

Odkyselování 2006

Úvod a obsah řešení

Z experimentů provedených v roce 2005 je zřejmé, že nezbytnou podmínkou pro rozumně rychlé odkyselení je dostatečný obsah vlhkosti v odkyselovaném materiálu a dále tlak, který zajistí dobrý kontakt mezi listy odkyselovacího papíru a odkyselovaným materiálem. Tento čas se pohybuje v hodinách u papírů namočených ve vodě, až týdnů v případě papírů, které absorbují vodu v plynné fázi z prostředí se 100% relativní vlhkostí. Alkalická rezerva dosáhla u namočených papírů v sousedství odkyselovacího listu s Ca(OH)_2 až 2% a u stejných papírů, které získaly vlhkost sorpcí, byla kolem 1% a méně, což bylo způsobeno též relativně krátkou dobou kontaktu. Na tomto místě podotkneme, že v původním záměru vývoje této metody je především odkyselení a možnost získání alkalické rezervy je příjemné překvapení. Tuto možnost nelze přeceňovat, i když předběžné pokusy vypadají slibně, protože dosažená alkalická rezerva vzniká za podmínek dost vzdálených od původní představy minimálního navlhčení odkyselovaného dokumentu.

V tomto roce jsme se pokusili vyřešit vhodný způsob dodání vlhkosti do odkyselovaného papíru s využitím polopropustných separačních folií a superabsorbentů a dále kvantifikovat vliv obsahu vlhkosti na rychlost a kvalitu okyselení. Experimenty byly prováděny s identickými svazky knih a k porovnání byly brány stejné tiskové archy z použitých knih, aby byla zajištěna maximální porovnatelnost výsledků. Hodnocení bylo provedeno na základě měření pH, alkalické rezervy, tržného zatížení, barvy a jejich ovlivnění urychleným stárnutím za zvýšené teploty.

Dodání vlhkosti do odkyselovaného materiálu

Z hlediska manipulace by bylo vhodné odkyselení provést tak, že odkyselovaný blok nebo knihu bychom proložili vhodnými odkyselovacími listy, ke knize z vnějšku přidali zdroj potřebné vlhkosti a celý soubor vakuově zabalili. Jak je patrné z výsledků v [Příloze 1](#), není to příliš vhodné vzhledem k dlouhým časům, které vyžaduje transport vodní páry do interiéru knihy přes polopropustnou membránu a knižní desku. Té vody je potřeba 15 až 30% hmotnosti knihy. Toto množství má nezanedbatelný objem a vnější tlak po evakuování může porušit bariéru na zdroji vlhkosti a do knihy se vytlačí kapalná voda.

Více se nám osvědčil postup, kdy potřebná voda je dodána přímo mezi stránky knihy podobně jako odkyselovací papír. A to buď ve formě gelu superabsorbentu či v absorpčním papíru, které jsou uzavřeny v polopropustné membráně, nebo přímo kvalitní absorpční papír s vypočítaným obsahem vody, aby po vytvoření rovnováhy byla v odkyselovaném materiálu optimální vlhkost. Výsledky pokusů, které se zabývají aplikací superabsorbentu a polopropustné folie jsou v [Příloze 2](#).

Odkyselovací papír a jeho aplikace

Odkyselovací papír slouží jako nosič odkyselovací sloučeniny. Z dosavadních zkušeností vyplývá, že papír by měl být minimálně klížený a co nejtěsnější, aby zbytečně nezvětšoval tloušťku knihy. Pokud jde o odkyselovací sloučeninu zatím jsme vyzkoušeli CaCO_3 a Ca(OH)_2 . Hydroxid vápenatý je velmi razantní odkyselovací látka, která podle podmínek odkyselování zanechává alkalickou rezervu a pH odkyselovaného materiálu i na hodnotě kolem 10. Ta by sice časem klesla, ale nevýhodou je tmavnutí (žloutnutí) papírů zejména s obsahem dřevoviny. Uhličitan vápenatý je naproti tomu velmi mírné odkyselovací činidlo. pH odkyselovaného materiálu nepřekročí hodnotu 7 a nejružnější papíry jím silně plněné jsou komerčně dostupné i ve velmi nízkých plošných hmotnostech. Srovnání těchto sloučenin je uvedeno v [Příloze 3](#).

Praktické odkyselování a hledání optimálních podmínek.

Pro srovnávací experimenty jsme získali několik exemplářů knihy *K.Balík, „Nedělní a sváteční čítanka“* vydané v roce 1923 a od téhož autora *„Druhá nedělní a sváteční čítanka“* vydaná v roce 1925. Knihy jsou vtištěny na papíře s vysokým obsahem dřevoviny, kysele klížené. Jejich současná hodnota pH se pohybuje kolem 4 a méně. Experimentálně to je velmi cenný materiál. Knihy byly celou dobu uchovávány na stejném místě a proto je lze považovat za identické.

