zestárlými vzorky běžných adheziv používaných při dublování obrazů. Po zhodnocení testů Berger uvedl, že by k síťování adheziva nemělo dojít ani po delší době (pokud se používá správně), a mělo by být snadno odstranitelné i z křehkých materiálů aniž by je poškodilo nebo tvořilo skvrny.¹⁶

2.4.2. Chemické složení

Jedná se o směs odvozenou od klasické voskopryskyřičné směsi používané při rentoaláži, kde jsou však hlavní složky nahrazené jejich syntetickými ekvivalenty.

Každá ze zastoupených složek má svůj specifický účel a dodává směsi určité vlastnosti.¹⁷

Na katedře chemie Queen's University v Kanadě bylo analyzováno chemické složení Beva gelu a Beva filmu pomocí Infračervené spektroskopie (FTIR) (viz. Příloha – Spektra č. 9-10) Výsledek analýzy potvrdil tvrzení výrobce, že složení těchto dvou forem adheziva je totožné. Rozdílné je jejich fyzikální skupenství tzn., že film se nachází v pevné a suché formě a v případě gelu je suchá směs rozpuštěna v nepolárních rozpouštědlech.¹⁸

Stejným problémem se zabýval i Canadian conservation institute, kde byl ale jeden rozdíl objeven. Bylo zjištěno, že adhezivum ve formě fólie obsahuje více alkylových skupin (CH_2) než jeho tekutá forma. Ty mohou pocházet buď z přidaného polyetyleny, ze zvýšeného množství etylenu v etylenvinylacetátu či z většího množství paraffinového vosku.¹⁹

Podle G. Bergera je princip funkčnosti termoplastického adheziva Bevy 371 založen na kombinaci vysoké a nízké molekulární hmotnosti polymerů.²⁰

Vysokomolekulární prvky zde zastupují etylen-vinylacetátové kopolymery (EVAC)

- A-C kopolymer 400 a Elvax resin grade 150

Tyto sloučeniny dodávají materiálu pevnost a houževnatost, jsou ovšem tavitelné jen při vyšších teplotách (v závislosti na obsahu vinylacetátu).

Svou strukturou jsou odvozeny od polyethylenu. Vložením 5 – 50 hmotn. % vinylacetátových jednotek do řetězce polyethylenu je narušeno pravidelné uspořádání řetězce tohoto polymeru, a tím klesá i možnost jeho krystalizace. Tím se mění původní krystalizující termoplast – polyetylen v amorfní termoplast a v případě vyššího obsahu vinylacetátu až v kaučukovitý polymer. S vyšším množstvím vinylacetátu se úměrně snižuje teplota tání polymeru, i jeho tvrdost a vzrůstá jeho průzračnost a ohebnost.

Vinylacetátové jednotky zajišťují svou polaritou dobrou adhezi k lepeným materiálům a mají dobrou odolnost vůči ozonu a stárnutí.²¹

Nízkomolekulární prvky zde zastupuje cyklohexanonová pryskyřice s obchodním názvem **Laropal K 80**, která snižuje viskozitu směsi a bod tání – taje při 75-85°C. Při aktivací teplotě se chová jako rozpouštědlo, které rozpouští EVA polymery a tak se dosáhne naměkčení, které je nezbytné pro vytvoření kvalitního spoje.

Tyto pryskyřice vznikají reakcí cyklohexanonu a metylcyklohexanonu s formaldehydem, přičemž průměrný polymerační stupeň je sedm. Stabilita pryskyřice je zvyšována následnou redukcí karbonylové skupiny na hydroxylovou skupinu. Tyto pryskyřice se používají jako obrazové laky, případně jako pojivo retušovacích barev. Mají srovnatelné zpracovatelské a užité vlastnosti jako přírodní pryskyřice, tj. damara nebo mastix, ale jsou odolnější vůči žloutnutí a oxidaci.²²

Další syntetická pryskyřice s obchodním názvem **Cellolyn 21**, se přidává ke zvýšení lepivosti směsi. Jedná se o hydroabietyl ester kyseliny phtalové s teplotou tání 63°C.⁹

Poslední složkou je **paraffinový vosk** bez přídavku oleje, s teplotou tání 65°C. Poměrné zastoupení jednotlivých složek:

2.4.3. Základní charakteristiky

Beva 371 film je tenká, transparentní termoplastická fólie, která je dodávána v prokladu mezi vrstvou bílého silikonového papíru a polyesterovou fólií Mylar.

V technickém listu je uvedeno, že film má identická složení jako Beva 371 ve formě roztoku, jediný rozdíl je v absenci rozpouštědel.

Na trhu jsou k dostání 2 různé tloušťky fólií – 65 μm určená hlavně ke konzervaci obrazů na plátně a dalších silnějších podložek jako je např. kůže. Slabší varianta fólie silná 25 μm byla speciálně vyvinuta za účelem dublování uměleckých děl na papíře, při montážích, tvorbě koláží apod. Fólie je dodávána narolovaná na tubus. Pokud je třeba podlepovat objekt většího rozměru, lze fólii neomezeně nastavovat a v případě podlepování papíru s větší gramáží ji lze také vrstvit – běžná je aplikace dvou vrstev.

Tento film lze využít jak k celoplošnému podlepování – a to jak jednostrannému, tak i k oboustranné laminaci, případně k lokálním přelepům např. k vysprávkám trhlin, nebo k přichycení strip-liningu. Jako nejvýhodnější forma aplikace filmu bývá uváděno nažehlování na vakuovém stole a to zvláště u větších formátů, kdy se vrstva adheziva aktivuje rovnoměrně. Pro použití filmu na lokální vysprávky je ale výhodnější použít regulovatelnou restaurátorskou špachtli.

Uváděné výhody Beva filmu oproti jeho tekuté formě:

- Celkově snadnější a tím i rychlejší aplikace
- Neobsahuje nebezpečná rozpouštědla a proto ani při jejím použití nevznikají žádné nebezpečné výpary.
- Umožňuje dosažení dokonale rovnoměrné vrstvy adheziva.
- Z fólie je možné vystříhnout přesný tvar, který potřebujeme a díky její průhlednosti umístit na požadované místo.

Beva 371 je dostupná také ve formě suché směsi Lascaux 375, nebo 40% roztoku – Lascaux 375, gelu, nebo jako izolační firnis.^{24,25} Nanášení štětcem u tekuté formy adheziva se provádí spíše u plátěných podložek. Pro dublování papíru se ovšem uvádí jako výhodnější aplikace ve formě aerosolu - nastříkáním pod vysokým tlakem, tímto postupem je možné vytvořit stejnoměrnou vrstvu. Naopak se nedoporučuje nanášet lepidlo na papírovou podložku štětcem kvůli riziku tvorby skvrn.²⁶

Jak uvádí výrobce, je adhezivum zpětně aktivovatelné zahřátím na aktivační teplotu a po jeho nabobtnání je možné ho z objektu mechanicky sloupat. Další možností odstranění je jeho nabobtnání v hexanu, toluenu nebo acetonu.²⁷

M. Dvořák ve svém článku s názvem „*Vývoj adheziv a technologií pro rentoaláž závěsných obrazů*“ uvádí, že Beva 371 je nerozpustná ve vodě, alkoholech, dimethylformamidu a v rozpouštědlech Cellosolv. V acetonu pouze bobtná.²⁸

Výhradní licenční výroba řady Beva 371® podle originální receptury Gustava Bergera, je již od počátku svěřena švýcarské firmě Lascaux Restauro.

V České republice je výhradním dodavatelem produktů řady Lascaux Restauro brněnská firma artprotect s.r.o..

2.4.4. Výsledky průzkumů

Informace o použití tohoto materiálu najdeme převážně v cizojazyčné literatuře, z velké části jde o sborníky z různých konferencí, nebo o výzkumy realizované restaurátorskými instituty v zahraničí a zveřejněné následně v periodikách. V české odborné literatuře se setkáme pouze s velmi stručnými odkazy na tyto technologie. Jedná se ovšem výhradně o výzkumy jejího použití ve formě tekuté nebo v podobě filmu o tloušťce 65 μm a to v oblasti restaurování olejomalb na plátně, kde se aplikuje jako adhezivum při rentoalážích. Vyrábí se ovšem ještě Beva film tenký 25 μm , určený k aplikaci na papírovou podložku, ale k tomuto způsobu využití existuje doposud velmi málo dostupných informací.

Poté co se Beva 371 dostala na trh a o její využití se začaly zajímat různá restaurátorská pracoviště, bylo žádoucí podrobit adhezivum dalšímu testování a prověřit tak její výše zmiňované kvality i nezávislými odborníky. Výzkum se zaměřil především na použití Bevy 371 ve formě tekuté při rentoaláži maleb na plátně a při konsolidaci usně a kůže. Termoplastický film Bevy se testoval pouze výjimečně.

Přestože je tento průzkum zaměřený na testování Beva filmu při aplikaci na papíře, je přínosné srovnat ho s výsledky jeho chování i při jeho použití i na textilních podložkách.

Výsledky průzkumů zaměřených na testování Beva gelu je ovšem nutno brát s rezervou, protože jeho složení se od filmu patrně částečně liší.

Čistá Beva 371 izolovaná od všech podkladů:

Canadian conservation institute (CCI) uskutečnil dlouhotrvající projekt na zaměřený na výzkum adheziv určených k restaurování, kam zařadil mimo jiné i Beva produkty. V rámci tohoto programu v roce 1994 byl testován také Beva roztok izolovaný od všech podkladů. Tato studie se zaměřila na vlastnosti adheziv po světelném stárnutí. Výsledky ukázaly, že stupeň pH zůstal na akceptovatelné hodnotě během i po stárnutí, že se v průběhu času vyskytlo minimum prchavých emisí, a že adhezivu zůstala flexibilita i po zestárnutí. Záporným výsledkem bylo ale zežloutnutí filmu.²⁹

Beva 371 při aplikaci na papírové podložce:

Na sympoziu v Ottawě v r. 1988 byly zveřejněny výsledky testovacího programu zaměřeného na adheziva použitelná pro restaurování papíru. Mezi jinými byla doporučena Beva 371 z hlediska uspokojivých hodnot pH neměnicích se ani po testech urychleného stárnutí.³⁰

Ve sborníku *Paper conservation catalogue* z roku 1988 se uvádí, že Beva je stejně tak dobře použitelná ke konsolidaci papíru, jako při rentoaláži textilních podložek, ale v některých případech může dojít po její aplikaci ke ztransparentnění papírové podložky.³¹

Další testy zaměřil *Canadian conservation institute* v roce 1989 na změny pH po dvouročním přirozeném stárnutí různých typů podložek, na které byla aplikována Beva. Výsledné hodnoty pH byly shledány jako uspokojivé pro papír a useň.³²

V roce 1992 S. Fairbrass z *International Institute of Conservation v Londýně*, testovala osm typů nejznámějších termoplastických fólií. Testům byly podrobeny vzorky kancelářského papíru nalepené pomocí jedné z testovaných fólií k papírové lepence. Vzorky byly testovány po čtyřiceti dnech přirozeného stárnutí ve tmě a po 40-denním vystavení přirozenému slunečnímu osvit. Fólie Bevy 371 byla do tohoto projektu zahrnuta pro srovnání s výsledky ostatních lepidel, jako ověřený a restaurátory běžně používaný materiál. Byla zkoumána pevnost spoje a reverzibilita nalaminovaných fólií. Bylo zjištěno, že pevnost spoje byla u všech typů laminací silnější, než byla pevnost samotného papíru. Dále bylo potvrzeno, že je fólie Bevy 371 odstranitelná pomocí toluenu. Nakonec byla použita metoda FTIR pomocí které bylo zkoumáno, zda u vzorků nedošlo po stárnutí k nějaké chemické změně. U vzorků laminovaných Bevou 371 žádné změny zjištěny nebyly.³³

Restaurátoři papíru z Národního archivu v Praze naopak uvádějí, že po aplikaci Bevy získává papír „voskový omak“ a časem žloutne.³⁴

Beva 371 při aplikaci na textilních podložkách:

R. Benjamin (1994) – (*Intermuseum Conservation Association, USA*) vedla praktickou studii zaměřenou na reverzibilitu Beva filmu přilepenému k plátnu a k syntetické tkanině a zjistila, že Beva nebyla zdaleka tak snadno odstranitelná jak by se doufalo, a že se adhezivum dostává i do struktury malby. Autorka poznamenala, že projekt byl založený na zkušenosti a svůj výzkum uzavřela s tím, že bude třeba ještě hloubkovější průzkum tohoto procesu. Berger vyvrátil její tvrzení a argumentoval tím, že nepostupovala přesně podle instrukcí na přípravu.³⁵

Největší část výzkumů se zaměřila na reverzibilitu adheziva, respektive byla měřena odolnost proti sloupenutí a změny pevností lepeného spoje, v závislosti na podmínkách použití lepidla.

Juliet J. Hawker (1987) – (*Courtland Institute of Art in London*) jako první zahrнула do svého výzkumu i Beva film 3,5 μm . Nejednalo se ovšem o originální recepturu G. Bergera, ale o výrobek společnosti Adam Chemical v USA, která po určitou dobu vyráběla údajně částečně modifikované produkty řady Beva adheziv. Tato společnost ale po několika letech zanikla a výsledky už tedy nejsou aktuální.³⁶

E. Forest (1997) – (*Queen's University, Canada*) měla svůj výzkum zaměřený na odstranitelnost Beva filmu z textilní podložky a došla k závěru, že odolnost proti sloupenutí filmu se značně zvýšila se zvýšenou teplotou, časem nažehlování a tloušťkou filmu. Při 60°C nedochází ještě k vytvoření dostatečně pevného spoje, a naopak při 70°C se vytvoří až příliš pevný spoj. S příliš pevným spojem je pak spojena i obtížnější odstranitelnost adheziva z povrchu. Ideální teplota pro nažehlování, kdy není pevnost spoje ani příliš slabá ani silná je 65°C.³⁷

Kenneth B. Katz (1985) se také zabýval stejným problémem, ale testoval reverzibilitu tekuté formy Bevy. Zjistil, že pokud bylo adhezivum aktivováno při aplikaci na plátno studenou cestou tzn. rozpouštědlem, tak je zpětně hůře odstranitelné, než pokud bylo aktivováno teplem.³⁸

Také Sheila P. Pullen (1991), Kirsten A. Hardy (1992) a Daly Hartin (1993) z *Queen's University* v Kanadě zkoumali pevnost spoje při změně různých faktorů – při různých metodách aplikace, teplotě, různé době vystavení aktivační teplotě, tloušťce vrstvy lepidla, různé koncentraci lepidla, užitím rozpouštědla, tlaku, a také typu a stavu plátna, které je podlepené jiným plátnem.

Stručně shrnuto, došly k závěru, že při aplikaci Bevy ve formě tekuté může být dosaženo širokého rozsahu pevností lepeného spoje v závislosti na způsobu přípravy a použití, stejně jako na typu podlepovaného objektu.^{39,40,41}

American Museum of Natural History (AMNH) prováděl výzkum, kdy zkoumal vliv vysrávek provedených buď Bevou filmem nebo roztokem na objektech z usně a kůže v letech 1985 – 2000 a neshledal žádné nežádoucí změny.⁴²

Omar Abdel-Kareem z egyptské Univerzity v Cairu zkoumal v roce 2000 odolnost 12 různých adheziv používaných při podlepování pláten – mimojiné i Bevy 371, vůči mikrobiálnímu napadení. Vzorky vystavil působení 7 typů nejškodlivějších plísni a ukázalo se, že Beva patří mezi tři adheziva, která jsou vůči jejich napadení nejvíce rezistentní.⁴³

2.5. Filmoplast R

2.5.1. Chemické složení

Adhezní termoplastickou vrstvu Filmoplastu R tvoří **kopolymer methylnmethakrylátu a butylakrylátu**.⁴⁴ Podle výrobce neobsahuje lepidlo žádné změkčovací prostředky.

Celá skupina termoplastických látek na bázi metylmetakrylátu (MMA) se vyznačuje především zajímavými optickými vlastnostmi. Jsou čiré, bezbarvé, mají velmi dobrou světelnou stabilitu, nepropouští UV záření a ani vlivem dlouhodobého klimatického namáhání netmavnou či nežloutnou. Nejrozšířenějším představitelem této velké skupiny termoplastů je homopolymer MMA polymethylmetakrylát (PMMA). Kromě PMMA se vyrábí i celá řada kopolymerů MMA. Jejich základní stavební jednotkou je opět MMA, je však kombinován s menším množstvím dalších komonomerů. Jejich obsah v základní bázi bývá do 20 %. Účelem kopolymerací je vždy modifikace vlastností PMMA.

Kopolymer metylmetakrylátu (MMA) s butylakrylátem se vyrábějí metodou tzv. suspenzní kopolymerace. Nejlepší vlastnosti má suspenzní kopolymer, kde činí obsah methylnmethakrylátu 60 – 65 %.^{45,46}

Kopolymerací methylnmethakrylátu s butylmethakrylátem, který má nižší teplotu zeskenění, se dosahuje lepší elasticity filmu, příp. lepeného spoje při normální teplotě.⁴⁷

Hodnota pH kopolymeru je upravena **uhličitanem hořečnatým**.

2.5.2. Základní charakteristiky

Filmoplast R je výrobkem německé firmy Neschen AG v Bückeburgu, která tento výrobek uvedla na trh v roce 1993. Jedná se o laminační fólii, kterou tvoří japonský papír jednostranně impregnovaný akrylátovým polymerem, který se aktivuje zvýšenou teplotou, a tím dojde ke spojení fólie s originálem. Fólie je určena pro laminaci novodobého, archivního papírového materiálu vyrobeného po roce 1840. Byla vyvinuta za účelem jednoduchého a rychlého zpracování velkého množství zkřehlých dřevitých papírů, které rychle degradují vlivem vysoké kyselosti např. noviny.

Filmoplast se využívá především pro oboustrannou laminaci, pro kterou vyrábí firma Neschen i speciální laminovací stroje.⁴⁸

Jako největší výhoda Filmoplastu je z hlediska konzervace kyselých dřevitých papírů uváděna jeho alkalická rezerva ve formě zásaditého uhličitanu hořečnatého.

Důležitá je také absence ligninu a hemicelulos v nosiči (japonském papíře) a naopak velký podíl alfacelulose. K odstranění fólie doporučuje výrobce aplikovat aceton nebo alkohol. (Více viz. Technický list Filmoplastu R v příloze č. 1)

Filmoplast R je dodáván po rolích s délkou od 50m do 200m a šířkou od 2cm do 62cm.

Při srovnání technických listů Filmoplastu R z roku 2001 a 2006 došlo v údajích ke dvěma změnám. První změna se týká snížené tloušťky nosiče (japonského papíru), kde se původně udávaná hodnota $76 \pm 8 \mu\text{m}$ změnila na $34 \pm 3 \mu\text{m}$, z čehož vyplývají i změny v hodnotách jeho pevnosti v tahu. Druhá změna nastala u plošné hmotnosti adhezivní vrstvy, která se snížila z původních 35 ± 3 na $20,5 \pm 2,5 \text{ g/m}^2$. (Více viz. technické listy Filmoplastu R v příloze č. 1-2)^{49,50}

Materiály a technologie firmy Neschen určené pro ochranu a opravy knih a archivních dokumentů u nás výhradně nabízí společnost Ceiba s.r.o.

2.5.3. Výsledky průzkumů

Na rozdíl od nedostatku informací týkajících se podlepování papíru Beva filmem, byl Filmoplast R zahrnutý hned do několika výzkumných programů uskutečněných různými instituty zabývajícími se restaurováním papíru v Evropě, ale např. také v Americe nebo Austrálii.

V roce 1993 brzy poté co byl Filmoplast R uveden na trh, byl podroben testování restaurátorem Françoisem Fliederem v laboratoři *Centre de Recherches sur la Conservation des Documents Graphiques*. Došel k závěru, že dokumenty zůstaly kvalitně zpevněné i po testech umělého stárnutí, ale zežloutly. Dále ve zprávě uvádí, že jde sice o bezpečnou metodu podlepování, ovšem jen částečně reverzibilní a proto není možné s ním podlepovat archivní dokumenty.⁵¹

Ve stejném roce byly zveřejněny výsledky studie proběhlé v Národní knihovně v Austrálii, která srovnávala Filmoplast R s termoplastickou fólií Crompton Tissue a výsledkem bylo doporučení Filmoplastu jako její srovnatelné alternativy. Dále bylo uvedeno, že Filmoplast je flexibilní, k materiálu přilne stejnoměrně, dobře se aktivuje nažehlovací pájkou a lepidlo nemigruje skrz nosič.⁵²

V roce 1994 byly zveřejněny výsledky rozsáhlého studia vlastností laminační fólie Filmoplast R, které proběhly pod vedením Ing. Hany Paulusové ve výzkumné chemické laboratoři SÚA.

Fólie byla podrobena testům urychlého stárnutí, odolnosti v přehýbání, tažnosti a tržného zatížení, bělosti a opacity. Dále byly měřeny hodnoty pH fólie a její alkalické rezervy, byla testována její odstranitelnost a mikrobiologická odolnost.

Potvrdila se doporučení výrobce o nevhodnosti využití fólie při konzervaci cenných uměleckých děl a to z důvodu problematické dekonzervovatelnosti – úplné odstranění lepidla není možné. Důležitou informací na kterou upozorňuje H. Paulusová je nebezpečí rozpíjení některých novodobých záznamových prostředků při oboustranné laminaci.

Jedná se např. o barvy do mechanických psacích strojů nebo černá barva v náplni kuličkových per. Na pracovišti SÚA se používá oboustranná metoda laminace na bubnovém laminátoru od firmy Neschen® a to především z důvodu kroucení podlepeného papíru v případě jednostranné laminace.

Výsledky testů potvrdily vhodnost tohoto materiálu pro firmou deklarované účely a laboratoř doporučila jeho používání na všech restaurátorských pracovištích státních archivů.⁵³

Podle pracovníků Národního archivu v Praze je výhodou Filmoplastu R jeho stabilita, a nevýhodou vysoká aktivační teplota. Dle jejich názoru je spolehlivější při použití ve větší ploše, než při lokální aplikaci.⁵⁴

Další studie zkoumající vlastnosti Filmoplastu R proběhla v letech 1995 – 1996 a uskutečnili ji pracovníci slovinského *Institut za celulozo in papir* M. Černič Letnar a J. Vodopivec ve spolupráci s Národními archivy. Byl testovaný Filmoplast R oboustranně nažehlený na permanentním papíru typu PP – 3. Vzorky byly podrobeny urychlenému stárnutí při $80^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ a $65\pm 2\%$ RH bez světelné expozice. Byly sledovány změny základních vlastností, chemické stability, povrchových vlastností, mechanické stálosti a optické stability. Výsledky tohoto testu byly rovněž uspokojivé, laminace Filmoplastem R splňovaly všechny požadované vlastnosti a byl doporučen jako vhodný materiál pro konzervaci papíru.⁵⁵

Dalšímu testování podrobili Filmoplast R studentky Fakulty chemické a potravinářské technologie z oboru Polygrafie a aplikované fotochemie na Slovenské technické univerzitě v Bratislavě v roce 2003. Testování probíhalo na vzorcích odkyseleného strojového papíru o gramáži 70 g/m^2 , které byly jednostranně i oboustranně nalaminovány a posléze podrobeny tepelnému stárnutí při 105°C . Na nalaminovaných zestárlých vzorcích byly sledovány hodnoty dvojohybů a vliv neutralizace před laminací na ovlivnění hodnot pH. Nejlepší hodnoty vykazovaly oboustranně nalaminované vzorky papíru, které byly před procesem vykoupány ve vodní lázni a neutralizovány ve vodě obohacené $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ a CO_2 .⁵⁶

3. Experimentální část

3.1. Základní charakteristika a přehled použitých materiálů

Srovnávání byly podrobeny tyto fólie:

1) Laminační fólie Beva 371 – (viz. kap. 2.4.3. a Technický list v příloze č. 3)
vzorky byly odebrány z role o šíři 69 cm.

tloušťka: 25 μm

výrobce: Lascaux Restauro

- použito v kombinaci s: japonský papír Tengujo Kashmir
vlákno – papírová moruše
gramáž: 8,6 g/m^2
dodavatel: Ceiba s.r.o.

2) Laminační fólie Filmoplast R – (viz. kap. č. 2.5.2. a Technický list v příloze č. 1)
vzorky byly odebrány z role o šíři 31cm

tloušťka: 20,5 \pm 2,5 μm

nosič: japonský papír

gramáž: 8,5 \pm 0,5 g/m^2

tloušťka: 34 \pm 3 μm

výrobce: Neschen AG

Jako nosné materiály bylo zvoleno 5 typů papírů, které byly vybírány záměrně podle jejich odlišného charakteru a také s ohledem na možné využití fólií v restaurátorské praxi.

1) Kancelářský papír

Vyroběn dle normy ISO 9706

buničina

gramáž: 80 g/m^2

tloušťka: cca 90 μm

2) Novinový papír

- vysoký obsah ligninu a hemicelulos

- potištěný

gramáž: cca 60 g/m²

tloušťka: cca 70 μm

3) Ruční papír

- 40:60 len:bavlna

- byl použit již starší papír s výrazně sníženou hodnotou pH

gramáž: 145 g/m²

tloušťka: cca 270 μm

výrobce: Papírna Velké Losiny

4) Whatman

- chromatografický papír

- vysoký obsah alfacelulose, bez ligninu, neutrální

gramáž: 80 g/m²

tloušťka: 170-180 μm

6) Pauzovací papír

gramáž: 92 g/m²

tloušťka: 75 μm

3.2. Příprava vzorků

Byly připraveny 2 typy vzorků – z novinového, kancelářského, ručního papíru a z chromatografického papíru Whatman byly připraveny vzorky o velikosti 15x15 cm a 10x5 cm. Z pauzovacího papíru byly připraveny pouze vzorky o velikosti 10x5 cm. Shodné velikosti vzorků byly vyříznuty i z obou typů fólií a japonského papíru.

