2_Stanovení míry poškození písemných památek a výzkum a vývoj konzervátorských metod vedoucích k jejich záchraně

C_Konzervátorské metody prováděné in situ

Vývoj a využití adhezivních „japanových fólií“ na bázi derivátů celulózy při restaurování papírových dokumentů metodou in situ 265

Úvod 265
1 Výroba adhezivní japanové fólie AJF 266

1.1 Materiály pro přípravu AJF 266
1.2 Praktické vytváření AJF 268
1.3 Mechanické vlastnosti adhezivních fólií AJF 269
1.4 Optické vlastnosti AJF 270
1.5 Umělé stárnutí AJF 271

2 Využití AJF v restaurátorské praxi 274

2.1 Savost papíru a stanovení množství lepidla v AJF 274
2.2 Obecný postup restaurování papíru metodou in situ 275
2.3 Obecný postup nalepování AJF na papírový dokument 278
2.4 Dekonzervace AJF 279

Závěr 281
Seznam použitých zdrojů 281
Pracovní postup výroby japanové fólie 285

Krok 1 Vypnutí plastové podložky 285
Krok 2 Rozetření lepidla a nanesení japonského papíru 286
Krok 3 Sejmutí japanové fólie 287
Krok 4 Opakované nanášení lepidla na japanovou fólii 288

Orientační přehled využití klucel-japanové fólie v restaurátorské praxi 289

Restaurování rukopisu z přelomu 14. a 15. století metodou „in situ“ 290

Úvod 290
Typologický popis 290
Popis poškození 291
1 Restaurátorský průzkum 292

1.1 Průzkum rozpustnosti inkoustů 292
1.2 Identifikace vlákninového složení papíru 292
1.3 Elektronová mikroskopie struktury papírové podložky 293
1.4 Měření pH povrchu papíru 293

2 Identifikace filigránů z papíru 294
3 Restaurátorský zásah 295

3.1 Mechanické čištění 295
3.2 Příprava a použití folií 295
3.3 Příprava a použití záplat dolévaných barvenou papírovinou 296
3.4 Restaurování knižní vazby 297

Závěr 298
Seznam použitých zdrojů 298

Přehled konzervátorských oprav knižních vazeb in situ: metody připevnění upadlých desek a zpevnění hřbetu bez rozebrání knižního bloku 299

Úvod 299
Metoda Carolyn Horton 301
Štěpení desek 302
Sešití drážky 303
Připojení pomocí japonského papíru 305
Připojení pomocí aero-plátna 307
Připojení desky pomocí nalepeného ohnutého japonského proužku 308
Nastavení vazů prošitím složek nitěmi 308
Další možnosti oprav 309
Použití konzervátorských oprav in situ v praxi 310
Použití nových materiálů v restaurátorské praxi 312

Plátno (aero-plátno: len a bavlna) 313
Japonské papíry 314

Závěr 314
Seznam použitých zdrojů 314
Praktické restaurování in situ 317

Signatura Sc 171 317
Signatura VIII F 2 318
Signatura XIII H 3 320
Signatura V F 19 322
Signatura 19 A 13 324

Struktura a výroba islámských knih 326

1 Průzkum sbírky orientálních rukopisů NK ČR 326

1.1 Turecké rukopisy 326
1.2 Perské rukopisy 328

2 Výroba a výzdoba islámských knih 329

2.1 Výroba arabské knižní vazby 329
2.2 Výzdoba arabské knižní vazby 330

3 Analýzy a experimentální část 332

3.1 Analýza barevné lakované vrstvy 332
3.2 Umělé stárnutí modelových vzorků lakovaných desek 332

Závěr 338
Seznam použitých zdrojů 338
Praktické restaurování perského rukopisu XVIII B 113 metodou in situ 339

Popis vazby 339
Popis bloku 339
Popis poškození 339
Popis restaurátorského zásahu 339

Vývoj a využití adhezivních „japanových fólií“ na bázi derivátů celulózy při restaurování papírových dokumentů metodou in situ

Ondřej Lehovec

Cílem bádání ve věci zpevňování poškozených papírových dokumentů bylo vyvinutí vhodné restaurátorské metody pro spravování papírových dokumentů poškozených vlivem mechanické, chemicko-fyzikální či mikrobiologické degradace se zvláštním zřetelem na poškození způsobené degradací železogalového inkoustu metodou in situ – tedy uvnitř knižního objektu.

Podstatou vyvinuté restaurátorské metody je zpevnění poškozených papírových dokumentů tenkým japonským papírem opatřeným lepivou vrstvou. Japonský papír s lepivou vrstvou tzv. *„adhezivní japanová fólie - AJF*“ je za pomoci etanolového či vodně-etanolového rozpouštědla nalepena na poškozený papírový dokument a je volně nebo pod mírnou zátěží ponechána doschnout. Vývoj restaurátorské metody byl zaměřen především na dosažení dobré pevnosti a průhlednosti zpevnění a na snadnou dekonzervovatelnost zpevňujících materiálů z papírového dokumentu.

Výhodou metody adhezivních japanových fólií je, že v průběhu zpevňování dochází jen k minimálnímu vlhčení konzervovaného papíru a též k minimálnímu fyzickému kontaktu s rozrušeným papírem, dochází tak jen k velmi omezenému případnému poškozování dokumentu v průběhu jeho konzervace. Metoda AJF byla vedle restaurování papíru poškozeného vlivem mechanické a mikrobiologické degradace soustředěna též na využití při restaurování papíru poškozeného vlivem koroze železogalových inkoustů, tento typ poškození patří mezi nejrozšířenější druhy poškození historických sbírkových fondů vůbec a v současné době patří také k celosvětově nejaktuálněji diskutovaným tématům v oblasti konzervace a restaurování písemných dokumentů [autorský abstrakt].

klíčová slova

adhezivní japanová fólie, japonský papír, restaurování in situ, étery celulózy, podlepování, železogalový inkoust, neutralizace, stabilizace, čištění, dekonzervace

Úvod

V restaurátorské praxi se při spravování papíru využívá celá řada tradičních restaurátorských technik, které mají své přirozené výhody i svá logická omezení daná především vždy jejich technologicky bezpečným a z konzervátorského hlediska etickým způsobem provádění. Při spravování papírových dokumentů metodou in situ se používají převážně techniky založené na principu podlepování papíru, ať již částečného nebo celoplošného, pomocí tenkých japonských papírů a přírodních lepidel na bázi škrobů, želatin a v současné době nejpoužívanějších éterů celulózy. Tradiční techniky podlepování papírových dokumentů vesměs využívají „přímého“ nanášení lepidla na zpevňovaný podklad, což může způsobovat mechanické zatížení papíru

při nanášení lepidla nebo nerovnoměrné rozprostření lepidla v ploše dokumentu, případně i lokální překlížení dokumentu. Za účelem bezpečného a kontrolovatelného zpevňování papírových dokumentů byla vyvinuta metoda nepřímého nanášení lepidla na zpevňovaný papírový podklad. Pomocí „*adhezivní japanové fólie AJF*“ tak lze velmi citlivým způsobem za použití minimálního množství aktivačního roztoku provádět skeletizaci - podlepování poškozených papírových dokumentů.

Příprava zvlhčovacích lepivých japonských papírů je stále předmětem zájmu restaurátorů. Existuje tak celá řada lepivých fólií, které jsou vyvinuty na podobném principu jako AJF, odlišují se však od sebe druhem použitých materiálů - lepidla, japonského papíru a především způsobem nalepování na poškozený dokument. V nedávné minulosti se vývojem lepivých fólií zabývalo např. *Oddělení ochrany a restaurování Státní knihovny ČSR*[68], které svou metodu tzv. „*laminování papíru za studena*[69]“ prezentovalo v 80. letech dokonce jako čs. vynález [ĎUROVIČ aj., 1986]. V současné době se vývojem lepivých fólií pro lokální zpevňování papíru poškozeného korozí železogalových inkoustů zabývá např. *Sonja Titus* [TITUS aj., 2009, s. 16-50] nebo *Dr. Andrea Pataki* [PATAKI, 2009, s. 51-69].

1 Výroba adhezivní japanové fólie AJF

Adhezivní japanová fólie je zpevňující skeletizační fólie vytvořená z tenkého japonského papíru opatřeného lepivou vrstvou. Přířez japonského papíru je nejprve samostatně opatřen z jedné strany lepidlem a ponechán zcela vyschnout. Pomocí aktivačního roztoku je poté nalepen na poškozený papírový dokument, mírným přítlakem je přilepen a volně či pod lehkou zátěží ponechán doschnout. Techniku zpevňování papíru pomocí AJF lze s výhodou využít právě při restaurování metodou in situ, při zpevňování dochází jen k minimálnímu vlhčení objektu a též k minimálnímu mechanickému namáhání papíru v průběhu jeho konzervace.

