



národní
úložiště
šedé
literatury

Certifikovaná metodika: Péče o plastové knižní vazby - podmínky uložení, manipulace a zpřístupnění

Vávrová, Petra; Neoralová, Jitka; Knotek, Vítězslav; Šipošová, Nikola; Novotná, Dana; Sharai, Hanna; Brožek, Jiří,; Kalousková, Radka; Malinová, Lenka
2022

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-456557>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Licence Creative Commons Uveďte autora-Neužívejte dílo komerčně-Nezasahujte do díla 3.0 Česko

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 27.07.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní nusl.cz .

Certifikovaná metodika: Péče o plastové knižní vazby – podmínky uložení, manipulace a zpřístupnění

Autoři:

Ing. Petra Vávrová, Ph.D., Mgr. Jitka Neoralová, Ing. Vítězslav Knotek, Ph.D., Ing. Nikola Šipošová, Dana Novotná, Hanna Sharai, DiS., prof. Ing. Jiří Brožek, CSc., Ing. Radka Kalousková, CSc., Ing. Lenka Malinová, Ph.D.

Metodika vznikla v rámci řešení výzkumného projektu programu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity (NAKI) „Syntetické materiály v knihovních fondech“ (DG18P02OVV001) Ministerstva kultury České republiky. Řešiteli tohoto projektu jsou Národní knihovna České republiky (NK ČR), Odbor ochrany knihovních fondů a Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, ústav polymerů. Koordinátorem činností je Národní knihovna České republiky a Ing. Petra Vávrová, Ph.D., ředitelka Odboru ochrany knihovních fondů a zároveň chemický technolog restaurování památek. Dále se na přípravě metodiky podíleli Mgr. Jitka Neoralová, Ing. Vítězslav Knotek Ph.D., Ing. Nikola Šipošová, Dana Novotná, Hanna Sharai DiS., pracovníci Oddělení vývoje a výzkumných laboratoří v Národní knihovně České republiky, prof. Ing. Jiří Brožek, CSc., Ing. Radka Kalousková, CSc., Ing. Lenka Malinová, Ph.D. z Vysoké školy chemicko-technologické.

Cíl metodiky

Znalost uchovávaného materiálu umožňuje zefektivnit péči o rozsáhlé novodobé fondy i z ekonomického hlediska. Metodika preventivní péče o jednotlivé druhy plastů, především jejich podmínky uložení a možnosti bezpečného vystavování je pro dlouhodobé uchování knihovních fondů nezastupitelné. Důkladná analýza působení syntetických polymerů, přísad a produktů jejich degradace na ostatní materiály umožní vytvořit vhodnou strategii preventivní péče zabezpečující dobrý fyzický stav knihovních fondů jako celku. Metodika obsahuje informace o plastech vyskytujících se v knihovních fondech a faktorech iniciujících degradační procesy i jejich charakteristické projevy. Jsou představena opatření a strategie manipulace a ukládání knihovních fondů s ohledem na přítomnost syntetických materiálů.

Popis uplatnění

Metodika je určena pro restaurátory-konzervátory knih a plastů, správce knihovních fondů, správce sbírkových fondů v kulturních institucích, odborné školy, zřizovatele knihoven. Bude zveřejněna v elektronické verzi v Národním úložišti šedé literatury, kde bude veřejně dostupná.

Klíčová slova:

Knihovní fondy, preventivní konzervace, plasty, uložení, degradace plastů

Vlastní popis metodiky

Obsah

1. Úvod	3
2. Charakteristika syntetických polymerů v knihovních fondech	4
2.1 Polyvinylchlorid PVC	4
2.2 Deriváty celulózy – nitrát, acetát	5
2.3 Polyuretan	6
2.4 Polystyren	7
2.5 Polyolefiny – polyetylen, polypropylen	7
3. Poškození a degradace syntetických materiálů	8
3.1 Oxidace	10
3.2 Hydrolýza	11
3.3 Biologické napadení	13
4. Uložení knihovních dokumentů se syntetickými prvky	13
4.1 Ochranné obaly	13
4.2 Manipulace a transport	15
4.3 Klimatické podmínky ve skladech	17
5. Vystavování	18
6. Zpřístupňování uživatelům knihoven	18
7. Zabezpečení knihovních fondů	19
8. Péče o předměty ze syntetických polymerů	20
9. Použitá literatura	22
10. Seznam související literatury	23
11. Seznam publikací, které předcházely metodice	23

1. Úvod

Národní knihovna ČR již několik let monitoruje a vyhodnocuje stav knihovních fondů obsahující syntetické materiály. Trvalé uchování syntetických materiálů, které se v knižní vazbě vyskytují, bylo již částečně řešeno v projektu NAKI DF13P01OVV004 2013-2018, kdy byl prováděn průzkum typů a forem syntetických materiálů a fyzického stavu plastových vazeb v novodobém fondu NK ČR. Z tohoto průzkumu vyplývá, že vazby s plastovými prvky nejsou ve fondu ojedinělou záležitostí. Zvláště nestabilní a rizikový měkčený polyvinylchlorid (PVC) se ve fondu z období druhé poloviny 20. let vyskytuje poměrně často. V předchozích výzkumech vyšlo najevo, že uchování syntetických prvků v knihovních fondech je velice rozsáhlá problematika, která konkrétně pro knihovní fondy nebyla řešena do hloubky.

Vhodná péče a podmínky uložení jsou nezbytné nejen pro uchování syntetických prvků knižní vazby v dobrém fyzickém stavu, ale pro dobrý stav fondu jako celku. Knižní fondy se syntetickými prvky jsou z evidenčních a technických důvodů uloženy dohromady s knihami z jiných materiálů. Samotná knižní vazba umožňuje interakci mezi syntetickými polymery a papírem, textilem i kovem. Důkladná analýza působení syntetických polymerů, aditiv a produktů jejich degradace [ALBERTSSON – GRÖNING – HAKKARAINEN, 2006] na ostatní materiály umožní vytvořit vhodnou strategii preventivní péče zabezpečující dobrý fyzický stav knihovních fondů jako celku.

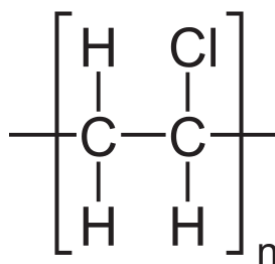
Nejčastější formou syntetických polymerů v knižní vazbě je použití na pokryvy desek, potahových materiálů, materiálů obálek, mechanických prvků vazby, příloh a ozdobných prvků. Mezi syntetické potahové materiály zařazujeme také papíry a textilie se syntetickým zátěrem (papír kaširovaný PVC, textilní koženky apod.) i samotné syntetické materiály bez nosiče (desky a obálky z plastů). Syntetické materiály jsou využívány i jako dekorativní a funkční prvky na vazbách, přílohy a dětská leporela. Velice problematické jsou vazby s deskami z měkčené PVC fólie. Problém s PVC spočívá v uvolňování změkčovadel během stárnutí plastu, uvolňuje se většina nízkomolekulárních změkčovadel. Tyto látky negativně ovlivňují další materiály, hlavně plasty, se kterými jsou v kontaktu a ohrožují zdraví pracovníků a jiných osob přicházejících s knihami do kontaktu [HAGER – INGALLS]. Kromě PVC se můžeme v novodobých fondech setkat s širokou paletou syntetických polymerů podle způsobů jejich využití. I ve starších fondech ze začátku 20. století se mohou vyskytovat syntetické náhražky přírodních materiálů (dřeva, slonoviny, perleti, želvoviny aj.). V současnosti se setkáváme s mechanickými vazbami s vazebními hřebeny a spirálami, deskami z folií i pevných plastů (například z polymethylmetakrylátu, běžně známý jako plexisklo nebo akrylátové sklo). Papírové obálky brožovaných knih jsou často laminované syntetickými foliemi. Při výrobě obálky nebo potahového papíru na desky je tiskovina pokryta nejčastěji polypropylenovou či polyesterovou fólií pro ochranu tisku a zvýšení mechanické i chemické odolnosti potahu či obálky. Vlivem působení světla a jiných faktorů, včetně technologických chyb z výroby, dochází ke křehnutí, odlupování, tmavnutí a jiným defektům folie. Tato poškození narušují i spodní vrstvy potahu či samotný knižní blok. Cílem metodiky je představení strategie preventivní péče a bezpečného uchování knih se syntetickými prvky, které by již neměly představovat riziko pro zbytek fondu.

V rámci ochrany historických předmětů z plastů byly vytipovány plasty - nitrát celulózy (NC), acetát celulózy (AC), měkčené PVC a polyuretanová pěna), které jsou nejcitlivější vůči stárnutí. Tyto plasty se někdy také nazývají „zhoubné plasty“, protože jejich plynné degradační produkty mohou poškozovat nejen samotný plast, ale i okolní organické materiály a kovy. Lze předpokládat, že v nevhodných podmínkách (vlhko, světlo a teplo) dochází k uvolňování kyselých korozivních produktů z NC, AC a z PVC.