Vzhledem k tomu, že bude zkoumána případná využitelnost těchto materiálů jako varianty celoplošného podlepení při konzervaci papírových podložek, byla v obou případech provedena pouze jednostranná laminace.

3.2.1. Laminace fólií Beva 371

Laminace fólií Beva 371 probíhá ve dvou krocích. Po sejmutí ochranného silikonového papíru byl na fólii nejprve naaplikován japonský papír. Takto připravené vzorky byly na vakuovém stole podloženy netkanou textilií a pokryty melinexovou fólií.

Laminace papírů byla provedena při teplotě 65°C a odsávání za tlaku 200 hPa po dobu 1min. Byl použit odsávací stůl typu NSD 1101m od polské firmy Restauro-technika. Vzorky byly ponechány na stole při režimu chlazení až do teploty 25°C. V dalším kroku z nich byla sejmuta průhledná fólie Mylar a odkrytou stranou byly přiloženy k papírovým vzorkům. Je výhodné využít slabé lepivosti Bevy za pokojové teploty a lehkým tlakem si předběžně vrstvy spojit. Postup tepelné aktivace proběhl stejným způsobem jako při vytvoření nosiče.

3.2.2. Laminace fólií Filmoplast R

Tato fólie se aplikuje přímo – adhezivní vrstvou směrem k dokumentu. Laminace byla provedena na bubnovém laminátoru RENZ HRP 460 od firmy NESCHEN, kde dokument prochází mezi dvěma vyhřívanými válci a silikonovými papíry. Jako aktivační teplota byla na laminátoru nastaveno 130°C.

3.2.3. Vystavení vzorků urychlenému stárnutí

Stárnutí na razantním denním osvětlení – přirozené stárnutí

Vzorky nalaminovaných i čistých papírů (s výjimkou papíru Whatman) byly vystaveny přímému dennímu osvětlení po dobu čtyř a půl měsíce od 15. 2. do 30. 6. 2009, aby byly hodnoty dostatečně vypovídající. Vzorky byly nalepeny pomocí Akryllepu za okraje, nalaminovanou vrstvou vystavenou směrem ven.

Papír byl přilepen na okenní tabuli situované na jižní straně budovy. Vzhledem k tomu, že vzorky byly umístěny v nevytápěné místnosti, byla zde každý měsíc změřena hodnota relativní vlhkosti a teplota. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce.

Datum	Teplota	Vlhkost
12. 2.	3°C	63%
19. 3.	12°C	35%
9. 4.	15°C	42%
24. 5.	17°C	53%
17. 6.	22°C	62%

Stárnutí při zvýšené vlhkosti a teplotě – vlhké teplo

Vzorky nalaminovaných i čistých papírů byly podrobeny umělému stárnutí po dobu 30 dní při teplotě 50°C a 60% RH v laboratorní komoře typu Sanyo Gallenkamp PLT bez UV (Velká Británie). Tomuto stárnutí byly vystaveny všechny typy vzorků.

Nestárnuté vzorky – standart

Vzorky nalaminovaných i čistých papírů byly ponechány po dobu půl roku uzavřené v obalu z inertního materiálu a uloženy ve tmě při vlhkosti $22 \pm 2^\circ\text{C}$ a RH $45 \pm 5\%$.

3.3. Použité metody průzkumu

3.3.1. Stanovení síly potřebné k přetržení

Na přístroji VEB werkzeugmaschinenkombinat FRITZ HE CKE RT FDP 135,10 byla měřena síla [F] potřebná k přetržení vzorku o síle 1,5 cm. Měření byly podrobeny nalaminované i čisté vzorky stárnutého i nestárnutého Whatmanu a novinového, kancelářského a ručního papíru. Vzorky papírů o velikosti 15x15 cm byly v podélném směru vláken nařezány na stejnoměrné proužky široké 1,5 cm. U každého vzorku bylo provedeno 8-10 měření a výslednou hodnotou vyjádřenou v [N] byl jejich aritmetický průměr.

3.3.2. Stanovení optických vlastností

Byly měřeny změny bělosti, opacity a barevnosti vzorků. Optické vlastnosti byly stanoveny na přístroji značky Elrepho, Lorentzen & Wettre 070 R, SE 070RI.

Vzorky byly přikládány ke světelnému zdroji D65, laminovanou stranou směrem dolů. Měření byly podrobeny všechny typy vzorků kromě novinového papíru z důvodu jeho potištění. Výsledky naměřených hodnot optických vlastností vzorků jsou uvedeny v tabulce č. 2 v kap. č. 4.

3.3.2.1. Stanovení bělosti

Bělost je definována jako reflektivita (R_{∞}) povrchu měřeného vzorku vztažená k normálu bělosti (oxid hořečnatý, síran barnatý). Měřena byla bělost typu CIE Whiteness, která je bezrozměrná.

3.3.2.2. Stanovení opacity

Opacita (neprůsvitnost) je schopnost papíru nepropouštět světlo. Vyjadřuje se v procentech zadrženého světla. Měřena byla opacita typu C C/2.

3.3.2.3. Stanovení barevnosti

Pokud materiál absorbuje určitou část bílého denního světla a ostatní odrazí , jeví se jako barevný. Na základě naměřených hodnot barevného prostoru typu L* a* b* jsme vypočítali barevnou diferenci ΔE definovanou vztahem:

$$\Delta E = \sqrt{(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2 + (L_1 - L_2)^2}$$

Vzhledem k tomu, že byly testovány pouze vzorky čistých bílých papírů, bylo dostačující vyhodnocení změn bělosti vzorků a hodnoty barevnosti nebyly již dále vyhodnocovány. Pro úplnost jsou změny barevnosti ΔE uvedeny v tabulce č. 2 v kapitole č.4.

3.3.3. Stanovení pH vodného výluhu

Při měření pH vodného výluhu bylo postupováno dle normy ISO 6538. Vodný výluh byl připraven v Erlenmeyerově baňce z $1 \pm 0,1$ g rozstříhaného vzorku (5x5mm). Nastříhaný vzorek byl zalit 50 ml destilované vody a po přikrytí hodinovým sklíčkem ponechán 1 hodinu extrahovat za občasného promíchání.

Z každého typu vzorku byly připraveny dva vodné výluhy, které byly po extrakci slity do kádinek. Z každého výluhu byly provedeny dvě až tři měření a výslednou hodnotou byl jejich aritmetický průměr. Měření byly podrobeny vzorky novinového, kancelářského a ručního papíru a Whatmanu.

3.3.4. Zkoušky odstranitelnosti

Zkouškám odstranitelnosti byly podrobeny všechny typy testovaných papírů.

Z hlediska velkého množství vzorků byl měření pomocí Infračervené spektroskopie s Fourierovou transformací podroben pouze ruční papír jako reprezentativní vzorek, který je pro nás z hlediska restaurátorského využití nejzajímavější. K měření byly vybrány stárnuté vzorky ve vlhkém teple a vzorky stárnuté přirozeně. Metoda FTIR byla použita pro sledování přítomnosti rezidua adheziva na vzorku po sejmutí fólie. Infračervená spektra byla měřena na ATR Krystalu, FTIR spektrometrem Thermo Nicolet 38C. Vzhledem k tomu, že delaminace za tepla byla u obou typů laminačních fólií neúspěšná, byly měření podrobeny pouze vzorky, ze kterých byla fólie odstraňována chemickou cestou.

- Identifikace pomocí FTIR – Bylo naměřeno spektrum čistého vzorku bez laminace – předem smočeného v testovaném rozpouštědle, dále spektrum čisté laminační fólie a spektrum vzorku po sejmutí fólie. Tyto spektra byly porovnány a vyhodnoceny.

3.3.4.1. Delaminace za tepla

Beva 371

Při první zkoušce byly nalaminované vzorky opětovně zahřívány na vakuovém stole na aktivační teplotu 65°C po dobu 1 min. Bezprostředně poté byla fólie jemně mechanicky snímána pomocí skalpelu. Při druhém pokusu byly vzorky zahřívány přes silikonový papír pomocí restaurátorská špachtle. Byla použita restaurátorská regulovatelná špachtle typu CAUTER RTC 2F od polské firmy Restauro-technika.

Filmoplast R

U těchto vzorků byla k delaminaci použita pouze metoda lokálního zahřívání regulovatelnou špachtlí přes silikonový papír, protože na vakuovém stole je možné dosáhnout nejvyšší teploty 80°C. Špachtle byla na jednom místě přidržena po dobu 30sek. a bezprostředně poté bylo vyzkoušeno snímání mechanicky pomocí skalpelu.

3.3.4.2. Delaminace chemickou cestou

Beva 371

Přestože výrobce uvádí jako rozpouštědla schopná rozpustit laminaci Bevou 371 aceton, toluen a hexan, byla odstranitelnost filmu testována nejprve působením slabšího rozpouštědla – lakového benzínu. Vycházelo se z faktu, že ostatní produkty Bevy 371 ve formě suché směsi nebo tekuté je možné ředit a rozpouštět i tímto nepolárním slabším rozpouštědlem. Následně jsme otestovali i Toluén jako silnější rozpouštědlo. Vzorky byly zvlhčeny na podlepené straně vatovým tamponem namočeným v rozpouštědle. Po oddělení fólie byl vzorek vždy ještě dočištěn vatovým tamponem namočeným v testovaném rozpouštědle.

Filmoplast R

Nejprve byla testována odstranitelnost fólie pomocí slabšího rozpouštědla – isopropylalkoholu po navlhčení fólie na vzorku vatovým tampónem. Protože tento způsob nebyl účinný, byly modelové vzorky ručního a novinového papíru ponořeny přímo do rozpouštědla na 2 min.

Druhým testovaným rozpouštědlem byl aceton a třetím toluen. Vzorky nepostačovalo vlhčit tamponem namočeným v rozpouštědle, bylo nutné je nechat ponořené v rozpouštědlech po dobu dvou minut, aby vrstva adheziva dostatečně nabobtnala. Po oddělení fólie byl vzorek vždy ještě dočištěn vatovým tamponem namočeným v testovaném rozpouštědle.

4. Výsledky a diskuse

4.1. Naměřené hodnoty

Výsledky naměřených hodnot vzorků laminových Bevou 371 a Filmoplastem R jsou uvedeny v tabulkách č. 1-3. Naměřená infračervená spektra jednotlivých vzorků před sejmutím fólie a po sejmutí jsou zpracována ve Spektrech FTIR č. 1-8. Píky se srovnatelnými vlnovými délkami byly po identifikaci zakroužkovány na každé křivce naměřeného spektra vzorku.

Tab. 1: Výsledky měření síly potřebné k přetržení vybraných vzorků.

Typy vzorků											Průměr [N]
Kanc. B.I. st.	74	78	72	74	73	72	72	73	67	67	72
Kanc. Bv. st.	72	86	89	88	87	83	82	82	88		84
Kanc. Fl. st.	80	78	79	77	81	80	75	77	79		78
Kanc. B.I. v.t.	70	75	73,5	72,5	67,5	66	74	74	75	71	72
Kanc. Bv. v.t.	83	84	81	84	82	81	85	83	80,5		83
Kanc. Fl. v.t.	79	75	76	74	78	79	75	75,5	76	77	76
Kanc. B.I. př.	62	66	62	63	66	61	64	63	68		64
Kanc. Bv. př.	80	78	82,5	83	81	83	83				82
Kanc. Fl. př.	80	78	79	77	81	80	75	77	79		78
Novin. B.I. st.	37	40	39	40	40	39	40	39			39
Novin. Bv. st.	50	55	52	54	52	56	51	53	52		53
Novin. Fl. st.	44	45	44	45	43	45	45	46	42	47	45
Novin. B.I. v.t.	39	40	41	40	39	38	40,5	37,5	39	35	39
Novin. Bv. v.t.	40	37	40	40	40	41	38	41	44		40
Novin. Fl. v.t.	44	43	43	43	44,5	43	44	43	44	44	44
Novin. B.I. př.	32	28	27	27	29	27	26	27			28
Novin. Bv. př.	37	38	39	39	40	37	38	38	38		38
Novin. Fl. př.	37	36	29	31	36	36	35	37	40	40	36
Ruční B.I. st.	66	76	92	80	94	92	99	99	97	88	88
Ruční Bv. st.	84	81,5	82	84	82,5	82,5	85	87,5			84
Ruční Fl. st.	91	89	87	93	92	95	94	92	94	84	91
Ruční B.I. v.t.	71	67	71	71	69	71	67	68	75		70
Ruční Bv. v.t.	79	78	75	95	97	92	86				86
Ruční Fl. v.t.	78	75	76	77	79	84	82	84			79
Ruční B.I. př.	81	80	78	81	78						80
Ruční Bv. př.	91	98	86	90	85	82	84	90	82		88
Ruční Fl. př.	78	75	76	77	79	84	82	84			79
What. B.I. st.	34	34	33	32	33	35	34	34	32		33
What. Bv. st.	37	39	35	37	37	37	37	38,5	37		37
What. Fl. st.	45	44	42	42	43	43	43	43			43
What. B.I. v.t.	41,5	37,5	38	36	38	38	34	33	33	36	37
What. Bv. v.t.	34	38,5	37	38	37	39	38,5	37	38	36	37
What. Fl. v.t.	42	42	44	44	43,5	44,5	43	44	41	43	43
	Bez laminace	B.I.	Přírozené př.								
	Beva 371	Bv.	Pauzovací		Pauz.						
	Filmoplast R	Fl.	Kancelářs	Kanc.							
	Standart	st.	Whatman	What.							
	Vlhké teplo	v.t.	Novinový	Novin.							

Tab. 2: Výsledky měření optických vlastností vybraných vzorků.

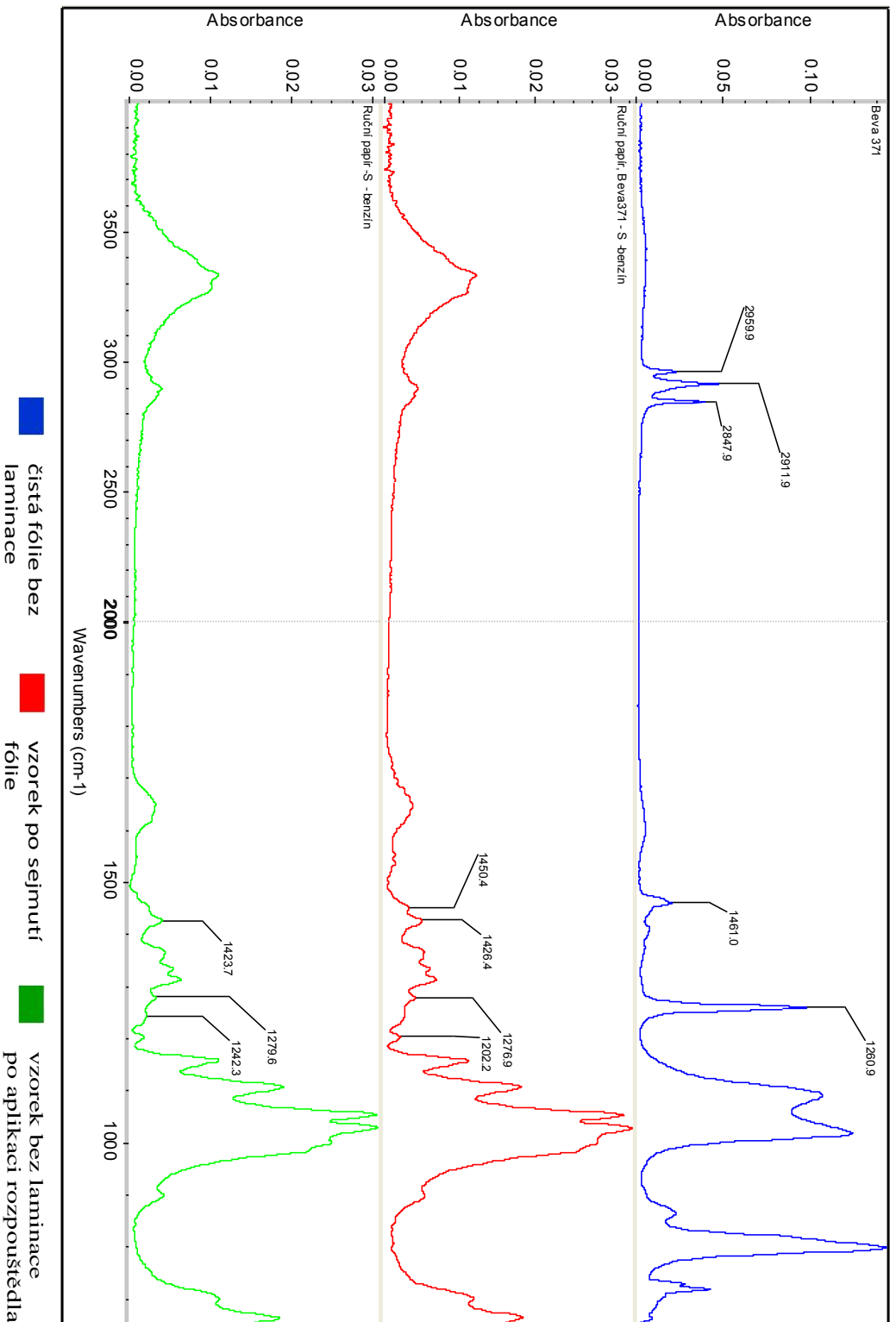
	L	a	b	ΔE		Bělost		Opacita (%)
Pauz. B.I. st.	82,67	-0,09	1,76	0,00	B.I. st.	53	B.I. st.	36
Pauz. Bv. st.	84,8	-0,33	2,73	0,00	Bv. st.	53	Bv. st.	46
Pauz. Fl. st.	84,4	-0,25	5,8	0,00	Fl. st.	37	Fl. st.	47
Pauz. B.I. v.t.	94,22	1,76	15,5	18,04	B.I. v.t.	50	B.I. v.t.	99
Pauz. Bv. v.t.	84,36	-0,21	4,66	3,36	Bv. v.t.	42	Bv. v.t.	43
Pauz. Fl. v.t.	85,01	-0,24	7,21	4,49	Fl. v.t.	31	Fl. v.t.	53
Pauz. B.I. př.	84,5	0,16	3,35	2,44	B.I. př.	49	B.I. př.	34
Pauz. Bv. př.	83,52	0,08	12,88	11,15	Bv. př.	51	Bv. př.	46
Pauz. Fl. př.	87,35	-0,03	4,79	3,29	Fl. př.	48	Fl. př.	58
Kanc. B.I. st.	93,59	0,11	-5,19	0,00	B.I. st.	145	B.I. st.	92
Kanc. Bv. st.	93,8	-0,05	-4,13	0,00	Bv. st.	140	Bv. st.	93
Kanc. Fl. st.	93,34	0,24	-4,12	0,00	Fl. st.	139	Fl. st.	93
Kanc. B.I. v.t.	93,31	0,33	-4,34	93,41	B.I. v.t.	139	B.I. v.t.	92
Kanc. Bv. v.t.	93,35	0,69	-3,85	1,48	Bv. v.t.	137	Bv. v.t.	93
Kanc. Fl. v.t.	93,14	0,31	-2,81	1,52	Fl. v.t.	133	Fl. v.t.	93
Kanc. B.I. př.	94,58	-0,92	-0,38	94,59	B.I. př.	100	B.I. př.	91
Kanc. Bv. př.	94,43	-0,96	0,72	6,06	Bv. př.	92	Bv. př.	92
Kanc. Fl. př.	94,89	-0,77	0,34	4,66	Fl. př.	99	Fl. př.	91
Ruční B.I. st.	92,62	0,35	6,08	0,00	B.I. st.	82	B.I. st.	95
Ruční Bv. st.	92,53	0,24	6,46	0,00	Bv. st.	79	Bv. st.	95
Ruční Fl. st.	91,98	0,26	6,63	0,00	Fl. st.	75	Fl. st.	94
Ruční B.I. v.t.	91,67	0,38	8,36	92,05	B.I. v.t.	66	B.I. v.t.	95
Ruční Bv. v.t.	91,82	0,3	8,09	2,16	Bv. v.t.	66	Bv. v.t.	96
Ruční Fl. v.t.	91,67	0,38	8,36	2,09	Fl. v.t.	66	Fl. v.t.	95
Ruční B.I. př.	93,44	-0,23	4,51	93,55	B.I. př.	81	B.I. př.	94
Ruční B. př.	92,95	-0,06	4,34	1,82	Bv. př.	80	Bv. př.	95
Ruční Fl. př.	93,48	-0,19	3,98	2,69	Fl. př.	85	Fl. př.	95
What. B.I. st.	97,47	0,05	2,17	0,00	B.I. st.	84	B.I. st.	82
What. Bv. st.	96,38	-0,07	1,95	0,00	Bv. st.	83	Bv. st.	85
What. Fl. st.	96,39	0,17	2,97	0,00	Fl. st.	78	Fl. st.	86
What. B.I. v.t.	97,29	0,05	2,11	0,19	B.I. v.t.	84	B.I. v.t.	82
What. Bv. v.t.	96,73	0,01	2,94	1,05	Bv. v.t.	79	Bv. v.t.	86
What. Fl. v.t.	95,45	0,3	3,59	1,13	Fl. v.t.	73	Fl. v.t.	88
					Bez laminace	B.I.	Přirozené př.	
					Beva 371	Bv.	Pauzovací Pauz.	
					Filmoplast R	Fl.	Kancelářs Kanc.	
					Standart	st.	Whatman What.	
					Vlhké teplo	v.t.	Novinový Novin.	

Tab. 3: Výsledky měření hodnot pH vodného výluhu z vybraných vzorků.

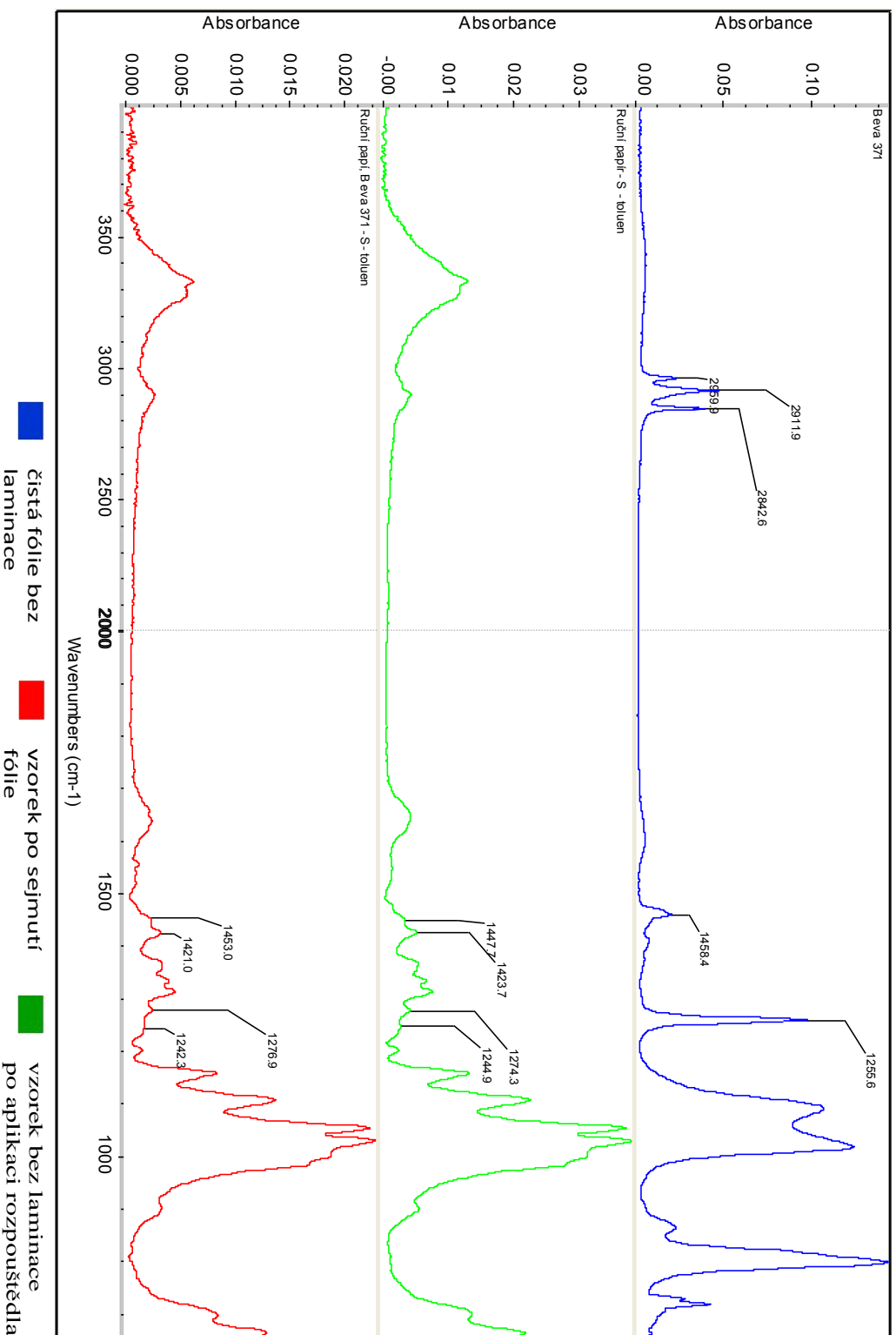
Typy vzorků							Průměr pH
Kanc. B.I. st.	9,689	9,752	9,752	9,701			9,7
Kanc. Bv. st.	9,51	9,494	9,554	9,551			9,5
Kanc. Fl. st.	9,51	9,579	9,634	9,529			9,6
Kanc. B.I. v.t.	9,853	9,741	9,679	9,673			9,7
Kanc. Bv. v.t.	9,496	9,533	9,533	9,463			9,5
Kanc. Fl. v.t.	9,288	9,421	9,437	9,443			9,4
Kanc. B.I. př.	8,999	9,187	9,399	9,001			9,1
Kanc. Bv. př.	8,909	8,79	8,88	8,84	8,959	9,005	8,9
Kanc. Fl. př.	8,252	8,877	8,965	8,953	9,059	8,95	8,8
Novin. B.I. st.	8,205	8,456	8,253	8,26	8,342	8,181	8,3
Novin. Bv. st.	8,237	8,203	8,297	8,221			8,2
Novin. Fl. st.	7,55	7,733	7,83	7,598	7,554	7,604	7,6
Novin. B.I. v.t.	8,25	8,11	8,373	8,324			8,3
Novin. Bv. v.t.	6,796	6,947	6,857	7,011	7,016	7,001	6,9
Novin. Fl. v.t.	6,506	6,77	6,813	6,883	6,856	6,78	6,8
Novin. B.I. př.	6,637	6,666	6,643	6,643			6,6
Novin. Bv. př.	6,376	6,513	6,586	6,527	6,555	6,601	6,5
Novin. Fl. př.	6,913	6,523	6,54	6,491	6,548	6,603	6,6
Ruční B.I. st.	5,32	4,922	4,91	4,949	4,937	4,922	5,0
Ruční Bv. st.	5,61	5,502	5,461	5,502			5,5
Ruční Fl. st.	5,619	5,739	5,915	5,658	5,658	5,762	5,7
Ruční B.I. v.t.	4,198	4,21	4,219	4,223			4,2
Ruční Bv. v.t.	4,557	4,404	4,361	4,39			4,4
Ruční Fl. v.t.	5,536	5,435	5,385	5,414			5,4
Ruční B.I. př.	4,388	4,306	4,356	4,452	4,479	4,458	4,4
Ruční Bv. př.	5,25	5,109	5,115	5,178	5,235	5,265	5,2
Ruční Fl. př.	4,742	4,652	4,665	4,762	4,741	4,739	4,7
What. B.I. st.	6,54	6,837	6,636	6,744			6,7
What. Bv. st.	7,33	7,236	7,288	7,359	7,364	7,305	7,3
What. Fl. st.	8,363	8,5	8,591	8,853	8,967	8,757	8,7
What. B.I. v.t.	6,43	6,573	6,665	6,636			6,6
What. Bv. v.t.	6,99	7,118	6,993	6,944	6,993	7,1	7,0
What. Fl. v.t.	7,316	7,439	7,546	7,633	7,649	7,406	7,5

Bez laminace	B.I.	Přirozené př.
Beva 371	Bv.	Pauzovací Pauz.
Filmoplast R	Fl.	Kancelářská Kanc.
Standart	st.	Whatman What.
Vlhké teplo	v.t.	Novinový Novin.