1.1 Materiály pro přípravu AJF

1.1.1 Japonský papír

Pro přípravu AJF byl použit velmi tenký japonský papír produkovaný tradičním výrobcem japonských papírů fa Paper Nao pod označením RK-00 (dle potřeby lze použít i o něco silnější typ RK-0). Japonské papíry strojové výroby RK-00 a RK-0 vykazují odpovídající kvalitu a vhodné

[68] v současnosti Oddělení restaurování Národní knihovny ČR

[69] Na tenký zpevňovací papír se nanášela speciální „impregnační směs“ na bázi vodné disperze polyvinylacetátu a éterů celulózy. Po vysušení se lepivá vrstva impregnovaného zpevňovacího papíru aktivovala přiložením poškozeného listu, který byl navlhčen směsí 75 % etanolu a vody.

vlastnosti pro restaurátorské účely, jsou tenké, pevné, dobře průhledné s plynule provázanou sítí vláken a chemicky stabilní s doloženými informacemi o procesu výroby (viz *Tabulka 1*).

Tabulka 1 Popis japonských papírů

Druh papíru	Odrůda vláken	Vaření	Plošná hmotnost (g/m^2)	Tloušťka (mm)	pH
RK-00	Kouzo	$Ca(OH)_2$	3,6	0,025	7,3
RK-0	Kouzo	$Ca(OH)_2$	5,0	0,034	7,3

1.1.2 Lepidla pro zpevňování

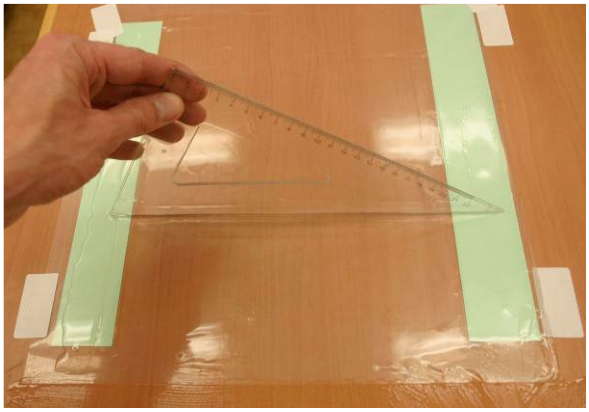
Pro přípravu AJF byly použity étery celulózy - lepidla Tylose MH 4000 (metylhydroxyetylcelulóza) a Klucel G (hydroxypropylcelulóza). Obě lepidla byla připravena jako 2 % roztok ve vodě a 2 % roztok v upravené vodě pro odkyselování (obohacená voda Herco[70], pH 8, vodivost 2,5 mS), Klucel G byl též připraven jako 2 % roztok v etanolu. Dvouprocentní koncentrace lepidel byla zvolena pro jejich snadné nanášení na polyetylenovou podložku.

Obrázek 1 Nákres nanášecí podložky - pohled z profilu, foto - pohled shora

[70] HERCO (AR 100S-PH-D 22 DE) – automatizovaný výrobník alkalicky upravené vody, obohacované o Ca^{2+} a Mg^{2+} ionty.

1.2 Praktické vytváření AJF

AJF jsou obecně vytvářeny volným pokládáním přířezů japonského papíru na rovnoměrně rozestřenou vrstvu lepidla na plastové podložce. Postupujeme tak, že nejprve naneseme s mírným přebytkem lepidlo na hladkou plastovou podložku do prostorově ohraničeného úseku a pomocí rovného pravítka jej rozestřeme do úrovně vytvořených zarovnávacích bariér (viz *Obrázek 1, 2*).



Obrázek 2 Rozestření lepidla pomocí pravítka v úrovni zarovnávacích bariér – utvoření rovnoměrné vrstvy lepidla

Obrázek 3 Nanesený japonský papír na hladině lepidla

Pro zvýšení obsahu lepidla v japanové fólii zvyšujeme výšku zarovnávací bariéry a vytvoříme tak lepivě obsažnější AJF (viz *Tabulka 2*). Na rozestřenou vrstvu lepidla položíme přířez japonského papíru a ponecháme jej volně doschnout (viz *Obrázek 3*). Po vyschnutí lepidla sejmeme japonský papír z plastové podložky, získáme tak adhezivní japanovou fólii, kterou opět zaktivujeme až na povrchu zpevňovaného dokumentu příslušným aktivačním roztokem (viz *Obrázek 4*).

Obrázek 4 Sejmutí AJF z plastové podložky

Jiný alternativní způsob nanášení lepidla na plastovou podložku je pomocí širokého štětce. Lepidlo nanášíme rovnoměrnými souvislými tahy nejlépe v 3 % koncentraci roztoku. Pro zvýšení obsahu lepidla v AJF, opakujeme postup nanesení lepidla na již vytvořenou AJF. Způsob nanášení lepidla na plastovou podložku pomocí štětce je sice méně rovnoměrný než předchozí, ale při soustředěném provádění se v restaurátorské praxi prokázal jako plně vyhovující (viz *Příloha 3* „Pracovní postup výroby japanové fólie“).

Tabulka 2 Tvoření lepivých vrstev v AJF

Počet lepivých vrstev v AJF	Výška nalitého lepidla na plastovou podložku (mm)		
	Klucel G v etanolu, 2 %	Tylosa MH 4000 ve vodě, 2 %	Klucel G ve vodě, 2 %
1	0,12	0,13	0,11
2	0,24	0,26	0,22
3	0,36	0,39	0,33
4	0,48	0,52	0,44
5	0,60	0,65	0,55

1.3 Mechanické vlastnosti adhezivních fólií AJF

1.3.1 Test tržného zatížení

Pevnost vzorků AJF byla zkoumána při testu tržného zatížení na digitálním trhacím zařízení značky Instron 3365[71]. Měřené vzorky byly nařezány na proužky o šířce 15 mm a délce 120 mm a byla sledována jejich pevnost při silovém tržném zatížení v (kN) a současně jejich změna protažení v (%).

Tabulka 3 Test tržného zatížení japonského papíru RK-00

Japonský papír (směr vláken)	Tržné zatížení ($kN/m.10^{-3}$)	Standardní odchylka (%)	Tažnost – protažení (%)	Standardní odchylka (%)
RK-00 / ↑ (podélný)	65	-	0,98	-
RK-00 / → (příčný)	12	0,03	4,78	3,49

Ve všech měřených vzorcích AJF došlo ke zvýšení jejich pevnosti ve srovnání s tržným zatížením neupraveného japonského papíru RK-00 (viz *Tabulka 3-5*). Zvýšení pevnosti v tahu u dvouvrstvé AJF s Klucelem G v obohacené vodě je v podélném směru vláken více jak trojnásobné a u pětivrstvé AJF s Klucelem G v obohacené vodě pak více jak pětinásobné (viz *Tabulka 4*).

Dvouvrstvá AJF s Tylosou MH 4000 v obohacené vodě prokázala nárůst pevnosti v tahu v podélném směru vláken japonského papíru na šestinásobek a pětivrstvá AJF se stejným lepidlem

[71] Univerzální zkušební přístroj Instron 3365, výrobce: Instron, USA

dokonce na desetinásobek pevnosti v tahu neupraveného japonského papíru RK-00 (viz *Tabulka 4, 5*). Lze sledovat, že ke zvýšení pevnosti AJF dochází v souvislosti se zvyšováním obsahu lepidla v AJF (srovnání viz *Tabulka 4, 5)*.

Tabulka 4 Test tržného zatížení AJF s Klucelem G v obohacené vodě (Herco)

Směr vláken	Počet lepivých vrstev	Tržné zatížení ($kN/m.10^{-3}$)	Standardní odchylka (%)	Tažnost - protažení (%)	Standardní odchylka (%)
↑	2	212	0,20	2,36	0,35
↑	5	269	0,47	1,71	0,20
→	2	90	0,13	4,50	1,70
→	5	181	0,15	2,89	0,41

Tabulka 5 Test tržného zatížení AJF s Tylosou MH 4000 v obohacené vodě (Herco)

Směr vláken	Počet lepivých vrstev	Tržné zatížení ($kN/m.10^{-3}$)	Standardní odchylka (%)	Tažnost - protažení (%)	Standardní odchylka (%)
↑	2	414	1,63	1,99	0,20
↑	5	667	1,05	2,06	0,27

1.4 Optické vlastnosti AJF

1.4.1 Test průhlednosti AJF

Vzorky japanových fólií byly testovány z hlediska své průhlednosti, byly nalepovány na černý kartón a pomocí optického přístroje SPEKTROFOTOMETR CM-508d/MINOLTA, barevný prostor CIELAB, byla zjišťována jejich míra průhlednosti respektive změna barevnosti černého podkladového kartónu. Měření proběhlo za laboratorních podmínek, 23 °C a 40 % relativní vlhkosti. Černý kartón byl měřen jako předloha (srovnávací vzorek), tj. kartón, na kterém je nalepena pomyslná fólie se stoprocentní průhledností. S ním byly porovnávány všechny skutečně nalepené testované fólie. Protože naměřené celkové změny barevnosti ΔE byly tvořeny takřka výhradně změnou souřadnice L, je hodnota ΔL užita v *Tabulce 6* k vyjádření změny průhlednosti fólií. Zvýšené kladné hodnoty znamenají zesvětlení černého podkladu a tedy snížení průhlednosti fólie. Zjištěné hodnoty byly procentuálně přepočítány a definují míru průhlednosti vzorků AJF po nalepení na černý kartón (viz *Tabulka 6* a *Příloha 1)*.