Pokus DNSČ

Knihy se skládá ze 14 tiskových archů po 12 listech. Odkyselovací papíry jsou vloženy do středu každého tiskového archu (mezi 6. a 7. list). Voda je do knihy vnesena jako gel superabsorbentu uzavřeného v polopropustné membráně Gelanots, který je umístěn mezi sousedící stránky tiskových archů 8 a 9. Množství vody odpovídá 25% vztaženo na hmotnost knihy a odkyselovacích papírů s CaCO_3 . Odkyselování probíhalo od 14.9. do 29.9.06. Ve vakuu došlo k narušení membrány a trochu kapalné vody zateklo do hřbetu knihy, kde byl papír zpočátku viditelně vlhčí. Testy indikátorem ukázaly uspokojivou rovnoměrnost odkyselení s výjimkou posledních dvou a prvního tiskového archu. K testům stárnutí byl vzat 2., 7. a 8. tiskový arch. Stárnutí probíhalo v hermeticky uzavřeném obalu (PE + EVOH) v atmosféře stárnutého materiálu při 80°C, tři dny. Odkyselené a neodkyselené vzorky stárnou odděleně. Výsledky jsou v níže uvedené tabulce 1. Vidíme, že odkyselení je účinné.

Tabulka 1: Vliv odkyselení na stárnutí vzorku DNSČ

DNSČ	Tržné zatížení (kN/m)	
	Stárnutý	Nestárnutý
Odkyselený	2,08	2,07
Původní	1,66	2,12

Poznámka: DNSČ = *Druhá nedělní a sváteční čítanka*

Hodnoty pH se v jednotlivých listech odkyselené knihy pohybují mezi hodnotami 5,3 až 5,9, s výjimkou zmíněných periferních oblastí, kde pH dosahuje hodnot kolem 4,9. Neodkyselený vzorek má pH v rozmezí 3,5 až 3,8.

Pokus 614

Odkyselování knihy *„Nedělní a sváteční čítanka“*. Knihy má 21 kompletních tiskových archů, 22. tiskový arch je neúplný. Odkyselení provádíme tenkým komerčním papírem plněným CaCO_3 o plošné hmotnosti 16 g/m^2 , který je umístěn za každý šestý list. Vodu vnášíme pomocí vlhkých absorpčních kartonů (250 g/m^2). Některé jsou obaleny polopropustnou folií. Porovnáním popisků, které byly učiněny vodorozpustným inkoustem, které jsou na listech v sousedství absorpčních kartonů obalovaných a neobalovaných polopropustnou folií, můžeme posuzovat vliv uspořádání na rozpíjení inkoustů. Obsah vnesené vody odpovídá 23,9% vztaženo na hmotnost knihy, absorpčních kartonů a odkyselovacích papírů. Oproti pokusu DNSČ je vnášení vody rozloženo do šesti míst (za 13. a pak za každý 26. list). Odkyselování probíhalo po vakuovém zabalení 4 dny.

Výsledkem toho je perfektní rovnoměrnost zvlhčení a odkyselení v celém objemu knihy. Protože voda v tomto uspořádání difunduje pouze ve směru kolmém na rovinu listu, nedochází v žádném případě k rozpíjení inkoustu, pouze v těsné blízkosti zvlhčovacího kartonu má tendenci prorážet na druhou stranu listu nebo se obtisknout na povrch listu sousedního. U listů v sousedství kartonu v polopropustné folii je tato tendence menší.

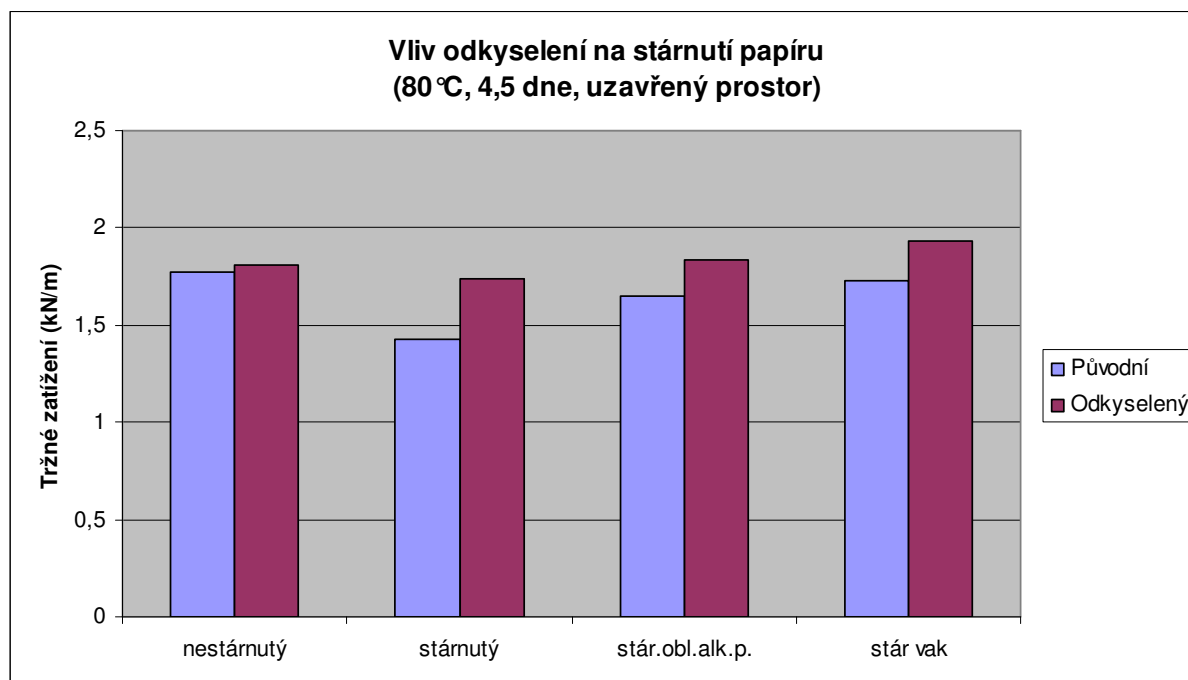
Následné urychlené stárnutí probíhalo za stejných podmínek jako u DNSČ. Při porovnání stárnutí neodkyseleného a odkyseleného vzorku nejsou rozdíly tak výrazné jako u DNSČ. Je to proto, že papír je kvalitnější a zvolená doba stárnutí je příliš krátká a pevnost se významně nesníží ani u neodkyseleného vzorku. Hodnoty jsou v následující tabulce 2.