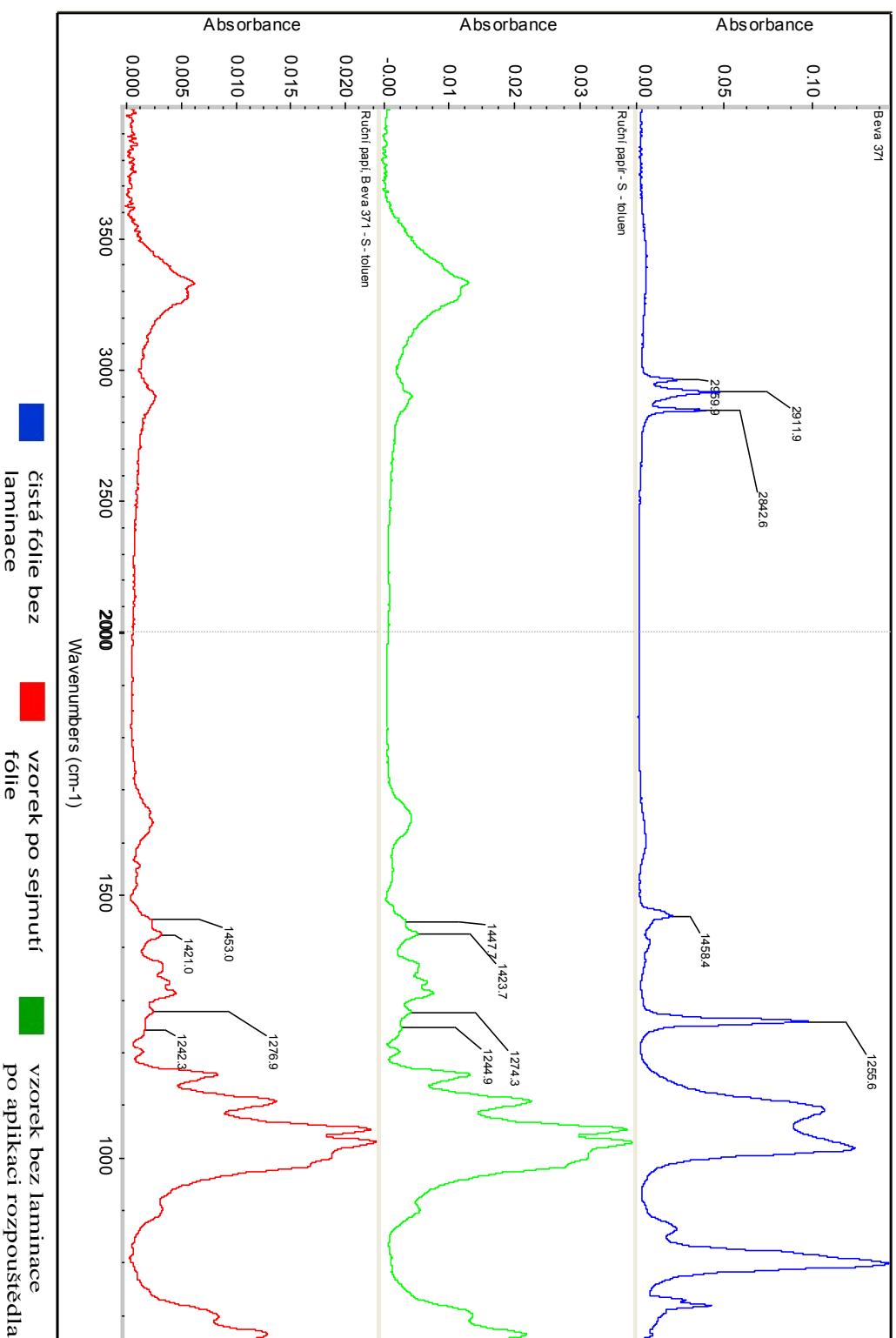
Spektrum FTIR. 1: Identifikace zbytků adheziva Beva 371 po sejmutí fólie pomocí lakového benzínu, z ručního papíru přirozeně stárnutého.



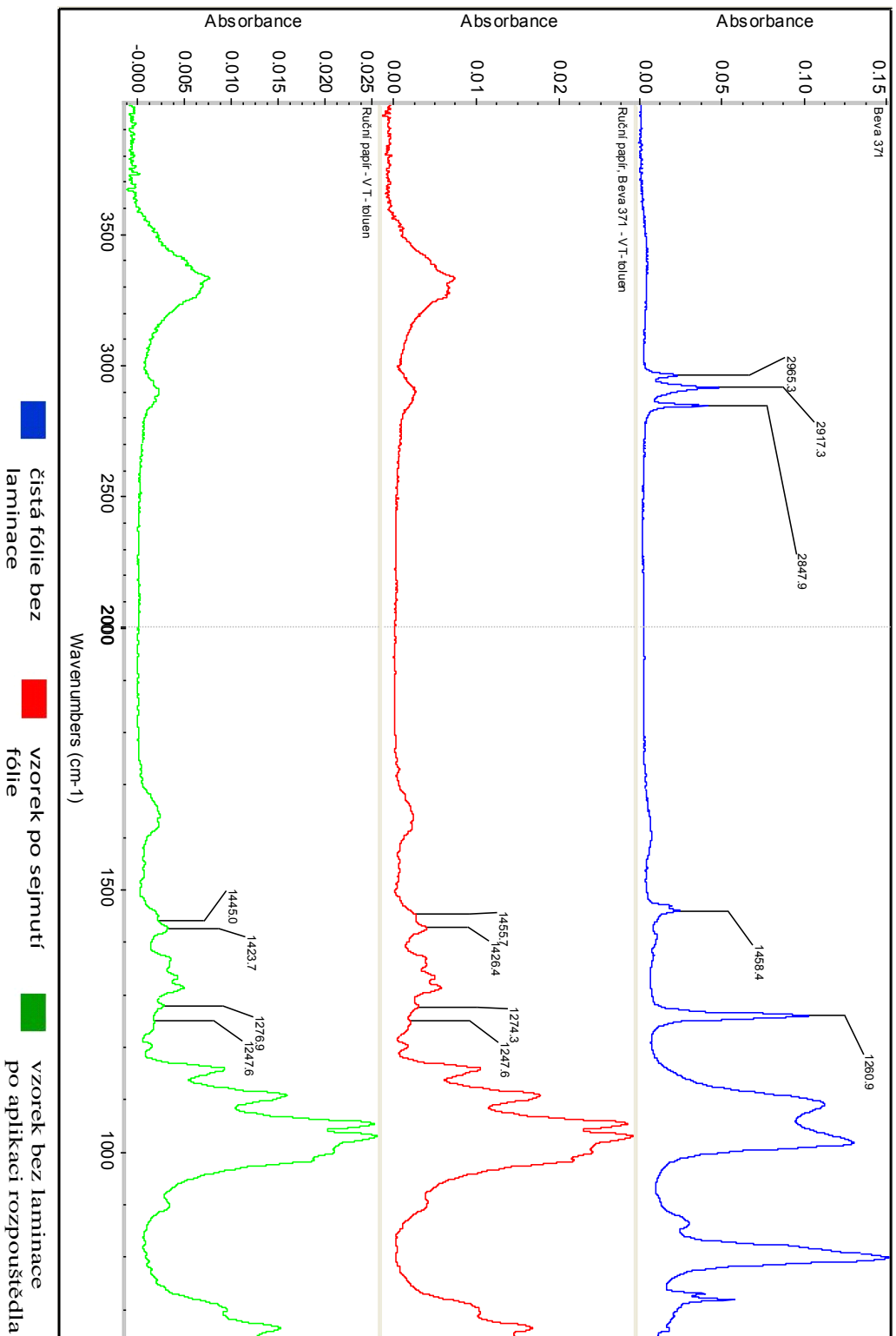
Spektrum FTIR. 2: Identifikace zbytků adheziva Beva 371 po sejmutí fólie pomocí toluenu z ručního papíru stárnutého ve vlhkém teple.



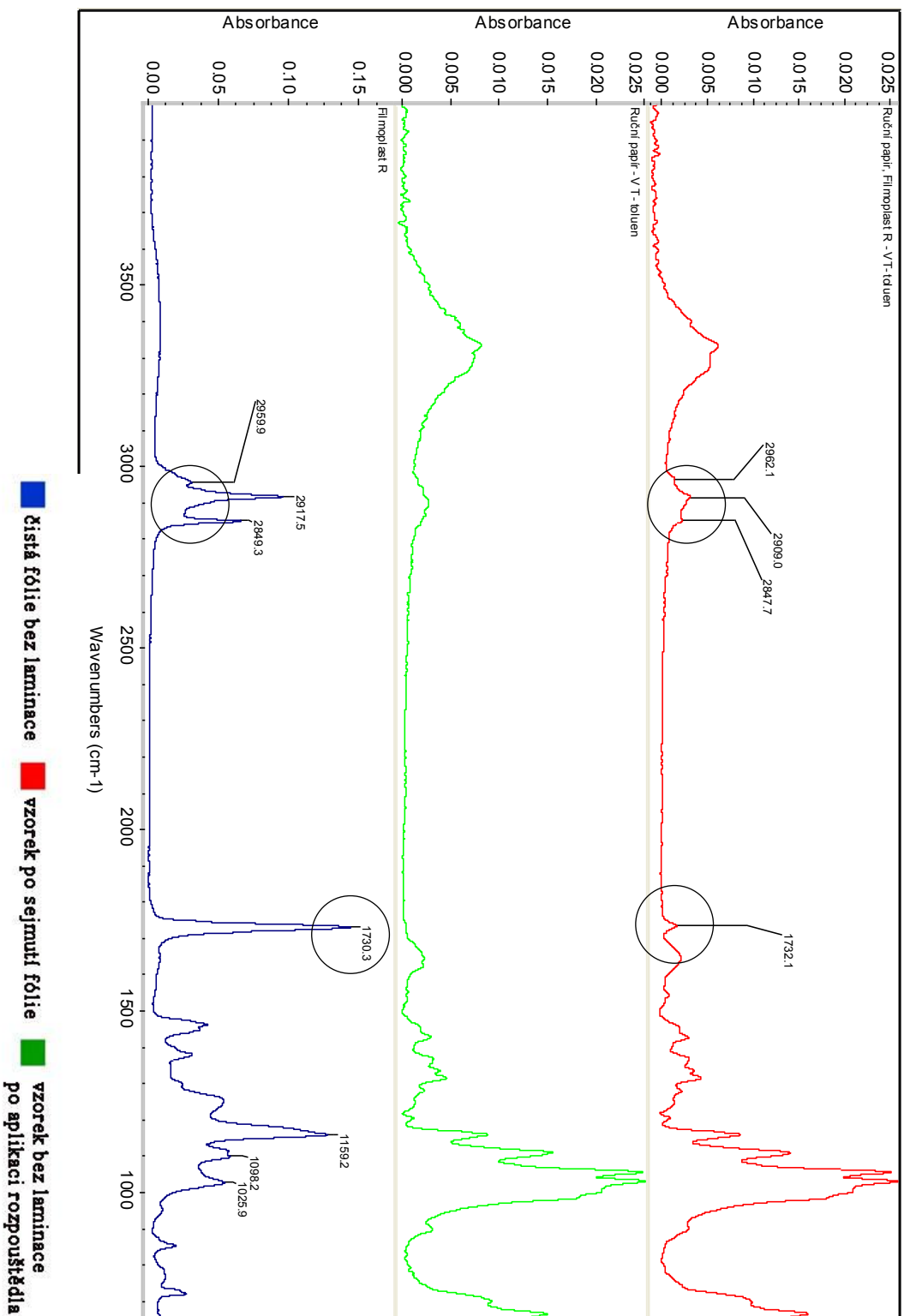
Spektrum FTIR. 3: Identifikace zbytků adheziva Beva 371 po sejmutí fólie pomocí toluenu z ručního papíru přirozeně stárnutého.



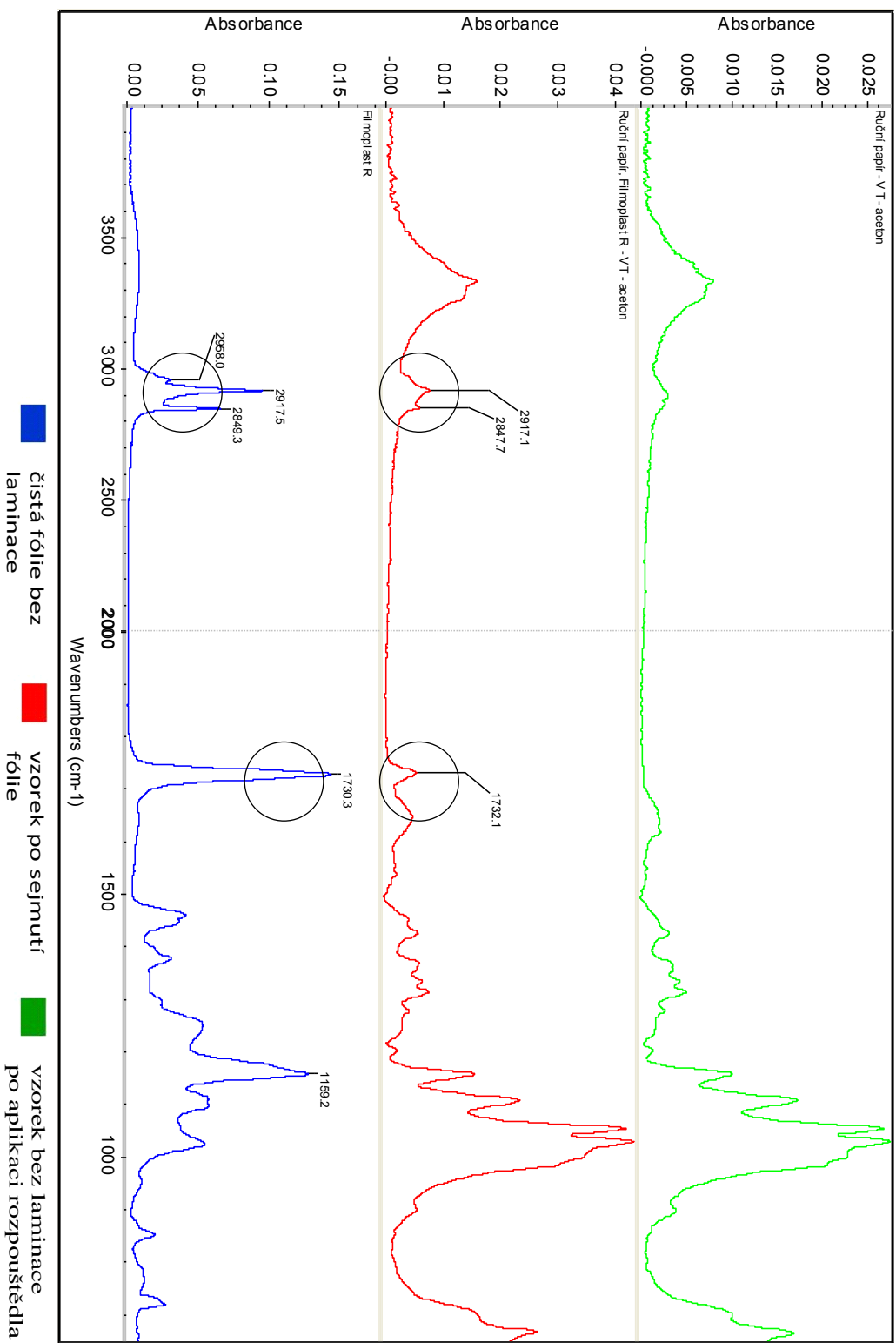
Spektrum FTIR. 4: Identifikace zbytků adheziva Beva 371 po sejmutí fólie pomocí toluenu z ručního papíru stárnutého ve vlhkém teple.



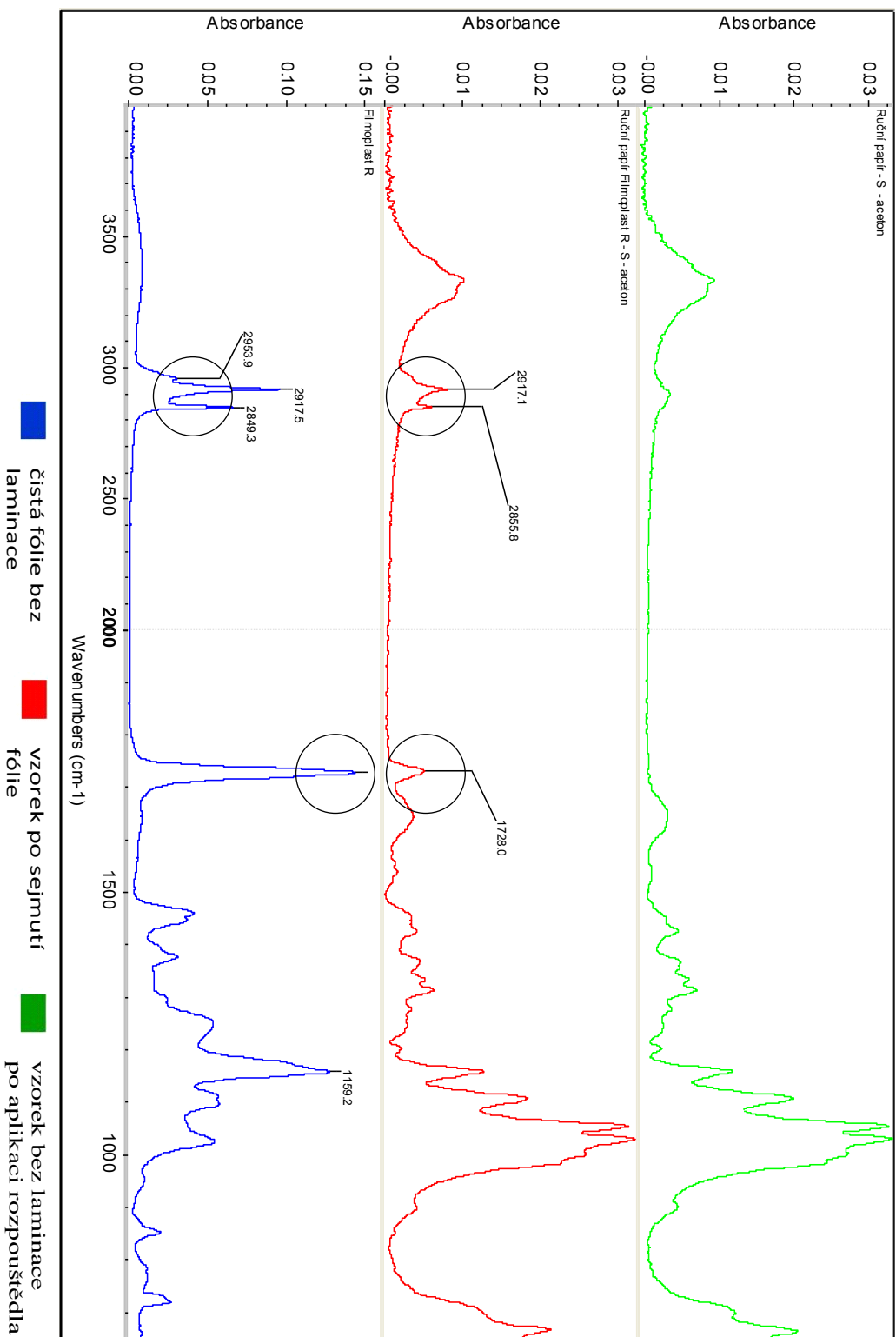
Spektrum FTIR. 5: Identifikace zbytků adheziva Filmoplastu R po sejmutí fólie pomocí toluenu z ručního papíru stárnutého ve vlhkém teple.



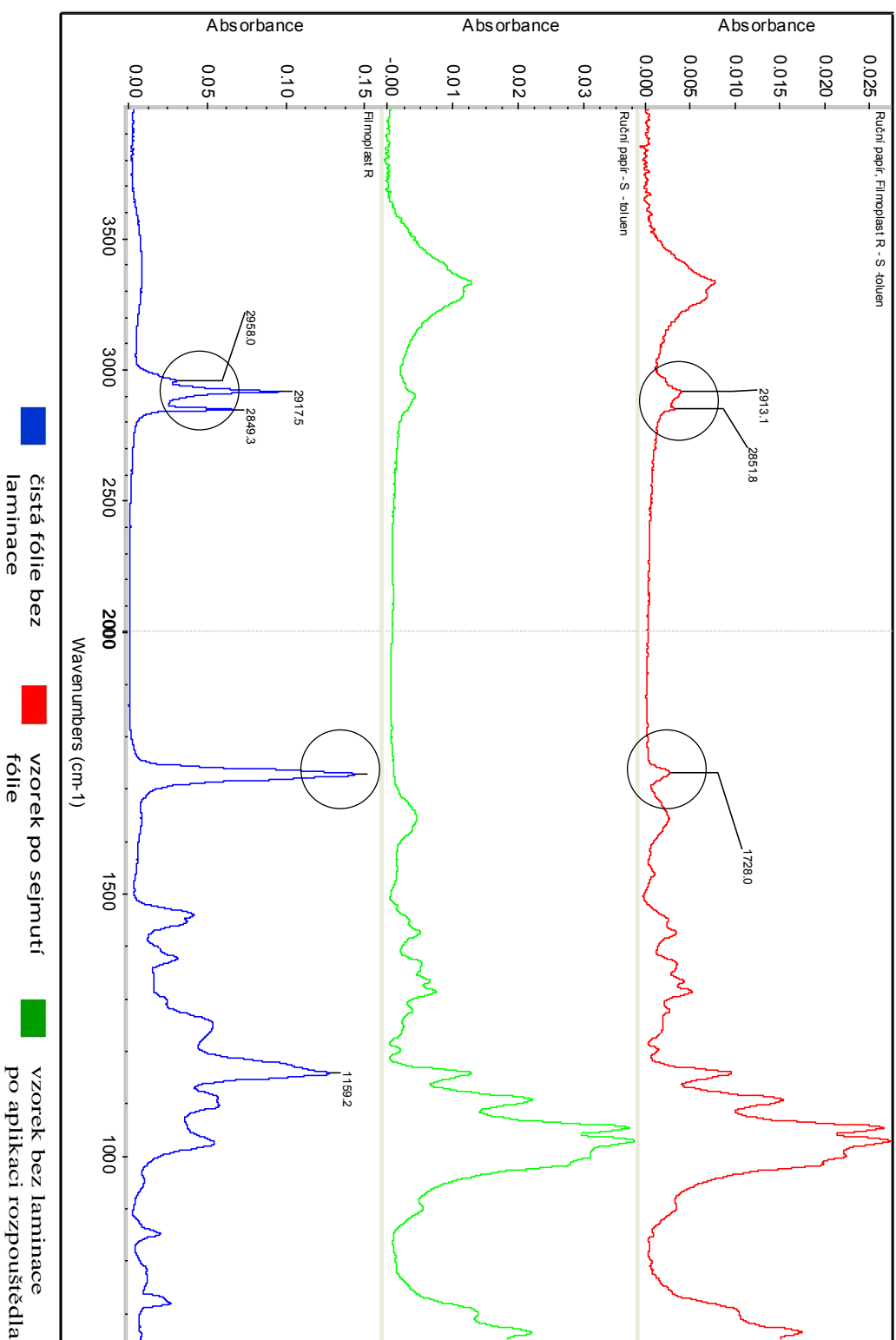
Spektrum FTIR. 6: Identifikace zbytků adheziwa Filmoplastu R po sejmutí fólie pomocí acetonu z ručního papíru stárnutého ve vlhkém teple.



