

Zpevňování papírového podkladu poškozeného mechanickou a chemicko-fyzikální degradací-zpevnění papírového podkladu zeslabeného rozpadem železito-duběnkového inkoustu pomocí adhezivních japanových folii použitím metody in situ.

Ondřej Lehovec, 2007

Úvod

Železito-duběnkový inkoust též železo-galový inkoust se používal pro psaní dokumentů již v raném středověku, v evropských zemích se od 12. století stává nejrozšířenějším psacím prostředkem a zůstává jím prakticky až do počátku 20. století. Právě důvody velkého rozšíření železo-galových inkoustů v průběhu celých staletí vedou chemiky a konzervátory dodnes k potřebě zkoumat podstatu procesu degradace tohoto záznamového media a jeho poškozujícího vlivu na papírovou podložku, (bibliografie 1).

Korozivní degradace železo-duběnkového inkoustu je dána samotnou podstatou jeho složení. Železo-galový inkoust se skládá především ze sulfátů železa (síranu železnatého) a tříselného extraktu získaného z duběnek či kůry stromů obsahujícího kyselinu galovou, vzájemnou reakcí těchto složek vzniká silná kyselina, která spolu s přebytkovými ionty přechodných kovů obsažených v inkoustu vytváří zásadní příčinu poškozování papírové podložky. Chemické složení železo-galových inkoustů tak bylo a dosud je jednou z hlavních příčin dlouhodobého zhoršování stavu písemných historických materiálů – tj. písemného kulturního dědictví.

Popis procesu degradace papíru způsobené vlivem koroze železito-galového inkoustu

Na procesu degradace papírové podložky se podílejí především dvě hlavní složky přítomné v inkoustech - kyseliny a volné nenavázané převážně železnaté ionty vyskytující se v galových inkoustech v přebytkovém stavu, tyto látky svým působením iniciují dva hlavní degradační procesy - kyselou hydrolýzu a oxidativní rozpad celulózy.

Kyselá hydrolýza způsobuje krácení polymerních řetězců celulózy, což vede ke ztrátě mechanické pevnosti a křehnutí papíru, (bibliografie 2). Na procesu kyselé hydrolýzy se při zvýšené vlhkosti vedle síranu železnatého, podstatné složky inkoustů, podílejí především kyseliny přidávané do inkoustu při jeho výrobě (tříslová a galová) a též kyseliny uvolněné chemickou reakcí při vzniku barviva (kyselina sírová), (bibliografie 3).

Kyselina sírová má tendenci migrovat vne i do struktury papíru a vytvářet tak okolo textového záznamu hnědavé skvrny tzv.záře, které křehnou papír a svým zabarvením snižují

čitelnost textového pole. Kyselina může migrovat až na druhou stranu listu a vytvořit nahnědlý průsak inkoustového textu - tzv. zrcadlový obraz, (bibliografie 4).

Oxidativní degradace způsobuje štěpení řetězců celulózy což vede ke zkřehnutí a ztrátě mechanické pevnosti papíru a vede též k barevným změnám inkoustu - hnědnutí či prosvítání-fluorescenci. Oxidativní degradaci celulózy vyvolávají volné ionty přechodných prvků obsažených v inkoustu především železa Fe^{2+} případně mědi Cu^{2+} , které jsou schopny katalyzovat mnohé chemické reakce mimo jiné i oxidačně redukční reakce.

Zatím co kyselá hydrolyz poškozuje papír i v širším okolí inkoustu, oxidace iontů přechodných kovů (Fe^{2+} a Cu^{2+}) poškozuje papír v těsné blízkosti inkoustového záznamu, (bibliografie 5). Korozivní vliv železito-duběnkových inkoustů vůči papíru může dostoupit stavu, kdy inkoust proděraví a zcela rozpadne papírový podklad dokumentu. Rozpad je postupný proces. Začíná pronikáním inkoustu do rubové strany listu, barva inkoustu postupně hnědne a tmavne, inkoust se rozšiřuje do stran a často se přetiskuje na sousední strany. V průběhu tohoto procesu podkladový materiál na postižených místech ztrácí svou mechanickou pevnost, křehne a snadno se uvolňují jeho fragmenty. Tyto popsané jevy se napohled podobají korozi, způsobené měděnými pigmenty. V obou případech je primární zdroj materiálové degradace spojen s přítomností kovových složek v mediu, změnami teploty, mírou vlhkosti a také přítomností polutantů, (Neevel bibliography 14, Banik, bibliography 15). Pokusy prováděné v různých laboratořích ukazují, jaký význam má přítomnost zbytků kovových složek v rozpadlých podkladových materiálech.

Od doby konference v St. Galen v roce 1898 měly pokusy o překonání negativního dopadu rozpadu inkoustu velmi významnou úlohu v historii konzervace. V průběhu doby však můžeme zaznamenat různé přístupy k tomuto problému, od zpevnování podkladových materiálů po změnu chemického složení psacího media. Tento dvojí přístup v konzervační praxi přetrvává do současnosti.

Během doby se používalo celé spektrum metod a látek ve snaze překonat fyzické slábnutí podkladového materiálu. Uvádíme níže krátký seznam a popis různých používaných metod a materiálů.

Stručný popis konzervačních technik užívaných k zesílení papírového podkladu:

a) Technika štěpení: byla objevena ve Vídni na přelomu 19. a 20. století a široce ji uplatňoval ve druhé polovině 20. století Wolfgang Wachter v Lipsku. Papírový list byl rozštěpen podél vláknů a zpevněn vložením vrstvy japonského papíru opatřeném značnou alkalickou rezervou. Obě papírové vrstvy byly spojeny dohromady a poskytl tak nový nosič, (12§ 5.3).

b) Dolévání listů – nanášení papírových vláken na rozpadlý papír doléváním. Techniku použila pro restaurování papíru v roce 1948, Niukhsa. Od konce 60. let 20. století se široce využívala k restaurování papíru. Postup je založen na určité koncentraci papírových vláken rozptýlených ve vodní suspenzi, při dolévání se papírová vlákna ukládají do mezer a zlomů v papíru. Množství uložených vláken závisí na množství vody procházející příslušným místem, (12§ 5.2).