Optická měření prokázala, že pro restaurátorské účely jsou z hlediska průhlednosti výhodné AJF s minimálně 70-75 % mírou průhlednosti a vyšší (viz *Tabulka 6*). Japanové fólie s nižší průhledností byly shledány po nalepení na zpevňovaný dokument více opticky viditelné a jsou proto pro restaurátorské účely méně vhodné. Výsledky měření dále prokázaly, že některé

japanové fólie jsou velmi dobře průhledné již při nízkém obsahu lepidla (viz níže, viz také *Tabulka 6*).

Tabulka 6 Míra průhlednosti AJF s japonským papírem RK-00 po nalepení na černý kartón

Druh lepidla H – obohacená voda Herco		**Počet lepivých vrstev**	**Aktivační roztok**	**Černý kartón L** (100 % barevný základ)	**ΔE černé podložky**	**Míra průhlednosti AJF (%)**
Klucel G v etanolu, 2 %		3	etanol	25	5,9	76,4
		3	50 % etanol	25	4,2	83,2
		3	75 % etanol	25	2,9	88,3
		5	etanol	25	4,2	83,1
		5	75 % etanol	25	3,8	84,7
		5	50 % etanol	25	1,9	92,4
Klucel G v obohacené vodě Herco, 2 %	H	3	50 % etanol	25	7,3	70,8
		5	etanol	25	5,4	78,4
		5	75 % etanol	25	2,9	88,4
		5	50 % etanol	25	1,5	94,0
Tylosa MH 4000 ve vodě a v obohacené vodě Herco, 2 %	H	2	50 % etanol	25	6,0	76,0
	-	2	75 % etanol	25	4,9	80,5
	-	2	50 % etanol	25	4,5	82,0
	H	3	50 % etanol	25	2,8	88,8
	-	5	75 % etanol	25	2,7	89,3
	-	5	50 % etanol	25	2,0	91,6
	H	5	50 % etanol	25	3,6	85,6

- Klucel G v etanolu - 3 vrstvy, aktivace 50 % etanol → průhlednost: 83,2 % a aktivace 75 % etanol → průhlednost: 88,3 %
- Tylose MH 4000 ve vodě - 2 vrstvy, aktivace 50 % etanol → průhlednost: 82 %
- Tylose MH 4000 v obohacené vodě Herco - 3 vrstvy, aktivace 50 % etanol → průhlednost: 88,8 %

1.5 Umělé stárnutí AJF

Umělé stárnutí bylo provedeno na vzorcích třívrstvé adhezivní japanové fólie s obsahem směsného lepidla 2 % Klucelu G a 2 % Tylose MH 4000 (rozpouštědlo etanol:voda, 1:1) a na jedno a pětivrstvých AJF s Klucelem G v etanolu a Tylose MH 4000 ve vodě (viz *Tabulka 7*).

Před umělým stárnutím byly vzorky AJF fotografovány pod mikroskopem v procházejícím světle a byla změřena jejich barevnost po přiložení na bílý a černý podklad[72]. Nenalepené vzorky AJF byly uměle stárnuty v prokladech kyselého papíru v pevně uzavřených zkumavkách v laboratorní sušárně[73] při teplotě 80 °C po dobu 8, 75 a 148 dní. Po ukončení umělého stárnutí byla změřena a porovnána jejich barevnostní změna (viz *Tabulka 8-10*). Vzorky byly v uzavřených zkumavkách dále ponechány uměle stárnout po dobu dalších 29 měsíců v laboratorních podmínkách, při teplotě 21 °C (bez definované relativní vlhkosti).

Tabulka 7 Přehled vzorků AJF podrobených umělému stárnutí (29 měsíců při teplotě 21 °C)

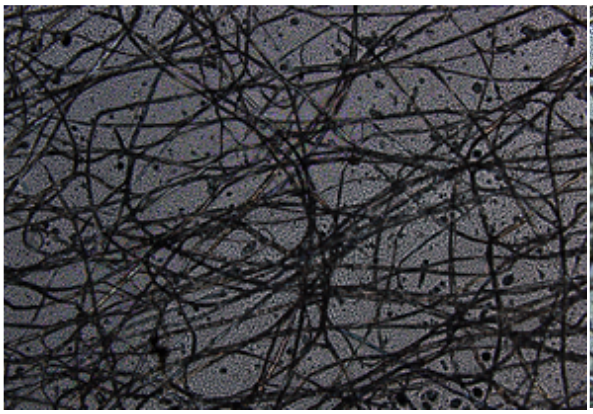
Japonský papír	**Lepidlo**	**Počet lepivých vrstev**	**Doba umělého stárnutí**	**Označení vzorků**
RK-00	Klucel G + Tylosa MH 4000 v etanol-vodném roztoku, 1:1	3	8 dní	K1
			75 dní	K2
			148 dní	K3
			148 dní + 29 měsíců 29 měsíců	K4
RK-00	Klucel G v etanolu	1 a 5	148 dní	K3K-1 a K3K-5
			148 dní + 29 měsíců 29 měsíců	K4K-1 a K4K-5
RK-00	Tylosa MH 4000 ve vodě	1 a 5	148 dní	K3T-1 a K3T-5
			148 dní+ 29 měsíců 29 měsíců	K4K-1 a K4K-5

Kontrolní vzorky byly odebrány a měřeny po 8 (K1), 75 (K2) a 148 (K3) dnech umělého stárnutí a po 148 dnech + 29 měsících (K4) následného umělého stárnutí.

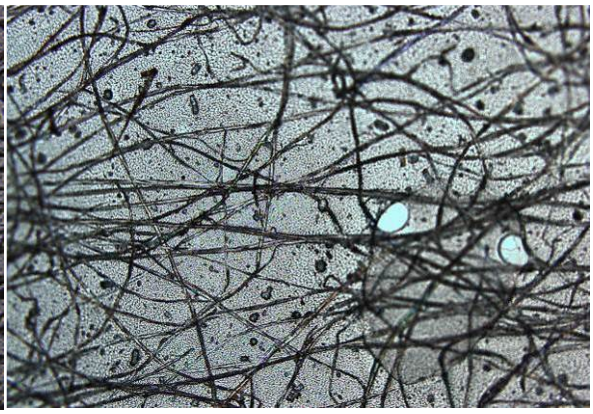
Po 8 dnech stárnutí nejsou patrné žádné změny struktury adhezivní fólie (viz *Obrázek 5*). Po 75 dnech umělého stárnutí japanová fólie ztrácí svou celistvost - dochází k částečnému narušení struktury (viz *Obrázek 6* - vpravo dole).

[72] optický přístroj Spektrofotometr CM-508d / výrobce: MINOLTA

[73] laboratorní sušárna – Venticell, výrobce: BMT Medical Technology (Brno, ČR)



Obrázek 5 Folie K1 po stárnutí 8 dnů, zvětšení 40x



Obrázek 6 Folie K2 po 75 dnech stárnutí, zvětšení 40x

Barevnou změnu fólií zachycuje *Tabulka 8-10*. Z výsledků měření umělého stárnutí fólií vyplývá, že sice dochází k barevným změnám fólií v závislosti na době stárnutí, avšak ani po 148 dnech + 29 měsících (K4) umělého stárnutí nejsou tyto změny statisticky průkazné. Umělým stárnutím tedy nebyla prokázána mimořádná náchylnost AJF k nestandardnímu průběhu poškozování.