Spektrum FTIR. 7: Identifikace zbytků adheziva Filmoplastu R po sejmutí fólie pomocí acetonu z ručního papíru přirozeně stárnutého.



Spektrum FTIR. 8: Identifikace zbytků adheziva Filmoplastu R po sejmutí fólie pomocí toluenu z ručního papíru přirozeně stárnutého.

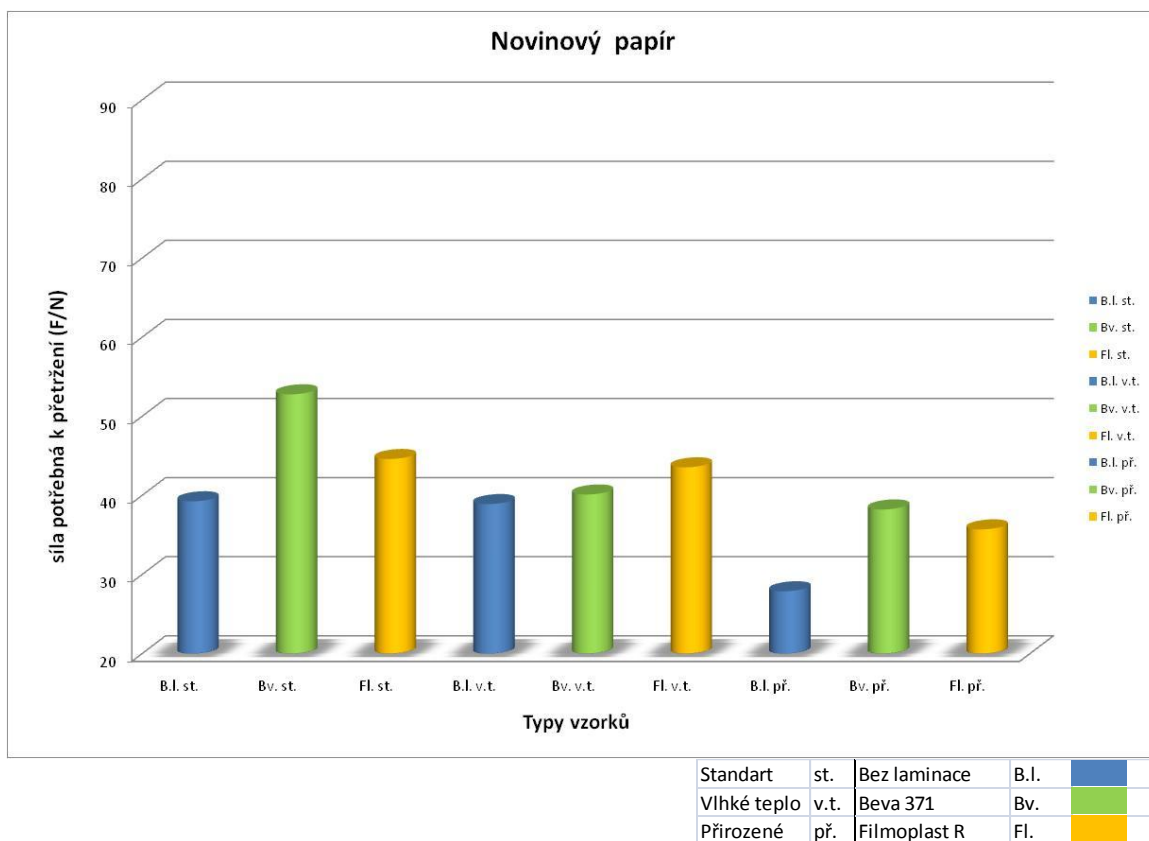


4.2. Novinový papír

4.2.2. Síla potřebná k přetržení

U novinového papíru se po zpevnění zvýšila hodnota u obou typů laminací. U vzorku laminovaného Bevou 371 se zvýšila o 13 [N], u vzorku laminovaného Filmoplastem R o 5 [N]. Po stárnutí ve vlhkém teple hodnoty všech tří vzorků nepatrně klesly, přičemž nepatrně vyšší hodnoty si zachovaly vzorky zpevněné Filmoplastem R. Po přirozeném stárnutí klesla síla potřebná k přetržení výrazněji, a v tomto případě si zachovala nepatrně vyšší hodnotu laminace Bevou 371.

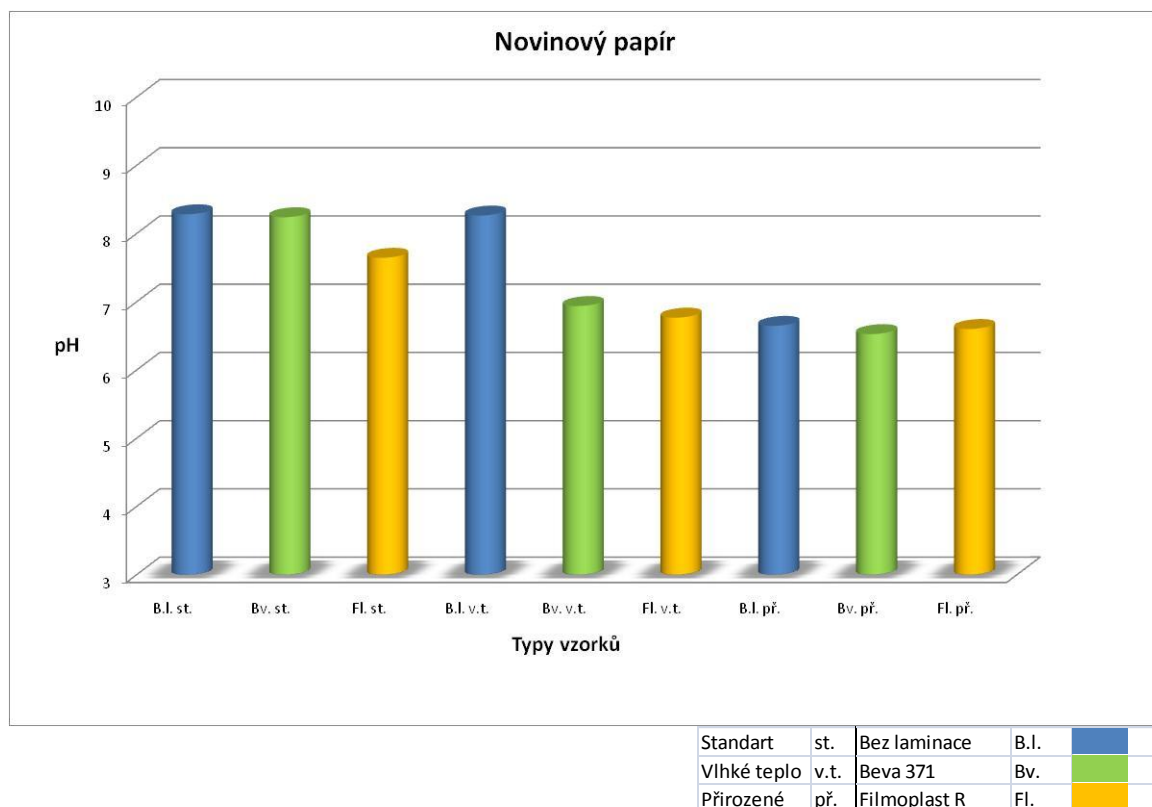
Graf 1: Srovnání změn tržného zatížení mezi novinovým papírem laminovaným Filmoplastem R a Bevou 371 po procesech urychleného stárnutí.



4.1.2. PH vodného výluhu

U vzorků novinového papíru klesla hodnota pH po obou typech stárnutí o více jak o jeden stupeň a zůstala na téměř stejné hodnotě, jak u vzorků laminovaných Bevou 371, tak i Filmoplastem R. Tento pokles lze připisovat spíše degradaci a poklesu pH samotného novinového papíru. Vysoká hodnota vzorku bez laminace stárnutého ve vlhkém teplu je patrně chybou v měření a rozdíl v hodnotách pH mezi ním a laminovanými vzorky nebude pravděpodobně tak výrazný.

Graf 2: Srovnání změn pH vodného výluhu mezi novinovým papírem laminovaným Filmoplastem R a Bevou 371 po procesech urychleného stárnutí.



Shrnutí:

Velký obsah ligninu a hemicelulos v novinovém papíru způsobují jeho rychlou degradaci během procesu stárnutí a tím i pokles mechanických vlastností a zvýšení jeho kyselosti. Z tohoto důvodu došlo i k poklesu hodnot tržného zatížení. Laminace papíru jak Filmoplastem R, tak Bevou 371 měla i po procesech stárnutí pozitivní vliv na novinový papír a hodnoty tržného zatížení jsou ve výsledku téměř vyrovnané.

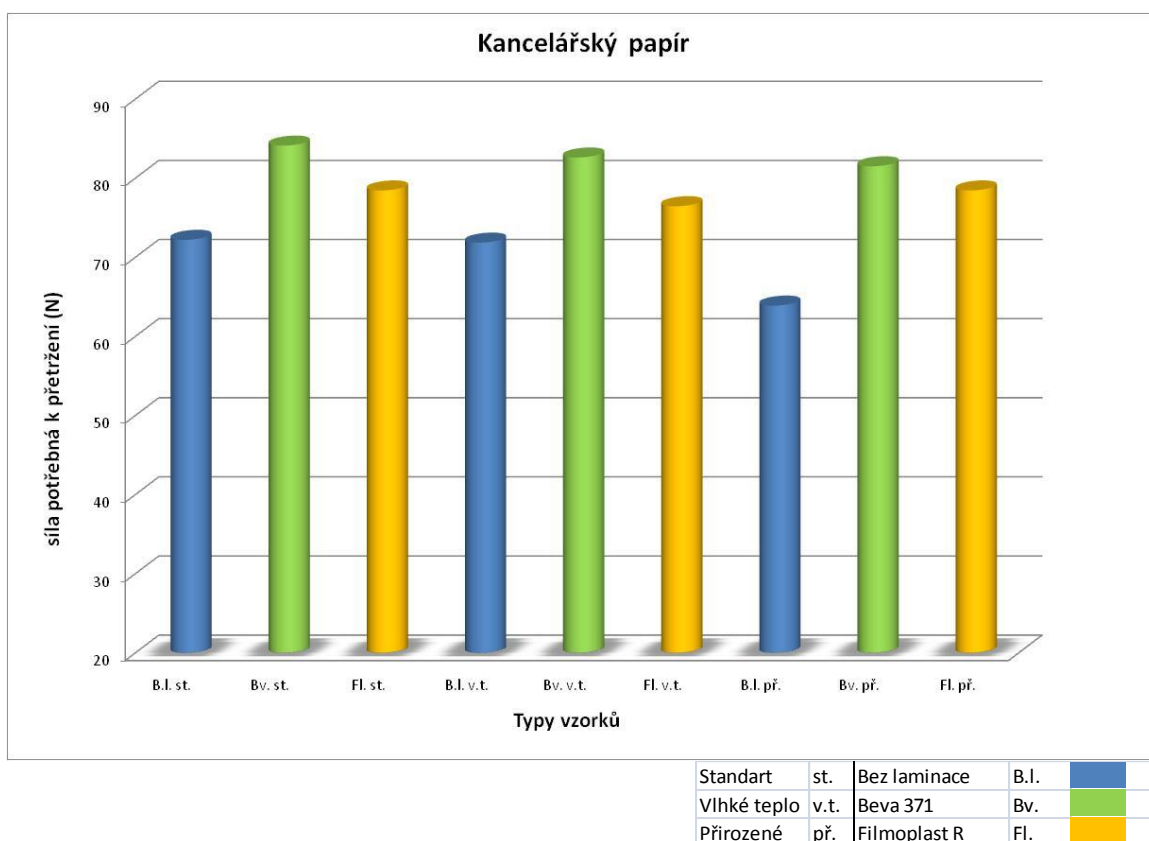
Po procesech urychleného stárnutí došlo u obou typů laminací téměř ke shodnému poklesu pH, které lze ale připisovat sníženému pH samotného novinového papíru.

4.3. Kancelářský papír

4.3.1. Síla potřebná k přetržení

U kancelářského papíru se jak u vzorků s laminací Filmoplastu R, tak s Bevou 371 zvýšily hodnoty síly potřebné k přetržení a udržely si shodné hodnoty i po procesech urychleného stárnutí. O několik [N] vyšší hodnoty vykazují vzorky laminované Bevou 371 po obou typech stárnutí.

Graf 3: Srovnání změn síly potřebné k přetržení mezi novinovým papírem laminovaným Filmoplastem R a Bevou 371 po procesech urychleného stárnutí.

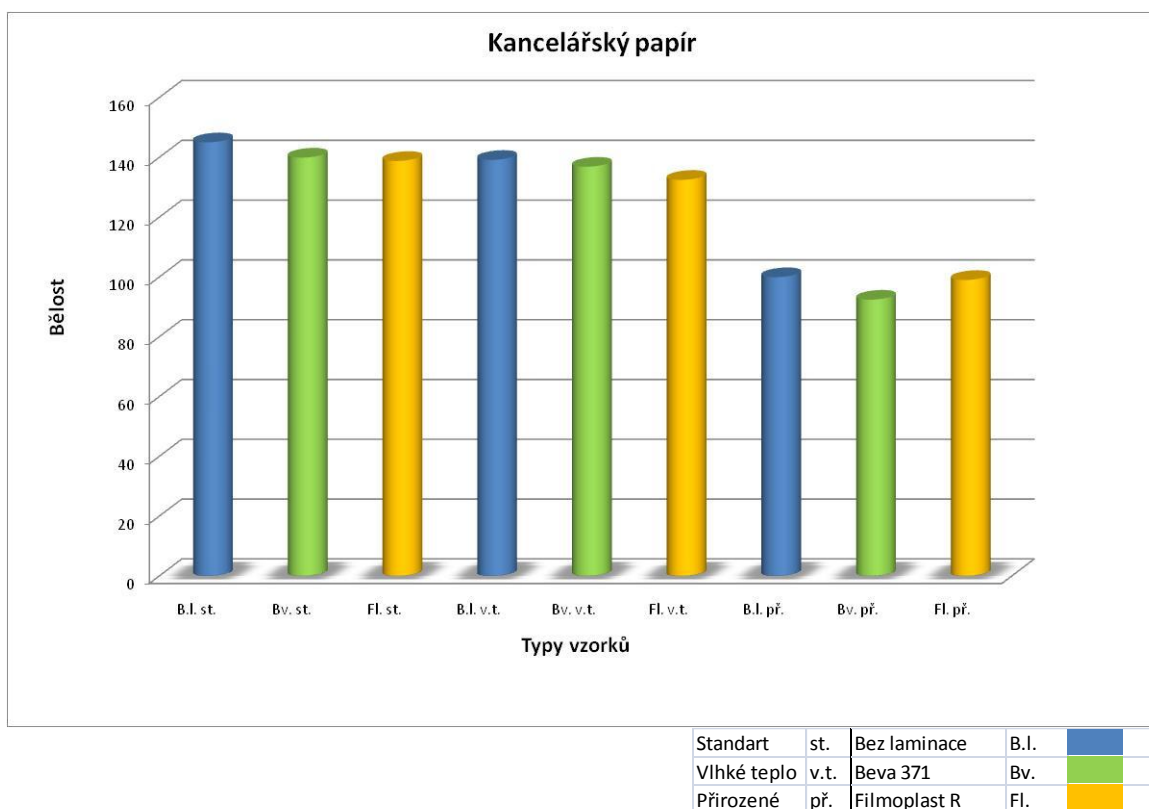


4.3.2. Optické vlastnosti

4.3.2.1. Bělost

Bělost kancelářského papíru klesla po laminaci vzorku Bevou 371 o 5 jednotek u vzorku s Filmoplastem R o 6 jednotek. Během stárnutí ve vlhkém teplu klesla hodnota bělosti vzorku laminovaného Filmoplastem R o 6,6 jednotek, a o třetinu méně klesla bělost vzorku s Bevou 371 vůči stárnutému vzorku bez laminace. Výrazně, přibližně o 45 jednotek klesla bělost vzorků po přirozeném stárnutí. Vzorek s Filmoplastem R si uchoval po přirozeném stárnutí stejnou bělost jako stárnutý vzorek bez laminace, bělost laminace s Bevou 371 klesla vůči němu o 7 jednotek.

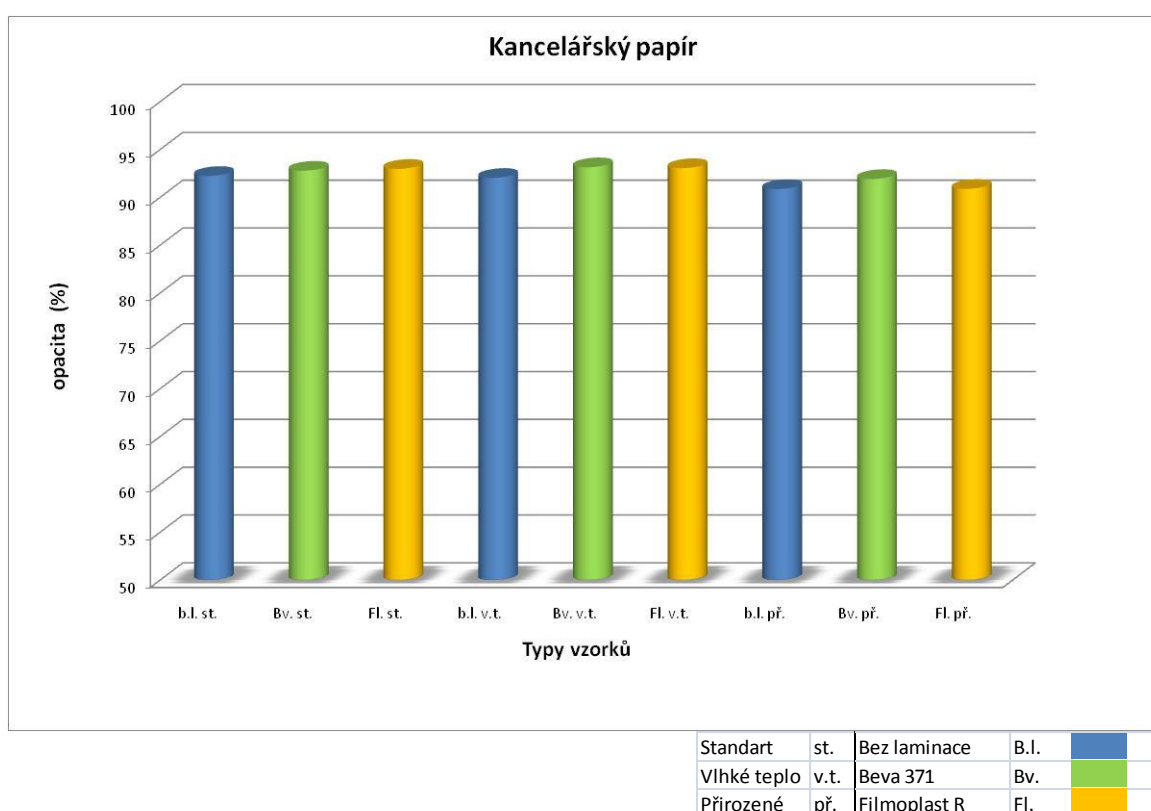
Graf 4: Srovnání změn bělosti mezi kancelářským papírem laminovaným Filmoplastem R a Bevou 371 po procesech urychleného stárnutí.



4.3.2.2. Opacita

U kancelářského papíru se opacita obou laminací zvýšila jen o necelé procento. Po stárnutí ve vlhkém teplu se zvýšila opacita obou typů laminací také přibližně o 1%. Po přirozeném stárnutí zůstala hodnota vzorku s laminací Filmoplastu R na stejné hodnotě jako zestárlý nelaminovaný vzorek a opacita laminace Bevou 371 se vůči němu zvýšila o 1%.

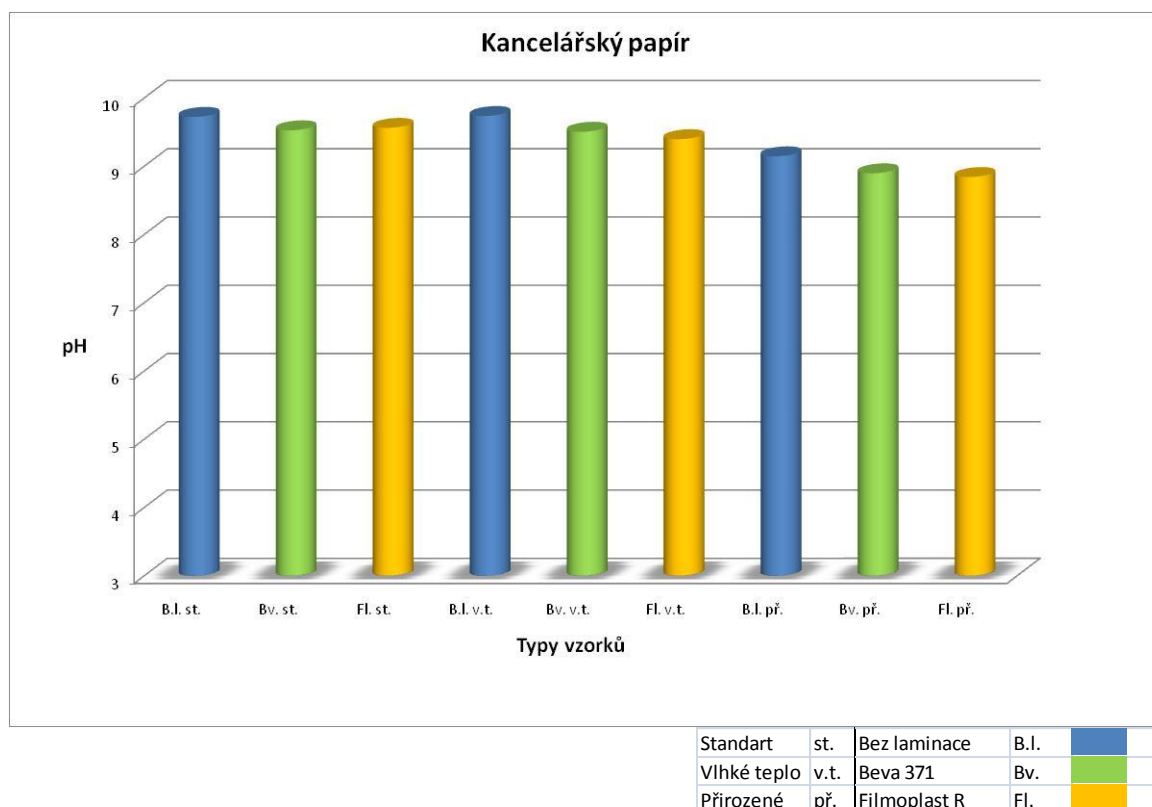
Graf 5: Srovnání změn opacity mezi kancelářským papírem laminovaným Filmoplastem R a Bevou 371 po procesech urychleného stárnutí.



4.3.3. PH vodného výluhu

U kancelářského papíru po laminaci klesla nepatrně hodnota u obou laminací. Stejně tak po stárnutí ve vlhkém teple hodnoty obou laminací klesly jen nepatrně o pár desetín stupně pH. Více se snížila hodnota pH u vzorků po přirozeném stárnutí u obou laminací, ale stále zůstala na vysoké hodnotě 8,8 pH.

Graf 6: Srovnání změn pH vodného výluhu mezi kancelářským papírem laminovaným Filmoplastem R a Bevou 371 po procesech urychleného stárnutí.



Shrnutí:

Hodnoty tržného zatížení se vůči vzorkům bez laminace zvýšili u obou typů laminací, ale vyšší hodnoty byly naměřeny u vzorků laminovaných Bevou 371.

Vzhledem k výrazné bělosti kancelářského papíru je pokles bělosti laminovaných vzorků ještě před stárnutím logický, stejně jako mírné zvýšení opacity vzorků po laminaci. Výrazný pokles bělosti po přirozeném stárnutí lze připisovat především zežloutnutí kancelářského papíru vlivem obsahu zbytkového ligninu, jak dokazuje shodný pokles bělosti vzorku bez laminace. Po přirozeném stárnutí si vzorek zpevněný Filmoplastem R zachoval o 7 jednotek vyšší hodnotu bělosti než vzorek laminovaný Bevou 371.