c) Zpevňování degradovaného papíru japonským papírem. Degradovaný předmět je zesílen vrstvou japonského hedvábného papíru s jemnými dlouhými vlákny, který se na něj nalepí. Volba japonského papíru a lepidla záležely na stavu předmětu a na psacím médiu.

d) Laminace - technika používaná od začátku 60 let. 20. století. Fredrikem Marschem z dávného India Office. Spočívala v aplikaci syntetických materiálů přímo nebo nepřímo na artefakt z degradovaného papíru pomocí tepla. Problematická vratnost/reversibilita této metody vedla k tomu, že se jí přestalo užívat, (12§ 5.4).

e) Laminace za studena - technika, kterou vyvinul Bruno Hege v Národní knihovně ČR, spočívající v aktivaci vrstvy PVA (polyvinilacetátu) etylalkoholem. Vzhledem k problematické vratnosti se tato metoda už nepoužívá.

f) Zapouzdření - předmět je vložen mezi dvě vrstvy syntetických průhledných akrylických listů z mayleru nebo melynexu a uzavřen po stranách dvojitou páskou nebo ultrazvukovým svařovacím zařízením.

Zatímco zesílení podkladového materiálu je snahou překonat důsledky jeho degradace a zhoršení jeho fyzických vlastností bez ovlivnění zdroje této degradace, chemická ošetření se snažila postihnout pravděpodobný zdroj problému: hydrolýza kyselinou a oxidace kovových složek (přeměna Fe^{2+} ve Fe^{3+}) v případě inkoustů a mědi, v případě pigmentů, nebo v širokém smyslu v případě barevné vrstvy však tato ošetření mnoho nepomáhají, pomáhají-li vůbec, k obnovení fyzické pevnosti předmětu." Nicméně samo odkyselení nezastaví chátrání bez odstranění rozpustitelných přechodných kovových složek z papíru nebo bez jejich přeměny v chemicky inertní složky. Je nutné odstranění rozpustitelných přechodných kovových složek omytím a následným odkyselením pomocí alkalických hlinitých složek[...] tj. potlačení oxidace celulózy katalyzované ionty železa nebo mědi uložených v papíře", (bibliography 17).

Postup testování

Výběr materiálů

I. Výběr zpevňujícího nosného materiálu

Nosný materiál pro vytváření adhezivních zpevňujících folií byl vybrán z katalogu japonského výrobce papírů firmy „Paper Nao“. Konkrétně byly vybrány dva druhy hedvábných supertenkých japonských papírů strojové výroby pod označením RK-00, RK-0. Tyto japonské papíry vykazovaly odpovídající kvalitu a vhodné vlastnosti pro účely testování; tenké, průhledné, pevné s plynule provázanou sítí dlouhých vláken, chemicky stabilní s doloženými informacemi o procesu výroby a složení vláken (viz.Tab.1).

Číslo papíru	Druh papíru	Odrůda vláken	Schnutí	Vaření	gramáž	Směr vláken	Tloušťka	pH
1	RK00	kouzo	S	Ca(OH) ²	3,6g/m ²	↑	0,025mm	7.3
2	RK00	kouzo	S	Ca(OH) ²	3,6g/m ²	→		
3	RK0	kouzo	S	Ca(OH) ²	5g/m ²	↑	0,034mm	7.3
4	RK0	kouzo	S	Ca(OH) ²	5g/m ²	→		

Tab.1, (popis japonských papírů)

II. Výběr zpevňovaného podkladového materiálu

Pro potřeby testování vlivu aplikování „adhezivních japanových folií“ (dále pod označením AJF) na strukturu papírové podložky byl jako podkladový materiál pro zpevňování vybrán skartovaný historický ruční papír z pol. 18.stol. Historický ruční papír byl pro testování zvolen záměrně, za účelem zjištění konkrétního zpevňujícího vlivu AJF na historický papírový podklad.

III. Výběr lepidel a způsob jejich nanášení

Pro účely vytváření AJF byly vybrány následující druhy lepidel: Tylosa MH 300, Tylosa MH 4000, Klucel G. Tato lepidla byla připravována ve vodných a etanolových roztocích o různých koncentracích a byla nanášena samostatně i ve vzájemné směsné kombinaci. Pro

potřebu vytváření souvislé lepidivé vrstvy byla použita souprava standardizovaných nanášecích tyčinek¹, konkrétně nanášecí tyčinka č.7 s nejvyšší propustností lepidla (dále označována jako **A7**). Tento způsob nanášení lepidel byl zvolen pro zajištění objektivnosti a kontrolovatelnosti nanášených lepidivých vrstev. Jiné zvažované možnosti nanášení lepidel byly - natírání, stříkání, rozlévání volné hladiny, nanášecí pravítko či váleček (viz.Tab.2 a 3).

A7	natažením tyčinkou-č.7
B	Natíráním
C	Stříkáním
D	volnou hladinou
E	rozprostřením pravítkem či válečkem

Tab.2, (formy nanášení lepidla)

Pořadové č. lepidla	Druh lepidla	Rozpouštědlo	Koncentrace	Způsob nanášení	Počet vrstev
1	Klucel G	etanol	2%	A7	1-2
2	Tylosa MH 300	voda	2%, 4%	A7	1
3	Tylosa MH 4000	voda	2%	A7	1
4	Klucel G + Tylosa MH 4000 1:1	etanol /voda 1:1	2%	A7	1-2

Tab.3, (přehled použitých lepidel a způsobu jejich nanášení.)

¹**Souprava nanášecích standardizovaných tyčinek.** Jedná se o kovové tyčinky s navinutým drátkem různé specifické tloušťky. Po plynulém jednosměrném stažení vrstvy lepidla tyčinka propustí vždy stejné množství lepidla, které je schopno protéct mezi průrvami jednotlivých vinutí drátu. Množství lepidla, které proteče závisí na tloušťce navinutého drátu. Tedy čím silnější drát je navinut, tím více lepidla je schopen propustit.