2. Charakteristika syntetických polymerů v knihovních fondech

2.1 Polyvinylchlorid PVC

Polyvinylchlorid (PVC) je nejvýznamnějším zástupcem skupiny vinylových polymerů. PVC se vyznačuje řadou výhodných vlastností jako je snadná zpracovatelnost nebo dobrá mísitelnost s různými s řadou aditiv, nejčastěji změkčovadly. V neposlední řadě hraje roli i jeho relativně nízká cena. Na Obr. 1 je zobrazena konstituční jednotka polyvinylchloridu. [MLEZIVA, 2000; DUCHÁČEK, 2006; DUCHÁČEK, 2008]



Obr. 1 Konstituční jednotka PVC

Obecně rozlišujeme dva základní druhy PVC, s obsahem změkčovadel a bez obsahu změkčovadel. Neměkčený PVC obsahuje pouze stabilizátory, maziva a modifikátory. [Ducháček, 2006]

Mezi nejvýznamnější změkčovadla patří estery kyseliny ftalové (ftaláty), estery alifatických dikarboxylových kyselin (adipáty, sebakáty), estery trikarboxylových kyselin (citráty, trimellitáty) a estery kyseliny fosforečné (fosfáty). Dále jsou užívána tzv. sekundární změkčovadla, která fungují pouze v kombinaci s výše zmíněnými změkčovadly (primárními). Mezi nejvýznamnější sekundární změkčovadla patří estery kyseliny olejové a ricinolejové, epoxidovaný sojový olej a chlorované parafíny. [MLEZIVA, 2000] Aplikací polymerních změkčovadel (například polyesterů) se lze migraci těchto aditiv z PVC vyhnout.

PVC není odolné ultrafialovému záření, proto je nutné používat světelné stabilizátory. Nejčastěji se jedná o deriváty benzofenonu a stéricky stíněné aminy (HALS). [MLEZIVA, 2000; DUCHÁČEK, 2006] PVC vykazuje dobrou chemickou odolnost zejména vůči neoxidujícím kyselinám a zásadám. Odolnost klesá se vzrůstajícím stupněm změkčení polymeru a zvyšující se teplotou. Z organických rozpouštědel odolává PVC nasyceným uhlovodíkům a alkoholům. Botná v ketonech, aromatických a chlorovaných rozpouštědlech. Rozpouští se v tetrahydrofuranu, cyklohexanonu a chlorbenzenu. [MLEZIVA, 2000; DUCHÁČEK, 2006; SHASHOUA, 2008]

Nejčastější problémy s PVC jsou spojeny se změkčovadly a jinými aditivy, která migrují na povrch a vytváří na povrchu usazeniny. Tyto usazeniny na povrchu, tzv. výkvěty, mohou znatelně znečistit nebo poničit povrch jiných materiálů, se kterými jsou v kontaktu. Výkvěty se vytvářejí v případě, že obsah změkčovadla je více než 30 hm. %. Některá změkčovadla, mohou tvořit lepivé filmy na povrchu polymeru před odpařením. Lepivý povrch polymeru lapá prach, který může obsahovat vlhkost a škodliviny, což má za následek chemickou degradaci polymeru a může vést ke změně vzhledu předmětu. Přílnavost zpomaluje výrobu a také vznikají výrobky s vadným povrchem. Nejběžnějším mazivem v minulých letech byla kyselina stearová, která je téměř nemísitelná s PVC, díky své

molekulové struktuře. Při aplikaci většího množství vlivem migrace vytváří na povrchu výkvěty, které poškozují vzhled výrobku. Vlivem toho dochází k migraci kyseliny stearové na povrch PVC a vzniku výkvětů. [SHASHOUA, 2008]

Přítomnost výkvětů přímo neškodí samotnému PVC, ale porušuje vzhled povrchu. Odstranění výkvětů a prachu z povrchu měkčeného PVC se provádí mechanickým a chemickým čištěním. Chemické čisticí prostředky mohou být založeny na vodné nebo nevodné bázi. [SHASHOUA, 2008; WILLIAMS, 2015]

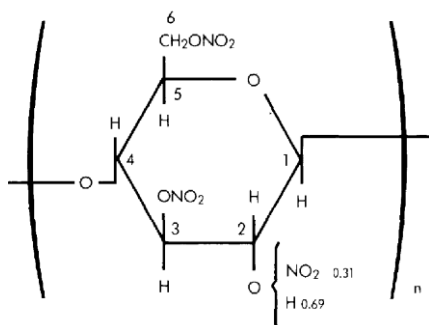
Vždy je velmi důležité před čištěním ověřit si, zdali plastový předmět je opravdu z měkčeného PVC. Pokud by se jednalo o jiný plast, při čištění by mohlo dojít k nevratným změnám. Vyčištěním předmětu od výkvětů může dojít ke změně lesku. Migrace aditiv z předmětu na povrch bude pokračovat i po vyčištění předmětu. Jelikož migrací aditiv se snižuje ohebnost PVC, neměl by předmět přijít často do kontaktu s rozpouštědly či vodnými čisticími prostředky. [LAVÉDRINE – FOURNIER – MARTIN, 2012]

Následující postup pro čištění měkčeného PVC byl vyvinut (POPART, 2012, workshop "Od teorie k praxi" - Identifikace, lepení a čištění plastových materiálů, 2014) na novém bezbarvém měkčeném PVC. Proto je potřeba podotknout, že při čištění barevného degradovaného materiálu je potřeba přistupovat k předmětu s větší opatrností, protože se jedná o materiál citlivější na některé typy rozpouštědel. [LAVÉDRINE – FOURNIER – MARTIN, 2012]

Mechanickým čištěním se především odstraňují prachové částice. Největší množství prachu se nejdříve odstraní pomocí čerstvého čistého vzduchu. Zbytek prachu se setře za pomoci těchto čisticích materiálů: utěrka z mikrovlákna, utěrka na brýle, vatové tyčinky či prachovka z přírodního nebo syntetického materiálu. Pokud stále zůstávají na povrchu fixované prachové částice, navlhčí se výše zmíněné čisticí materiály destilovanou vodou (kromě prachovky) a lehce se stírá povrch předmětu. Všechny zmíněné čisticí materiály způsobují mikro poškrábání předmětu, proto je vhodné snížit počet otření na potřebné minimum. V práci (SHASHOUA, 2011) bylo pozorováno, že přibližně po jednom měsíci došlo k zmizení škrábanců, nejspíš migrací změkčovadel na povrch. [LAVÉDRINE – FOURNIER – MARTIN, 2012; SHASOUA, 2011]

2.2 Deriváty celulózy – nitrát, acetát

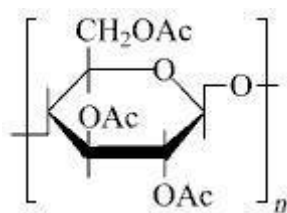
Nitrát celulózy



Obr. 2 Struktura CN [SPRINGATE, 1997]

Nitrát celulózy nebo dříve označovaný jako nitrocelulóza (CN) vzniká esterifikací (nitrací) celulózy v přítomnosti kyseliny dusičné a kyseliny sírové (nitrační směs) [MLEZIVA, 2000]. Během esterifikace dochází k navázání nitroskupin na celulózovou jednotku v různém množství. Množství nitroskupin (neboli obsah dusíku) určuje vlastnosti a použití nitrátu celulózy. Kompletně nitrovaná celulóza má obsah dusíku 14,1 %. Pro výrobu laků, fólií a plastických hmot se používá nitrát celulózy s obsahem dusíku 10,5 až 12,5 %. Nitrát celulózy s obsahem dusíku vyšším než 12,5 % se používá pro výrobu výbušnin. Pro výrobu plastické hmoty z nitrátu celulózy je nutné používat plastifikátory, např. kafr a ricinový olej. CN obsahující kafr je znám jako “celuloid” [SPRINGATE, 1997] posléze jako imitace slonoviny, želvoviny, kosti, rohoviny, perletě, korálu i kůže. Významnou aplikací CN je výroba adheziv. Plastifikovaný nitrát [SELWITZ, 1988].

Acetát celulózy



Obr. 3 Chemická struktura acetátu celulózy

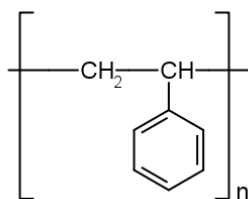
Acetát celulózy (CA) je ester celulózy připravený esterifikací pomocí směsi kyseliny octové s acetanhydridem za přítomnosti kyseliny sírové působící jako katalyzátor. Produktem je tzv. triacetát celulózy, který se vyznačuje nízkou nasákovostí, tepelnou odolností a rozměrovou stálostí. Typickými vlastnostmi filmu z CA jsou vysoký lesk a průhlednost, propustnost pro vodní páru, dobrá pevnost v tahu a houževnatost. Acetát celulózy je snadno barvitelný a velice dobře lepitelný. Zpracovávat lze acetát celulózy všemi běžnými způsoby, např. vstřikováním, vytlačováním, lisováním, tvarováním. V knižní vazbě se obvykle využíval jako náhražka přírodních materiálů, například rohoviny. V porovnání s nitrátem celulózy je CA méně hořlavý, ale hůře zpracovatelný. [BRYDSON, 1999; SHASHOUA, 2008; CUDELL et al., 2011; ŠNĚVAJSOVÁ, 2012]

V knihovních fondech je acetát celulózy použit zejména ve formě laminací knižních desek.