Po celou dobu stárnutí si oba typy laminovaných vzorků zachovaly přibližně stejné procento opacity, přičemž mírné zvýšení opacity u vzorků laminovaných Filmoplastem R lze připisovat zvlnění fólie po přirozeném stárnutí (viz. Obrazová příloha)

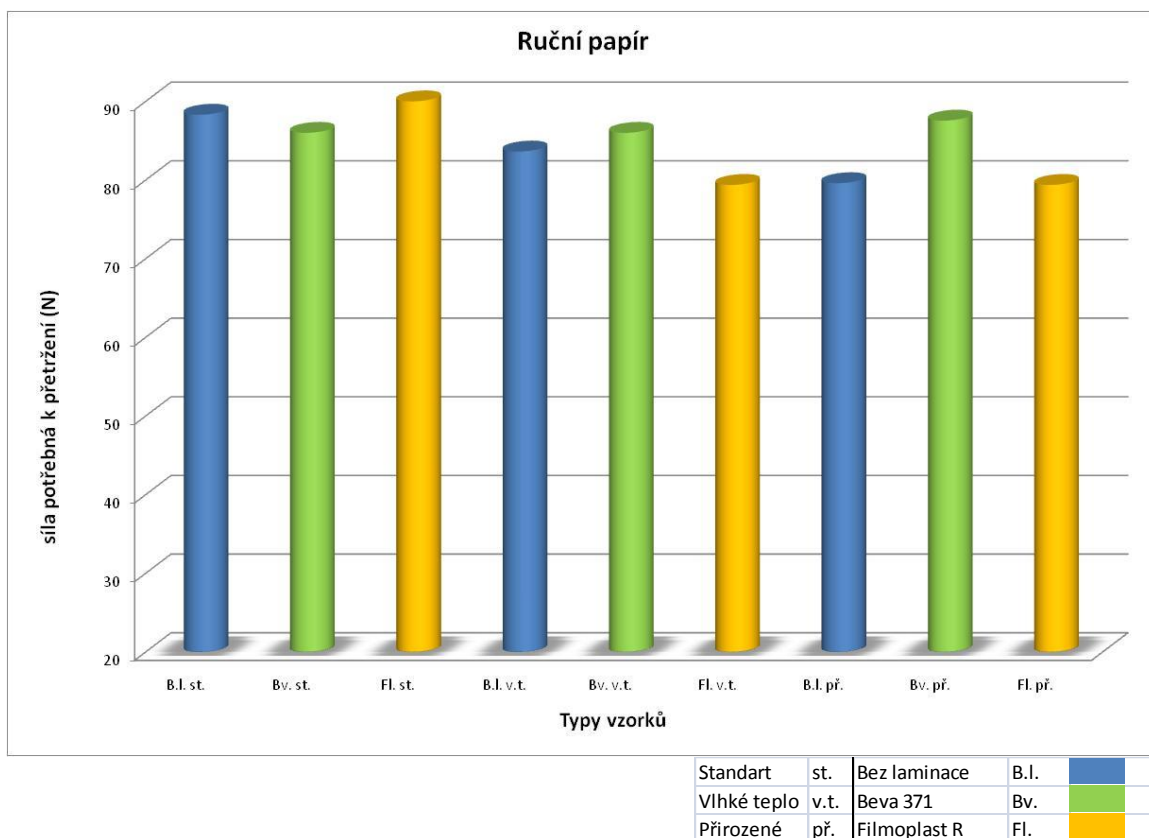
Hodnoty pH laminovaných vzorků klesly vůči vzorkům bez laminace o stejné procento po laminaci i po obou typech stárnutí, což lze připisovat vysoké alkalické rezervě kancelářského papíru, která se snižovala při stárnutí a tím se úměrně snižovalo i pH vodného výluhu. Snížení hodnot pH tedy nelze připisovat degradaci laminačních folií, ale samotnému papíru.

4.4. Ruční papír

4.4.1. Síla potřebná k přetržení

U ručního papíru nedošlo po laminaci, ani po procesech stárnutí vzorků k výrazným výkyvům hodnot. Vzorky laminované Bevou 371 si po obou typech stárnutí udržely stejné hodnoty síly potřebné k přetržení jako po laminaci. U vzorků laminovaných Filmoplastem R došlo po obou typech stárnutí k poklesu síly potřebné k přetržení s naměřením shodných hodnot, přibližně o 10 [N] nižších než bylo naměřeno u laminace s Bevou 371.

Graf 7: Srovnání změn síly potřebné k přetržení mezi ručním papírem laminovaným Filmoplastem R a Bevou 371 po procesech urychleného stárnutí.

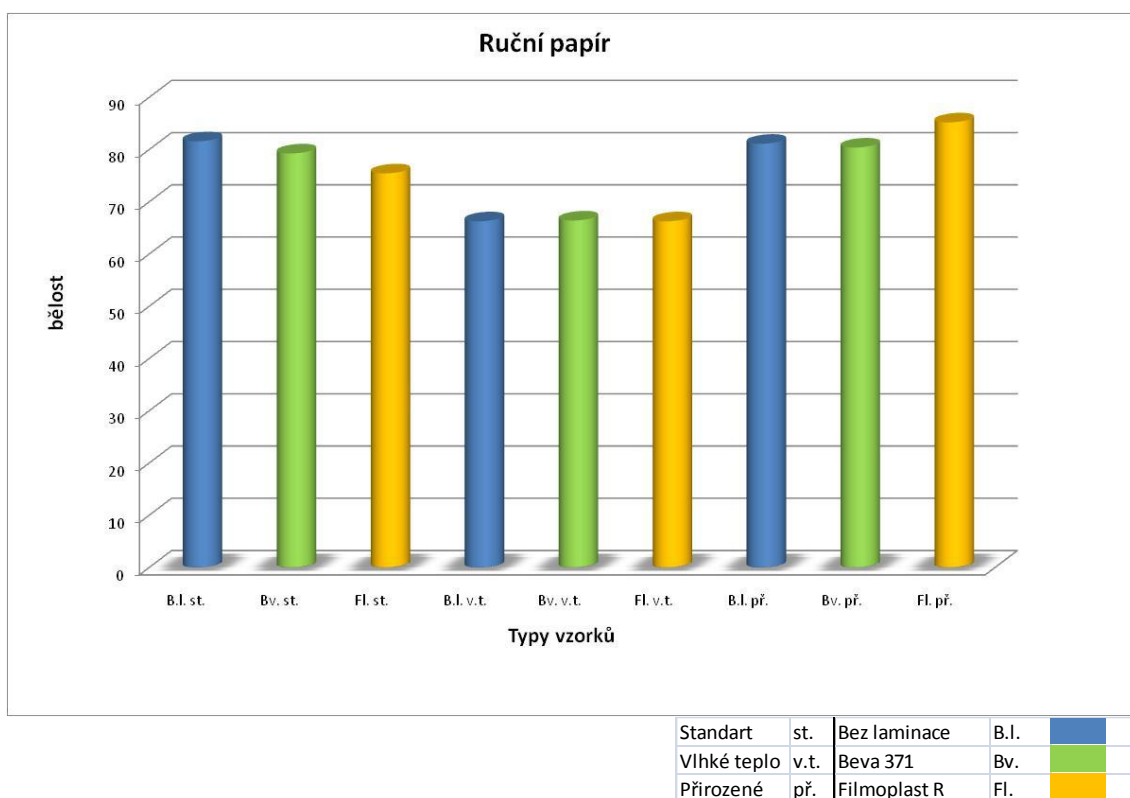


4.4.2. Optické vlastnosti

4.4.2.1. Bělost

Po laminaci klesla hodnota bělosti u laminovaných vzorků ručního papíru o několik procent. U vzorků laminovaných Bevou 371 klesla pouze o 2 jednotky, u vzorků laminovaných Filmoplastem R přibližně o 6 jednotek. Po stárnutí ve vlhkém teplu poklesla hodnota jak vzorku bez laminace, tak i obou laminovaných vzorků a zůstaly všechny na stejné hodnotě. Výrazné zvýšení bělosti po přirozeném stárnutí bylo pravděpodobně způsobeno vysokou dávkou UV záření, které ruční papír vybělilo. K výraznějšímu vybělení došlo u vzorku s Filmoplastem R, jehož bělost se ještě o 4 jednotky navýšila oproti vzorku bez laminace.

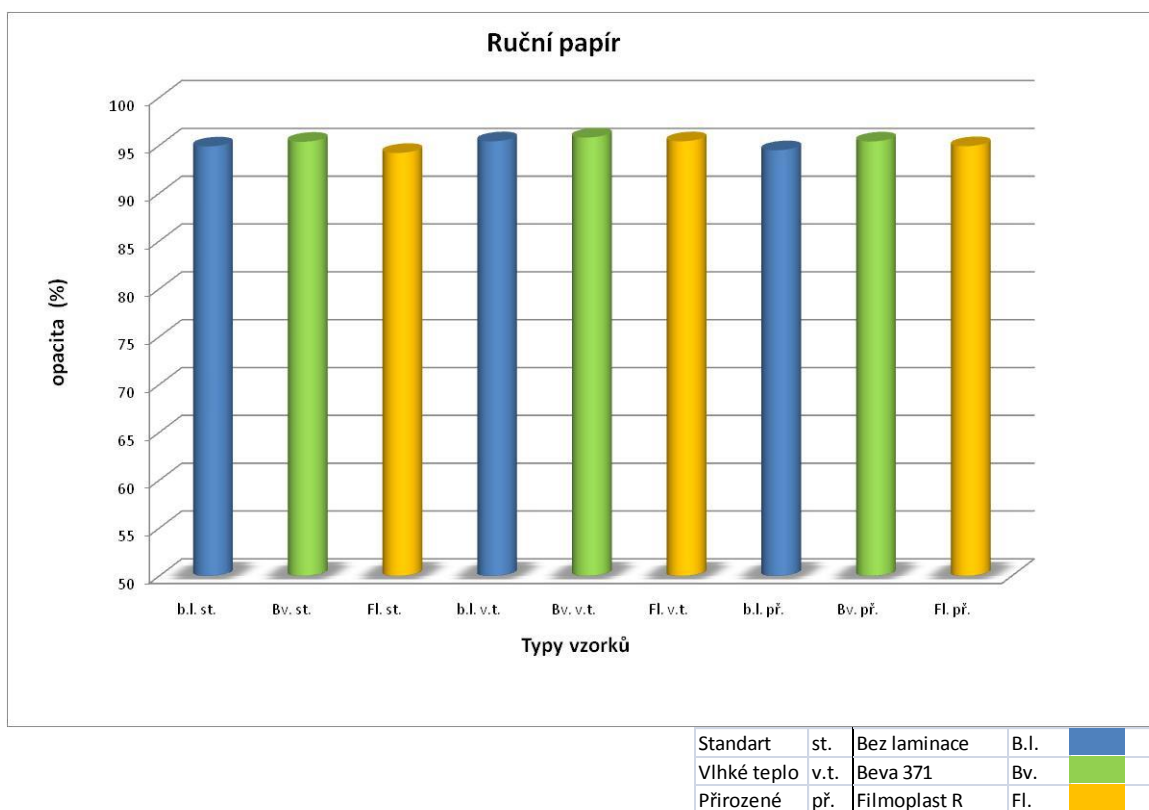
Graf 8: Srovnání změn bělosti mezi ručním papírem laminovaným Filmoplastem R a Bevou 371 po procesech urychleného stárnutí.



4.4.2.2. Opacita

Opacita laminovaného ručního papíru se udržela i po procesech stárnutí na přibližně shodných hodnotách, bez výraznějších výkyvů, srovnatelných s opacitou čistého papíru bez laminace.

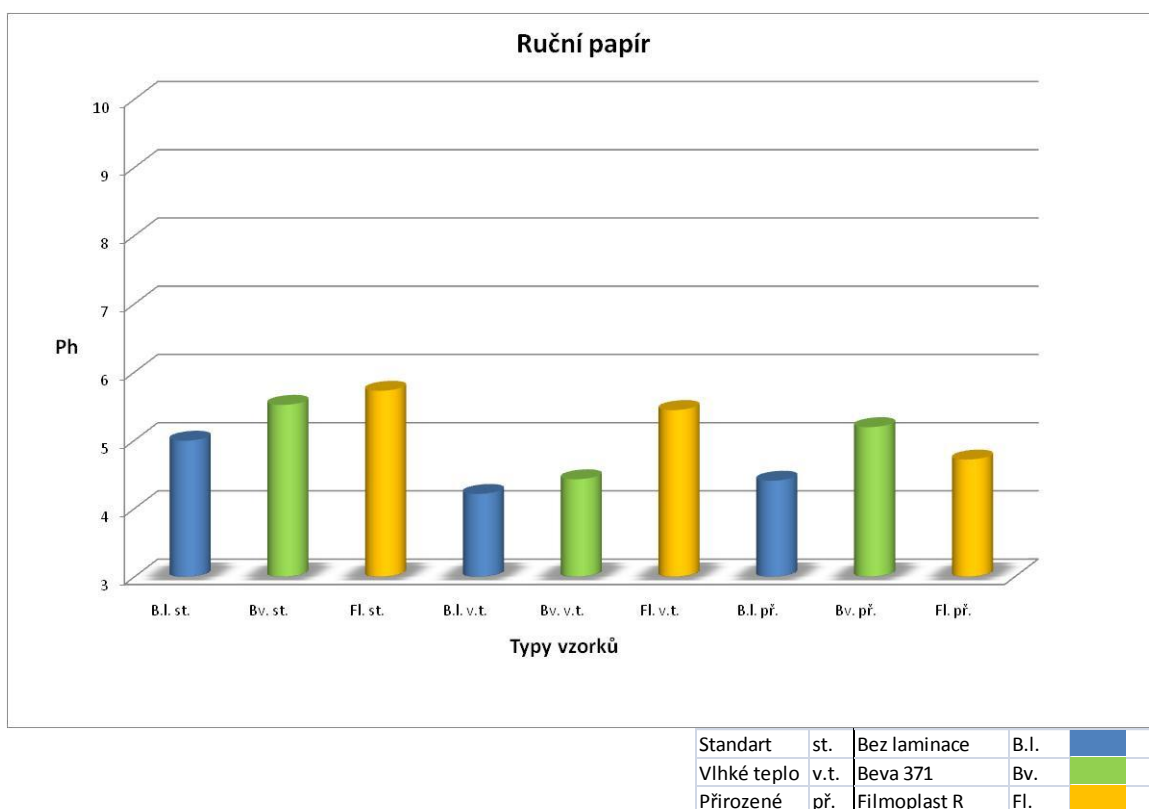
Graf 9: Srovnání změn bělosti mezi ručním papírem laminovaným Filmoplastem R a Bevou 371 po procesech urychleného stárnutí.



4.4.3. PH vodného výluhu

U vzorků ručního papíru došlo jak po laminaci, tak i po procesech urychleného stárnutí ke zvýšení hodnot pH u laminovaných vzorků oproti vzorkům bez laminace. U ručního papíru po stárnutí ve vlhkém teplu došlo i u čistých papírů k poklesu hodnot o 0,8pH, ale ke zvýšení u laminace Filmoplastem R na hodnotu vyšší než měl čistý papír před laminací, naopak laminace Bevou klesly oproti nestárnutému čistému vzorku o stupeň. Opačný efekt mělo přirozené stárnutí, kde si vzorky zpevněné Bevou 371 zachovaly vyšší hodnoty než vzorky s laminací Filmoplastu R.

Graf 10: Srovnání změn pH vodného výluhu mezi ručním papírem laminovaným Filmoplastem R a Bevou 371 po procesech urychleného stárnutí.



4.4.4. Odstranitelnost

Jak je patrné z porovnání naměřených infračervených spekter, nebyly ani na jednom typu vzorku po sejmutí fólie detekována zbytková rezidua Bevy 371, respektive se zbytková koncentrace Bevy 371 nacházela pod měřitelným minimem této metody (viz. spektra FTIR č. 1-4, kap. č. 4.1.)

Naopak při srovnání spekter čisté fólie Filmoplastu R a vzorku, ze kterého byla fólie sejmuta, byla ve všech případech identifikována přítomnost adheziva (viz. Spektra FTIR č. 5-8, kap. č. 4.1.). Píky se srovnatelnými vlnovými délkami byly po identifikaci zakroužkovány na každé křivce naměřeného spektra vzorku.

Shrnutí:

Vzorky laminované Bevou 371 si udržely vůči vzorkům s Filmoplastem R vyšší hodnoty síly potřebné k přetržení i po procesech urychleného stárnutí. Pevnost vzorků laminovaných Filmoplastem R zůstala po stárnutí na přibližně stejných hodnotách, případně o několik [N] nižších než měl čistý stárnutý papír bez laminace.

Po stárnutí ve vlhkém teple klesla výrazně bělost jak laminovaných vzorků, tak i čistého vzorku bez laminace, z čehož vyplývá, že byl tento pokles způsoben zežloutnutím samotného papíru, nikoliv vlivem nelaminovaných folií. Naopak přirozené denní světlo s vysokým podílem UV záření způsobilo vybělení ručního papíru a tím došlo i ke zvýšení bělosti laminovaných vzorků.

Dále lze konstatovat, že ani jeden typ laminace neovlivnil opacitu ručního papíru, která se udržela na hodnotách téměř shodných se vzorky papíru bez laminace.

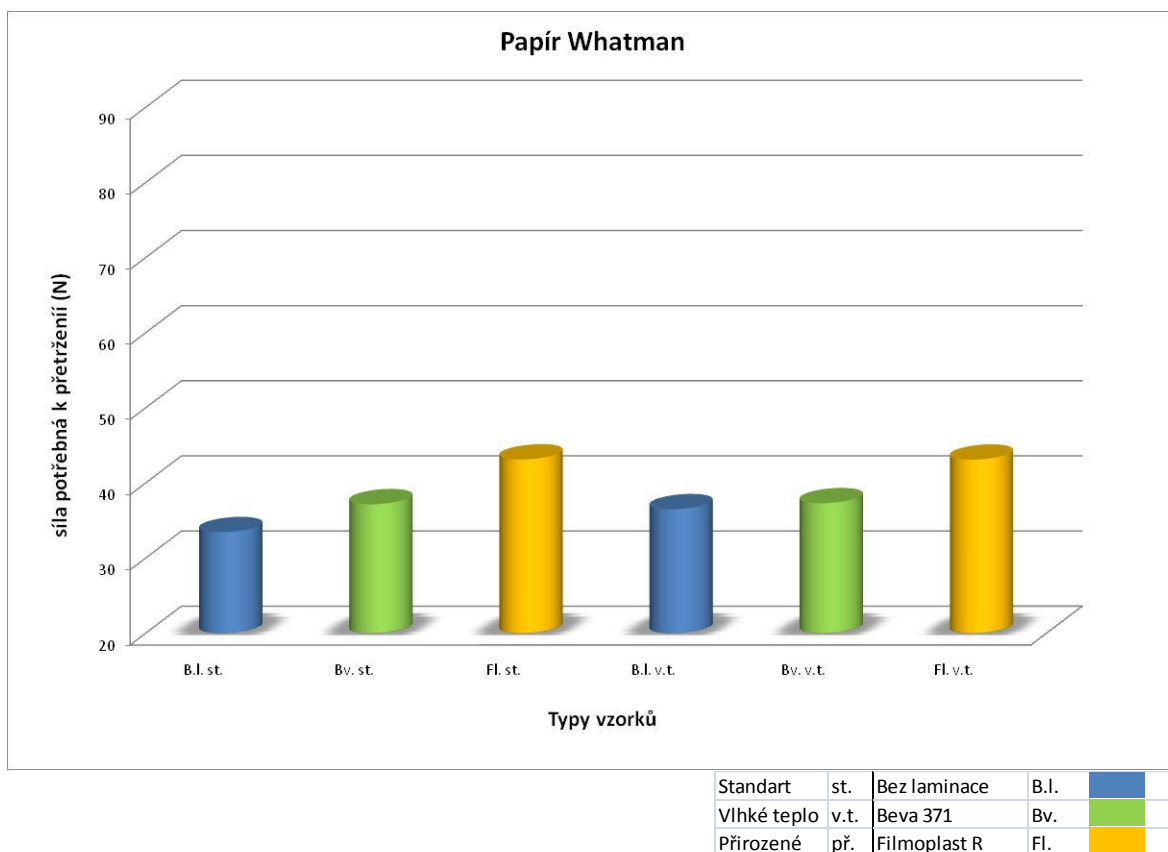
Vzhledem k nízkým hodnotám pH, který měl tento starší ruční papír, došlo jak po laminaci, tak i po procesech urychleného stárnutí ke zvýšení hodnot pH u laminovaných vzorků oproti vzorkům bez laminace. Zatímco vzorky zpevněné Filmoplastem si zachovaly vyšší hodnoty pH po stárnutí ve vlhkém teple, tak vzorky zpevněné Bevou 371 si naopak udržely vyšší hodnoty po přirozeném stárnutí.

4.5. Chromatografický papír Whatman

4.5.1. Síla potřebná k přetržení

U papíru Whatman se hodnoty síly potřebné k přetržení po obou typech laminací zvýšily. Vyšší hodnoty byly naměřeny u vzorků zpevněných Filmoplastem R, jejichž hodnoty zůstaly o 6 [N] vyšší i po stárnutí ve vlhkém teplu, než vzorky laminací s Bevou 371, které zůstaly i po stárnutí na stejné hodnotě jako po laminaci.

Graf 11: Srovnání změn síly potřebné k přetržení mezi chromatografickým papírem Whatmanem laminovaným Filmoplastem R a Bevou 371 po procesech urychleného stárnutí.



4.5.2. Optické vlastnosti

4.5.2.1. Bělost

Po laminaci papíru Whatman Filmoplastem R klesla jeho bělost o 6 jednotek, po laminaci Bevou 371 klesla jen o 1 jednotku. Zatímco si po stárnutí ve vlhkém teple udržel vzorek bez laminace původní bělost, tak bělost vzorku laminovaného Bevou 371 klesla o 5 jednotek a bělost vzorku laminovaného Filmoplastem R klesla ještě více - o 9 jednotek.

Graf 12: Srovnání změn bělosti mezi chromatografickým papírem Whatmanem laminovaným Filmoplastem R a Bevou 371 po procesech urychleného stárnutí.



4.5.2.2. Opacita

Po laminaci papíru Whatman a po stárnutí ve vlhkém teple se zvýšila opacita obou typů laminovaných vzorků oproti vzorkům bez laminace. Po laminaci se zvýšila opacita vzorků laminovaných Bevou 371 o necelé 3% a u vzorků s Filmoplastem R o necelá 4%. Po stárnutí ve vlhkém teple se zvýšila i opacita vzorku bez laminace a úměrně tomu se zvýšila i opacita obou laminací, ale k výraznějšímu navýšení o 5% došlo u vzorku laminovaného Filmoplastem R.

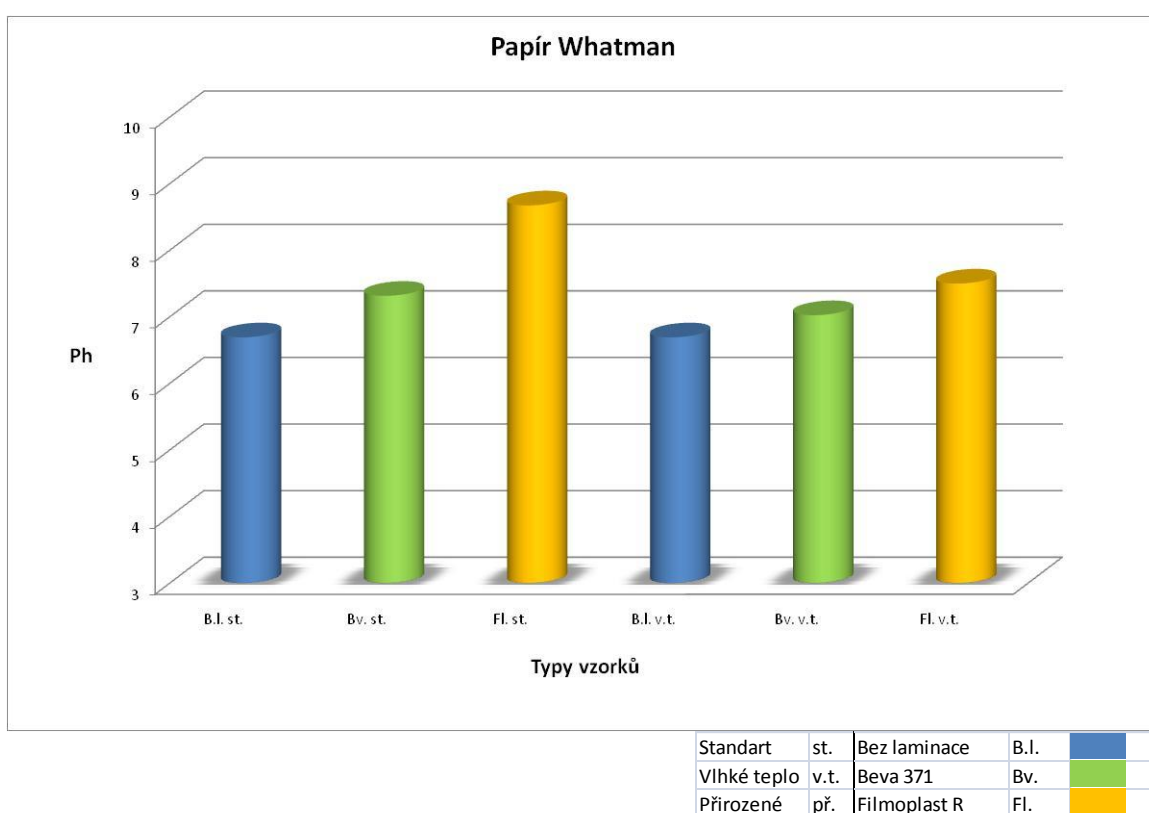
Graf 13: Srovnání změn opacity mezi chromatografickým papírem Whatmanem laminovaným Filmoplastem R a Bevou 371 po procesech urychleného stárnutí.



4.5.3. PH vodného výluhu

Papíru Whatman zůstala vyšší hodnota pH jak po laminaci, tak i po stárnutí ve vlhkém teple vůči vzorkům bez laminace. K výraznějšímu navýšení hodnot pH došlo u vzorků zpevněných Filmoplastem R – po laminaci o více jak jeden stupeň pH a po stárnutí o čtyři desetiny stupně pH oproti vzorkům zpevněným Bevou 371.

Graf 14: Srovnání změn pH vodného výluhu mezi chromatografickým papírem Whatmanem laminovaným Filmoplastem R a Bevou 371 po procesech urychleného stárnutí.



Shrnutí:

U chromatografického papíru Whatman se po laminaci i po stárnutí ve vlhkém teple více zvýšily hodnoty tržného zatížení u vzorků laminovaných Filmoplastem R.

Bělost klesla vůči vzorkům s laminací Bevy 371 více u vzorků s laminací Filmoplastu R, a to jak po laminaci tak po stárnutí ve vlhkém teple. Obdobné výsledky mělo i zvýšení opacity, které bylo výraznější u vzorků s laminací Filmoplastu R.

Po laminaci vzorků došlo ke zvýšení hodnot pH po obou typech laminací, a i po stárnutí si zachovaly vyšší hodnoty než vzorky bez laminace. U vzorků s laminací Filmoplastu R došlo k nepatrně výraznějšímu navýšení než u vzorků s laminací Bevy 371.