Tvorba „adhezivních japanových folií“ - AJF

I. Způsob vytváření AJF.

AJF byly vytvářeny volným pokládáním přířezů japonského papíru na rovnoměrně rozestřenou vrstvu lepidla. Všechna testovaná lepidla byla nanášena stejným způsobem. Na vodorovnou hladkou plastovou podložku byla rovnoměrně pomocí nanášecí tyčinky nanášena vrstva lepidla a byla volným přeložením pokryta přířezem japonského papíru. Po úplném vyschnutí lepidla byl přířez japonského papíru s lepidlem odloupen z plastové podložky. Takto byly vytvořeny jednostranně lepidivé adhezivní japanové folie - AJF. Pro přípravu lepivějších AJF bylo nanášení adheziva provedeno opakovaně - tj. jednou opatřený přířez jap. papíru byl po vyschnutí stejným způsobem opatřen podruhé. Přehled vytvořených typů AJF pro další testování popisuje tabulka č.4.

Číslo papíru	Druh papíru	Směr vláken	Lepidlo	Způsob nanášení	Koncentrace	Počet vrstev
1	RK00	↑	1-4	A7	2%	1
2	RK00	→	1-4	A7	2%, 4%	1-2
3	RK0	↑	1	A7	2%	1
4	RK0	→	1	A7	2%	1

Tab.4, (přehled vytvořených AJF pro testování)

Příprava vzorků a jejich testování

I. Příprava vzorků AJF pro testování

Vytvořené typy AJF byly pro testování popisně označeny systémem odvozeným z parametrů v tabulce č.4. Tabulka č.5 popisuje způsob označení AJF pro další testování – udává: „Číslo papíru“ - tj. určení druhu papíru a směru jeho vláken. Údaj „Číslo lepidla“ - udává druh lepidla použitého pro přípravu daného typu AJF. Údaj „Počet vrstev“ - udává počet nanesených vrstev lepidla, není-li zde udáno žádné číslo, znamená to, že vrstva adheziva je nanášena jen jednou (viz.Tab.3-přehled použitých lepidel...).

Číslo papíru		Číslo lepidla	Způsob nanášení		Koncentrace		Počet vrstev
1	/	1	A7	-	2%	,	2X

Tab.5, (modelový příklad popisného označení AJF pro testování, 1/1A7-2%,2x)

V tabulce č.5 je rozepsán modelový příklad označení folie typu: **1/1A7-2%,2x**, rozepsaně se tedy jedná o japonský papír RK-00 podélného směru vláken, bylo použito lepidlo Klucel G v etanolu nanášeno tyčinkou č.7 v dvouprocentní koncentraci a ve dvou vrstvách.

Vytvořené typy AJF byly nařezány na testovatelné proužky šířky 15mm a délky 210mm a proužky byly dále podrobeny mechanickému a fyzikálnímu testování.

II. Testování mechanických a fyzikálních vlastností AJF

Z mechanických testů byla provedena zkouška odolnosti AJF s Klucel G jako adhezivem vůči ohybu (lomu) - měření dvojohybu (viz.Tab.6). Z technických důvodů nebylo možné provést test dvojohybu proužků neupraveného japonského papíru RK-00 a RK-0. Japonské papíry neupravené adhezivní vrstvou byly příliš křehké pro upnutí do testovacího přístroje. Není tedy možné porovnat zjištěné hodnoty testu dvojohybu AJF s Klucel G s mechanickou pevností neupravených japonských papírů RK-0 a 00.

Typ AJF	Směr vláken	Počet dvojohybů	s-směrodatná odchylka
1/1A7-2%	↑	70	21
2/1A7-2%	→	44	12
2/1A7-2%,2x	→	44	7
3/1A7-2%	↑	120	12
4/1A7-2%	→	43	10

Tab.6, (test dvojohybu AJF– Klucel G /v etanolu)

Z optických testů byla zkoumána míra průhlednosti či změna barevnosti AJF pomocí optického přístroje SPEKTROFOTOMETR CM-508d značky MINOLTA. Pro účely zjištění a porovnávání barevných změn respektive průhledností jednotlivých typů AJF, byl jako standardní barevnostní základ zvolen černý karton. Vybraný černý karton-černá podložka zde byla měřena jako 100% barevnostní základ, přičemž měřením získané hodnoty přiložených japonských papírů RK-00 a RK-0 na černou podložku vytvořily srovnávací standardy pro

zjišťování barevnostních odchylek všech dalších měřených AJF. Jednotlivé měřené vzorky AJF byly na černý karton nejprve volně pokládány a později také nalepovány a s pomocí spektrofotometru byla zjišťována změna jejich barevnosti v porovnání s hodnotami srovnávacích standardů jap. papírů RK-00 a RK-0 a dále byla zjišťována jejich barevnostní změna respektive změna průhlednosti vůči samotnému černému základu. Zjištěné hodnoty změny barevnosti černé podložky ΔE v kladném směru znamenaly větší zesvětlení černého podkladu tedy snížení průhlednosti měřeného vzorku AJF. Výsledné naměřené hodnoty udávají procentuální změnu průhlednosti či barevnosti AJF jednak ve vztahu k adhezivně neupraveným jap. papírům RK-00 a RK-0 (viz.Tab.7 a Příloha č.1) a také ve vztahu k samotnému černému základu (viz.Tab.8 a Příloha 2).

Měřený vzorek – typ AJF	Černý podklad ΔL	Změna barevnosti černého podkladu ΔE - vůči pokládaným vzorkům	Směrod. odchylka	Změna průhlednosti vzorků , vůči srovnávacím standardům v (%).	Změna-snížení průhlednosti vzorků, vůči černému podkladu v (%).	Míra, stupeň průhlednosti RK 0, 00 a AJF v (%).
RK-00 /č.1,2	25	12,6	1,6	0	-50	50
RK-0 /č.3,4	25	19,4	0,9	0	-78	22
1/1A7-2%	25	17,4	0,4	+38	-70	30
2/1A7-2%,2x	25	18,2	0,1	+44	-73	27
4/1A7-2%	25	17,9	0,1	-7	-74	26
2/3A7-2%	25	17,4	0,2	+38	-70	30
2/3A7-2%,2x	25	15,7	0,2	+25	-63	37
4/3A7-2%	25	21,2	1,4	+9	-88	12
2/4A7-2%	25	17	0,4	+35	-68	32
2/4A7-2%,2x	25	17,4	0,4	+38	-70	30