Tabulka 8 Barevná změna adhesivních folií se směsným lepidlem Klucelu G a Tylosy MH 4000, během umělého stárnutí, (ΔL – rozdíl světlosti vzorku: - / ztmavnutí, + / zesvětlení, ΔE – celková barevná diference)

Vzorek	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**
K1 bílý podklad	-0,12	-0,28	1,54	1,57
K1 černý podklad	1	0	0,1	1,01
K2 bílý podklad	-0,29	-0,41	2,36	2,41
K2 černý podklad	0,21	-0,03	0,44	0,49
K3 bílý podklad	-0,34	-0,39	2,2	2,26
K3 černý podklad	0,64	-0,09	0,66	0,92
K4 bílý podklad	-0,2	-0,56	2,61	2,67
K4 černý podklad	1,44	-0,17	0,49	0,49

Tabulka 9 Barevná změna adhesivních folií s lepidlem Klucelem G v etanolu, během umělého stárnutí

Vzorek	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**
K3K-1 bílý podklad	0,11	-0,16	1,61	1,62
K3K-1 černý podklad	2,19	0,06	1,13	2,47
K3K-5 bílý podklad	-0,23	-0,30	2,08	2,12
K3K-5 černý podklad	1,46	-0,13	0,53	1,56
K4K-1 bílý podklad	0,17	-0,44	2,31	2,36
K4K-1 černý podklad	1,6	-0,09	0,42	1,66
K4K-5 bílý podklad	0,09	-0,44	2,53	2,57
K4K-5 černý podklad	1,18	-0,19	0,14	1,2

Tabulka 10 Barevná změna adhesivních folií s lepidlem Tylosa MH 4000 ve vodě, během umělého stárnutí

Vzorek	ΔL	Δa	Δb	ΔE
K3T-1 bílý podklad	-0,54	-0,26	1,22	1,36
K3T-1 černý podklad	-0,94	-0,09	0,82	1,25
K3T-5 bílý podklad	-0,21	-0,5	2,3	2,36
K3T-5 černý podklad	1,26	-0,13	0,57	1,39
K4T-1 bílý podklad	-0,22	-0,45	1,7	1,77
K4T-1 černý podklad	0,7	-0,19	0,28	0,78
K4T-5 bílý podklad	-0,08	-0,67	2,75	1,16
K4T-5 černý podklad	1,16	-0,19	0,16	1,19

2 Využití AJF v restaurátorské praxi

Japanové fólie mají díky svému poměrně jednoduchému způsobu nalepování na poškozený dokument výborné předpoklady při restaurování celé řady (vzniklých) poškození papíru, ať již mechanické, chemicko-fyzikální či mikrobiologické povahy. Jako velice perspektivní restaurátorskou metodou se jeví i v případě zpevňování papírových dokumentů poškozených vlivem koroze železogalových inkoustů. V tomto případě je třeba zpevnění dokumentu propojit též s provedením účinné neutralizace a stabilizace volných radikálů nebo přechodných kovů železa (Fe^{2+}) případně mědi (Cu^{+}) obsažených v papíře respektive v inkoustech [ĎUROVIČ, 2002, s. 38-44; ČEPPAN, HAVLÍNOVÁ, 2006].

2.1 Savost papíru a stanovení množství lepidla v AJF

Bylo pozorováno, že papír poškozený vlivem chemicko-fyzikální či mikrobiologické degradace vykazuje zpravidla vyšší nasáklivost než papír málo či zcela fyzicky nepoškozený. Poškozená otevřená struktura papíru je jednak náchylná k další degradaci a je také i více hydrofilní. Pro zachování dobré průhlednosti zpevnění pomocí AJF proto bude třeba dodat dostatek lepidla do AJF a to vzhledem k míře savosti toho kterého ošetřovaného papírového dokumentu. Míru savosti papíru můžeme zjistit například pomocí jednoduchého etanol-kapkového testu. Zkoušku provedeme tak, že na povrch papíru naneseme laboratorní pipetou kapku[74] etanolu a současně sledujeme čas potřebný pro její úplné vsání do struktury papíru.

Podle naměřeného času vsání etanolové kapky lze definovat míru savosti poškozeného papíru a orientačně tak odvodit množství lepidla v AJF potřebného k jeho optimálnímu zpevnění z hlediska průhlednosti. Obsah lepidla v AJF je však třeba vždy přizpůsobit především aktuálnímu

[74] váha etanolové kapky = 0,0188 g

fyzickému stavu konkrétního zpevňovaného dokumentu tak, abychom se vyvarovali jeho nevhodnému zatížení nadbytečným množstvím lepidla. V *Tabulce 11* je uveden orientační poměr savosti poškozeného papíru k obsahu lepivých vrstev v AJF potřebných pro dosažení optimálního stavu zpevnění papíru. Doporučené údaje je třeba chápat pouze jako orientační.

Pomocí etanol-kapkového testu bylo zjištěno, že všeobecně velmi savé jsou historické ruční papíry poškozené mikrobiologickou degradací a papíry vystavené dlouhodobému působení vlhkosti. Jako velmi savé se prokázaly také papíry poškozené vlivem pokročilé degradace železogalových inkoustů a to i přes skutečnost, že železogalové inkousty obsahují jak hydrofilní tak i hydrofobní plochy. Naopak málo savé se prokázaly historické ruční papíry dobře klížené a fyzicky dobře zachovalé (viz *Příloha 2*).

Tabulka 11 Orientační poměr vsákavosti papíru k obsahu lepidla v AJF pro získání optimálního výsledku zpevnění

Vsákavost papírového podkladu, etanol-kapkový test (s) (váha kapky = 0,0188 g)	**Počet lepivých vrstev - obsah lepidla v AJF**	
	Tloušťka papíru	
	0,14 – 0,17 mm	**0,18 mm a více**
15 a méně	2-5	3-6
10 – 20	2-4	3-5
20 a více	1-2	1-3

2.2 Obecný postup restaurování papíru metodou in situ

2.2.1 Čištění, klížení a odkyselování papírového podkladu

Zásadním předpokladem pro bezpečné restaurování papírových dokumentů je jejich čištění. Čištění papíru patří mezi základní restaurátorské postupy, provádí se jednak za sucha mechanicky - čistícími pryžemi, štětci, sacími a podtlakovými přístroji atp., a též za mokra nejlépe vodnými či vodně-etanolovými roztoky. Mechanickým čištěním odstraníme převážně nenavázané částečky nečistot z povrchu papíru. Papírový podklad však také obsahuje nečistoty vzniklé procesem svého přirozeného stárnutí a též nečistoty pocházející z vnějšího okolí (prach, vzdušné polutanty, zatekliny různého původu, atd.). Tyto nečistoty zpravidla zasahují vlákennou strukturu papíru a urychlují tak celkový degradační rozpad papíru. Umožňuje-li to stav dokumentu, vzhledem ke stabilitě přítomných záznamových prostředků a barviv, je mokré čištění papíru pomocí vody a vodně-etanolových roztoků velmi účinnou formou při odstraňování rozpustných degradačních produktů z papíru. Provedení mokrého očištění papíru na bázi vody je tak důležitým krokem při celkové regeneraci papíru.

Mokré čištění papíru metodou in situ - tedy v knižním bloku provádíme nejlépe nástřikem čistícího roztoku přímo na ošetřovaný papír a následným transferem rozpuštěných nečistot

do savého filtračního papíru nebo též vložením navlhčených tenkých filtračních papírů (prokladů) mezi listy knižního bloku. Lokálně lze listy také čistit tamponováním pomocí vatových či buničitých tampónu navlhčených v čistícím roztoku. V případě výskytu záznamových prostředků sensitivních na vodu proces mokrého čištění dokumentu neprovádíme nebo jej po předchozím dočasném zafixování[75] rozpustných či jinak nestabilních komponentů omezíme na konzervační minimum.

Po mokrém čištění je dobré papír znovu doklížit, protože původní zdegradovaná klížidla byla čištěním z papíru do značné míry odstraněna. Doklížení provádíme vodnými či etanolovými roztoky éterů celulózy do max. 1 % koncentrace roztoků.

Samotný čistící proces je vhodné také propojit s odkyselením případných přebytkových kyselin v papíře a to například postřikem roztoku hydrogenuhličitanu vápenatého a hořečnatého[76] [ĎUROVIČ, 2002, s. 215], postřikem MMMK v metanolu[77] [ĎUROVIČ, 2002, s. 217-218] nebo v současné době úspěšně používaným postřikem suspenze nanočástic $Ca(OH)_2$ a $Mg(OH)_2$ rozptýlených v etanolovém roztoku [STEFANIS, PANAYIOTOU, 2010, 2007, 2008]. Před použitím jakéhokoliv odkyselovacího roztoku je však třeba vždy nejprve provést zkoušku rozpustnosti přítomných barviv v papíře, nedochází-li při použití daného odkyselovacího roztoku k jejich rozpouštění nebo ke změnám jejich barevnosti.

Mokrým čištěním a doklížením papíru dosáhneme významného zlepšení jeho mechanických vlastností, zvýšení odolnosti vůči procesu přirozeného stárnutí a také zamezíme případnému „zakonzervování“ degradačních produktů ve struktuře papíru v průběhu další konzervace. Budeme-li nalepovat AJF na neočištěný papírový dokument, vždy riskujeme zakonzervování obsažených nečistot ve struktuře papíru.