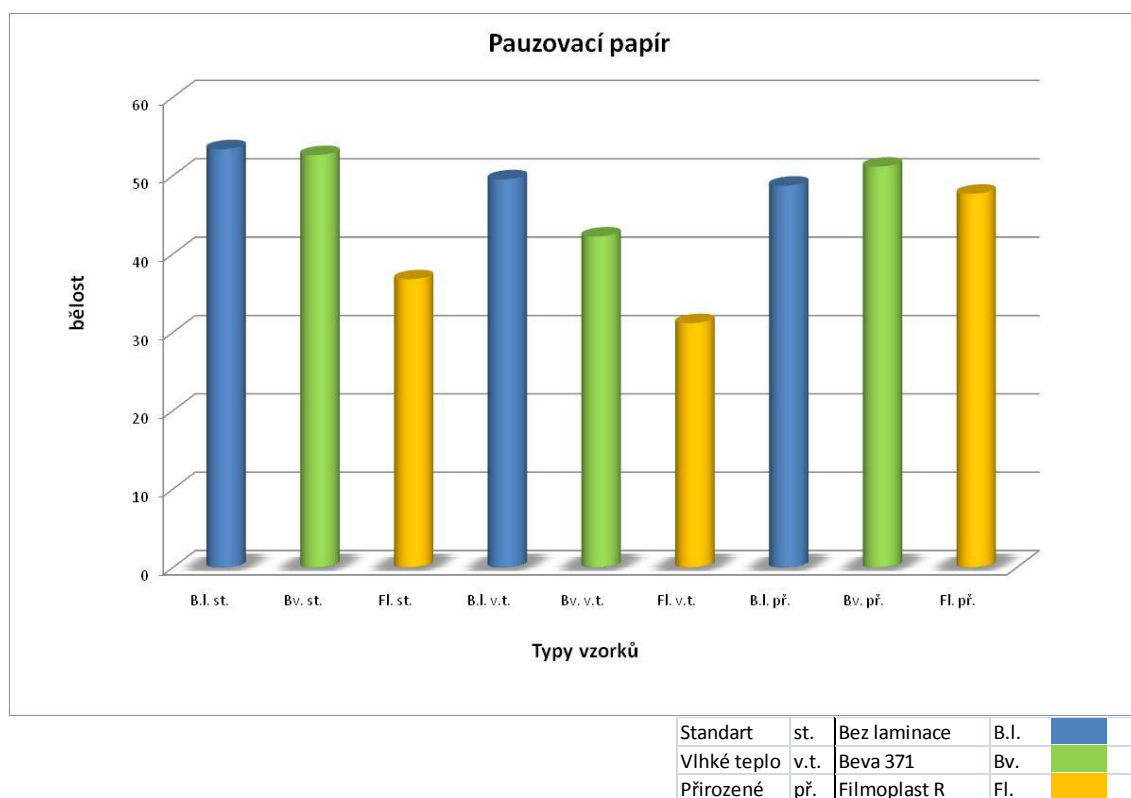
4.6. Pauzovací papír

4.6.1. Optické vlastnosti

4.6.1.1. Bělost

U pauzovacího papíru klesla bělost po laminaci Filmoplastem R o 16,5 jednotek, u vzorku s laminací Bevy 371 jen o 1 jednotku. Během stárnutí ve vlhkém teplu klesla bělost u vzorku s laminací Filmoplastem R o 18 jednotek, méně klesla u laminace s Bevou 371 – o 7 jednotek vůči stárnutému papíru bez laminace. Po přirozeném stárnutí klesla bělost Filmoplastu nejméně, ale i v tomto případě si vzorky s laminací Bevy 371 udržely bělost 4 jednotky vyšší.

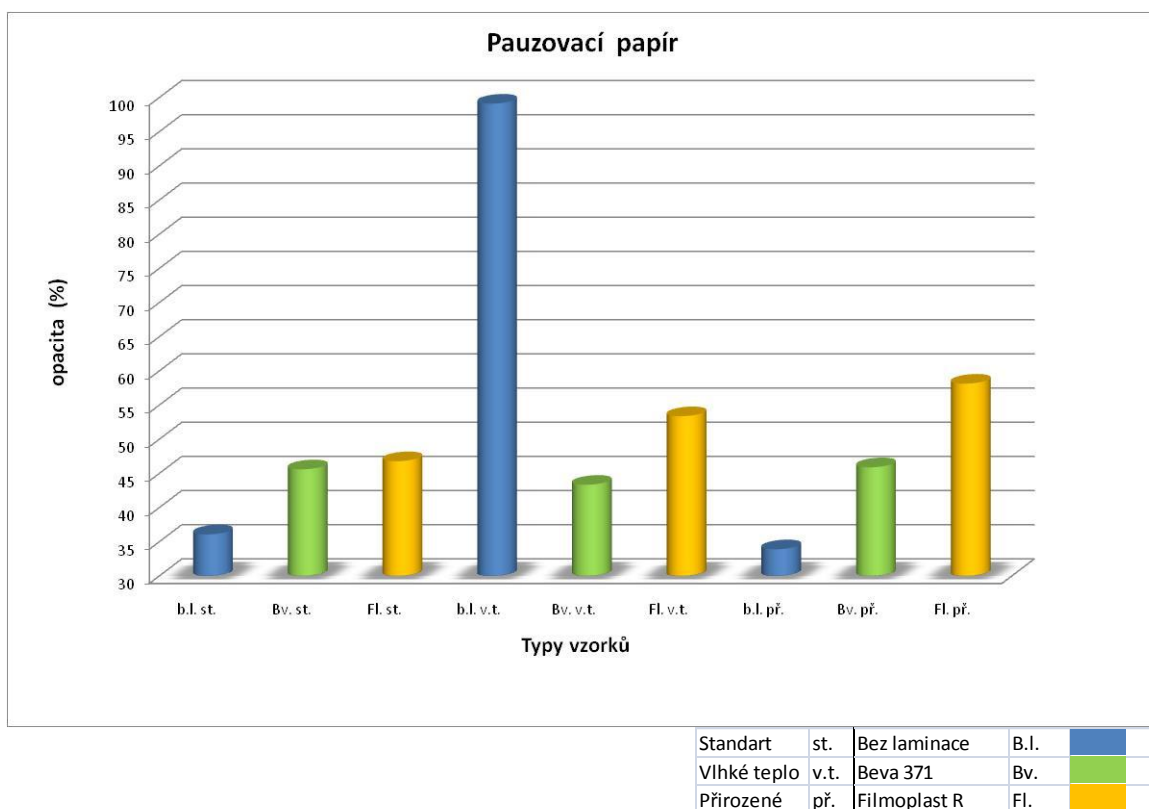
Graf 15: Srovnání změn bělosti mezi pauzovacím papírem laminovaným Filmoplastem R a Bevou 371 po procesech urychleného stárnutí.



4.6.1.2. Opacita

Vzhledem k vysoké transparentnosti pauzovacího papíru je logické, že po laminaci došlo k výraznějšímu zvýšení opacity, než u ostatních typů papírů. U obou typů laminací došlo po laminaci téměř ke shodnému zvýšení opacity. Je zřejmé, že výrazné zvýšení opacity papíru bez laminace po stárnutí ve vlhkém teple, je chybou v měření. Po stárnutí ve vlhkém teple, došlo ke snížení opacity u vzorku zpevněného Bevou 371 a naopak se vůči němu zvýšila opacita vzorku zpevněného Filmoplastem R o 10%. Po přirozeném stárnutí zůstala vzorku s laminací Bevy 371 stejná opacita jako před stárnutím a naopak u vzorku s laminací Filmoplastu R se opacita vůči němu zvýšila o 12%.

Graf 16: Srovnání změn opacity mezi papírem pauzovacím papírem laminovaným Filmoplastem R a Bevou 371 po procesech urychleného stárnutí.



Shrnutí:

Výsledky měření optických vlastností laminovaných vzorků naznačují, že fólie Bevy 371 nalaminovaná na pauzovacím papíře by si mohla zachovat stabilnější optické vlastnosti než fólie Filmoplastu R.

4.7. Odstranitelnost

4.7.1. Delaminace fólie Beva 371

Za tepla:

Metoda delaminace vzorků po zahřátí na vakuovém odsávacím stole nebyla úspěšná. Z novinového, kancelářského, ručního papíru a z chromatografického papíru Whatman byla fólie velmi obtížně odstranitelná, a strhávala sebou značné množství originálních vláken papírů. Při lokálním zahřívání vzorků regulovatelnou restaurátorskou špachtlí byla až po nastavení teploty na 72°C fólie snímatelná o něco lépe než u první metody, ale stále velmi obtížně. Naopak alkalický karton a pauzovací papír bylo možné úspěšně delaminovat s použitím obou metod.

Chemickou cestou:

Po aplikaci toluenu i lakového benzínu bylo možné fólii velmi snadno sloupnout i bez použití skalpelu. O něco obtížnější snímání fólie bylo zaznamenáno po zvlhčení benzinem u vzorku Whatmanu a ručního papíru, kde bylo nutné použít skalpel. Jiné rozdíly zaznamenány nebyly.

Na vzorcích ručního papíru, které byly podrobeny měření nebyly po žádném použitém rozpouštědle detekovány ani minimální měřitelné zbytky adheziva (viz. Spektra FTIR č. 1-4, v kap. č. 4.1.)

4.7.2. Delaminace fólie Filmoplast R

Za tepla:

Nejprve bylo vyzkoušeno zahřátí vzorků regulovatelnou špachtlí na aktivační teplotu 130°C, ale až po jejím zvýšení na 150°C (+ 3°C na vrstvu vosk. papíru) šla fólie u některých typů papírů alespoň částečně odstranit. Přesto ale docházelo k mechanickému poškození a na fólii ulpívala i vlákna papíru.

Tímto způsobem nešla fólie odstranit z novinového papíru a Whatmanu, a velmi obtížně byla mechanicky odstranitelná z ručního papíru. Částečně byla fólie snímatelná z kancelářského papíru a alkalického kartonu a pouze z pauzovacího papíru jí bylo možné tímto způsobem odstranit.

U obou typů laminací zůstávaly i po sejmutí fólie viditelná rezidua adheziva na papíru.

Chemickou cestou:

Po působení isopropylalkoholu na vzorky bylo fólii obtížné sejmut i za pomoci skalpelu.

Po ponoření vzorku do acetonu bylo možné fólii odstranit ze všech typů papírů s použitím skalpelu kromě Whatmanu, ze kterého ji nešlo odstranit bez značných ztrát na papírové hmotě a ke drobným ztrátám došlo i u novinového a ručního papíru (kde došlo mechanicky i k poškození tisku).

Toluen měl na nabobtnání adheziva největší efekt, přesto šly fólie sejmut z papíru pouze za pomoci skalpelu, čímž došlo u novinového papíru a Whatmanu ke drobným ztrátám vláken (jak je dobře viditelné pohledem pod binokulární lupou).

Na vzorcích ručního papíru, které byly po aplikaci toluenu a acetonu podrobeny měření pomocí FTIR byly v obou případech detekovány zbytky adheziva (viz. Spektra FTIR č. 5-8 v kap. č. 4.1.)

4.8. Praktické zkušenosti s aplikací fólií

Beva 371 a Filmoplast R

Naše zkušenosti s nažehlovacími fóliemi, které jsme získali při přípravě vzorků jsou následující:

- U Bevy je výhodná možnost volby při výběru vhodné gramáže a typu nosiče (u velkých formátů je pak možné použít např. i plátno), zatímco u Filmoplastu je již typ japonského papíru daný a tím se značně zužuje možnost jeho využití.
- Připravený nosič u Filmoplastu je naopak výhodný ve snadnějším a rychlejším použití, což je nutné při laminaci velkého množství materiálu.
- Bezprostředně po laminaci je vhodné dokument zatížit nebo vložit do lisu alespoň na jeden den, aby se aklimatizoval a zamezilo se jeho kroucení při reakci papíru na prudkou změnu vlhkosti (platí pro oba typy laminací).
- Při laminaci papíru Filmoplastem R pomocí restaurátorské špachtle bylo nutné nastavit teplotu přibližně až na 145°C, aby fólie pevně přilnula k podložce v celé ploše. Při 130°C byla fólie nedostatečně přichycená, při ohýbání byly patrné vzduchové bubliny a při jakémkoli mechanickém namáhání by docházelo k jejímu oddělování. K dosažení pevného spoje je při teplotě 130°C nutný poměrně velký tlak, který je patrně dosažitelný pouze na speciálním laminačním stroji. (Výrobce udává jako aktivační teplotu pouze 110°C)
- Výhodou Bevy je její rozpustnost v nepolárním rozpouštědle – lakovém benzínu, který je jak známo většinou neškodný pro barevnou vrstvu.
- Po ukončení přirozeného stárnutí bylo zjištěno, že u vzorků laminových Filmoplastem R došlo k pokroucení fólie a v důsledku toho i k jejímu částečnému oddělení od papíru.

5. Závěr

Z jednotlivých metod měření vyplynuly následující výsledky:

Přestože fólie Filmoplastu R obsahuje na rozdíl od fólie Bevy 371 alkalickou rezervu, byly naměřené hodnoty pH u obou laminací ze všech typů testovaných papírů ve výsledku srovnatelné. Mírné navýšení hodnot pH u nalaminovaných vzorků oproti vzorkům bez laminace bylo způsobeno pouze menším podílem kyselého papíru v naváženém vzorku. Z výsledků je patrné, že při stárnutí kopolymerů Etylen-vinylacetátu nedochází k vylučování kyseliny octové, jako je tomu v případě polyvinylacetátových adheziv.

Co se týče mechanických vlastností, ani zde nedošlo mezi srovnávanými laminacemi k výrazným rozdílům v hodnotách tržného zatížení. Nepatrně vyšší hodnoty byly naměřeny u vzorků ručního a kancelářského papíru laminovaných Bevou 371 a naopak lepší hodnoty získaly vzorky chromatografického papíru Whatman laminovaného Filmoplastem R.

Snížení bělosti papírů po laminaci oběma typy fólií je nepatrné, stejně jako navýšení jejich opacity, a ani po sledovaných typech urychleného stárnutí nedochází k dalším výraznějším změnám. Tento výsledek také vyvrátil domněnku o žloutnutí adheziva Beva 371 během stárnutí. Nepatrně stabilnější optické vlastnosti byly prokázány u laminace Bevy 371 na pauzovacím papíře a naopak menší změna bělosti nastala u laminace papíru Whatman Filmoplastem R.

Z výsledků těchto měření vyplývá, že obě fólie jsou odolné vůči žloutnutí i proti zvyšování opacity během stárnutí a jejich optické vlastnosti jsou srovnatelné.

Aby ovšem mohla být informace o žloutnutí Beva fólie zcela vyvrácena, bylo by třeba v budoucnu podrobit měření změn bělosti i samotnou fólii, protože přítomné papíry mohou výsledek zkreslovat.

Velmi rozdílná je ovšem reverzibilita srovnávaných fólií, jak bylo zjištěno po zkouškách odstranitelnosti z ručního papíru, pomocí FTIR spektroskopie. Fólie Bevy 371 byla snadno odstranitelná pomocí benzínu i toluenu a ani v jednom případě nebyla na vzorku detekována zbytková rezidua.

Naopak po odstranění fólie Filmoplastu R z ručního papíru působením toluenu i acetonu byla ve všech případech detekována rezidua adheziva.

V obou případech byla pak u všech typů testovaných papírů zjištěna problematická dekonzervovatelnost fólií opětovným zahřátím na aktivační teplotu.

Tuto metodu odstranitelnosti každopádně nelze doporučit.

Jak vyplývá z těchto výsledků, lze fyzikální, chemické i optické vlastnosti testovaných fólií nalaminovaných na různých typech papírů hodnotit jako srovnatelné. Výhodou Filmoplastu R je jeho alkalická rezerva, a proto se dá očekávat vyšší chemická stabilita fólie z hlediska dlouhodobého stárnutí, přestože to tato studie nepotvrdila. Nevýhodou Filmoplastu R je ovšem jeho obtížnější odstranitelnost a vysoká aktivační teplota – o polovinu vyšší než je aktivační teplota Bevy 371. Na základě této studie je možné konstatovat, že fólie Beva 371 je srovnatelnou alternativou Filmoplastu R a lze ji doporučit ke zpevnění archivních papírových dokumentů novodobého charakteru.

Výsledky provedeného průzkumu, s využitím pouze výběrových metod měření, nelze ovšem považovat za komplexní. Informace o využití fólie Beva 371 ke zpevnění papíru jsou dosud velmi nedostačující a bylo by vhodné provést další studie, které by se zaměřily i na ostatní vlastnosti tohoto materiálu, s využitím dalších metod měření.

6. Poznámkový aparát

1. Ďurovič, M. a kol.: *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, Paseka 2002, s. 237-238.
2. Ibid., 239.
3. Z přednášek Ing. Aleny Hurtové, UPCE, Litomyšl.
4. Z přednášek Ing. Hany Paulusové.
5. Ďurovič, M. a kol., (cit. v pozn. č. 1) s. 238.
6. Z přednášek Ing. Aleny Hurtové, UPCE, Litomyšl.
7. Mertens, M., *An investigation into the effects of the lamination process on some properties of paper*, Queens University Kingston, Ontario, Canada 1986, s. 2-4.
8. Ibid. s. 4-5.
9. Ibid., s. 5.
10. Ibid., s. 6.
11. Ibid., s. 7.
12. Termoplast, *Wikipedie: Otevřená encyklopedie*: [online]. c2009, poslední editace 2009. [citováno 6. 08. 2009]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Termoplast&oldid=4062927>
13. Kubička, R., Zelinger, J., *Výkladový slovník : malířství, grafika, restaurátorství*, Praha 2004, s. 127.
14. Fairbrass, S., *An investigation into the adhesives used for dry-mounting (laminating) paper*, in: Institute of papers conservation: Conference papers, Manchester 1992, s. 91.
15. Dvořák, M., *Vývoj adheziv a technologií pro rentoaláž závěsných obrazů*, in: Státní restaurátorské ateliéry, Praha 1990, s. 15.
16. Kronthal, L., Levinson, J., Dignart, C., et al., *Beva 371 and its use as an adhesive for skin and leather repairs: Background and a review of treatments*, JAIC [online] 2003, Volume 42, Number 2, c2003 [citováno 2009-13-05]. Dostupný z WWW: http://aic.stanford.edu/jaic/articles/jaic42-02-009_indx.html
17. Dvořák, M., (cit. v pozn. č. 15) s. 16.
18. Forest E., *Beva 371 film linings: Variables affecting bond strength*, Queens University Kingston, Ontario, Canada 1995, s. 1-2.

19. Benjamin R., *The Separation of two fabrics bonded together with Beva 371*, in: *The picture restorer*, number 6, 1994, s. 5.
20. Kronthal, L., Levinson, J., Dignart, C., et al., (cit. v pozn. č. 16), s. 341.
21. Kubička, R., Zelinger, J., *Výkladový slovník : malířství, grafika, restaurátorství.*, Praha 2004, s. 127.
22. Zelinger, J., Heidingsfeld, V., Kotlík, P., a kol.: *Chemie v práci konzervátora restaurátora*, Praha, 1987, s. ?
23. Cellolyn 21-E Synthetic Resin – Product data sheet, Eastman [online], c2009 [citováno 2009-06-08]. Dostupný z WWW: http://ws.eastman.com/ProductCatalogApps/PageControllers/ProdDatashheet_PC.aspx?Product=71049151&sCategoryName=Generic
24. Technical data Beva 371 Film, Conservation by design limited [online], [citováno 2009-21-06]. Dostupný z WWW: <http://www.conservation-by-design.co.uk/pdf/datasheets/Beva%20371%20AD08%20technical%20details.pdf>
25. BEVA® PRODUKTY - Beva 371Film®, artprotect s.r.o. [online], [citováno 2009-21-06]. Dostupný z WWW: <http://www.artprotect.cz/Cenik/PDF/038.pdf>
26. Mayer, R., *The artist's handbook of materials and techniques*, London-Boston, 1991, s. 503-504.
27. BEVA® PRODUKTY - Beva 371Film® (cit. v pozn. č. 25)
28. Dvořák, M., (cit. v pozn. č. 15) s. 16.
29. Kronthal, L., Levinson, J., Dignart, C., et al., (cit. v pozn. č. 16) s. 342.
30. McCrady, E., Symposium 88 Oct. 3-7, Ottawa, Abbey Newsletter [online], volume 12, Number 8, 1988. c2004, poslední editace 2004-03, [citováno 2009-06-03]. Dostupný z WWW: <http://cool-palimpsest.stanford.edu/byorg/abbey/an/an12/an12-8/>
31. Consolidation-Fixing-Facing, Beva 371, in: *Paper Conservation Catalog*, Washington, DC: AIC-BPG, 1988.
32. News: Hot News About Equipment, Abbey Newsletter [online], Volume 13, Number 2, May 1989. c2004, poslední editace 2004-03, [citováno 2009-017-03]. Dostupný z WWW: <http://cool-palimpsest.stanford.edu/byorg/abbey/an/an13/an13-2/>
33. Fairbrass, S., (cit. v pozn. č. 14) s. 91-95.

34. Zajačiková, Z., Bartl, B., *Zpráva ze služební cesty do Berlína*, Zahraňiční cesty pracovníků archivu 1993-2005, Národní archiv [online], [citováno 2009-08-06]. Dostupný z WWW: <http://www.nacr.cz/Z-Files/sc2005-12.pdf>
35. Benjamin R., (cit. v pozn. č. 19), s. 5-7.
36. Hawker, J. J., The bond strenghts of two hot table lining adhesives – Beva 371 and Plectol D360, in: 8th Triennial meeting, Sydney, 1987, s. 161-168.
37. Forest E., Beva 371 film linings: Variables affecting bond strenght, Queens University Kingston, Ontario, Canada 1995.
38. Katz, K. B., The quantitative testing and comparisons of peel and lap/shear for Lascaux 360 H:V: and Beva 371, JAIC [online], 1985, Volume 24, Number 2, s. 66-68. Dostupný z WWW: http://aic.stanford.edu/jaic/articles/jaic24-02-001_indx.html
39. Kronthal, L., Levinson, J., Dignart, C., et al., (cit. v pozn. č. 16) s. 342.
40. Pullen, S. P., *The effect of variables on the bond strength of Beva 371 linings*, Queens University Kingston, Ontario, Canada 1991, 19-21.
41. Hardy, K. A., *The effects of temperature and adhesive thickness on the bond strengths of Beva 371 linings*, Queen's university Kingston, Ontario, Canada 1992, s. 22.
42. Kronthal, L., Levinson, J., Dignart, C., et al., (cit. v pozn. č. 16) s. 342.
43. Abdel-Kareem, O., *Microbiological testing of Polymers and resins used in conservation of Linen Textiles*, The e-Journal of Nondestructive Testing & Ultrasonics [online], Issue Vol. 5 No. 12 - December 2000, [citováno 2009-06-05] Dostupný z WWW: <http://www.ndt.net/article/wcndt00/papers/idn002/idn002.htm>
44. Filmoplast: Pressure-Sensitive vs. Heat-Set, Supplies and services, Abbey Newsletter [online], 1993, Volume 17, Number 6, c2004, poslední editace 2004-03, [citováno 2009-12-06]. Dostupný z WWW: <http://cool-palimsest.stanford.edu/byorg/abbey/an/an17/an17-6/>

45. Kučerová, E., Drobílek J., České varianty konstrukčních metakrylových kopolymerů, Elektro, FCC public [online], c2009 [citováno 2009-05-08]
Dostupný z WWW:
http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=23790
46. Mleziva, J., Šňupárek, J., *Polymery – výroba, struktura, vlastnosti a použití*, Praha 2000, s. 140-141.
47. Zelinger, J., Heidingsfeld, V., Kotlík, P., a kol., (cit. v pozn. č. 22), s. 33-34.
48. Paulusová H., *Studium vlastností laminační fólie Filmoplast R*, in: Devátý seminář restaurátorů a historiků, Frenštát pod Radhoštěm 21.-23. září 1994,
49. Filmoplast R® technical information, Neschen [online], c2009, poslední editace 2006-04 [citováno 2009-18-04]Dostupný z WWW:
<http://www.neschen.com/data/pool/d269298057.pdf>
50. Filmoplast R® technical information, Conservation resources [online], c2004, [citováno 2009-01-08]. Dostupný z WWW:
http://www.conservationresources.com.au/html/home/help_info/downloads/TI_filmoplast_r_english.pdf
51. Filmoplast: Pressure-Sensitive vs. Heat-Set, Supplies and services, Abbey Newsletter [online], 1993, Volume 17, Number 6, c2004, poslední editace 2004-03, [citováno 2009-12-06]. Dostupný z WWW: <http://cool-palimpsest.stanford.edu/byorg/abbey/an/an17/an17-6/>
52. Ibid.
53. Paulusová H., (cit. v pozn. č. 48), s.147-172.
54. Ibid. (cit. v pozn. č. 34)
55. Letnar, M. Č., Vodopivec, J., *Protection and conservation of materials on paper (Evaluation of permanence and durability of the laminated material on paper)*, in: Restaurator č. 18, 1997, s. 177-190.

56. Vizárová, K., Reháková, M., ad., *Preparing and properties of polymer protective films on the paper substrate*, Chemical Technology of Wood, Pulp and Paper [online] 2003, poslední editace 2006-01, [citováno 2009-05-04]. Dostupný z WWW: <http://www.e-wpp.com/download/pdf/5pal14.pdf>
57. Dokumentační fotografie laminace Filmoplastem R , *V Národním archivu bylo zahájeno restaurování soudního spisu Dr. Milady Horákové*, Archiv zpráv 2007, Národní archiv [online] 2007, [citováno 2009-20-08]. Dostupný z WWW: <http://www.nacr.cz/zpravy/horakova.aspx>
58. Dokumentační fotografie, Filmoplast R, Materiály a vybavení pro knihovny – opravné pásky na knihy, Ceiba [online], [citováno 2009-05-04]. Dostupný z WWW: <http://www.ceiba.cz/new/produkt.php?id=5>

7. Literatura

Řurovič, M. a kol.: Restaurování a konzervování archiválií a knih, Paseka 2002.