Tab.7, (test měření průhlednosti- změny barevnosti AJF volně pokládaných nenalepených na černý karton)

Měřený vzorek – typ AJF	Aktivační roztok	Černý podklad ΔL	Změna barevnosti černého podkladu ΔE vůči nalepovaným vzorkům	Změna- zvýšení průhlednosti vzorků, vůči srovnávacím standardům v (%).	I. Změna-snížení průhlednosti vzorků, vůči černému podkladu v (%) a II. Míra, stupeň průhlednosti RK 0, 00 a AJF v (%)	
					I.	II.
RK00 /č.1,2	-	25	12,6	0	-50	50
RK-0 /č.3,4	-	25	19,4	0	-78	22
1/1A7-2%	etanol	25	10,7	-15	-42,5	57,5
1/1A7-2%	50%etanol/voda	25	9	-29	-35,5	64,5
1/1A7-2%,2x	etanol	25	7,8	-38	-31	69
1/1A7-2%,2x	50% etanol/voda	25	7,9	-37	-31,5	68,5
4/1A7-2%	etanol	25	14,5	-25	-37,5	62,5
4/1A7-2%	50% etanol/voda	25	14,2	-27	-36,5	63,5
1/3A7-2%	voda	25	7	-44	-28	72
1/3A7-2%	50% etanol/voda	25	5,9	-53	-23,5	76,5
1/3A7-2%,2x	voda	25	4,9	-61	-19,5	80,5
1/3A7-2%,2x	50% etanol/voda	25	4,5	-64	-18	82
1/3A7-2%,2x	75% etanol/voda	25	4,9	-61	-19,5	80,5
1/4A7-2%	50% etanol/voda	25	7,7	-39	-30,5	69,5
1/4A7-2%	75% etanol/voda	25	8,3	-34	-33	67
1/4A7-2%,2x	50% etanol/voda	25	6,3	-50	-25	75
1/4A7-2%,2x	75% etanol/voda	25	8	-37	-31,5	68,5

Tab.8, (test měření průhlednosti- změny barevnosti AJF nalepených na černý karton)

Z provedených testů průhlednosti či změny barevnosti AJF vyplývá, že nenalepené AJF pouze přiložené na černý podklad až na jediný případ ztrácejí svou průhlednost v porovnání s průhledností srovnávacích standardů tj.neupravených japonských papírů - nosičů RK-00 a RK-0 (viz.Tab.7 a Příloha č.1). Po nalepení jsou však AJF ve všech měřených vzorcích průhlednější než srov. standardy RK-00 a RK-0 a to zejména v případě Tylosy MH 4000 aktivované 50% etanolem/voda (AJF typ:1/3A7-2%,2x), která je o více než 60% průhlednější než nenalepený japonský papír RK-00 a která současně prokázala nejvyšší míru průhlednosti

(82%) ze všech měřených vzorků. Tento typ AJF snížil intenzitu barevnosti černého podkladu nejméně ze všech měřených vzorků a to o necelých 20% (viz.Tab.8 a Příloha č.2).

Proužky AJF (velikost:15x210mm) byly dále váženy pro zjištění váhového přírůstku aplikovaných lepidel (viz.Tab.9).

Vzorek č.	Vážení –průměr(g)	s-směrodatná odchylka	směrodatná odchylka v (%)
RK-00 /č.1,2	0,00480	0,0005	10
1/1A7-2%	0,07385	0,0013	2
1/1A7-2%,2x	0,07650	0,0010	1
1/3A7-2%	0,00890	0,0002	2
1/3A7-2%,2x	0,01370	0,0006	4
RK-0 /č.3,4	0,00968	0,0009	9
3/1A7-2%	0,07550	0,0007	1
3/3A7-2%	0,07503	0,0071	9,5

Tab.9, (zjištění váhového přírůstku vytvořených AJF)

III. Příprava vzorků skartovaného historického ručního papíru zpevněného AJF a testování jejich mechanických vlastností

Skartovaný ruční papír ze druhé poloviny 18.stol. byl nařezán na testovatelné proužky o standardní šířce 15mm a délce 210mm.

Postup zpevnování ručního papíru užitím AJF byl následující. Na proužek ručního papíru byla lepicou stranou k papíru položena AJF její lepicí vrstva byla zaktivována nanesením štětcem příslušného rozpouštědla a pouze ručně mírným přitlakem vatového tampónu byla AJF nalepena na povrch papírového proužku. Po nalepení AJF byl proužek ručního papíru nechán volně doschnout a přesahující části AJF byly zastřiženy na přesný rozměr proužku.

Mechanický test dvojohybu vzorků

Z mechanických testů byla provedena zkouška odolnosti proužků ručního papíru nezpevnovaného a proužků ručního papíru zpevnovaného různými typy AJF vůči testu dvojohybu, zjištěné hodnoty byly vzájemně porovnávány (viz.Tab.10).

VZOREK			Směr papíru	Počet dvojohybů	směrodatná odchylka S
Ruční papír (před zpevněním)			Podél	24	15
			Napříč	10	3
Typ AJF	Aktivační roztok	Směr japonsku	Směr papíru	Počet dvojohybů	směrodatná odchylka S
1/1A7-2%	etanol	↑	Podél	51	19
			Napříč	35	7
2/1A7-2%	etanol	→	Podél	39	10
			Napříč	23	9
2/1A7-2%/2x	etanol	→	Podél	45	16
			Napříč	18	7
3/1A7-2%	etanol	↑	Podél	74	36
			Napříč	56	19
4/1A7-2%	etanol	→	Podél	38	9
			Napříč	26	12
2/2A7-2%	voda	→	Podél	37	7
			Napříč	23	5
2/2A7-4%	voda	→	Podél	41	14
			Napříč	58	13
1/3A7-2%	voda	↑	Podél	45	14
			Napříč	17	6
2/3A7-2%	voda	→	Podél	45	14
			Napříč	21	4
1/3A7-2%	50% etanol + voda	↑	Podél	35	16
			Napříč	15	3
2/3A7-2%	50% etanol+voda	→	Podél	35	8
			Napříč	32	8
1/4A7-2%	50% etanol+voda	↑	Podél	50	18
			napříč	18	3
2/4A7-2%	50% etanol+voda	→	podél	50	13
			napříč	20	10
1/4A7-2%	75% etanol+voda	→	podél	38	10
			napříč	15	3
2/4A7-2%	75% etanol+voda	↑	podél	37	9
			napříč	17	5
2/4A7-2%/2x	75% etanol+voda	↑	podél	40	12
			napříč	17	4