2.2.2 Neutralizace a stabilizace papíru poškozeného korozí železogalového inkoustu

Koroze papíru vyvolaná železogalovými inkousty je zcela specifickým druhem poškození, které je způsobené především dvěma hlavními faktory, totiž kyselinami obsaženými v papíře respektive v inkoustech, které způsobují hydrolytický rozpad papíru a dále přechodnými ionty kovů, které katalyzují oxidačně redukční reakce v papíru [ĎUROVIČ, 2002, s. 38-44; ČEPPAN, HAVLÍNOVÁ, 2006]. Pro účinné zastavení těchto degradačních procesů je nutné provést neutralizaci kyselin a stabilizaci volných radikálů nebo inaktivaci katalytického působení

[75] např. cyklododekanem (nasycený alicyklický uhlovodík), vyzinou, vybranými deriváty celulózy s následnou fixací cyklododekanem, popřípadě dvouvrstvá fixace cyklododekanu a Paraloidu B72 [MUÑOZ-VIÑAS, 2007, s. 78-94]

[76] metoda odkyselení dle Barrowa ($Ca(HCO_3)_2 + Mg(HCO_3)_2$)

[77] methoxymagnesiummetylkarbonát

přechodných prvků převážně (Fe^{2+}) obsažených v papíře respektive v inkoustech [MINÁRIKOVÁ aj., 2006]. Pro dosažení tohoto cíle se v současné době používají metody založené převážně na vodné a alkoholové bázi.

Vzhledem k charakteru konzervace in situ, totiž způsobu restaurování papíru v kompaktním knižním bloku, bude třeba využít některou z nevodných metod konzervace. Jednou ze současných nevodných metod, které by mohly řešit otázku neutralizace kyselého papíru je použití postřiku disperze nanočástic $Ca(OH)_2$ a $Mg(OH)_2$ rozptýlených v alkoholu [STEFANIS, 2007, 2008, 2010], tato metoda však nezajistí také potřebnou stabilizaci volných radikálů a přechodných iontů kovů (Fe^{2+} a Cu^{+}) přítomných v železogalových inkoustech. Pro zjištění přítomnosti železnatých iontů (Fe^{2+}) v papíře je možné použít nedestruktivní test vyvinutý dr. J. Neevelem – tzv. batofenantrolinový test, který spočívá v detekci železnatých iontů pomocí filtračního papírku napuštěného batofenantrolinem. Papírek zvlhčený vodou je přiložen k inkoustu a výskyt železnatých iontů (Fe^{3+}) je detekován jeho červeným zbarvením [NEEVEL, 2009, s. 3-15; MAKOVÁ aj., 2006].

V současnosti nejmoderněji zkoumanou kombinovanou metodou neutralizace papíru a stabilizace přechodných iontů kovů (Fe^{2+} a Cu^{+}) v železogalových inkoustech je užití postřiku roztoku hořečnatých fytátů a bromidových antioxidantů rozpuštěných v etanolovém roztoku[78] [KOLAR, 2008].

Další možnou a z konzervátorského hlediska velmi neinvazivní metodou neutralizace papíru a stabilizace přechodných kovů v papíře by mohlo být použití papírových prokladů naimpregnovaných alkalickými složkami a antioxidanty ($CaCO_3$ a NaBr). Proklady vložené mezi kyselými listy by mohly zprostředkovávat přirozenou průběžnou neutralizaci kyselin a zabránit tak i katalytickým účinkům přechodných iontů kovů (Fe^{2+} a Cu^{+}) přítomných v inkoustech. Použití prokladů se jeví být zvláště výhodné v horizontu dlouhodobého uložení dokumentů [HANSEN, 2005].

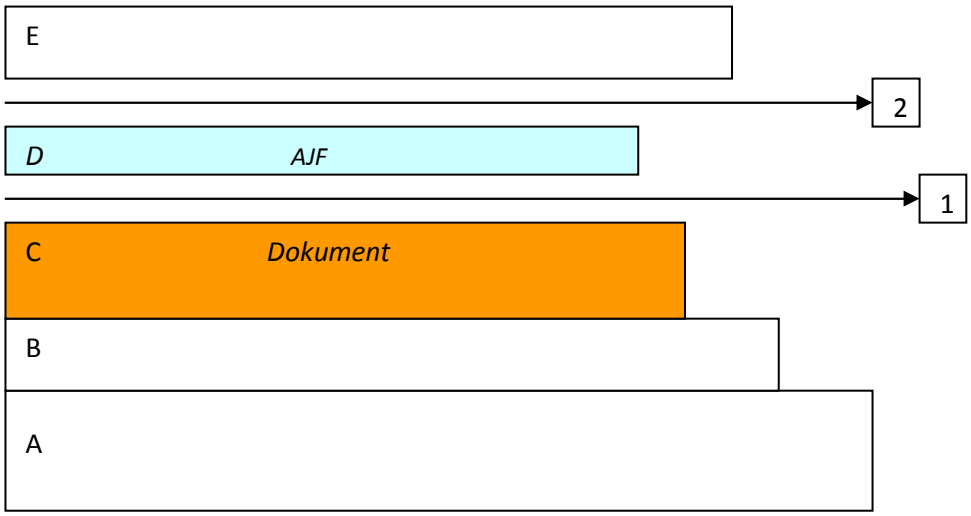
Před použitím jakéhokoliv neutralizačního prostředku je však třeba prostředek vždy nejprve předem odzkoušet na konkrétním ošetřovaném dokumentu, nedochází-li při jeho použití k nežádoucím barevným změnám záznamových komponentů přítomných v papíře. U železogalových inkoustů se případná změna nemusí projevit okamžitě, změna barevnosti je zde závislá na výsledném pH papíru po provedeném odkyselení. Na stabilitu železogalového inkoustu mají všeobecně vliv neutralizační metody, které zvýší pH papíru nad 8,5.

[78] zásaditý etoxid hořečnatý (MgEtO) a antioxidant (tetraalkylamonium) bromid v etanolu

Jestliže při použití neutralizačního prostředku dochází ke změnám barevnosti záznamových komponentů v papíře, je nutno danou metodu opustit a dále nepoužívat! Komerčně dostupné a vyráběné neutralizační prostředky jako jsou Bookkeeper® aj. nelze pro bezpečnou konzervaci historických papírových dokumentů zcela jednoznačně doporučit, existují zde prokazatelné důkazy o jejich nežádoucích účincích na barevné složky (komponenty) přítomné v papíře a na samotný papírový podklad [STAUDERMAN, 1996; BOONE, 1998].

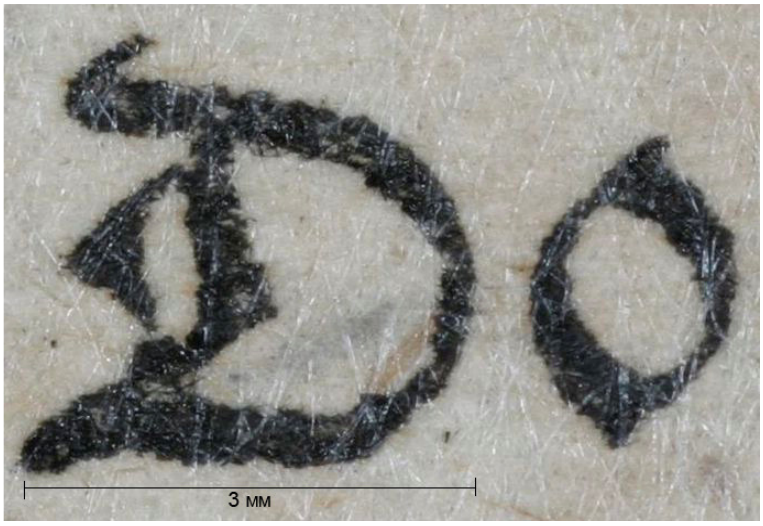
2.3 Obecný postup nalepování AJF na papírový dokument

Na očištěný papírový dokument, doklížený, popřípadě neutralizovaný a konzervačně stabilizovaný nalepujeme AJF tímto způsobem (*viz Obrázek 7)*. Papírový dokument podložený netkanou textilií a suchým filtračním papírem navlhčíme jemným nástřikem vodně-etanolového roztoku (nejlépe s obsahem etanolu do max. 50 % v případě čistě etanolové aplikace s Klucelem G, použijeme čistý etanol) a to jen tolik, kolik se přirozeně vsaje do papírového podkladu. Na navlhčený papír položíme AJF lepivou stranou k povrchu dokumentu a opět převlhčíme patřičným aktivačním roztokem tak, aby povrch AJF nebyl viditelně promáčený. Takto zvlhčený objekt překryjeme dobře prodyšným nelepivým materiálem (nejlépe netkaná textilie, Reemay, Holitex či velmi jemná polyesterová síťovina) a mírným přítlakem jemně zvlhčeného štětce nebo vatového tampónu obaleného v tenké mikrotenové fólii přilepíme AJF k podkladu.