Tabulka 2: Vliv odkyselení na stárnutí vzorku 614

Vzorek 614	Tržné zatížení (kN/m)	
	Stárnutý	Nestárnutý
Odkyselený	1,85	1,81
Původní	1,73	1,77

Proto bylo založeno jedno dlouhodobé stárnutí při 105°C, které v současné době ještě probíhá a dále proběhlo stárnutí za stejných podmínek jako již uskutečněné, ale s dobou stárnutí o 50% delší tj. 4,5 dne. Výsledky jsou na obr.1. Zde se již příznivý vliv odkyselení projevuje. Při tomto pokusu proběhlo i testování vlivu vakuového zabalení a proložení stárnutého vzorku papírem s alkalickou rezervou (poslední čtyři sloupce vpravo).

Obrázek 1: Stárnutí vzorku 614



Pokus 615

K odkyselení použit jiný exemplář stejné knihy jako v předešlém případě. Četnost, umístění a kvalita odkyselovacího papíru je shodná s předešlým příkladem. Stejný je i zvlhčovací papír ale je umístěn za 9. a pak za každým 18. listem. Obsah vnesené vody odpovídá 16% vztaženo na hmotnost knihy, absorpčních kartonů a odkyselovacích papírů. Odkyselování probíhalo po dobu 5 dnů. Vzhledem k nízkému obsahu vody byl proces pomalejší, ale všechny listy v knize jsou rovnoměrně a dostatečně odkyseleny a problém s prorážením inkoustů je zanedbatelný a je patrný pouze na listu v sousedství zvlhčovacího kartonu. Stárnutí probíhalo 4,5 dne v hermeticky uzavřeném obalu (PE + Al-folie).

Výsledek stárnutí je v následující tabulce 3.

Tabulka 3: Vliv odkyselení na stárnutí vzorku 615

Vzorek 615	Tržné zatížení (kN/m)	
	Stárnutý	Nestárnutý
Odkyselený	1,645	-
Původní	1,429	-

Pokus 616

Odkyselovací papír je umístěn za každým třetím listem. Odkyseluje se jen jeden a půl tiskového archu, který je oddělen PE folií od ostatní knihy. Vnesená voda odpovídá 31,3% vztaženo na hmotnost knihy, absorpčního kartonu a odkyselovacích papírů. Odkyselení proběhlo velmi rychle, během 8 hodin, ale vakuové zabalení bylo ponecháno 24 hodin. Stárnutí probíhalo 4,5 dne při 80°C v hermeticky uzavřeném obalu (PE + Al-folie). Odkyselený a neodkyselený vzorek stárnuje odděleně. Výsledky jsou v tabulce 4.

Tabulka 4: Vliv odkyselení na stárnutí vzorku 616

Vzorek 616	Tržné zatížení (kN/m)	
	Stárnutý	Nestárnutý
Odkyselený	1,859	1,81
Původní	1,731	1,77

Vliv odkyselování na tmavnutí vzorku

Papíry s obsahem dřevoviny při déletrvajícím navlhčení a zejména při zvýšeném pH tmavnou. V následující tabulce 5 jsou barevné souřadnice L, a, b listů knihy původní, odkyselované CaCO₃ a Ca(OH)₂.

Tabulka 5: Vliv odkyselení na barevnost papíru s obsahem dřevoviny

	L	a	b
Původní	77,47	3,13	18,23
Odkyselený Ca(OH) ₂	75,01	2,89	19,21
Odkyselený CaCO ₃	73,77	2,42	18,16

Závěr a návrh dalšího postupu

Byl vypracován a ověřen postup odkyselování in situ s použitím techniky vakuového balení. Postup umožňuje rovnoměrné odkyselení v celém objemu knihy. U silných svazků je možné postupovat per partes. V příštím roce se chceme zaměřit na možnost modifikace odkyselovacího papíru s cílem dodání alkalické rezervy do odkyselovaného materiálu a provést a vyhodnotit testy urychleného stárnutí.