Tab.10, (test dvojohybu ručního papíru zpevněného aplikací AJF)

Z provedených testů dvojohybu vyplývá, že zvýšení odolnosti papírového podkladu po nalepení AJF lze prokázat pouze u vzorků lepených Klucelcem G v etanolu u ostatních lepidel se zjištěné hodnoty dvojohybů vzájemně překrývají s hodnotami zjištěných směrodatných odchylek a tedy změny případného zpevnění nejsou dostatečně prokazatelné. Zvýšení mechanické odolnosti vzorků nebylo možno prokázat ani při použití jednovrstvých a dvouvrstvých AJF. Lze tedy říci, že při použití daných koncentrací a množství lepidel v AJF nelze průkazně definovat míru zpevňujícího přínosu AJF na testovaném historickém papírovém podkladě a to s výjimkou Klucelu G v etanolu, kde ke zpevňujícímu účinku na papírový podklad prokazatelně došlo.

Přestože z aplikované restaurátorské praxe víme, že adhezivní japanové folie mají prokazatelný zpevňující efekt na papírový podklad a jsou i v omezené míře při restaurování papírových dokumentů již úspěšně používány, bude třeba k verifikovatelnému prokázání jejich zpevňujícího účinku a tak i k nalezení nejoptimálnějšího způsobu vytváření těchto AJF (s vlastnostmi vhodnými pro přímou restaurátorskou praxi) pravděpodobně zvolit jiné vstupní parametry či poměry při jejich vytváření a testování. Konkrétně zvýšit koncentraci nanášených lepidel nebo zvýšit tloušťku lepivé-adhezivní vrstvy, či prozkoušet jiný způsob nalepování AJF na podkladový papír např. lehkým těžkáním či zejména použitím podtlakového klínu.

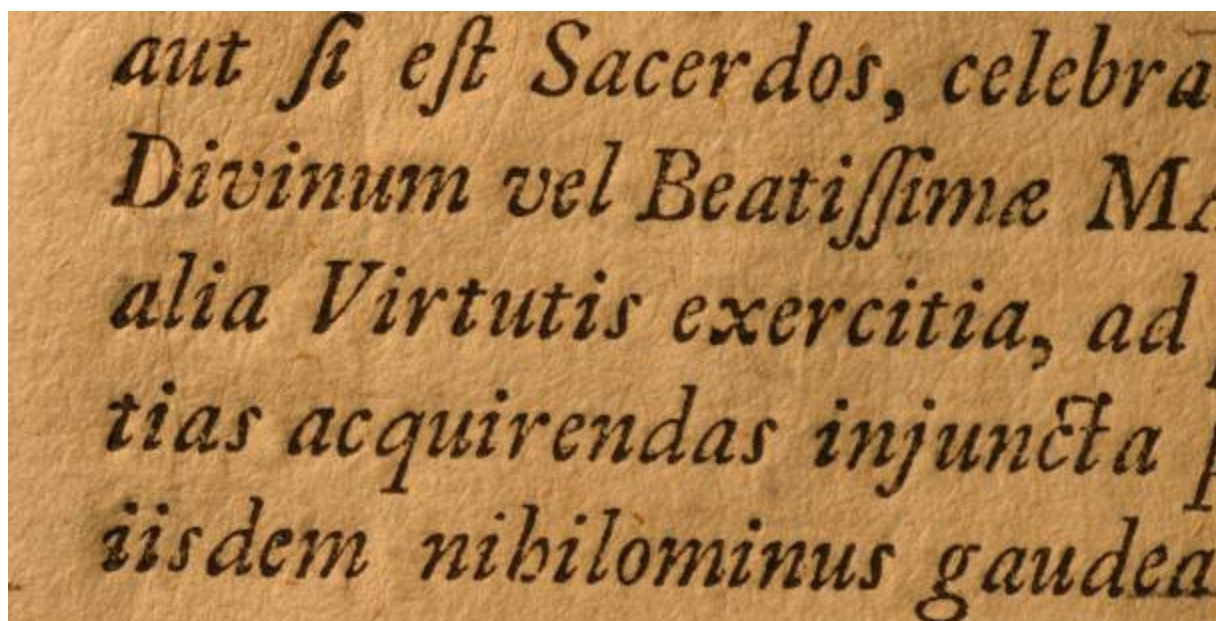
Další etapy prací budou: otázka průhlednosti a transparentnosti AJF, v souvislosti se zvýšením alkalické rezervy samotných folií a jejich dopadu na ošetřovaný materiál a také provedení testů umělého stárnutí těchto AJF a ověření jejich vlivu na historický ruční papír.

Bibliografie:

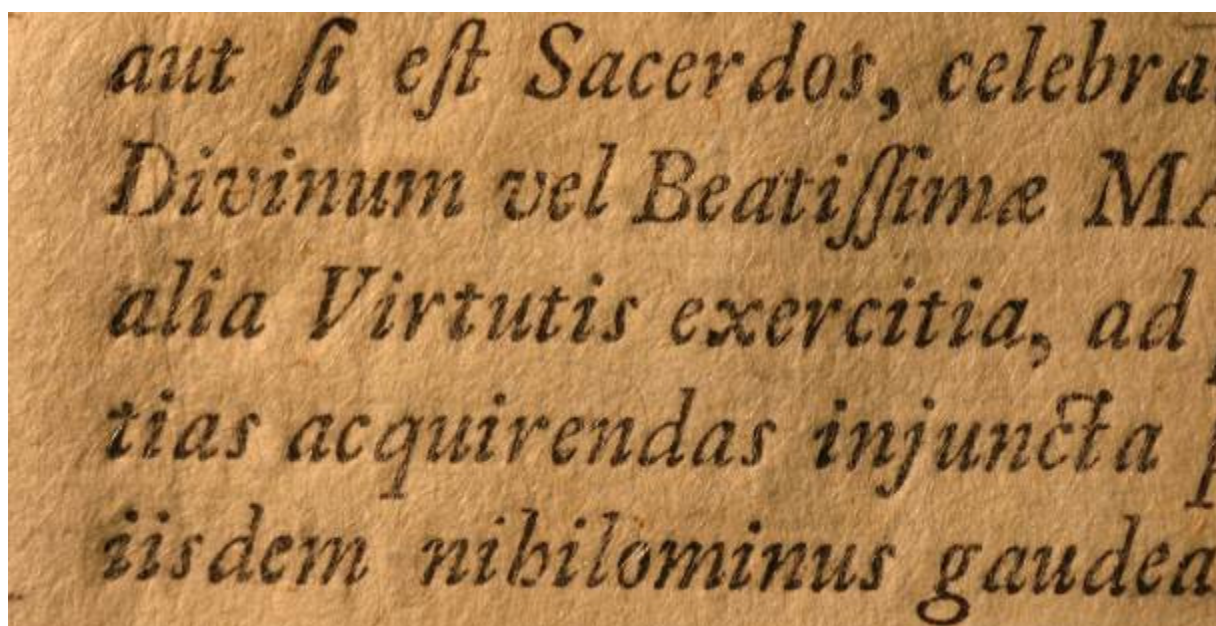
1. A.Zappala, C.de Stefani – Evaluation of the Effectiveness of Stabilization Methods. Treatments by Deacidification, Trehalose, Phytates on Iron Gall Inks. *Restaurator* vol.26/1, 2005, str.36-43.
2. M.Ďurovič a kol. – Restaurování a konzervování archiválií a knih. Nakl.Paseka, 2002.
3. J.Mináriková, B.Havlíňová, A.Maková – Konzervovanie historických dokumentov so železodubienkovými atramentami pomocou antioxidantov. Sborník XII. semináře restaurátorů a historiků, Třeboň 2006. Národní archiv Praha, 2007.
4. L.Botti, O.Mantovani, D.Rugiero – Calcium Phytate in the Treatment of Corrosion Caused by Iron Gall Inks: Effects on Paper. *Restaurator* vol.26/1, 2005, str.44-62.
5. B.Reisland, J.Hofenk de Graaff - Condition rating for paper objects with iron- gall ink. ICN-Instituud Collectie Nederland, 2000.
6. M.Čepan, B.Havlíňová a kol. – Chemické aspekty korózie železagalových atramentov. Sborník XII. semináře restaurátorů a historiků, Třeboň 2006. Národní archiv Praha, 2007.
7. B. Reissland, Ink corrosion, aqueous and non aqueous treatment of paper objects, state of the art, *Restaurator* vol. 20 issue 3-4 1999, pp. 167-181.
8. H. Bansa, Rithuko Ishii What fiber for paper strengthening, *Restaurator* vol. 20 issue 3-4 1999, pp. 198-225.
9. Wachter W, J.Liers, E. Becker, Paper splitting at the German Library in Leipzig, development from craftsmanship to full mechanization *Restaurator* vol. 17 issue 1, 1996, pp. 32-42.

10. M.Gast, Paper-splitting: A problematic but indispensable method in paper restoration. *Restaurator*14(4): 1993, pp 234–52.
11. Liers, J., W. Wächter, and G. Müller. 1996. Results of the paper-splitting process. *Restaurator*17(3):184–92.
12. Wächter, W., ed. 1989. Study on mass conservation techniques for treatments of library and archive materials. Section 5.3: The possibilities of the paper splitting process. Paris: UNESCO. URL: www.unesco.org/webworld/ramp/html/r8914e/r8914e00.htm#contents
13. M. Hey, The deacidification and stabilisation of iron gall inks, *Restaurator* vol.5 1981 pp. 24-44.
14. J.G. Neevel, Phytate: potential conservation agent for the treatment of ink corrosion caused by iron gall inks, *Restaurator* vol.16 issue 3 1995 pp.143-161.
15. G. Banik Ink corrosion web site, an introduction, URL: www.knaw.nl/ink/corrosion.
16. E. Boyd-Aklakay *Restaurator*
17. G. Banik Decay caused by copper pigments and iron gall inks, ICCROM paper preservation course Horn 1993 p.127
18. R. Fuchs, Der Tintenfraß historischer Tinten und Tuschen — ein komplexes, nie enden vollendes Problem, (w:) G. Banik, H. Weber (wyd.), *Tintenfraßschäden und ihre Behandlung*, „Werkhefte der Staatlichen Archivverwaltung Baden–Württemberg“, Serie A, Landesarchivdirektion, z. 10, Stuttgart 1998. polish translation 1999 *Ochrona zabytkow* vol. No 2.
19. Ďurovič Michal, Hoge Bruno, Hanzlová Jiřina, *Přehled konzervačních metod*, SK ĀSR, Praha 1986.