Obrázek 7 Schéma postupu nalepování AJF na papírový dokument. (A - filtrační papír, B -netkaná textilie, C - zpevňovaný dokument, D - AJF, E - netkaná textilie, 1 - první nástřik aktivačního roztoku, 2 - druhý nástřik aktivačního roztoku

Přilepení fólie k dokumentu provedeme v celé lepené části rovnoměrně tak, aby došlo k jejímu celistvému propojení s povrchem zpevňovaného papíru (viz *Obrázek 8*). Nalepenou AJF necháme na povrchu papíru volně doschnout nebo ji s mírně navlhčeným filtračním papírem dosoušíme pod lehkou zátěží. V případě schnutí dokumentu pod zátěží je třeba prokladový filtrační papír předem mírně navlhčit aktivačním vodně-etanolovým roztokem, aby nedošlo při schnutí k vsátí části lepivé vrstvy z AJF do jinak obvykle suchého filtračního papíru. Vsátí části lepidla do filtračního papíru by mělo za příčinu snížení výsledné průhlednosti AJF na zpevňovaném dokumentu.



Obrázek 8 AJF s Klucelem G v etanolu nalepená na historickém papírovém podkladě, lepeno 50 % roztokem etanolu, detail

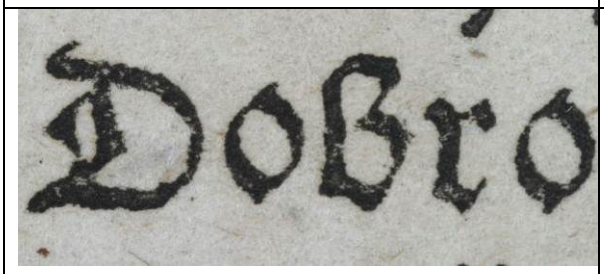
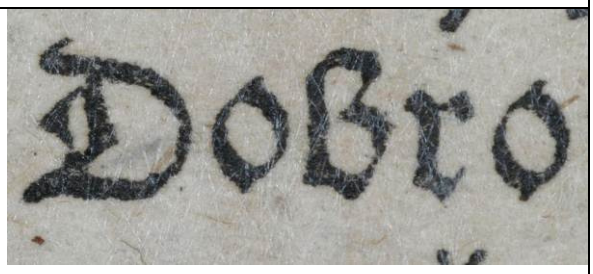
2.4 Dekonzervace AJF

Dekonzervaci čili odstranění zpevňující japanové fólie z papírového dokumentu provedeme pomocí etanolu či etanol-vodného roztoku takříkajíc zpětným mechanickým procesem. Lepené místo na dokumentu nejprve z obou stran dokumentu navlhčíme rozpouštědlem pro rozvolnění, rozbobtnání nalepené AJF (nejlépe pomocí 50 % roztoku etanolu) a po chvíli pomocí ploché špachtle zlehka mechanicky odstraníme zbobtnanou AJF se zbylým lepidlem z povrchu papírového dokumentu. Po odstranění AJF ponecháme papír volně či pod mírnou zátěží doschnout.

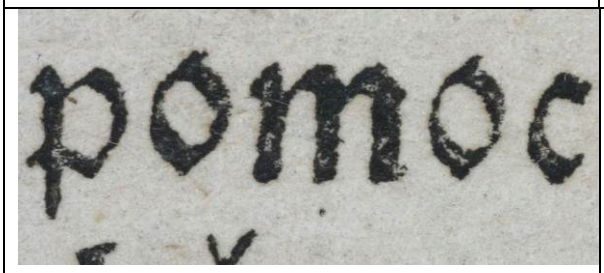
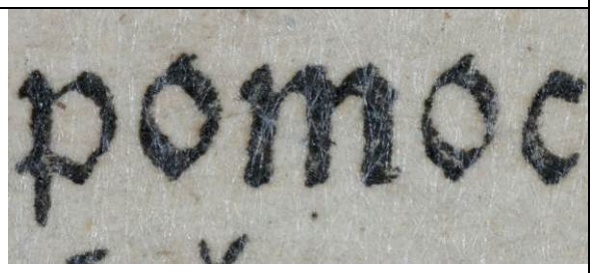
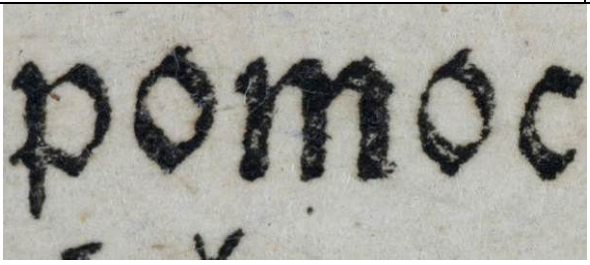
2.4.1 Test dekonzervace AJF

Test dekonzervovatelnosti AJF byl proveden na historickém papírovém podkladu z druhé poloviny 17. stol. (viz *Tabulka 12, 13*). Papír byl nejprve před samotným nalepením AJF čištěn za mokra přímým nástřikem 30 % roztoku etanolu metodou prokladů filtračních papírů a mírného zatěžkání ve třech navazujících cyklech čištění. Celkový čas čištění 40 – 50 min.

Tabulka 12 Dekonzervace AJF s Klucelem G v etanolu z historického papíru (druhá pol. 17. stol.)

Druh lepidla: *Klucel G v etanolu*	
Počet lepivých vrstev: *5*	***Dekonzervační roztok:*** *50 % etanol*
Způsob dekonzervace: *Oboustranné navlhčení podkladu a mechanické odstranění špachtlí*	***Schnutí:*** *volně*
	
Před nalepením AJF	*Po nalepení AJF (Klucel G v etanolu, japonský papír RK-00)*
Po odstranění AJF	

Tabulka 13 Dekonzervace AJF s Tylosou MH 4000 ve vodě z historického papíru (druhá pol. 17. stol.)

Druh lepidla: *Tylosa MH 4000 ve vodě*	
Počet lepivých vrstev: *5*	***Dekonzervační roztok:*** *50 % etanol*
Způsob dekonzervace: *Oboustranné navlhčení podkladu a mechanické odstranění špachtlí*	***Schnutí:*** *volně*
	
Před nalepením AJF	*Po nalepení AJF (Tylosa MH 4000 ve vodě, japonský papír RK-00)*
	
Po odstranění AJF	

Dekonzervovány byly AJF s lepidlem Klucel G v etanolu s obsahem 5 lepivých vrstev (viz *Tabulka 12*) a AJF s lepidlem Tylose MH 4000 ve vodě rovněž s 5 lepivými vrstvami (viz *Tabulka 13*). Dekonzervace prokázala snadnou mechanickou odstranitelnost obou testovaných AJF z povrchu zpevňovaného papíru, v případě AJF s Tylosou 4000 zůstala na papíře nepatrně viditelná tmavší skvrna, u AJF s Klucelem G nebylo toto ztmavnutí ani žádná jiná patrnější změna pozorována.

Závěr

Cílem výzkumu bylo vytvořit novou šetrnou a neinvazivní metodu pro zpevňování křehkých a poškozených papírových dokumentů tzv. metodou restaurování in situ. Provedené práce prokázaly, že vyvinutá adhezivní japanová fólie je schopna účinně a šetrně zpevňovat poškozený podklad. Fólie může naleznout své podstatné využití při restaurování papírových dokumentů, poškozených celou řadou degradačních procesů včetně koroze železogalových inkoustů, kde by v kombinaci s provedenou neutralizací a stabilizací přechodných kovů (Fe^{2+} a Cu^{+}) mohla být vhodnou a ohleduplnou metodou zpevňování takto poškozených písemných dokumentů. Z tohoto pohledu si metoda adhezivních japanových fólií jistě zaslouží ještě další podrobnější zkoumání, které by ještě detailněji prověřilo její plné využití v oblasti restaurování papírových písemných památek.

Seznam použitých zdrojů

BOONE, T.; KIDDER, L.; RUSSICK, S. 1998. Bookkeeper for Spray Use in Single Item Treatments. *Book and Paper Group Annual*. 1998, vol. 17, s. 29-43. ISSN 0887-8978.

ČEPPAN, M.; HAVLÍNOVÁ, B.; CSÉFALVAYOVÁ, L.; JANČOVIČOVÁ, V.; ĎUROVIČ, M.; HANUS, J. 2007. Chemické aspekty korózie železogalových atramentov. In *Sborník XIII. semináře restaurátorů a historiků, Třeboň 2006*. Praha : Národní archiv, 2007. s. 138-149. ISBN 974-80-86712-48-2.

ĎUROVIČ, M. a kol. 2002. *Restaurování a konzervování archiválií a knih.* Praha; Litomyšl : Paseka, 2002. ISBN 80-7185-383-6.

ĎUROVIČ, M.; HÖGE, B.; HANZLOVÁ, J. 1986. *Přehled konzervačních metod : používaných v oddělení ochrany a restaurování fondů Státní knihovny ČSR.* První dodatek k 1. a 2. dílu. Praha : Státní knihovna ČSR, 1986. 20 s. Metodická pomůcka.

HANSEN, B. V. 2005. Improving Ageing Properties of Paper with Iron-Gall Ink by Interleaving with Papers Impregnated with Alkaline Buffer and Antioxidant. *Restaurator*. 2005, vol. 26, no. 3. ISSN 0034-5806.