2.3 Polyuretan

Polyuretany tvoří rozsáhlou skupinu polymerů různých vlastností. Na základě různého složení a konstituce mohou být ve formě termoplastů, reaktoplastů a elastomerů. Základem pro vznik všech polyuretanů je reakce isokyanátu s koncovými hydroxylovými skupinami polyesteru nebo polyetheru, od kterých se odvíjí dva základní typy polyuretanů. Obecně jsou esterové polyuretany méně odolné k hydrolýze (působení vlhkosti), ale odolnější vůči fotooxidaci (působení světla a kyslíku). [VAN OOSTEN, 2011] Polyuretany se v knižní vazbě vyskytují především ve formě potahů desek, tzv. umělé kůže. Největší množství polyuretanů se zpracovává na výrobu lehčených hmot - pěn. Vzhledem k přítomnosti pórů a velkému povrchu jsou polyuretanové pěny náchylné k degradaci působením kyslíku, světla a vlhkosti. [SHASHOUA, 2008; LAVÉDRINE – FOURNIER – MARTIN, 2012]

2.4 Polystyren



Obr. 4 Chemická struktura polystyrenu

Polystyren je termoplastický polymer, jehož struktura je na Obr. 4. Polystyren je tvrdý, křehký, lesklý, transparentní termoplast. Kvůli nízké houževnatosti a odolnosti k fotooxidaci je PS používán pro méně náročné aplikace v interiéru. Mezi jeho zajímavé vlastnosti patří výborné elektroizolační schopnosti, snadná barvitelnost a velice nízká absorpce vody, rozpouští se v ketonech, v aromatických a chlorovaných uhlovodících. Použitelný je PS zhruba do 75 °C. Pro své výborné izolační schopnosti našel zejména expandovaný polystyren široké uplatnění ve stavebnictví a obalové technice. [DUCHÁČEK, 2006; BRYDSON, 1999]

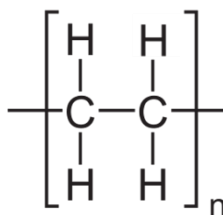
Velice rozšířené jsou houževnaté typy polystyrenu na bázi kopolymeru s butadienem. Oproti standardnímu polystyrenu jsou houževnaté typy neprůhledné. Vylepšení chemické a tepelné odolnosti (až 95 °C) poskytuje kopolymer styrenu a akrylonitrilu (SAN) při zachování transparentnosti a přijatelné houževnatosti. Vysokou chemickou a mechanickou odolností se vyznačuje terpolymer akrylonitrilu a butadienu se styrenem (ABS). Povrch ABS je tvrdý a lesklý a může být snadno galvanicky pokoven. Nevýhodou je jeho žloutnutí při působení světla. [DUCHÁČEK, 2006]

Ve sbírkách knihovního fondu se vyskytují především kopolymery styrenu nejčastěji jako součást příloh nebo provedení desek dětských knížek.

2.5 Polyolefiny – polyetylen, polypropylen

Mezi nejdůležitější a zároveň nejvíce vyráběné polymery patří polyolefiny, především polyetylen (PE, obr. 5) a polypropylen (PP, obr. 6).

Polyetylen

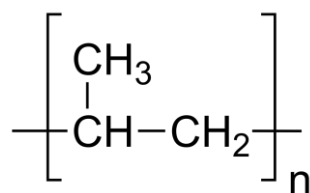


Obr. 5 Chemická struktura polyetylenu

V současnosti jsou jako polyetylen označovány homopolymery a kopolymery etyleny do 10 % komonomeru (delší α -olefiny). Jedná se o termoplast s různým stupněm větvení. Obecně jsou rozlišovány dva základní druhy polyetyleny, které se liší větvením makromolekul a vykazují rozdílnou hustotu. Lineární, málo větvený typ se označuje jako vysokohustotní polyetylen (PE-HD, high density). Typ s vyšším větvením se označuje jako nízkohustotní polyetylen (PE-LD, low density). Rozdíly v hustotě odráží různý obsah krystalické fáze. S mírou krystalinity souvisí chemická odolnost polyetyleny, přičemž se zvětšuje se stoupající krystalinitou. Za normální teploty je PE dobře odolný vodě, neoxidujícím kyselinám a zásadám a polárním rozpouštědly. V nepolárních rozpouštědlech botná a za vyšší teploty se rozpouští například v tetrachlormetanu nebo toluenu. Teplotně odolává PE do cca 100 °C. Výborná je odolnost PE vůči nízkým teplotám, jelikož křehne až při -120 °C. PE je propustný pro plynné látky a snadno do své struktury absorbuje mastné olejovité látky. Velice nízká je propustnost PE pro vodní páru. Pro venkovní použití musí být PE vybaven UV-stabilizátory. Při dlouhodobém působení ultrafialového záření dochází ke změnám barvy a křehnutí. [BRYDSON, 1999; DUCHÁČEK, 2006]

V knihovních fondech se lze s PE nejčastěji setkat ve formě laminací nebo příloh. Dále je PE používán jako obalový materiál ve formě folií, či pěn.

Polypropylen



Obr. 6 Chemická struktura polypropylenu

Podobně jako PE má polypropylen (PP) nepolární charakter. Stupeň krystalinity dosahuje hodnot kolem 70 % a způsobuje neprůhlednost čistého polymeru. Mezi hlavní rozdíly v porovnání s PE patří lepší odolnost zvýšené teplotě (teplota tání 170 °C), nižší hustota, vyšší pevnost a tvrdost, omezená použitelnost při nízkých teplotách (teplota skelného přechodu cca 0 °C), nižší odolnost k oxidaci a povětrnosti (fotooxidace). Odolnost vůči chemikáliím je oproti PE lepší a absorpce olejů je u PP nižší. Polypropylen se rozpouští nad 80 °C v aromatických a chlorovaných uhlovodících. [DUCHÁČEK, 2006; SHASHOUA, 2008]

V knihovních fondech se lze s PP setkat nejčastěji ve formě laminací nebo příloh. Použití PP nalézá u pomocných prostředků pro stěhování a manipulaci s knihami ve formě přepravek a beden.

3. Poškození a degradace syntetických materiálů

Nejrozšířenějším defektem syntetických materiálů je povrchové znečištění a mechanické poškození povrchu (mastnota, oděr a poškrábání), způsobené nešetrnou manipulací a nevhodným skladováním před převzetím do knihovního fondu. Defekt je zesílen následnými reakcemi, jako je žloutnutí a zbarvení zvláště v místech umístění identifikačních štítků, podlepení předsádek apod. I ze zahraničních zdrojů je

nejčastěji zaznamenán projev poškození jako praskliny, zlomy, a lupínky. Degradace syntetických polymerů jako polyvinylchlorid, nitrát celulózy, acetát celulózy, a polyuretan je doprovázena uvolňováním plynných polutantů, které způsobují škody na ostatních materiálech v blízkém okolí. Pro jejich škodlivé působení na okolí, musí být strategie ochrany fondů prioritně zaměřena právě na tyto syntetické materiály. Pozorovatelný začátek zhoršování fyzického stavu syntetických materiálů je většinou náhlý a obtížně předvídatelný. Může se projevit až v pokročilém stádiu degradace a změnit charakter materiálu během několika dní. Proces je nevratný a ve většině případů, jakmile již degradace probíhá, je také nezastavitelný. Předpokladem pro dlouhodobé uchování knižních fondů je maximální zpomalení tohoto procesu. Fondy by proto měly být pravidelně kontrolovány, nejlépe alespoň jednou ročně, a všechny předměty vykazující známky degradace by měly být odděleny od zbytku fondu nebo alespoň izolovány vhodným obalem. Nejméně stabilními polymery jsou deriváty celulózy, jako acetát a nitrát celulózy, polyvinylchlorid (zejména měkkčený) a polyuretan (zejména lehčené typy - pěny). V rámci preventivní péče je nezbytné aktivně tyto polymery ve fondu vyhledávat, správně je identifikovat dříve, než se začne plně projevovat degradace těchto materiálů a budou ohrožovat další knihy z fondu.

Mezi časné známky degradace patří:

- Výkvěty, bílý prášek na povrchu.
- Koroze kovových částí nebo jiné změny přilehlých materiálů.
- Vznik prasklin a rozpad předmětu.
- Zbarvené nebo rozpadající se obalové materiály.
- Deformace tvaru objektu – smršťování, botnání.
- Aroma: kafr, sladce po octu, zvratky, žluklé máslo.
- Lepivost povrchu.
- Zákal, vlhký kyselý povlak na povrchu.