Mertens, M., *An investigation into the effects of the lamination process on some properties of paper*, Queens University Kingston, Ontario, Canada 1986.

Fairbrass, S., *An investigation into the adhesives used for dry-mounting (laminating) paper*, in: Institute of papers conservation: Conference papers, Manchester 1992.

Dvořák, M., *Vývoj adheziv a technologií pro rentoaláž závěsných obrazů*, in: Státní restaurátorské ateliéry, Praha 1990-

Forest E., *Beva 371 film linings: Variables affecting bond strenght*, Queens University Kingston, Ontario, Canada 1995.

Benjamin R., *The Separation of two fabrics bonded together with Beva 371*, in: The picture restorer, number 6, 1994

Kubička, R., Zelinger, J., *Výkladový slovník : malířství, grafika, restaurátorství.*, Praha 2004.

Zelinger, J., Heidingsfeld, V., Kotlík, P., a kol.: *Chemie v práci konzervátora restaurátora*, Praha, 1987.

Mayer, R., *The artist's handbook of materials and techniques*, London-Boston, 1991.

Consolidation-Fixing-Facing, Beva 371, in: Paper Conservation Catalog, Washington, DC: AIC-BPG,1988.

Hawker, J. J., The bond strenghts of two hot table lining adhesives – Beva 371 and Plectol D360, in: 8th Triennial meeting, Sydney, 1987.

Forest E., Beva 371 film linings: Variables affecting bond strenght, Queens University Kingston, Ontario, Canada 1995.

Pullen, S. P., *The effect of variables on the bond strength of Beva 371 linings*, Queens University Kingston, Ontario, Canada 1991.

Hardy, K. A., *The effects of temperature and adhesive thickness on the bond strengths of Beva 371 linings*, Queen's university Kingston, Ontario, Canada 1992.

Mleziva, J., Šňupárek, J., *Polymery – výroba, struktura, vlastnosti a použití*, Praha 2000.

Paulusová H., *Studium vlastností laminační fólie Filmoplast R*, in: Devátý seminář restaurátorů a historiků, Frenštát pod Radhoštěm 21.-23. září 1994.

Letnar, M. Č., Vodopivec, J., *Protection and conservation of materials on paper (Evaluation of permanence and durability of the laminated material on paper)*, in: Restaurator č. 18, 1997.

8. Prameny

Termoplast, *Wikipedie: Otevřená encyklopedie*: [online]. c2009, poslední editace 2009. [citováno 6. 08. 2009]. Dostupný z WWW:

<<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Termoplast&oldid=4062927>

Kronthal, L., Levinson, J., Dignart, C., et al., *Beva 371 and its use as an adhesive for skin and leather repairs: Background and a review of treatments*, JAIC [online] 2003, Volume 42, Number 2, c2003 [citováno 2009-13-05]. Dostupný z WWW: http://aic.stanford.edu/jaic/articles/jaic42-02-009_indx.html

Cellolyn 21-E Synthetic Resin – Product data sheet, Eastman [online], c2009 [citováno 2009-06-08]. Dostupný z WWW: http://ws.eastman.com/ProductCatalogApps/PageControllers/ProdDdatasheet_PC.aspx?Product=71049151&sCategoryName=Generic

Technical data Beva 371 Film, Conservation by design limited [online], [citováno 2009-21-06]. Dostupný z WWW:

<http://www.conservation-by-design.co.uk/pdf/datasheets/Beva%20371%20AD08%20technical%20details.pdf>

BEVA® PRODUKTY - Beva 371Film®, artprotect s.r.o. [online], [citováno 2009-21-06]. Dostupný z WWW: <http://www.art-protect.cz/Cenik/PDF/038.pdf>

McCrary, E., Symposium 88 Oct. 3-7, Ottawa, Abbey Newsletter [online], volume 12, Number 8, 1988. c2004, poslední editace 2004-03, [citováno 2009-06-03].

Dostupný z WWW:

<http://cool-palimpsest.stanford.edu/byorg/abbey/an/an12/an12-8/>

News: Hot News About Equipment, Abbey Newsletter [online], Volume 13, Number 2, May 1989. c2004, poslední editace 2004-03, [citováno 2009-017-03].

Dostupný z WWW:

<http://cool-palimpsest.stanford.edu/byorg/abbey/an/an13/an13-2/>

Zajačiková, Z., Bartl, B., *Zpráva ze služební cesty do Berlína, Zahraniční cesty pracovníků archivu 1993-2005*, Národní archiv [online], [citováno 2009-08-06]. Dostupný z WWW: <http://www.nacr.cz/Z-Files/sc2005-12.pdf>

Katz, K. B., The quantitative testing and comparisons of peel and lap/shear for Lascaux 360 H:V: and Beva 371, JAIC [online], 1985, Volume 24, Number 2, s. 66-68. Dostupný z WWW: http://aic.stanford.edu/jaic/articles/jaic24-02-001_indx.html

Abdel-Kareem, O., *Microbiological testing of Polymers and resins used in conservation of Linen Textiles*, The e-Journal of Nondestructive Testing & Ultrasonics [online], Issue Vol. 5 No. 12 - December 2000, [citováno 2009-06-05] Dostupný z WWW: <http://www.ndt.net/article/wcndt00/papers/idn002/idn002.htm>

Filmoplast: Pressure-Sensitive vs. Heat-Set, Supplies and services, Abbey Newsletter [online], 1993, Volume 17, Number 6, c2004, poslední editace 2004-03, [citováno 2009-12-06]. Dostupný z WWW: <http://cool-palimsest.stanford.edu/byorg/abbey/an/an17/an17-6/>

Kučerová, E., Drobílek J., České varianty konstrukčních metakrylových kopolymerů, Elektro, FCC public [online], c2009 [citováno 2009-05-08] Dostupný z WWW: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=23790

Filmoplast R® technical information, Neschen [online], c2009, poslední editace 2006-04 [citováno 2009-18-04] Dostupný z WWW: <http://www.neschen.com/data/pool/d269298057.pdf>

Filmoplast R® technical information, Conservation resources [online], c2004, [citováno 2009-01-08]. Dostupný z WWW: http://www.conservationresources.com.au/html/home/help_info/downloads/TI_filmoplast_r_english.pdf

Filmoplast: Pressure-Sensitive vs. Heat-Set, Supplies and services, Abbey Newsletter [online], 1993, Volume 17, Number 6, c2004, poslední editace 2004-03, [citováno 2009-12-06]. Dostupný z WWW: <http://cool-palimpsest.stanford.edu/byorg/abbey/an/an17/an17-6/>

Vizárová, K., Reháková, M., ad., *Preparing and properties of polymer protective films on the paper substrate*, Chemical Technology of Wood, Pulp and Paper [online] 2003, poslední editace 2006-01, [citováno 2009-05-04]. Dostupný z WWW: <http://www.e-wpp.com/download/pdf/5pal14.pdf>

Dokumentační fotografie laminace Filmoplastem R , *V Národním archivu bylo zahájeno restaurování soudního spisu Dr. Milady Horákové*, Archiv zpráv 2007, Národní archiv [online] 2007, [citováno 2009-20-08]. Dostupný z WWW: <http://www.nacr.cz/zpravy/horakova.aspx>

Dokumentační fotografie, Filmoplast R, Materiály a vybavení pro knihovny – opravné pásky na knihy, Ceiba [online], [citováno 2009-05-04]. Dostupný z WWW: <http://www.ceiba.cz/new/produkt.php?id=5>

9. Obrazové přílohy

Seznam obrazových příloh:

Obr.č. 1: Stav vzorků kancelářského papíru zpevněných Filmoplastem R po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.

Obr.č. 2: Stav vzorků ručního papíru zpevněných Filmoplastem R po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.

Obr.č. 3: Stav vzorků novinového papíru zpevněných Filmoplastem R po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.

Obr.č. 4: Stav vzorků papíru Whatman zpevněných Filmoplastem R po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.

Obr.č. 5: Stav vzorků pauzovacího papíru zpevněných Filmoplastem R po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.

Obr.č. 6: Stav vzorků kancelářského papíru zpevněných Bevou 371 po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.

Obr.č. 7: Stav vzorků ručního papíru zpevněných Bevou 371 po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.

Obr.č. 8: Stav vzorků novinového papíru zpevněných Bevou 371 po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.

Obr.č. 9: Stav vzorků papíru Whatman zpevněných Bevou 371 po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.

Obr.č. 10: Stav vzorků pauzovacího papíru zpevněných Bevou 371 po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.

Obr.č. 11: Metoda laminace fólií Beva 371 na odsávacím stole od firmy Restauro-technika.

Obr.č. 12: Důlní plán na transparentním papíru, stav před restaurováním, Oblastní archiv v Litoměřicích – územní pracoviště Most.

Obr. č. 13: Stav po restaurování, plán zpevněný fólií Beva 371 na japonském papíře z rubové strany (chybějící části jsou doplněny probarveným japonským papírem). Restaurovala Irena Homolová (FR – Litomyšl).

Obr.č. 14: Důlní plán na transparentním papíru, stav před restaurováním, Oblastní archiv v Litoměřicích – územní pracoviště Most, (Foto: Z archivu školy, UPCE – FR – Litomyšl).

Obr.č. 14: Důlní plán na transparentním papíru, stav před restaurováním, Oblastní archiv v Litoměřicích – územní pracoviště Most, (Foto: Z archivu školy, UPCE – FR – Litomyšl).

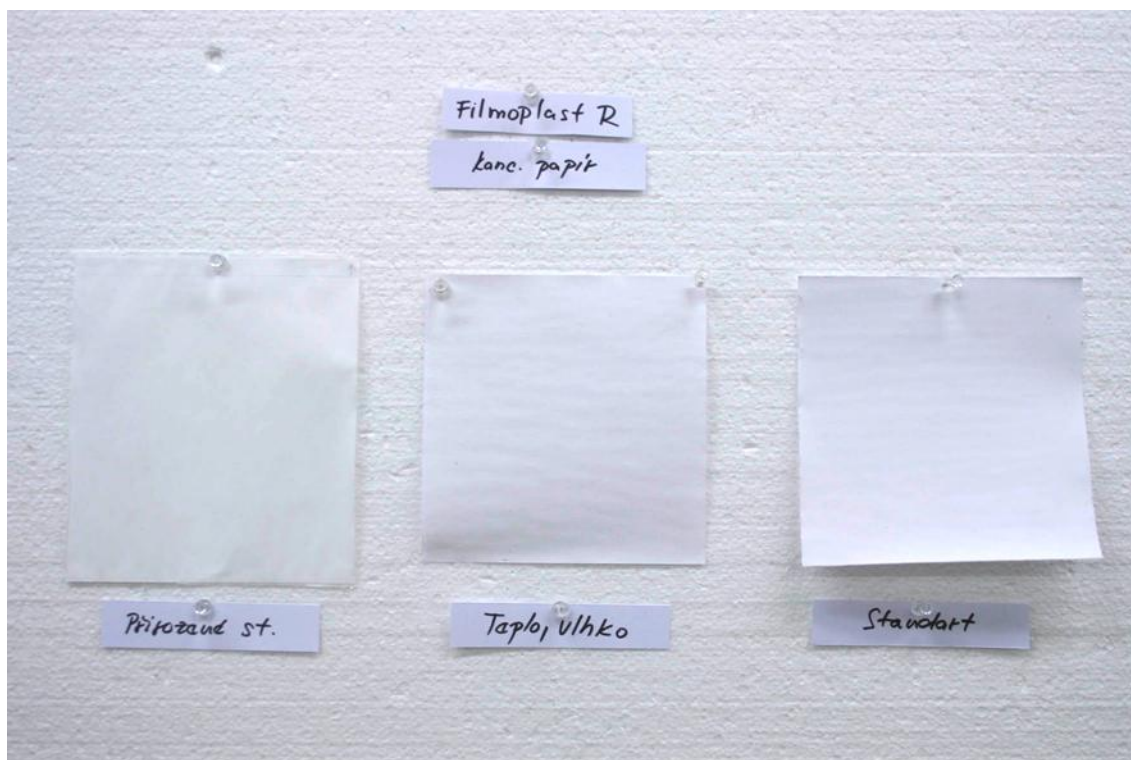
Obr.č. 15: Stav po restaurování, plán zpevněný fólií Beva 371 na japonském papíru z rubové strany (chybějící části jsou doplněny japonským papírem), Foto: Z archivu školy, UPCE – FR – Litomyšl), restaurovala Petra Jánská.

Obr.č. 16: Metoda laminace fólií Filmoplast R na bubnovém laminátoru od firmy Neschen. Foto: Národní archiv⁵⁷

Obr.č. 17: Stav před restaurováním, list z neznámé knihy.

Obr.č. 18: Stav po restaurování, list jednostranně zpevněný fólií Filmoplast R.

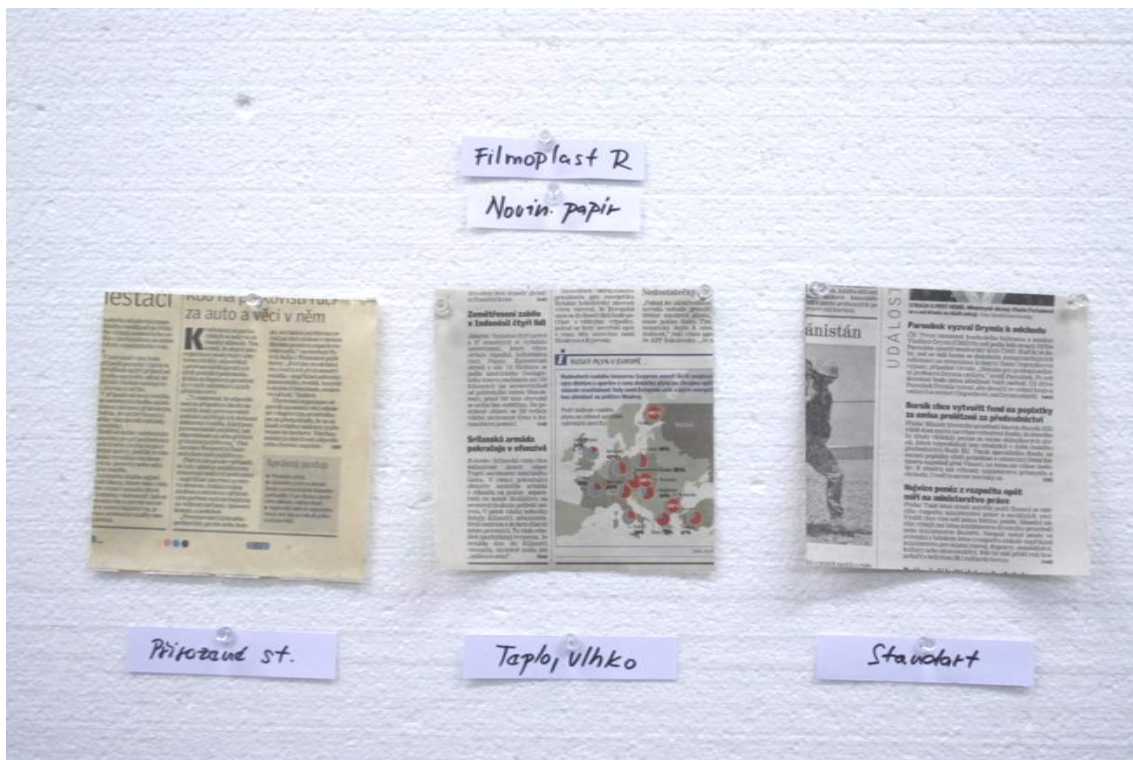
Obr.č. 19: Možnost využití fólie Filmoplastu R ve formě tenké pásky k lokálním vysprávkám papíru. Foto: Ceiba s.r.o.⁵⁸



Obr.č. 1: Stav vzorků kancelářského papíru zpevněných Filmoplastem R po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.



Obr.č. 2: Stav vzorků ručního papíru zpevněných Filmoplastem R po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.



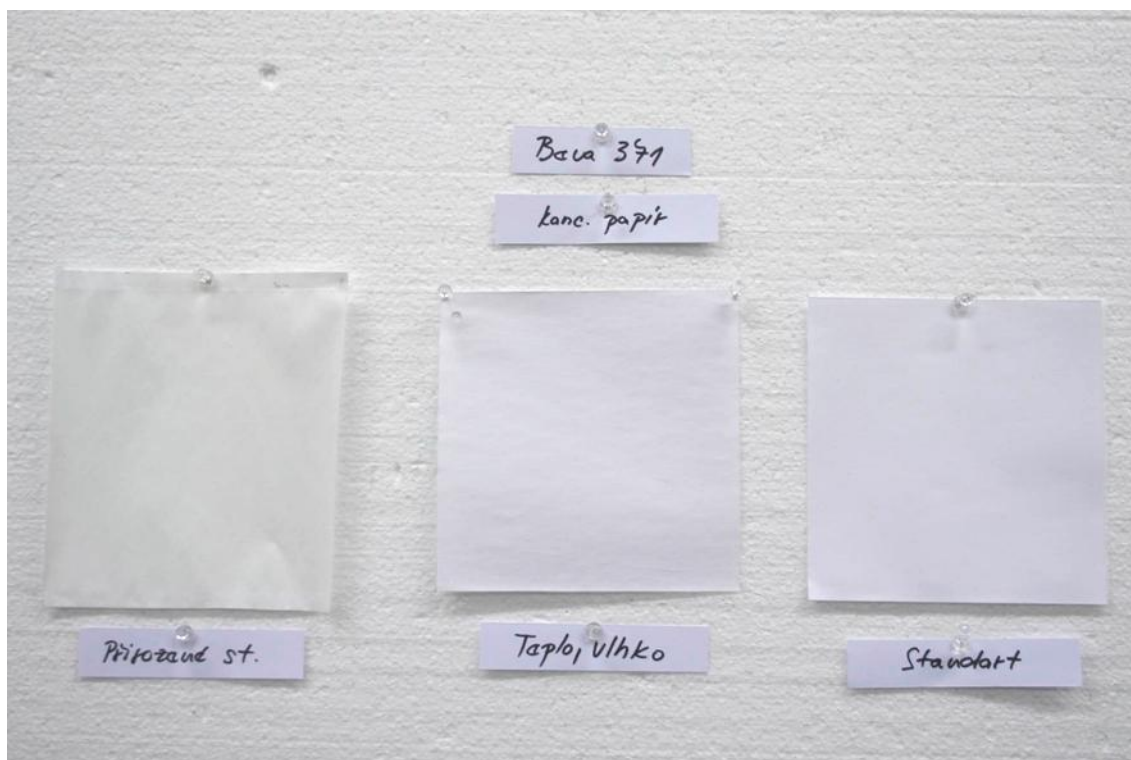
Obr.č. 3: Stav vzorků novinového papíru zpevněných Filmoplastem R po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.



Obr.č. 4: Stav vzorků papíru Whatman zpevněných Filmoplastem R po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.



Obr.č. 5: Stav vzorků pauzovacího papíru zpevněných Filmoplastem R po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.



Obr.č. 6: Stav vzorků kancelářského papíru zpevněných Bevou 371 po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.



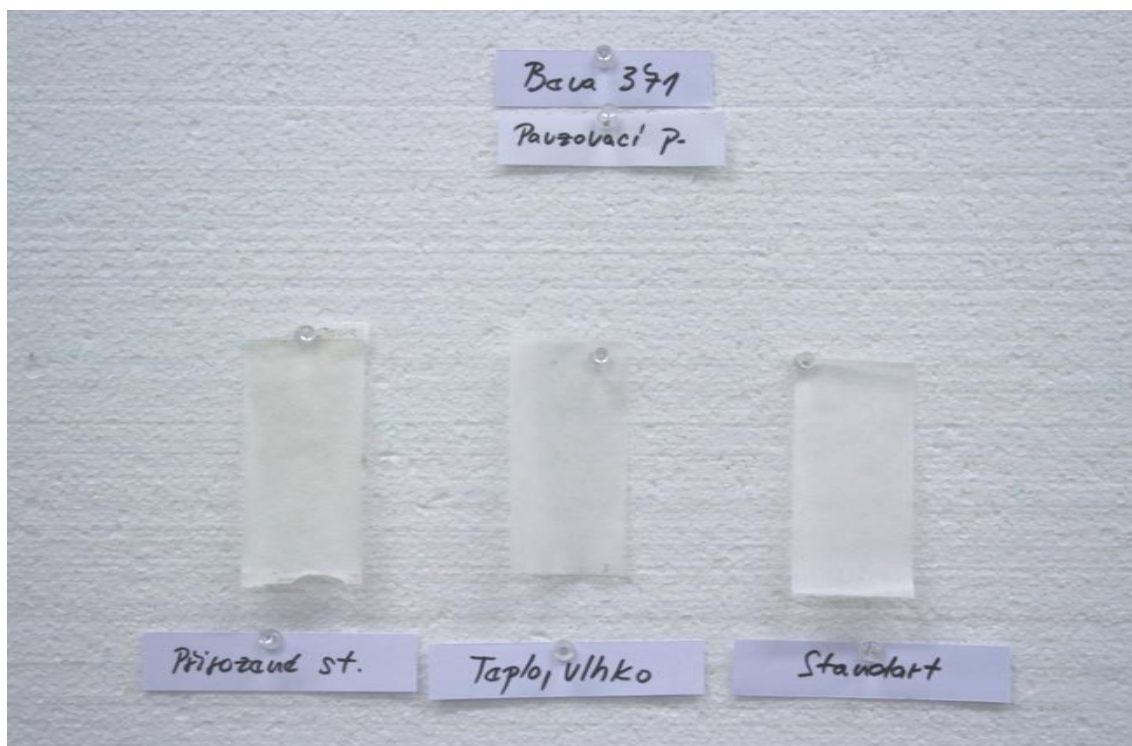
Obr.č. 7: Stav vzorků ručního papíru zpevněných Bevou 371 po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.



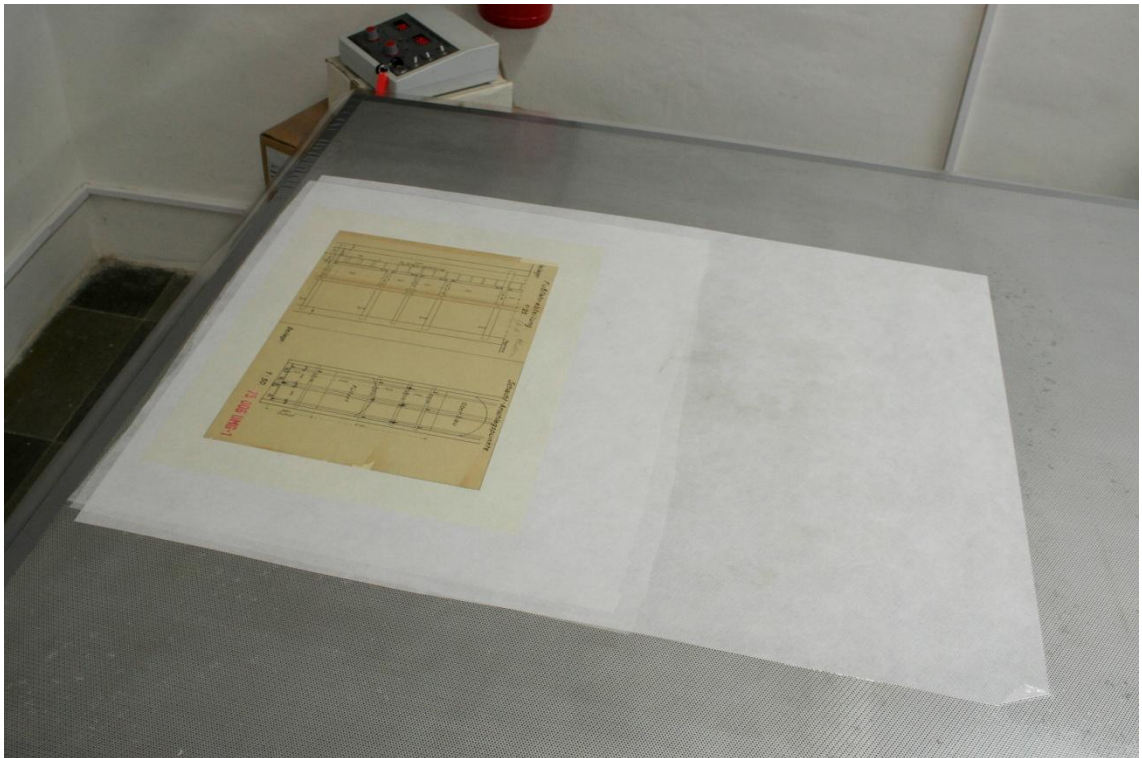
Obr.č. 8: Stav vzorků novinového papíru zpevněných Bevou 371 po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.