KOLAR, J.; MOŽIR, A.; BALAŽIC, A.; STRLIČ, M.; CERES, G.; CONTE, V.; MIRRUZZO, V.; STEEMERS, T.; BRUIN, G. 2008. New Antioxidants for treatment of Transition metal Containing Inks and Pigments. *Restaurator*. 2008, vol. 29, no. 3, s. 184-198. ISSN 0034-5806.

MAKOVÁ, A.; ČEPPAN, M.; HANUS, J.; MINÁRIKOVÁ, J.; HANUSOVÁ, E.; HAVLÍNOVÁ, B. 2007. Prieskum historických rukopisov písaných železodubienkovými atramentmi v Slovenskej republike. In *Sborník XIII. semináře restaurátorů a historiků, Třeboň 2006*. Praha : Národní archiv, 2007. s. 109-121. ISBN 974-80-86712-48-2.

MINÁRIKOVÁ, J.; HAVLÍNOVÁ, B.; MAKOVÁ, A. 2007. Konzervovanie historických dokumentov so železodubienkovými atramentami pomocou antioxidantov. In *Sborník XIII. semináře restaurátorů a historiků, Třeboň 2006*. Praha : Národní archiv, 2007. s. 156-168. ISBN 974-80-86712-48-2.

MUÑOZ-VIÑAS, S. A. 2007. Dual-Layer Technique for the Application of a Fixative on Water - Sensitive Media an Paper. *Restaurator.* 2007, vol. 28, no. 2, s. 78-94. ISSN 0034-5806.

NEEVEL, G. J. 2009. Application Issues of the Bathophenanthroline Test for Iron(II) Ions. *Restaurator*. 2009, vol. 30, no. 1, s. 3-15. ISSN 0034-5806.

PATAKI, A. 2009. Remoistenable Tissue Preparation and its Practical Aspects. *Restaurator*. 2009, vol. 30, no. 1, s. 51-69. ISSN 0034-5806.

REISSLAND, B. 1999. Ink corrosion, aqueous and non aqueous treatment of paper objects, state of the art. *Restaurator*. 1999, vol. 20, no. 3-4, s. 167-181. ISSN 0034-5806.

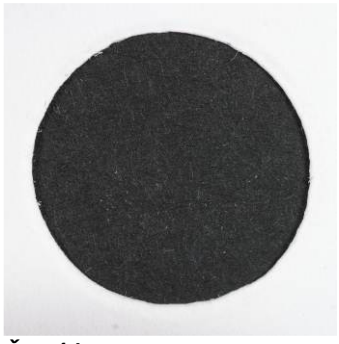
STAUDERMAN, S.; BRŰCKLE, I.; BISCHOFF, J. 1996. Observations on the Use of Bookkeeper : Deacidification Spray for the Treatment of Individual Objects. *Book and Paper Group Annual*. 1996, vol. 15. ISSN 0887-8978.

STEFANIS, E.; PANAYIOTOU, C. 2007. Protection of Lignocellulosic and Cellulosic Paper by Deacidification with Dispersions of Micro- and Nano-particles of $Ca(OH)_2$ and $Mg(OH)_2$ in Alcohols. *Restaurator*. 2007, vol. 28, no. 3. ISSN 0034-5806.

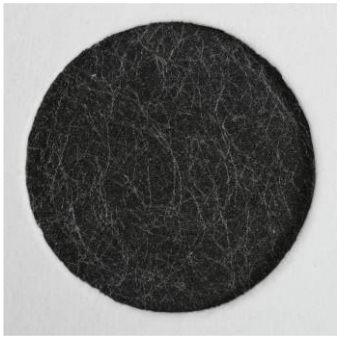
STEFANIS, E.; PANAYIOTOU, C. 2008. Study of the Photochemical Stability of Paper Deacidified with Dispersion of $Ca(OH)_2$ and $Mg(OH)_2$ Nanoparticles in Alcohols. *Restaurator*. 2008, ,vol. 29, no. 2. ISSN 0034-5806.

STEFANIS, E.; PANAYIOTOU, C. 2010. Deacidification of Documents Containing Iron Gall Ink with Dispersion of $Ca(OH)_2$ and $Mg(OH)_2$ Nanoparticles. *Restaurator*. 2010, vol. 31, no. 1. ISSN 0034-5806.

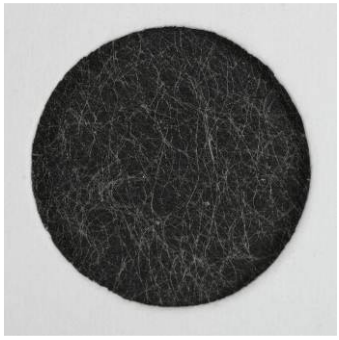
TITUS, S; SCHNELLER, R.; HUHSMANN, E.; HÄHNER, U.; BANIK, G. 2009. Stabilising local areas of loss in iron gall ink copy documents from the Savigny estate. *Restaurator.* 2009, vol. 30, no. 1, s. 16-50. ISSN 0034-5806.



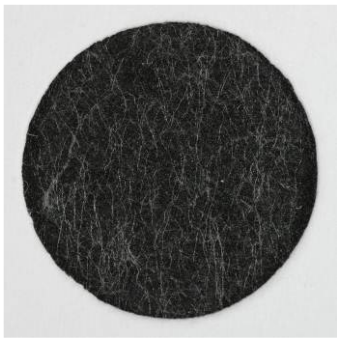
Černý karton



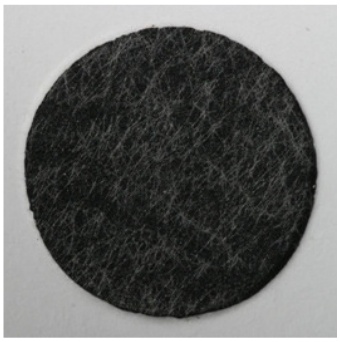
Klucel G v etanolu, 3x vrstva
(aktivace: 50 % etanol)



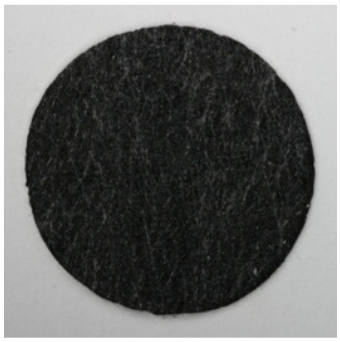
Klucel G v etanolu, 3x vrstva
(aktivace: 75 % etanol)



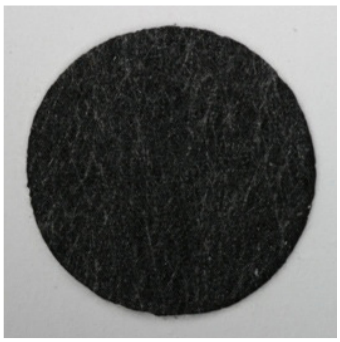
Klucel G v etanolu, 5x vrstva
(aktivace: 50 % etanol)



Klucel G v Herco, 3x vrstva
(aktivace: 50 % etanol)

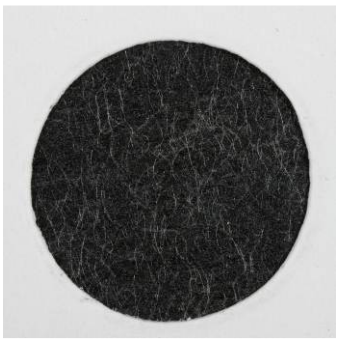


Klucel G v Herco, 5x vrstva
(aktivace: 75 % etanol)



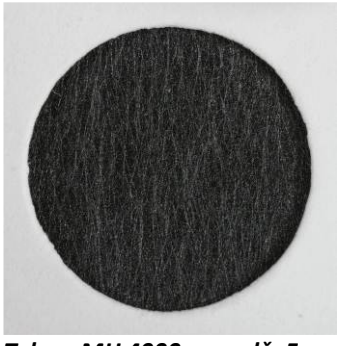
Klucel G v Herco, 5x vrstva
(aktivace: 50 % etanol)

Tylosa MH 4000 v Herco, 2x
(aktivace: 50 % etanol)



Tylosa MH 4000 ve vodě, 2x
(aktivace: 50 % etanol)