Degradace syntetických polymerů začíná již při zpracování, kdy jsou taveniny vystaveny vysokým teplotám a mechanickému namáhání. Důsledkem může být štěpení makromolekulárního řetězce a pokles molární hmotnosti, popřípadě odštěpování nízkomolekulárních produktů jako je tomu například při zpracování PVC. Při degradaci může u některých polymerů (některé typy polyetylenů, polymethylmetakrylát, kaučuky apod.) docházet naopak k síťovacím reakcím. Fyzikální stárnutí syntetických polymerů označuje procesy, které souvisí s fázovými přeměnami a změnou objemu. Již při výrobě v důsledku tuhnutí taveniny mění polymer svou strukturu a vlastnosti. Při rychlém ochlazení taveniny může docházet během fáze krystalizace ke vzniku vad. Vlivem zvýšené teploty tak může docházet k dokrystalizaci či sekundární krystalizaci v amorfních oblastech. Jinými slovy, samotné zpracování plastu má významný vliv na jeho dlouhodobou stabilitu, a tedy i uchování ve sbírkách a fondech. Plasty jsou v průběhu svého používání vystavovány různým vnějším i vnitřním vlivům ovlivňující jejich fyzický stav. Vnitřní vlivy představuje termodynamická nerovnováha mezi krystalickými a amorfními oblastmi a existence vnitřních pnutí. Vnějšími faktory ovlivňující fyzický stav syntetických polymerů je teplota, vlhkost, světlo, vzdušné polutanty, prach, ionizující záření, mechanické namáhání i biologické napadení. Projevy degradace vnějšími vlivy působí od povrchu, kdy

se materiál mění nejdříve zde a později ve větší hloubce materiálu. Účinky degradačních faktorů se u semikrystalických polymerů nejdříve projeví na amorfni části, krystalické oblasti jsou proti chemické či fotooxidační degradaci odolnější. Mezi přirozené degradační procesy vyvolávající chemickou reakci patří oxidace (tepelná, účinkem světla, mechanická), hydrolýza (rozklad účinkem vody) a štěpné reakce účinkem světla (fotolýza) nebo polutantů.

Dobrým příkladem pro uvedení vlivu prostředí na degradaci syntetického polymeru může být acetát celulózy, který je v knihovních fondech přítomný ve formě fólie v mechanických vazbách nebo fotografický film (negativy, diapositivy). Stejně jako fotografický film, je acetátová folie samotná citlivá na různé typy degradace, které lze rozdělit do tří hlavních kategorií: fyzikální, biologická a chemická. Nejčastější chemická degradace je převážně u filmových materiálů známá jako „octový syndrom“. Spontánní chemický rozpad pro filmy nejčastěji používaného triacetátu celulózy (CTA) vede k deacetylaci (hydrolýza acetátových skupin) a štěpení hlavního řetězce polymeru. Významnou roli při degradaci acetátu celulózy hraje vlhkost a teplota. Teplota zvyšuje rychlost chemických reakcí a vlhkost umožňuje průběh hydrolýzy acetátových skupin. Při pokojové teplotě může během tří až čtyř desetiletí dojít k významné degradaci acetátu celulózy, nebo dokonce k jeho destrukci, pokud jsou filmy vystaveny nepříznivým podmínkám skladování delší dobu. Charakteristický mechanismus degradace CA spočívá v autokatalytickém jevu. Kyselina octová, produkt deacetylace, katalyzuje další rozpad polymeru. Zvýšení kyselosti provází postup chemického rozpadu, smrštění, fyzické deformace nebo ztráta plastifikátoru. Jak už bylo řečeno, chemická stabilita acetátu celulózy úzce souvisí s klimatickými podmínkami, teplotou a relativní vlhkostí vzduchu. Vhodné klima, nízká teplota i relativní vlhkost vedou k významnému zlepšení chemické stability. Vhodné je i zavedení systémů pro záchyt a neutralizaci par kyseliny octové, produktu degradace, což zpomaluje další degradaci snížením autokatalytického účinku a také omezuje riziko ohrožování dalších knih a materiálů kyselými polutanty.

3.1 Oxidace

Významným faktorem degradace syntetických materiálů je oxidace. K oxidaci dochází od výroby po konečné využívání výrobku z plastu, kdy je po celou dobu polymer vystaven účinku kyslíku ze vzduchu. Během oxidace vznikají produkty schopné spustit další samovolné reakce – autooxidace a fotooxidace. Nastartovaná řetězová reakce časem exponenciálně zrychluje, napadá další a další molekuly, a vede až k definitivní destrukci.

Chemismus autooxidace lze popsat takto:

Vznik volného radikálu (iniciace) → reakce volného radikálu s kyslíkem (propagace) → přenos řetězce, vznik hydroperoxidu a jeho rozpad → opakující se reakce volného radikálu s kyslíkem.

Komerčně vyráběné polymery vždy obsahují zbytky katalyzátorů a funkční skupiny, jako hydroperoxydy a ketony, vzniklé při výrobě či zpracování, které vyvolávají termo- a fotooxidaci. V současnosti se pro zvýšení životnosti přidávají do plastů antioxidanty. Syntetické polymery obsahující nenasyčené vazby (např. kaučuky) jsou k oxidaci náchylnější, stejně jako kopolymery s jejich příměsí (houževnatý polystyren, terpolymer akrylonitril-butadien-styren - ABS). Vliv na odolnost proti oxidativnímu stárnutí má také morfologie polymeru (stupeň krystalinity). Oxidace se projevuje vizuálními změnami jako žloutnutí až hnědnutí, vznik skvrn, ztráta lesku či průhlednosti, křídovatení povrchu, vznik trhlin. Souběžně dochází ke ztrátě mechanických vlastností jako houževnatost, tažnost,

pevnost. Podle iniciace oxidativního stárnutí rozlišujeme degradaci termooxidací, radiační a fotooxidací degradaci. Účinky venkovních podmínek, kde dochází ke kombinaci slunečního světla, vzdušné vlhkosti, teploty a kyslíku, lze shrnout pod názvem atmosférické stárnutí.

3.2 Hydrolýza

Některé plasty jsou náchylné také k hydrolytické degradaci, tedy degradaci způsobenou působením vody. Tato náchylnost je typická pro polyamidy, polyuretany, polyetery a polyestery. Hydrolýza amidových, esterových či nitrilových skupin působí štěpení polymerních molekul. Typickými představiteli podléhajícími rychlé hydrolýze je nitrát a acetát celulózy.

Tab. 1 Vliv záření, tepla, kyslíku a vody na hlavní typy syntetických polymerů ve sbírkách NK ČR [SHASHOUA, 2008]

Typ polymeru	UV záření a světlo	Teplo	Kyslík	Voda
Nitrát celulózy	křehne a žloutne	měknutí při zahřívání; T_g 70 °C (závisí na obsahu změkčovadla); ztráta změkčovadla; kafr sublimuje při 20 °C	fotooxidace	kyselá a zásaditá hydrolýza;
Acetát celulózy	žloutne	měkne při zahřívání; T_g 50 °C (závisí na obsahu změkčovadla); teplota tání při 96 °C (závisí na obsahu změkčovadla a stupni substituce)	fotooxidace	kyselá hydrolýza
Polyvinylchlorid (neměkčený)	mění barvu od žluté po oranžovou, červenou, hnědou až na černou kvůli ztrátě chlorovodíku	měkne při zahřívání; T_g 80 °C;	termooxidace a fotooxidace způsobuje ztrátu chlorovodíku a změnu barvy	pokles tvrdosti, vznik zákalu

Polyvinylchlorid (měkčený)	změna barvy	měkne při zahřívání; T_g - 25 do + 25 °C; v závislosti na obsahu a typu změkčovadla; změkčovadlo difunduje na povrch a odpařuje se, změna barvy	termooxidace a fotooxidace polymeru	hydrolýza esterových změkčovadel;
Polyetylen	snadno žloutne; křehne, odolnost závisí na úrovni stabilizace	měkne při zahřívání; T_g -120 °C; teplota tání při 109-120 °C	fotooxidace způsobuje změnu barvy; termooxidace způsobuje zesíťování	odolný vůči vlhkosti, deformace ve vroucí vodě
Polypropylen	bledne a křehne	měkne při zahřívání; T_g 5 °C; teplota tání při 150-170 °C	fotooxidace způsobuje změnu barvy, termooxidace štěpí řetězce – rozpad polymeru	odolný vůči vlhkosti
Polystyren	žloutne a křehne	měkne při zahřívání; T_g 100 °C;	fotooxidace způsobuje zesíťování	odolný vůči vlhkosti
Polyuretan (eterový typ)	mění barvu a tmavne, stává se křehkým	termoplastické a termosetové typy; ztrácí vlastnosti nad teplotou 80 °C	fotooxidace způsobuje křehkost; termooxidací vznikají izokyanáty a polyoly	odolný vůči vlhkosti
Polyuretan (esterový typ)	bledne a křehne	termoplastické a termosetové typy; ztráta vlastnosti nad 100 °C	odolný vůči oxidaci	hydrolýza má za následek štěpení řetězce a rozpad polymeru