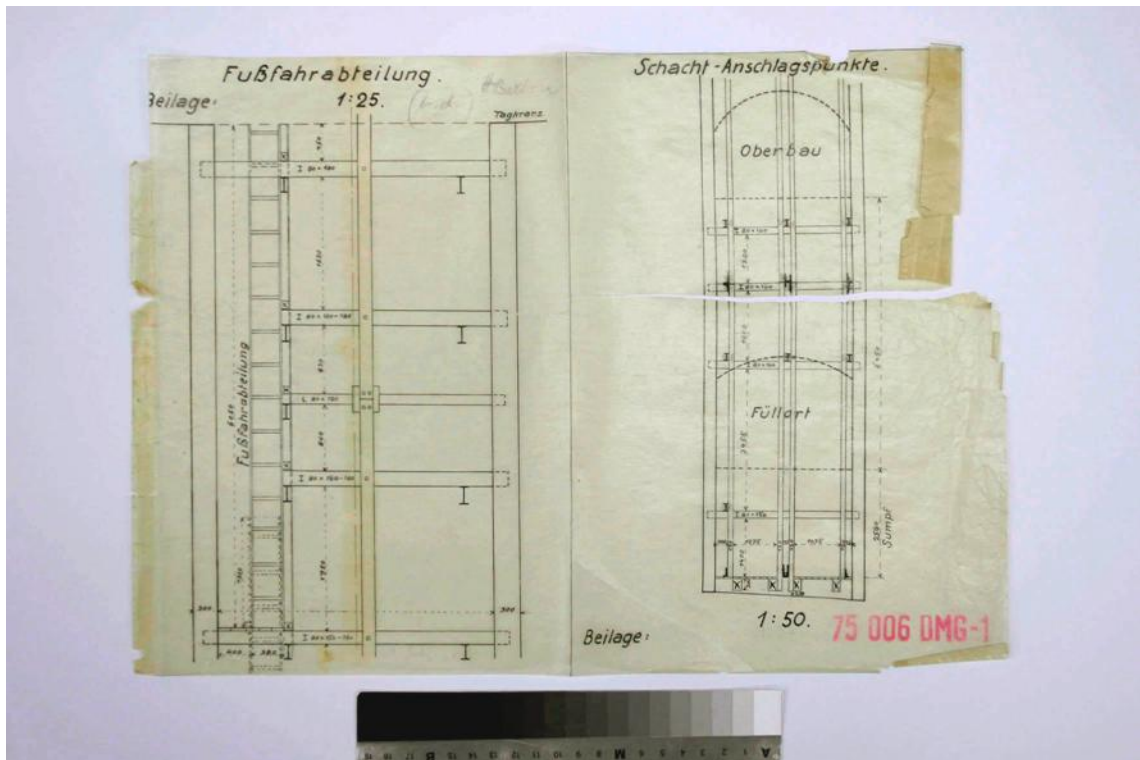
Obr.č. 9: Stav vzorků papíru Whatman zpevněných Bevou 371 po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.



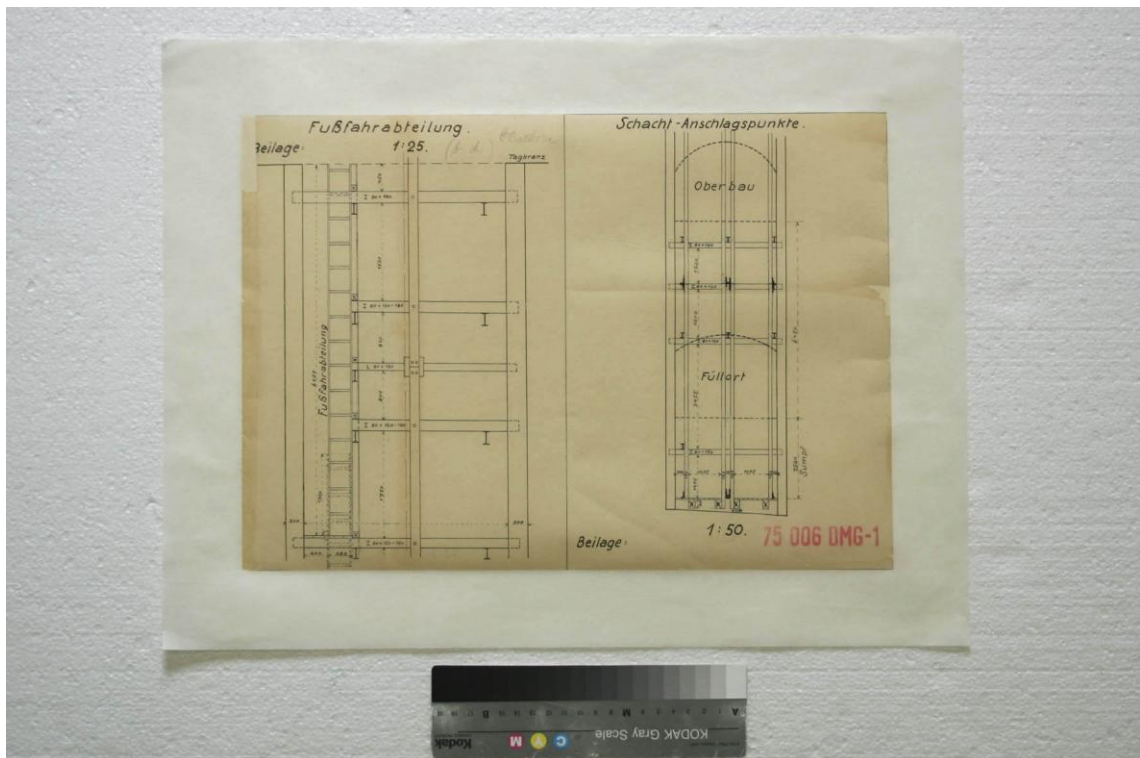
Obr.č. 30: Stav vzorků pauzovacího papíru zpevněných Bevou 371 po dvou typech urychleného stárnutí, ve srovnání s nestárnutým vzorkem.



Obr.č. 11: Metoda laminace fólií Beva 371 na odsávacím stole od firmy Restaura-
technika.



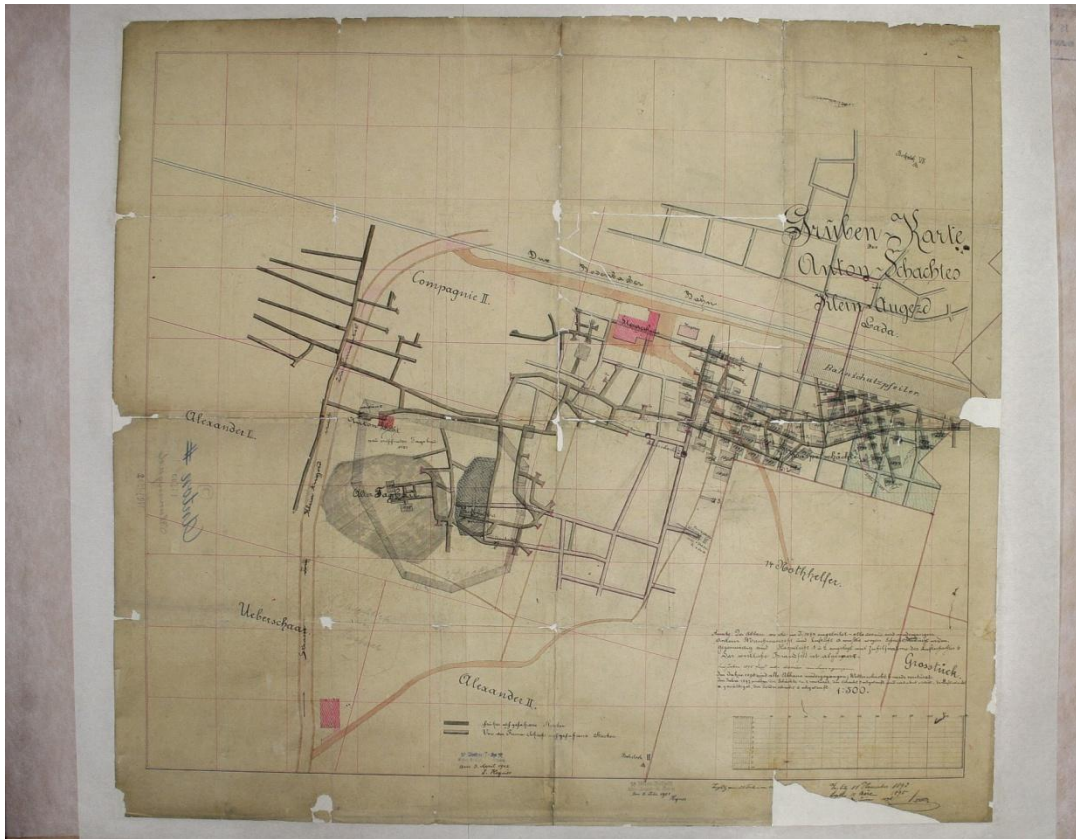
Obr.č. 14: Důlní plán na transparentním papíru, stav před restaurováním, Oblastní archiv v Litoměřicích – územní pracoviště Most.



Obr. č. 13: Stav po restaurování, plán zpevněný fólií Beva 371 na japonském papíře z rubové strany (chybějící části jsou doplněny probarveným japonským papírem). Restaurovala Irena Homolová (FR – Litomyšl).



Obr.č. 14: Důlní plán na transparentním papíru, stav před restaurováním, Oblastní archiv v Litoměřicích – územní pracoviště Most, (Foto: Z archivu školy, UPCE – FR – Litomyšl).



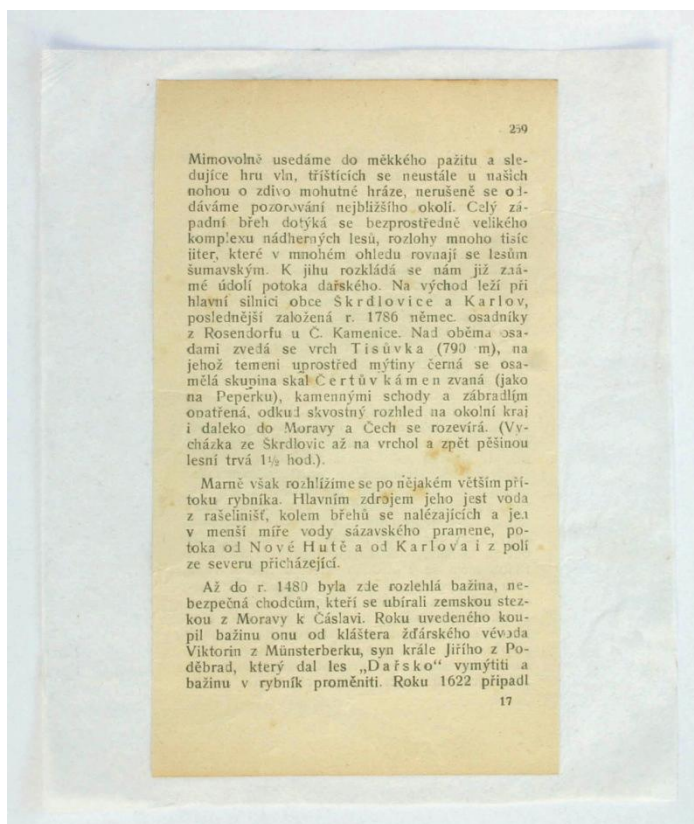
Obr.č. 15: Stav po restaurování, plán zpevněný fólií Beva 371 na japonském papíru z rubové strany (chybějící části jsou doplněny japonským papírem), Foto: Z archivu školy, UPCE – FR – Litomyšl), restaurovala Petra Jánská.



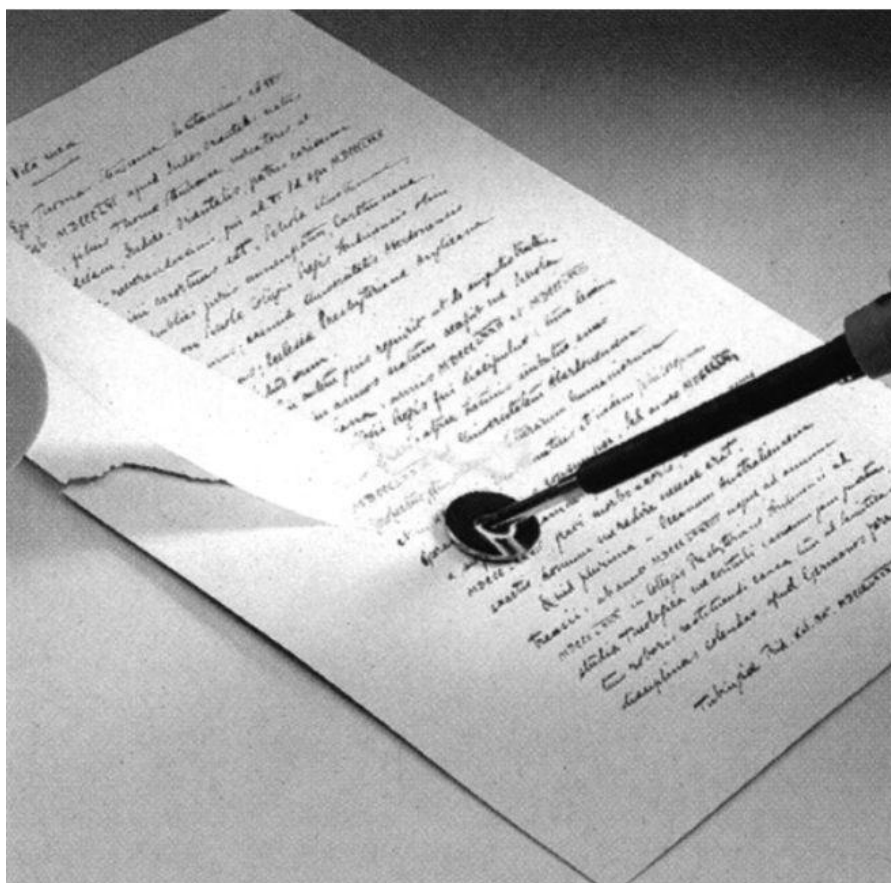
Obr.č. 16: Metoda laminace fólií Filmoplast R na bubnovém laminátoru od firmy Neschen. Foto: Národní archiv⁵⁷



Obr.č. 17: Stav před restaurováním, list z neznámé knihy.



Obr.č. 18: Stav po restaurování, list jednostranně zpevněný fólií Filmoplast R.



Obr.č. 19: Možnost využití fólie Filmoplastu R ve formě tenké pásky k lokálním vysprávkám papíru. Foto: Ceiba s.r.o.⁵⁸

10. Textové přílohy

Seznam textových příloh:

Příloha č. 1: Technický list Filmoplastu R (aktuální verze z roku 2006).⁴⁹

Příloha č. 2: Technický list Filmoplastu R (starší verze z roku 2001).⁵⁰

Příloha č. 3: Technický list k filmu Beva 371.²⁴

Příloha č. 4: Spektrum FTIR - Analýza chemického složení Bevy 371 ve formě gelu.¹⁸

Příloha č. 5: Spektrum FTIR - Analýza chemického složení Bevy 371 ve formě filmu.¹⁸



filmoplast R®

Technical Information

➤ General information

- ultra-thin, wood-free, transparent special paper
- the paper contains neither lignin nor hemi-cellulosis, but therefore a high percentage of alpha-cellulosis
- coated on one side with a heat-activated, plasticiser-free acrylate copolymer

➤ Areas of application

- (hot-)sealing of documents, newspapers etc. (either by laminator or sealing press)
- fissure repairs on modern papers

➤ Processing & Handling

- recommended temperature >110° C (approx. 230°F)
- detachable with acetone, alcohol or heat (recommended method)
- prior to detachment trials with acetone and alcohol, sufficient resistance of colors and inks against the solvents is to be tested
- prior to detachment trials with heat, reactivation (melting) by sufficient heating must be granted, to ensure detachment without mechanical damage
- for initiative as well as professional Tips on the Application please refer to the current Neschen catalogue „Products for libraries, archives and picture framers“ and on our homepage www.neschen.de

➤ Advantages / Special Features

- Certified anti-aging-properties! Tested (by the Papiertechnische Stiftung (“Foundation for Paper Technology”), Munich, (PBA-No. 21.495/3).
- easy and secure handling, for the heat activated adhesive needs no masking by siliconised paper (product is wound upon itself)
- the contained chalcogenic-carbonates neutralize and buffer the harmful acid substances, generated or included in many kinds of papers
- disposable via normal or paper waste
- further information or references will be given on demand





filmoplast R®

Technical Information

➤ Technical Data

➤ Carrier:

Film type:	white special purpose paper		
Thickness [µm]:	34 ± 3	approx. 1 mil	
Weight [g/m ²]:	8,5 ± 0,5		
Breaking Force [N/15mm]:	lengthwise: 5,0	crosswise: 3,0	DIN 53112, 50mm/min
Elongation at Tear [%]:	lengthwise: 1,8	crosswise: 0,8	DIN 53112, 50mm/min
Tear Resistance [N/mm ²]:	lengthwise: 8,5	crosswise: 5,1	DIN 53122, 50mm/min
Tear Resistance wet [N/mm ²]:	lengthwise: 2,5	crosswise: 1,3	DIN 53122, 50mm/min

➤ Adhesive:

Adhesive Type:	Polyacrylate Dispersion		
PH-value:	approx. 7,5		
Weight [g/m ²]:	20,5 ± 2,5		
Adhesive Strength[N/25 mm]:	10 min: > 4,3	24h: n.a.	AFERA 4001

➤ Others:

Handling/Storage Conditions:	18° to 25°C / 60° to 80° F; 40-65% relative humidity		
Shelf Life [Years]:	4		
Temperature Stability:	-30 to +50°C	-20 to +120°F	
pH-Evolution in the Product: [referring to PTS-Method]	fresh Product: pH 6,7	aged Product: pH 7,8	
Humid Climate Stability:	the defined purpose of this product excludes its application in extremely humid surroundings		

All tests were performed in accordance with 23/50-2, DIN 50014.

Version: 04/2008

Copyright Neschén AG, 2008
www.neschén.de

2 of 2

Temperatures in Fahrenheit and thicknesses in mil are given as approximate values. All data are standard values. The information in this specification sheet is based on findings obtained in practice. Because of the high number of factors which can have an effect during handling and application, customer tests will be required. A legally binding guarantee of specific properties is not to be inferred from our specifications. The information given here may be subject to change without notice. Neschén has not prepared MSDSs for these products which are not subject to the MSDS requirements of the Occupational Safety and Health Administration's Hazard Communication Standard, 29 C.F.R. 1910.1205(b)(5)(v). When used under reasonable conditions or in accordance with the Neschén directions for use, these products should not present a health and safety hazard. However, use or processing of the products in a manner not in accordance with the directions for use may affect their performance and present potential health and safety hazards.





filmoplast R[®]

Technical Information

➤ General Information

- ultra-thin, wood-free, transparent special paper
- the paper contains neither lignin nor hemi-cellulosis, but therefore a high percentage of alpha-cellulosis
- coated on one side with a heat-activated, plasticiser-free acrylate copolymer

➤ Areas of Application

- (hot-)sealing of documents, newspapers etc. (either by laminator or sealing press)
- fissure repairs on modern papers

➤ Processing & Handling

- recommended temperature >110° C (approx. 230°F)
- detachable with acetone, alcohol or heat (recommended method)
- prior to detachment trials with acetone and alcohol, sufficient resistance of colors and inks against the solvents is to be tested
- prior to detachment trials with heat, reactivation (melting) by sufficient heating must be granted, to ensure detachment without mechanical damage
- for Initiative as well as professional Tips on the Application please refer to the current Neschen catalogue „Products for libraries, archives and picture framers“

➤ Advantages / Special Features

- Certified anti-aging-properties! Tested (by the *Papier-technische Stiftung* ("Foundation for Paper Technology"), Munich, (PBA-No. 21.495/3).
- easy and secure handling, for the heat activated adhesive needs no masking by siliconised paper (product is wound upon itself)
- the contained chalcogenic-carbonates neutralize and buffer the harmful acid substances, generated or included in many kinds of papers
- disposable via normal or paper waste
- further information or references will be given on demand



filmoplast R[®]

Technical Information

> Technical Data

> Carrier

Film type:	white special purpose paper		
Thickness [µm]:	76 ± 6	approx. 3 mil	
Weight [g/m ²]:	40 ± 2		
Breaking Force [N/15mm]:	lengthwise: 41 ± 5	DIN 53455, 50mm/min	
Elongation at Tear [%]:	lengthwise: 2,0 ± 0,7	DIN 53455, 50mm/min	
Tear Resistance [N/mm ²]:	lengthwise: 33 ± 4	DIN 53455, 50mm/min	

> Adhesive:

Adhesive Type:	Polyacrylate Dispersion		
PH-value:	approx. 7,5		
Weight [g/m ²]:	35 ± 3		
Adhesive Strength[N/25 mm]:	10 min: > 4,3	24h: n.a.	AFERA 4001

> Masking:

Type:	white paper, siliconised on one side		
Thickness [µm]:	54 ± 6	approx. 2 mil	
Weight [g/m ²]:	65 ± 6		
Removal Force [mN/cm]	15 ± 10	speed 300 mm/min	

> Others:

Handling/Storage Conditions:	18° to 25°C / 60° to 80° F; 40-65% relative humidity		
Shelf Life [Years]:	4		
Temperature Stability:	-30 - +50°C	-20 - +120°F	affixed to aluminium
pH-Evolution in the Product [referring to PTS-Method]:	fresh Product: pH 8,7	aged Product: pH 7,8	
Humid Climate Stability:	the defined purpose of this product excludes its application in extremely humid surroundings		

All tests were performed in accordance with 23/50-2, DIN 50014.



CONSERVATION BY DESIGN LIMITED

Timecare Works
5 Sinner Way
Woburn Rd Ind. Estate
Kempston
Bedford
MK42 7AW
Great Britain

Tel: (01234) 853555
Fax: (01234) 851334

Email: info@conservation-by-design.co.uk

Web: <http://www.conservation-by-design.co.uk>

TECHNICAL DATA

Beva 371 Film (AD8F / AD9F)

Composition:

Pure Beva 371 solution in a film form

Description:

Beva 371 comes sandwiched between a white silicone - coated paper and a mylar (polyester) release sheet. The transparent support allow:

- the film to be cut precisely to any shape
- the film to be inserted into loose areas
- delaminating paint to be properly aligned

all before the film is heat activated.

Application & users tips (also see instructions for Beva Gel)

Beva 371 Film should be applied at 65° C using either a heated spatula, a laminating / vacuum press or hot air jet. Some conservators have experimented with temperatures as low as 40° C, finding that the film will adhere after being mist sprayed with white spirit. However please note that extreme caution needs to be taken with this technique to avoid excess fumes from the white spirit and / or the possibility of ignition.

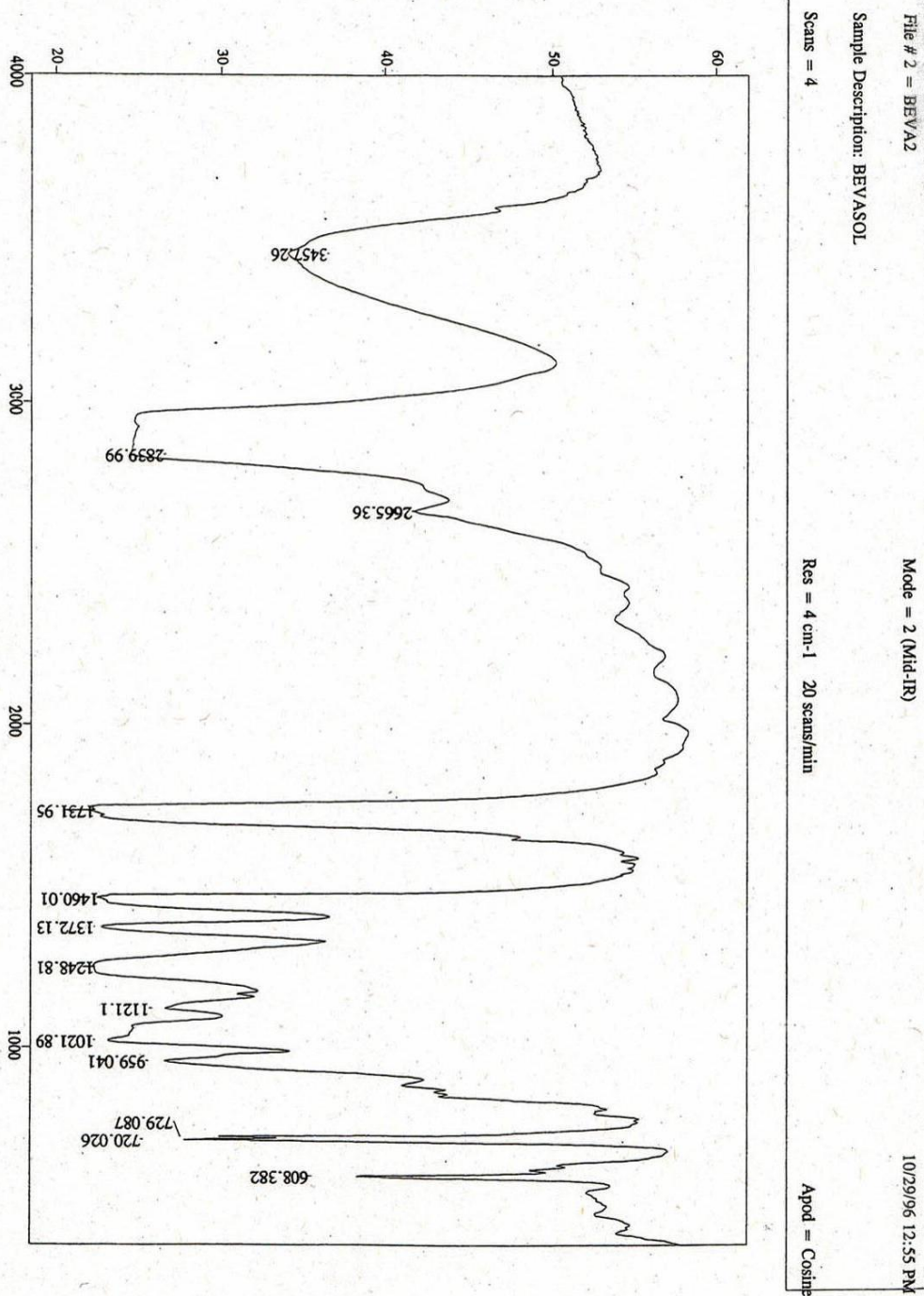
Reversibility:

Beva 371 Film can be removed from absorbent surfaces using hexane, toluene or acetone provided that:

- these solvents do not damage the art work involved
- appropriate health and safety restrictions are applied.

Beva 371 Film can also be reversed by heat and low aromatic petroleum solvents.

Příloha č. 4: Spektrum FTIR - Analýza chemického složení Bevy 371 ve formě gelu.¹⁸



Příloha č. 5: Spektrum FTIR - Analýza chemického složení Bevy 371 ve formě filmu.¹⁸