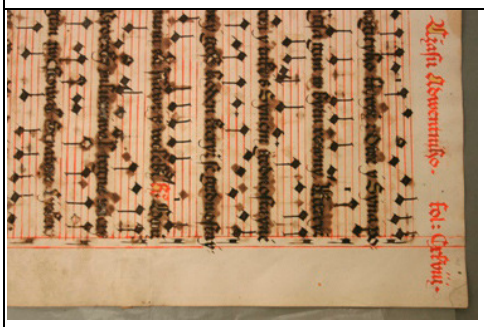
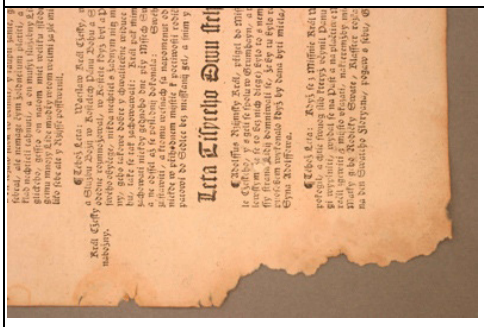
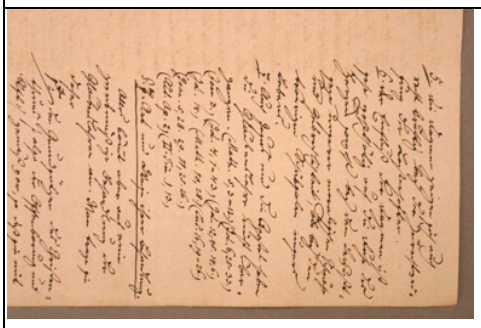
Tylosa MH 4000 v Herco, 3x
(aktivace: 50 % etanol)



Tylosa MH 4000 ve vodě, 5x
(aktivace: 50 % etanol)

Tylosa MH 4000 ve vodě, 5x
(aktivace: 75 % etanol)

Příloha 1 Viditelnost nalepených vzorků AJF na černém kartónu

Typ historického papíru	***Měřené místo (fyzický stav)***	***Tloušťka papíru (mm)***	***Savost papíru (s)***
	*okraje listu (nepoškozeny)*	*0,2-0,22*	*20*
	mezi řádky (malé poškození)	*0,2-0,22*	*20-30*
	v písmu (značné poškození)	*0,2-0,22*	*10-15*
Papír silně poškozený korozí železogalového inkoustu, (16. stol. – Rakovnický kancionál)			
	okraje listu (nepoškozeny)	*0,18-0,23*	*60-70*
	mezi řádky (malé poškození)	*0,18-0,23*	*40-50*
	v písmu (značné poškození)	*0,19-0,26*	*10-20*
Papír silně poškozený korozí železogalového inkoustu, (14. stol.)			
	*slabé poškození*	*0,15*	*13-19*
	značné poškození plísní	*0,15*	*6*
	slabé poškození	*0,22*	*8-10*
	značné poškození plísní	*0,22*	*4-6*
Papír značně poškozený plísněmi po okrajích listu. Ve hřbetní části je papír poškozen jen slabě, (17. stol.)			
	*okraje listu*	*0,13-0,17*	*60-75*
	v písmu	*0,13-0,17*	*60-75*
Papír nepoškozený, (19. stol.)			

Příloha 2 Test savosti historických ručních papírů

Pracovní postup výroby japanové fólie

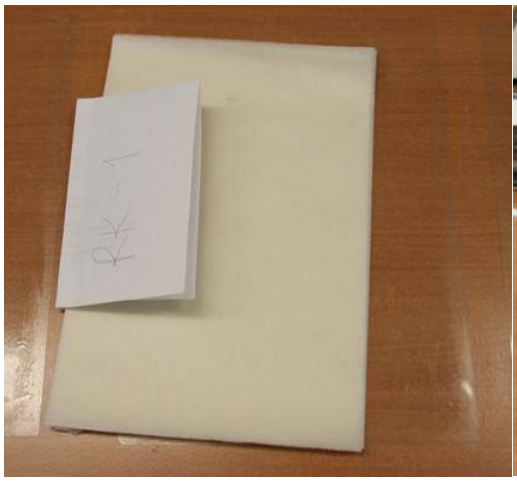
Krok 1 Vypnutí plastové podložky

Nejprve vypneme vhodnou hladkou plastovou podložku na pracovní stůl (viz *Obrázek 1, 2*), osvědčila se například kancelářská složka na spisy (čirá, formát $A_{4)}$, rozříznutá na dvě části.

Obrázek 1 Přilepené plastové podložky

Obrázek 2 Přilepená plastová podložka - detail

Vypnutí podložky provedeme tak, že pracovní stůl natřeme slabou vrstvou lepidla, nejlépe etanolového 3% roztoku Klucelu G. Podložku přilepíme ke stolu pomocí přířezu papírové lepenky, pevně jí přihladíme ke stolu a hranou papírové lepenky vytlačíme vzduchové bublinky a případné nerovnosti. Vypnutí plastové podložky je základním předpokladem pro kvalitní rozvrstvení lepidla v japanové fólii.



Obrázek 3 Přířezy japonského papíru

Obrázek 4 Zásobník Klucelu G v etanolu s nanášecím štětcem

Krok 2 Rozetření lepidla a nanesení japonského papíru

Pro výrobu fólií se jako nejvýhodnější osvědčil 3 % roztok Klucelu G v etanolu, protože se dobře roztírá štětcem a nezasychá příliš rychle na povrchu podložky, umožňuje tak komfortní rozložení přířezu japonského papíru (viz *Obrázek 3, 4*). Vypnutou plastovou podložku natřeme pomocí širokého štětce (vhodného spíše pevného) souvislou vrstvou lepidla Klucelu G (viz *Obrázek 5*). Naneseme přířez japonského papíru (viz *Obrázek 6*) a necháme jej vyschnout (viz *Obrázek 7*). Je dobré jeden růžek japonského papíru zahnout, vznikne tak zpevněný okraj pro snadné sejmutí japanové fólie z podložky.

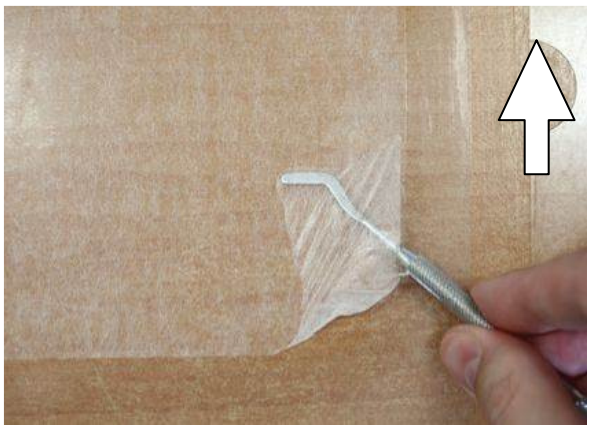
Obrázek 5 Natřená vrstva lepidla na plastové podložce

Obrázek 6 Pokládání přířezu japonského papíru na rozetřenou vrstvu lepidla

Obrázek 7 Nanesený japonský papír-fólie na plastové podložce

Krok 3 Sejmutí japanové fólie

Japanovou fólii snímáme z podložky v místě zpevněného zahnutého růžku a to nejlépe pomocí zaoblené kovové špachtle nebo „zubátka“ vsunutím a podélným odloupnutím fólie od podložky (viz *Obrázek 8, 9*). Poté rukou dokončíme sejmutí fólie (viz *Obrázek 10, 11, 12, 13*).



Obrázek 8 Snímání přířezu z podložky, šipka naznačuje směr vedení nástroje-kovového „zubátka“

Obrázek 9 „Zubátkem“ uvolníme fólii nejlépe ze dvou stran pro bezpečné sejmutí z podložky

Obrázek 10 Snímání fólie z podložky

Obrázek 11 Dokončení snímání fólie

Obrázek 12 Sejmutá fólie, pohled na lepivou stranu

Obrázek 13 Sejmuté klucel-japanové fólie na pracovním stole

Krok 4 Opakované nanášení lepidla na japanovou fólii

Podle potřeby míry lepivosti fólie nanášíme vrstvu lepidla na přířez japanu opakovaně, dosáhneme tak vyšší průhlednosti a především vyšší lepivosti fólie.

Orientační přehled využití klucel-japanové fólie v restaurátorské praxi

Typ japanu	Charakteristika a doporučený způsob použití fólií
RK-00	Velmi tenká fólie, vhodná především na plošné či lokální podlepování poškozených historických papírů v textové i mimo textovou část. Vhodná též pro spravování křehkých či povrchově rozrušených historických vazebních usní.
RK-0	Tenká fólie vhodná pro spravování papíru, tj. trhlin, lokálního podlepování vlepování utržených listů a spravování usňových pokryvů lehčeji fyzicky narušených.
RK-1	Tenká fólie vhodná na vlepování vytržených listů, podlepování trhlin, vylepování utržených drážek a velmi vhodná pro spravování usňových pokryvů silněji fyzicky narušených tj. odtržených drážek, odtržených hlavic (příklad použití viz *Obrázek 14, 15*).
RK-2	Silnější fólie vhodná pro vylepování prasklých drážek, spojování odtržených knižních desek a též vhodná pro spravování robustnějších knižních vazeb a usňových pokryvů.

Obrázek 14 Poškozená pergamenová vazba v drážce (stav před opravou japanovou fólií RK-1)

Obrázek 15 Pergamenová vazba slepena v drážce klucel-japanovou fólií typ RK-1 (stav po opravě)