3.3 Biologické napadení

Biologická degradace polymerů makroorganismy zahrnuje atak hmyzem nebo hlodavci z důvodu budování příbytku nebo cesty za potravou. Odolné makroorganismům jsou tvrdé, nepoddajné syntetické polymery. Napadení plastů mikroorganismy je podporováno přítomností různých aditiv, plastifikátorů, lubrikačních přísad, stabilizátorů, barviv nebo nečistot. Prvním krokem degradace plastů je vznik biofilmu na povrchu materiálu tvořený mikroorganismy, který jim umožňuje přichytit se k povrchu. Biofilm je tvořen polysacharidy, proteiny a dalšími makromolekulárními látkami jako DNA, lipidy apod. Povrch je vlivem degradace, kyselého působení metabolických produktů mikroorganismů i enzymatického rozkladu narušován, přičemž jsou extrahována aditiva z plastu. Tím je povrch více rozrušován, křehne a ztrácí pevnost. Mikroorganismy tak mohou proniknout hlouběji do materiálu a podpořit jeho rozklad. Dalším efektem jsou chromoforní látky, které mikroorganismy vytváří a nevratně tak zbarvující materiál. Mezi polymery s malou odolností vůči mikrobiologickému napadení řadíme polyvinylacetát (PVAC), polyuretan (PUR), měkčené PVC, polyamid 6, deriváty celulózy, ze změkčovadel především citráty a sebakáty. Plasty se pro zvýšení odolnosti proti biodegradaci modifikují již ve výrobě zvýšením hydrofobity a krystalinity, přidáním odolných změkčovadel či látek inaktivující enzymy. Lze přidat také biocidní látky jako organické sloučeniny Sn, Cu, Zn či nanočástice stříbra. [VIMMROVÁ, 2019]

4. Uložení knihovních dokumentů se syntetickými prvky

4.1 Ochranné obaly

V případě nitrocelulózy potvrdila dobrou odolnost proti uvolňujícím se plynným polutantům polyesterová folie (Melinex, Mylar), kterou tak lze doporučit pro separaci nitrátu celulózy od jiných materiálů. V případě originálních pouzder lze tak zamezit postupného zrychleného okyselení použitím takzvané košilky z polyesterové fólie. V případě kartonových a lepenkových obalů nebylo v rámci testování ¹ zaznamenán negativní účinek alkalického kartonu (typ Boxboard) nebo běžné šedé lepenky z recyklovaného papíru na vzorky z nitrocelulózy, a to jak perleťové, tak průsvitné vzorky. Oba materiály tak lze použít pro výrobu ochranných obalů knih s prvky z nitrocelulózy. Alkalické lepenky a kartony lépe zachytávají uvolněné oxidy dusíku z NC a tím chrání ostatní knihy před účinky agresivních kyselých polutantů. U alkalických lepenek a kartonů analýzy v infračervené spektroskopii po zátěžovém testu doložily, v porovnání s plastovými obaly či kyselými a neutrálními kartony/lepenkami, nejnižší stupeň hydrolýzy CN. Migrace změkčovadel v rámci testů nebyla detekována. Nelze ovšem opomenout riziko uváděné v literatuře, a to vznik práškových depozit na povrchu nitrátu vlivem dlouhodobé expozice alkalického prostředí.

Předměty, které vykazují degradační změny a mohou poškozovat i jiné materiály je vhodné izolovat nebo separovat vhodným obalem. Pro absorpci uvolňovaných plynných polutantů jsou používány různé absorbenty jako aktivní uhlí, dostupné jako textil, papír či rouno, minerálních sorbentech, které ale často výrazně snižují vlhkost a mohou tak představovat určité riziko (nejčastěji zeolity).

¹ Ověřování stability a interakce CN a obalových materiálů spočívala ve dvou hlavních testech, a to upraveném zátěžovém testu na PVC podle normy ČSN ISO 177 a Oddyho testu ke zjištění agresivity vytěkaných látek. Ze vzorku po těchto testech byly měřeny výsledky (a porovnávány s počátečními) změny váhy, barevnosti, pH, infračervených spekter metodou FTIR, dále změny obsahu dusíků a změkčovadel.

Syntetické přebaly

V knihovnách jsou často knihy opatřovány přebaly, chránícími vnější části knihy před znečištěním a mechanickým opotřebením. Přebaly mohou být z papíru či plastu. V praxi Národní knihovny (NK) jsou přebaly, které nebyly vyrobeny s knihou, označovány jako druhotné přebaly. Pokud je na ochrannou vrstvu desek či obálek použit materiál s adhezivní vrstvou (například samolepicí folie), kniha je tedy zalaminována a tento typ ochrany je nazýván sekundární laminací.

Nejčastějším materiálem pro výrobu druhotných přebalů jsou vedle papíru, fólie z různých druhů syntetických polymerů. Z důvodu negativních účinků některých plastů na materiály knižní vazby a rizika vzniku nevhodného mikroklima mezi folií a deskou, jsou tyto přebaly z knih odstraňovány a nahrazovány jinou formou ochrany (desky, obálky, krabice z papíru / lepenky splňující přísné normy pro archivaci knihovních fondů). Svařované nasouvací obaly z polyetylenu či polypropylenu, jsou pro knihy ve studovnách ve volném výběru přípustné. Nebyly detekovány defekty způsobené interakcí s laminačními fóliemi (ty z výroby) i laky. Obecně jako obalový materiál pro knihy se syntetickými prvky polyetylen a propylen doporučit nelze. Mohou absorbovat uvolňovaná aditiva z plastů a tím urychlovat jejich migraci z materiálu knižních desek. Založení folie u nesvařovaných obalů také vytváří kapsy s uzavřeným mikroklimatem. Až 1/5 analyzovaných přebalů byla z měkčeného PVC. Měkčené PVC je nestabilní materiál s rizikem uvolňování změkčovadel, kyselých plynných látek či aditiv, které reagují s lepidly lepicích pásek přichycující fólii ke knize a mohou reagovat s ostatními plasty. Proto by PVC obaly neměly být vůbec používány pro přebaly, stejně jako kancelářské lepicí pásky na spojení fólie. Ojedinele se v knihovních fondech vyskytují přebaly také z celofánu. Celofán je vyráběn z regenerované celulózy a je i v současnosti používán pro balení potravin, zdravotnického materiálu apod. Celofán je hydrofobický a umožňuje průchod vodních par, proto někdy bývá lakován např. nitrocelulóзовými laky. Celofán je dobře odolný proti průniku plynů a aromatických látek, má dobré mechanické vlastnosti a vysokou tepelnou odolnost. Přes výhody tohoto materiálu představuje riziko jeho reakce se zvýšenou vlhkostí. Folie při zvýšené vlhkosti nebo v kontaktu s vodou botná a stává se lepkavou. V tomto stavu hrozí pevné přilnutí k povrchu materiálů knihy a v případě lakovaných povrchů nebo barevných vrstev i neodstranitelné poškození. Při následném vysušení dochází ke smršťování a praskání folie, kdy již neplní ochrannou funkci a pokud je přilnutá k materiálu, může způsobit odtržení povrchu.

Cílem preventivní konzervace měkčeného PVC je prevence ztráty změkčovadla a také ochrana polymeru PVC proti dehydrochloraci. Degradaci měkčeného PVC lze zmírnit uzavřením předmětu v neabsorbujícím materiálu, jako jsou skleněné nebo polyesterové obaly. [SHASHOUA, 2008] Podle výzkumu (SHASHOUA, 2011) bylo zjištěno, že uložením modelových a přirozeně degradovaných předmětů z měkčeného PVC za běžných podmínek v otevřeném prostředí s cirkulací vzduchu (police) nebo zabalením v materiálu, který pohlcuje změkčovadla (polyethylen), dochází ke ztrátě 50–60 procent počátečního DEHP do tří měsíců, přestože DEHP patří ke stabilnějším změkčovadlům a prakticky netěká. Nízkohustotní polyetylen ochotně přijímá mastné látky včetně změkčovadel, proto není vhodným materiálem pro ukládání měkčeného PVC. Běžně se doporučuje odvětrávat či přidat adsorpčních materiály, které odstraní těkavé degradační produkty ze vzduchu, do okolí plastového předmětu. Avšak v případě měkčeného PVC, tento krok urychlí ztrátu změkčovadel, a tím snižuje životnost předmětů. [SHASHOUA, 2008]

Acetát a nitrát celulózy [MAY – JONES, 2006]

- Předmět by neměl být uzavřen v obalu nebo být v prodyšném obalu, kde nebude docházet ke kumulaci plynných polutantů.

- Použijte filtraci vzduchu nebo absorbenty plynných polutantů (aktivní uhlí pro nitrát celulózy a zeolity pro acetát celulózy).²
- Používat indikátory octového syndromu, pH indikátory pro včasnou detekci vzniku.
- Pokud je to možné, izolovat acetát i nitrát celulózy od kovů (zejména mědi) a jiných materiálů.

Polyvinylchlorid

- Měkčený PVC uzavřít do nenasákavého inertního materiálu, jako jsou polyesterové sáčky, aby nedošlo ke ztrátě změkčovadla.
- Ideálně v bezkyslíkové atmosféře, s použitím absorbentů kyslíku.
- Předměty z neměkčeného PVC by neměly být uzavřeny v obalu nebo být v prodyšném obalu, kde nebude docházet ke kumulaci plynných polutantů.

Polyuretan (pěny)

- Ideálně bez kyslíku, s použitím absorbentů kyslíku.