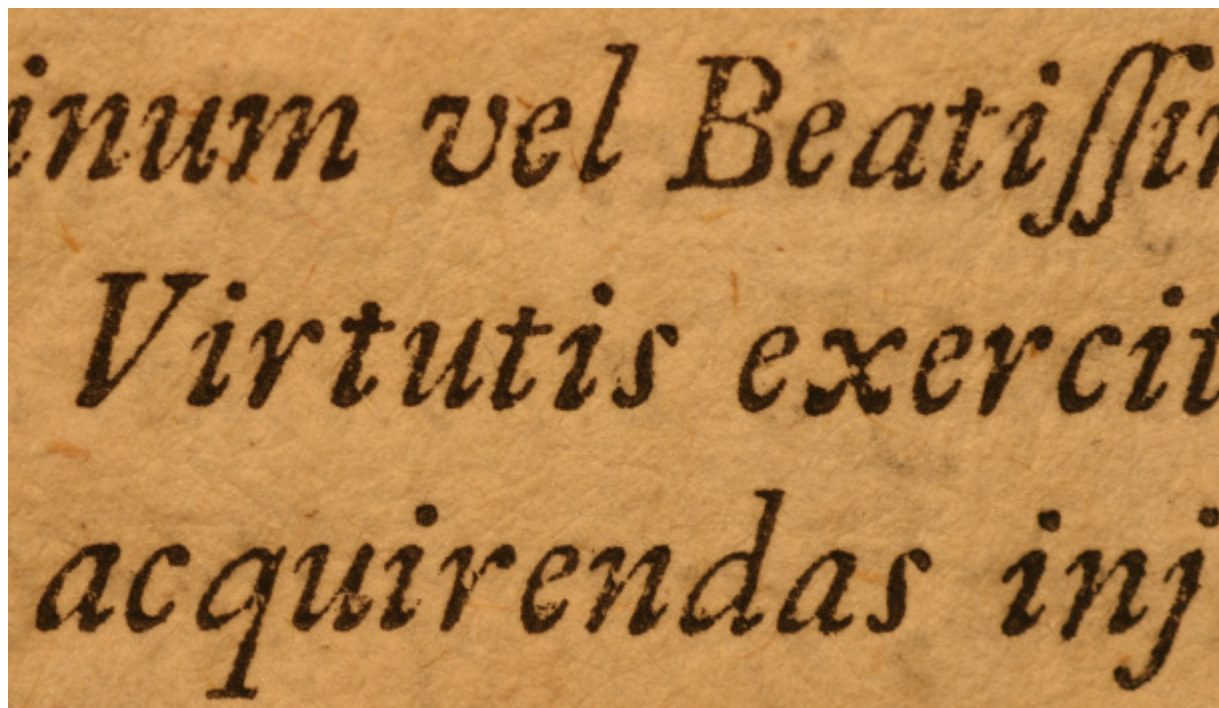
Obrazová část a přílohy



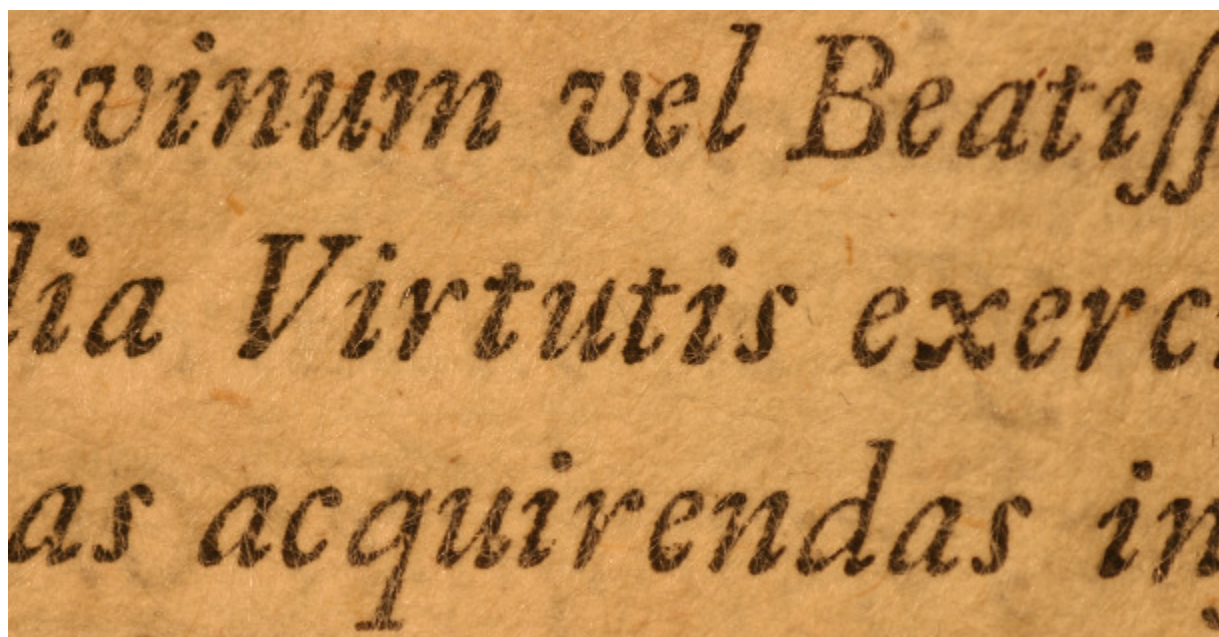
Obr.1 /Vzorek(1)- ruční papír před nalepením AJF (v bočním nasvícení) s dobře patrnou charakteristickou strukturou ručního papíru a s viditelným reliéfem tisku.



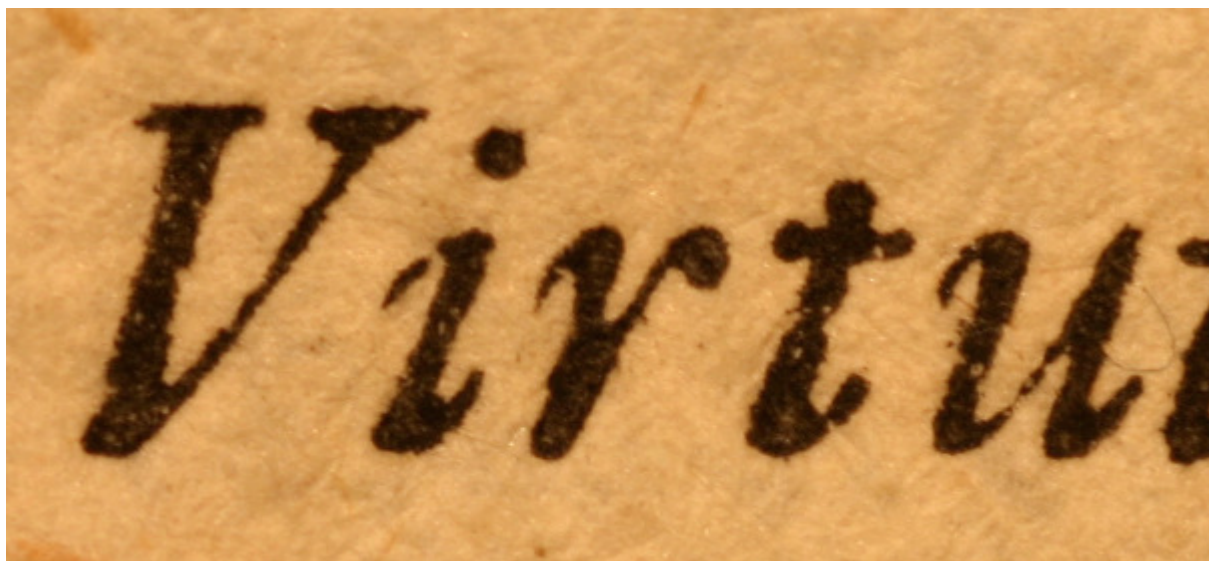
Obr.2 /Vzorek ručního papíru(1) po nalepení AJF typ: 2/1A7-2%,2x (Klucel G v etanolu) aktivované etanolem (v bočním nasvícení). Tento snímek dokladuje minimální snížení čitelnosti textu po nalepení AJF a celkovou obtížnou rozpoznatelnost nalepené AJF na povrchu ručního papíru. Charakteristická struktura ručního papíru a dobře patrný reliéf tisku zůstaly po aplikaci AJF prakticky nezměněny. Srovnání s Obr.1