Materiály, které lze bezpečně použít v přímém kontaktu se všemi plasty:

- Papír bez obsahu kyselin.
- Polymethylmetakrylát je přijatelný materiál pro stojánky ve vitrínách.
- Uhlíková tkanina k balení předmětů, které mohou uvolňovat kyselé výpary, např. předměty z acetátu celulózy a nitrátu celulózy.
- Textilie z mikrovlákna, směs polyesteru a polyamidu, jako hadřík na čištění.
- Tyvek, netkaná textilie z polyetyleny, pro ochranu předmětů před prachem.
- Plastazote, polyetylenová pěna, měkká výstelka krabic a stojáneků.
- Melinex, fólie z polyethylentereftalátu, pro prokládání degradovaných plastů a izolaci od ostatních materiálů.
- Polyesterová výplň (rouno) užitečná pro polstrování v kombinaci s Tyvek.
- Polypropylen, vhodný pro podložky, přepravky, stojánky.
- Papír/ polyesterová fólie se silikonovou vrstvou, vhodné pro předměty s lepivým povrchem.

4.2 Manipulace a transport

Vzhledem k riziku negativního účinku lidského potu a nečistot na syntetické polymery, je nezbytné při manipulaci vždy používat laboratorní rukavice z inertního materiálu např. nitrilu, vinylu nebo z latexu. Bavlněné rukavice nejsou doporučovány, protože na degradovaných plastech, které se staly lepkavými,

² Dle článku v Conservation Science – Mark and Jones i publikace Shashoua je to z důvodu, že zeolity se množstvím adsorbovaných oxidů dusíku vyrovnají aktivnímu uhlí. Aktivní uhlí je univerzálnější.

mohou zanechat vlákna. Také kapalné produkty degradace bavlněnými rukavicemi lehce projdou. Rukavice jsou také nezbytné z důvodu ochrany zdraví pracovníků, protože některá změkčovadla a další aditiva migrující na povrch plastů jsou pro zdraví škodlivá.

Nejenom vzácné svazky, ale rovněž knihy z běžného výpůjčního fondu vyžadují až do chvíle ukončení své fyzické či ideové životnosti šetrné zacházení jak z hlediska knihovnické etiky, tak z důvodu možného poškození svazku a vzniklých finančních nároků na převazbu či pořizování nového exempláře, který se už nemusí na knižním trhu vyskytovat.

Zařízení knihovny, skladovací materiály a vše co je užíváno k uložení, uskladnění a přepravě knihovnických dokumentů musí být konstruováno tak, aby bylo minimalizováno riziko jejich možného mechanického poškození. Úložné plochy regálů a polic musí být konstruovány bez ostrých hran a výčnělků. Plochy mobiliáře v přímém kontaktu s knihovnickými dokumenty musí být opatřeny inertním nátěrem. Je nezbytné udržovat čistotu všech odkládacích ploch. Nejnižší umístěné police by měly být ve výšce minimálně 25 cm od podlahy, aby bylo zamezeno poškození knih při úklidu podlah a předešlo se jejich možnému poškození vodou či jinými čisticími prostředky, i z hlediska preventivních opatření pro případ záplav nebo havárie.

Knihy by měly být proti sesutí zajištěny vhodnou zarážkou, která nesmí poškozovat svazky a její velikost musí odpovídat formátu uloženého materiálu. Častým typem knihovnických dokumentů se syntetickými prvky jsou mechanické vazby tzv. „kroužkové“ s hřbetními hřebeny či spirálami z plastu a deskami z fólie. U tohoto typu vazby je problematické zabránit hroucení i s použitím zarážek. Dochází ke kroucení svazků, praskání a destrukci funkčních syntetických prvků vazby, a je proto doporučeno vertikální uložení výhradně v pevném ochranném obalu ze silného kartonu či lepenky. Ochranný obal řeší i další specifikum „kroužkových“ vazeb, kdy spirály a hřebeny jsou širší než vlastní knižní blok, tedy dochází ke zvýšenému tlaku na tuto část a s tím spojené mechanické poškození.

Knihy musí být zařazeny do regálu volně, aby při jejich vyjímání nedocházelo k oděru vazby. Při vyjímání z regálu jsou knihy uchopovány za střed hřbetu, nikdy pouze za její horní část, knihu tzv. nevyklápíme. O této chybné manipulaci svědčí časté poškození horní a spodní části hřbetu knižního svazku. Ani syntetické materiály tento typ opakovaného namáhání nevydrží a často jsou patrné trhliny právě u horní či spodní hlavice knižního bloku. Knihu stavíme kolmo, v žádném případě hřbetem nahoru – jinak dochází k vytržení knižního bloku z desek. Velké formáty přednostně ukládáme v horizontální poloze, maximálně tři svazky na sobě.

V případě, že jsou knihovní materiály různých formátů stavěny vedle sebe, může velice snadno dojít k jejich poškození, např. poškození přední či zadní desky knihy nalomením, případně i zlomením a posléze dochází i k poškození vlastního bloku svazku a jednotlivých listů. Deformace jsou patrné především u svazků s obálkou či deskami z měkčených plastů nezpevněné spojením s tužším materiálem.

Knihy nikdy nepokládáme na místa, kde hrozí jejich poškození – na topná tělesa, okna a jejich parapety, na podlahu apod.

Pro vzácné a ohrožené knihovní svazky by měly být vyčleněny studovny se speciálním vybavením, ochranou a dohledem, uživatel by měl být poučen, jak vhodným způsobem používat knihovní materiál.

K poškození dochází i nedostatečným vybavením pracoven či studoven vhodným nábytkem a zařízením. Zde by měly být k dispozici speciální stojany na knihy, stoly pro zacházení s těžkými svazky, stolky či další pomůcky sloužící k podepření svazku, aby nemohlo dojít k jeho rozlomení ve hřbetě či jinému

poškození. Jako u všech jiných objektů držte předmět oběma rukama způsobem, který co nejméně zatěžuje jakoukoli jeho část. [Péče o knihovní sbírky, 2012]

Při přemísťování knihovních dokumentů z úložných a skladovacích prostor nesmí docházet k poškození transportovaných knihovních svazků. Knihy je nezbytné šetrně pokládat na transportní vozík či do přepravních beden. Pro krátkodobé uložení při transportu lze využít širokou paletu výstelkového materiálu. S ohledem na ochranu povrchu syntetických materiálů, kdy u měkčených plastů dochází snadno k otisku struktury, u nitrocelulózy či acetátu celulózy k poškrábání povrchu, je nutno kombinovat materiál vytvářející ochrannou vrstvu před nárazy (bublínková folie, pěnové materiály, syntetická rouna) s materiálem, který je hladký bez struktury, jako například netkanou textilií Tyvek. Pro přepravu v objektu je možno využívat knihovní vozíky, mimo objekt je však nezbytné chránit knihy před atmosférickými vlivy uložením v uzavřených přepravkách či bednách. S ohledem na způsob přepravy, délku uložení v přepravním boxu lze použít papírové krabice, uzavíratelné plastové přepravky a pro přepravu jednotlivých exemplářů i přepravní kufry. Knihy jsou do přepravek ukládány zabalené v ochranné vrstvě, aby při otřesech během transportu nedocházelo k odírání jednotlivých knih o sebe, ze stejného důvodu je nezbytné vyplnit volný prostor v přepravce výstelkou, aby se eliminoval jakýkoliv pohyb knih v přepravce. V přepravních kufrech k tomuto účelu slouží pěnová lůžka a výplně. Při převážení knih je nezbytné dbát na jejich zajištění proti pádu či jinému poškození. Tato pravidla platí i pro moderní způsoby přepravy a uložení knih – paternostery, telelifty, kompaktní regály apod. [Péče o knihovní sbírky, 2012]

4.3 Klimatické podmínky ve skladech

Klimatické podmínky úložných prostor dramaticky ovlivňují životnost plastů. Některá pravidla jsou osvědčená pro většinu plastů. Plasty by měly být uchovávány v temné, chladné a suché místnosti. Ať již v depozitáři nebo na výstavě či v expozici, teplota by neměla přesahovat 20 °C a relativní vlhkost vzduchu by se měla pohybovat v rozmezí 30 až 50 %. Prudké výkyvy teploty a vlhkosti jsou obzvláště poškozující. Pro acetát celulózy, nitrát celulózy, polyvinylchlorid a polyuretanovou pěnu, které jsou nejméně stabilní, musí být podmínky uložení řešeny individuálně.

UV záření by mělo být odfiltrováno z jakéhokoli světla, kterému jsou plasty vystaveny. Plasty by měly být uchovávány ve tmě, vystavení na světle by mělo být omezeno na nejnižší možnou míru. Plastové předměty by neměly být trvale vystaveny v expozici. Poškození světlem je kumulativní, v závislosti na celkovém množství světla fotochemickou reakcí může iniciovat krátký záblesk velmi jasného světla nebo dlouhá expozice ve slabém světle. Doporučená intenzita světla bez UV záření se pohybuje od 50 do maximálně 150 luxů. U citlivých materiálů je doporučováno aplikovat spodní hranici.

Acetát a nitrát celulózy³

- Teplota 2 až 5 °C.
- RV ideálně 20 až 30 %.

³ Dle normy ČSN ISO 11799 Informace a dokumentace – Požadavky na ukládání archivních a knihovních dokumentů se uvádějí doporučené klimatické podmínky pro dlouhodobé uložení fotografických filmů na podložce z acetátu celulózy: teplota (-10 – 21 °C) a RV (20 – 50 %).