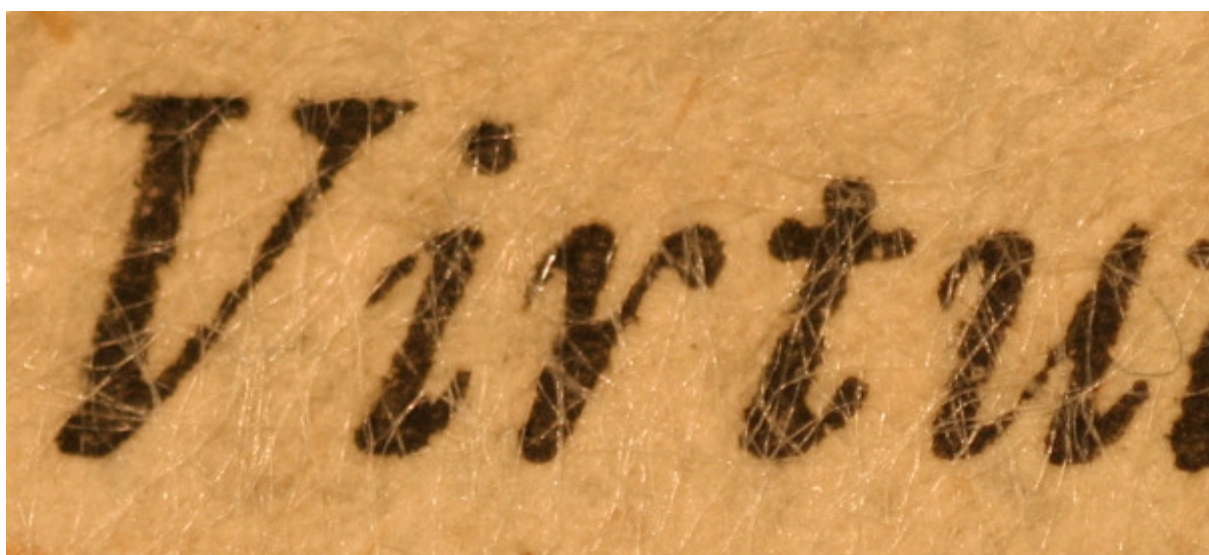
Obr.3 /Vzorek(1) ručního papíru před nalepením AJF v přímém nasvícení.



Obr.4 /Vzorek(1) ručního papíru po nalepení AJF typ: 2/1A7-2%,2x (Klucel G v etanolu) aktivované etanolem. Je patrné, že nalepená AJF nijak významně nesnižuje čitelnost textu ani při zvětšení (fotografie pořízena makro objektivem Canon). Přímé nasvícení. Srovnání s Obr.3











Obr.5 /Detail obr.3, stav před nalepením AJF (v přímém nasvícení).



Obr.6 /Detail obr.4, stav po nalepením AJF (v přímém nasvícení). Při makroskopickém zvětšení je dobře patrná vlákenná struktura zpevňujícího japonského papíru, která přestože dobře viditelná při velkém zvětšení je v reálném měřítku jen velmi málo patrná.













Vzorky AJF pouze pokládané-nelepené na černý karton






		
Černý karton	typ:1/1A7-2%	2/1A7-2%,2x
		
4/1A7-2%,2x	2/3A7-2%	2/3A7-2%,2x
		
2/4A7-2%	2/4A7-2%,2x	

Příloha č.1 - (měření průhlednosti AJF pokládaných-nenalepených na černý karton)

Vzorky AJF nalepené na černý karton

/str.1

		
Černý karton	1/1A7-2% (aktivace: etanol)	1/1A7- 2% (aktivace:50%etanol/voda)
		
1/1A7- 2%,2x (aktivace: etanol)	1/1A7- 2%,2x (aktivace:50%etanol/voda)	4/1A7-2% (aktivace: etanol)
		
Černý karton	4/1A7- 2% (aktivace:50%etanol/voda)	1/3A7- 2% (aktivace:voda)
		
1/3A7- 2% (aktivace:50%etanol/voda)	1/3A7- 2%,2x (aktivace:voda)	1/3A7- 2%,2x (aktivace:50%etanol/voda)

		
1/3A7- 2%,2x (aktivace:75%etanol/voda)	1/4A7-2% (aktivace: 50%etanol/voda)	1/4A7-2% (aktivace: 75%etanol/voda)
		
1/4A7-2%,2x (aktivace: 50%etanol/voda)	1/4A7-2%,2x (aktivace: 75%etanol/voda)	
		/str.2

Příloha č.2 - (měření průhlednosti AJF nalepených na černý karton)



Dokument před restaurováním pomocí AJF (detail).

Ruční papír poškozen chemicko-fyzikální degradací (pravděpodobně korozi jontů kovu obsažených v papíře) –papír je velmi křehký při doteku snadno praská.



Dokument po restaurování pomocí AJF (typ: 1/1A7-2%,2x).
AJF byla aktivována 75% etanol/vodným roztokem.
po nalepení AJF nebyl list zatěžkáván ani lisován,
byl ponechán volně doschnout.