Polyvinylchlorid

- Teplota 5 °C.
- RV 20 až 30 %.

Polyuretan (pěna)

- Teplota 18±2 °C
- RV na spodní hranici 20 – 30 %

5. Vystavování

Využití knihovních fondů ve výstavách a expozicích by mělo být prováděno jen v případě, že budou dodržovány podmínky, při kterých nedojde k poškození vystavovaných materiálů:

- umístění ve výstavních vitrínách (omezení negativního vlivu okolního prostředí, bezpečnostní ochrana proti krádeži)
- správná instalace exponátů do vitrín (šetrná manipulace, vhodné umístění, zabezpečení proti mechanickému poškození (podložky, upevňovací mechanismy, zajištění obracení listů)
- kontrola dodržování parametrů klimatu ve vitrínách (stejně jako ve skladovacích prostorech) pomocí odpovídajících přenosných zařízení
- úprava parametrů klimatu ve vitrínách (adsorbční prostředky /silikagel/, úprava klimatu v okolí zastíněním, řízeným větráním, klimatizací)

Předměty s prvky ze syntetických materiálů by měly být skladovány a vystavovány v mobiliáři z inertních materiálů. V ideálním případě by měl být každý typ plastu skladován samostatně, ale ve většině případů a v knihovních fondech zvlášť, toto nelze. Jakákoli manipulace by měla být omezena pouze na nezbytnou míru, zvlášť pokud je předmět poškozen. Polypropylen je vhodný inertní materiál, který lze použít jako stojánky, přepravky, podložky, na které se ukládají předměty. Je nezbytné zamezit kontaktu předmětů s materiály uvolňující nebezpečné plynné polutanty, organické výpary jako jsou lakované povrchy, dřevo, dřevovláknité desky. Podstavce do výstav by měly být ponechány po dobu nejméně 72 hodin odvětrávat, aby z použité barvy bezpečně odtékala veškerá rozpouštědla.

Objekty se syntetickými prvky by se navzájem neměly dotýkat a vzduch by měl kolem nich volně proudit. V ideálním případě by měly být vitríny bezprašné, ale nesmí být vzduchotěsné, pokud nemají integrovaný filtrační systém. Uvolňované plynné látky z plastu by se tak mohly v uzavřeném prostoru zkoncentrovat a poškodit vystavené objekty. [Péče o knihovní sbírky, 2012]

6. Zpřístupňování uživatelům knihoven

Využívání dokumentů v knihovnických službách je z hlediska ochrany velmi problematické, protože častá manipulace zesiluje a urychluje projevy přirozeného stárnutí dokumentů, materiály jsou vystaveny zvýšenému mechanickému opotřebení a ve svých důsledcích může vést k jejich úplnému zničení. Je

nutné hledat takové strategie, které dokument uchrání před nadměrným anebo neadekvátním využíváním a zabezpečí dokumentu co nejdělsí životnost.

Kopírování a služby uživatelům

Požizování kopie z jakéhokoliv dokumentu je traumatizujícím zásahem do materiálu jak papíru knižního bloku, tak pro syntetické materiály, pro které je světelné záření významný degradační činitel. Stav originálu se může výrazně zhoršit mechanickým namáháním během kopírování a intenzivním světlem, zejména ultrafialovým zářením. Účinek světla má kumulativní charakter. Nejčůre bývají postiženy novější publikace s moderní lepenou vazbou, starší svazky tištěné na tzv. dřevitém papíře, který v průběhu let křehne a výrazně reaguje na světlo, vázané ročníky periodik ve formátu přesahujícím A4, příliš objemné svazky, historické a vzácné dokumenty. Dochází k vypadávání listů, jejich pokrčení a potrhání, k uvolnění knižního bloku z desek a k urychlení celkového stárnutí dokumentu. U syntetických materiálů, které nejsou chráněny UV stabilizátory, dochází nejen k výrazným barevným změnám, ale také k porušení materiálu. Pro syntetické materiály je poměrně typické skokové zhoršení fyzického stavu, kdy se zrychlí rozpad materiálu, přidruží se autodestruktivní účinky degradačních produktů a postup degradace pak postupuje velice rychle. Kopie z knihovních dokumentů se syntetickými materiály určených k trvalému uchování by měly být zhotovovány s ohledem na specifika ochrany syntetických polymerů. Nároky na šetrné kopírování splňují knižní (planetární) skenery propojené s digitální kopírkou nebo tiskárnou. Obrazové soubory z těchto přístrojů je možné poskytovat také prostřednictvím služeb elektronického dodávání dokumentů. Kvalitní kopie pro čtenáře používané pro publikování (reprodukce), je možné také zhotovovat fotografickou cestou přes negativy 6 x 9 cm a větší, kvalitním digitálním fotoaparátem nebo skenerem, barevné reprodukce také prostřednictvím diapozitivu podle požadavků vydavatele nebo tiskárny. Z hlediska světelné zátěže je potřeba volit přístroje, které nevyzařují ultrafialové záření a u kterých je doba osvitu co nejkratší a které nezpůsobí zvýšení teploty během kopírování.

Proces degradace pokračuje v závislosti na působících faktorech i u těch dokumentů, které nejsou využívány. Dostoupí-li destrukce určité úrovně, nelze dokument normálně využívat, převazovat, opravovat, dokonce ani reformátovat. Proto je třeba stále sledovat stav knihovních sbírek a včas podniknout příslušná opatření.

Vhodnou strategií ochrany knihovních sbírek obecně je pravidelný průzkum fyzického stavu fondů, znalost jejich materiálové složení i specifika degradačních faktorů jednotlivých typů plastů. Evidence fyzického stavu knihovních fondů se pak promítá do systému širokého spektra ochranných opatření od mikrofilmování a digitalizace, kopírování, zhotovení faksimilie, až po konzervaci a restaurování, souběžně s úpravami výpůjčního statutu ohrožených dokumentů (regulací jejich přímého zpřístupnění). [Péče o knihovní sbírky, 2012]

7. Zabezpečení knihovních fondů

Identifikační štítky

V knihovních fondech je identifikace jednotlivých dokumentů nezbytná. Lze ji však provádět i s ohledem na ochranu syntetických materiálů. V současnosti tvoří identifikační štítky na knihovních dokumentech papírové samolepky. Obvykle jsou opatřeny lepidlem na bázi akrylátů, tedy poměrně stabilní lepidlo bez výrazné kyselé reakce a poměrně dlouhou stabilitou během přirozeného stárnutí. Akrylátová lepidla se vyznačují dobrou adhezí a ani po několika desetiletích není ve většině případů

znatelná migrace složek lepidla do papíru. Z předchozích období lze zaznamenat především lepidla klišová a dextrinová (hydrolyzovaný škrob). Vzhledem k přítomnosti změkčovadel v syntetických lepidlech je nežádoucí umístění jakéhokoliv typu identifikačního štítku na vnější část knihy. V případě derivátů celulózy jako je CN a CA, jsou nežádoucí i štítky s vodorozpustným lepidlem, kdy při aplikaci může povrch plastu botnat. Znehodnotí se tím estetika desek knihy, štítek se snadno poškodí a nevratně bude změněn povrch plastu. Menší riziko poškození plastu i štítku a případné reakce lepidla představuje umístění štítku na předeštlí, vnitřní stranu desky, obálky. Číré lepicí pásy pro ochranné přelepení identifikačních štítků jsou pro plasty nevhodné, protože také obsahují změkčovadla, která plast poškodí. Pokud je pro určitý dokument zvolen způsob označení přivěšený štítek, není vhodné použít pryžové gumičky, z důvodu jejich nízké stability, uvolňování plynných polutantů a nízkou životnost. Štítky z papíru by měly být přivěšeny na bavlněném či lněném provázku. [Péče o knihovní sbírky, 2012]

8. Péče o předměty ze syntetických polymerů

Základním předpokladem udržení dobrého fyzického stavu knihovních fondů je eliminace vlivu nečistot. Pravidelné očista fondů zabráňuje nejen poškození materiálů knihovního dokumentu, ale chrání také zdraví pracovníků a čtenářů. Čištění je vždy určitým rizikem jak chemického, tak mechanického poškození materiálu, ale je zároveň ochranou materiálů před korozivním účinkem prachu a jiných nečistot urychlující degradaci plastů. Vhodná metoda čištění je mechanicky jemnými štětci a vysavačem očistit povrch od nepřilnutého prachu. Lze použít také textilii na čištění brýlí a optiky – mikrovlákno, kde nehrozí vznik vrypů ani na lesklých površích. Používají se také bavlněné tampony, ale nedoporučují se na velmi lesklé povrchy. V případě ulpělých nečistot, lze u většiny plastů bezpečně použít navlhčený optický hadřík nebo tamponěk navlhčený destilovanou vodou. Námok povrchu by měl být omezen na minimum a mělo by být zajištěno rychlé vyschnutí čištěné oblasti. Voda je zvláště riziková pro galalit (kasein formaldehyd), deriváty celulózy. Nikdy by neměla být plastová část ponořována do vody. Bez analýzy plastu nelze používat rozpouštědla, která mohou způsobit rozsáhlé poškození v materiálu, byť nemusí být patrná v okamžiku čištění. Také konzervace a restaurování má značné omezení vzhledem k rozpustnosti většiny plastů v rozpouštědlech nebo citlivosti na vodu. Při očištění knihovního fondu v místě jeho uložení se používají pouze vysavače s protiprachovými filtry pro výstup vzduchu, aby nedocházelo k víření odsátého prachu do prostoru depozitáře a kartáčové nástavce s výškou vlasové části minimálně 20 mm. Z důvodu časté tendence syntetických povrchů ke vzniku škrábanců, jsou doporučeny kartáčové nástavce z přírodních štětin či chlupů. Knihy se postupně šetrně vyjmají z polic a čistí tímto způsobem:

- Vysavačem opatřeným kartáčovým nástavcem se vysají všechny plochy – nejdříve na horní ořízce, pak přední ořízka, na spodní ořízce a nakonec přední a zadní desky. Na kartáčový nástavec se nikdy netlačí, aby se knihy mechanicky nepoškozovaly, případně nedošlo k přísátí materiálu knižní vazby.
- Očištěné plochy knihy se následně dočistí lehkým přitlakem hmoty Purus (na bázi měkčeného PVC) – vygumují se. Případně jiných čisticích prostředků jako latexové houby Wallmaster, Wishab. Tyto čisticí prostředky nelze doporučit pro kontakt se syntetickými prvky, kde může dojít k interakci s rezidui čisticích hmot. Jsou aplikovány výhradně na papírové části knižního bloku.

- Úložné police, vyklizené od čištěných knih, se očistí vysavačem, kovová omyje vodným roztokem saponátu, který ale musí být důkladně omyt čistou vodou. Před vrácením čištěných knih musí plocha regálu dokonale vyschnout.

Prach na knihách může obsahovat i zárodky mikroskopických hub, které představují možné zdravotní riziko pro pracovníky provádějící očistu. Je doporučeno u knihovních fondů, kde je riziko kontaminace nebo významně znečištěných fondů provádět očistu v digestořích, na pracovním stole se zavedeným odsáváním nebo ve speciálně k tomuto účelu konstruovaných boxech.

Mastná špína (spaliny) či otisky prstů se nejlépe odstraní čištěním pomocí tenzidů nebo rozpouštědel. Pro měkčené PVC se doporučují tyto čisticí látky: 1 % neionogenní detergent Dehypon LS45, 1 % anionaktivní detergent Orvus WA Pasta, 2,5 % citronan amonný, umělé sliny. Po aplikaci je důležité předmět důkladně opláchnout destilovanou vodou. V případě, že se nepodaří nečistoty odstranit detergenty, lze použít rozpouštědla, i když se dříve k čištění plastů nedoporučovala, protože hrozí riziko nabotnění, rozpuštění a extrakce aditiv z plastů. Před čištěním se proto musí porovnat parametr rozpustnosti čištěného polymeru a rozpouštědla. Pokud jsou hodnoty parametru rozpustnosti polymeru a rozpouštědla liší maximálně o $2 \text{ MPa}^{1/2}$, pravděpodobně se polymer v dané kapalině rozpustí. Musíme brát v úvahu, že publikované hodnoty parametrů rozpustnosti se udávají pro polymery bez aditiv, nikoli na tvarované degradované plasty. Hildebrandův parametr rozpustnosti PVC je $19,4 \text{ MPa}^{1/2}$, proto se pro čištění měkčeného PVC doporučuje použít tyto rozpouštědla: isopropanol ($24,9 \text{ MPa}^{1/2}$), etanol ($26,0 \text{ MPa}^{1/2}$) či lakový benzín ($16,1 \text{ MPa}^{1/2}$, white spirit). Velice nebezpečné rozpouštědlo pro měkčené PVC je aceton ($20,4 \text{ MPa}^{1/2}$), které způsobuje nabotnění a případně odbarvení předmětu. [SHASHOUA, 2008; LAVÉDRINE – FOURNIER – MARTIN, 2012] Publikace POPART z roku 2012 přímo čištění výkvětů na měkčeném PVC nezkoumala, ale lze předpokládat, že by šlo výkvěty odstranit pomocí rozpouštědel nebo tenzidů. [LAVÉDRINE – FOURNIER – MARTIN, 2012]

9. Použitá literatura

ALBERTSSON, A. Ch.; GRÖNING, M.; HAKKARAINEN, M. Emission of Volatiles from Polymers — A New Approach for Understanding Polymer Degradation. *Journal of Polymers and the Environment*. 2006, 14(1), s. 9-13. ISSN 1566-2543.

BRYDSON, J. A. *Plastics materials*. 7th edition. Oxford: Iliffe Books, 1999. 920 s. ISBN 0 7506 4132 0.

Care and Identification of Object Made from Plastic. *Conserve O Gram*. 2010, 8/4 [online]. National Park Service: Washington DC, 2010 [cit. 2021-06-9]. Dostupné z: <http://www.nps.gov/history/museum/publications/conserveogram/cons_toc.html>

CUDELL, A.; VEIGA, R.; VAN OOSTEN, T.; LAGANA, A. Strategies for the conservation of cellulose acetate artworks – a case study of two plastic books. *Modern materials and contemporary art*. ICOM CC, Lisbon, 2011.

DUCHÁČEK, V. *Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. 2. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2006. 278 s. ISBN 80-7080-617-6.

DUCHÁČEK, V. Vybrané polymery - vlastnosti a stárnutí. *Moderní materiály ve sbírkách*. Praha, 2008, s. 14–26.

HAGER, P. A.; INGALLS, H. B. *Plastics. Basic Condition reporting: A Handbook*. Southeastern Registrars Association, s. 115-120.

LAVÉDRINE, B.; FOURNIER, A.; MARTIN, G. *Preservation of Plastic Artefacts in Museum Collections*. Belgium: Bietlot Imprimerie, 2012. 325 s. ISBN 978-2-7355-0770-2.

MAY, E.; JONES, M. *Conservation science – heritage materials*. Cambridge: RSC Publishing, 2006. s. 206-208. ISBN-10: 0-85404-659-3.

MLEZIVA, J.; ŠŇUPÁREK, J. *Polymery: výroba, struktura, vlastnosti a použití*. 2. přepr. vyd. Praha: Sobotáles, 2000. 537 s. ISBN 80-85920-72-7.

ČSN ISO 11799: *Informace a dokumentace – Požadavky na ukládání archivních a knihovních dokumentů*. Český normalizační institut, 2006.

Péče o knihovní sbírky [online]. [cit. 2015-08-28]. Dostupné z: <https://text.nkp.cz/o-knihovne/odborne-cinnosti/sprava-a-ochrana-fondu/pece-o-knihovni-sbirky>

SELWITZ, CH. *Cellulose nitrate in Conservation. Research in Conservation*. USA: Getty Conservation Institute, 1988. 69 s. ISBN 0-89236-098-4.

SHASHOUA, Y. *Conservation of plastics: materials science, degradation and preservation*. 1st ed. Amsterdam: Butterworth-Heinemann, xiv, 2008. 286 s. ISBN 978-0-7506-6495-0.

SHASHOUA, Y.; SEGEL, K.; VAN OOSTEN, T.; LAGANA, A.; KENEGHAN, B. Wiping away the dirt – a safe option for plastics? *Modern materials and contemporary art*. ICOM CC, Lisbon, 2011. ISBN 978-989-97522-0-7.

SPRINGATE, M. E. Cellulose Nitrate Plastic (Celluloid) in Archaeological Assemblages: Identification and Care. *Northeast Historical Archaeology*. 1997, 26(1), s. 63-72. ISSN 00480738.

ŠNĚVAJSOVÁ, E. *Chemické úpravy celulózy pro použití v polymerních kompozitech*. Zlín, 2012. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta Technologická.

VAN OOSTEN, T. *PUR Facts, Conservation of Polyurethan Foam in Art and Design*. Netherlands: Amsterdam University Press, 2011. 128 s. ISBN 978 90 8964 210 3.

VIMMROVÁ, A. *Degradace polymerů - prezentace* [online]. 2019 [cit. 2021-07-8]. Dostupné z: <https://k123.fsv.cvut.cz/media/subjects/files/D23IMP/prednaska-7.pdf>

WILLIAMS, R. S. Care of Plastics: Malignant plastics [online]. 2002, 24 (1) [cit. 2021-07-20]. Dostupné z: <https://cool.culturalheritage.org/waac/wn/wn24/wn24-1/wn24-102.html>

10. Seznam související literatury

TITOW, by W. V. *PVC Technology*. Fourth edition. Dordrecht: Springer Netherlands, 1984. ISBN 978-94-009-5614-8.

VAN OOSTEN, T.; LAGANA, A. a kol. "Od teorie k praxi" - Identifikace, lepení a čištění plastových materiálů, Workshop. Národní knihovna ČR, 2014.

LATTUATI-DERIEUX, A; EGASSE, C.; THAO-HEU, S. BALCAR, N.; BARABANT, G.; LAVÉDRINE, B. What do plastics emit? HS-SPME-GC/MS analyses of new standard plastics and plastic objects in museum collections. *Journal of Cultural Heritage*. 2013, 14(3), s. 238-247. ISSN 1296-2074.

11. Seznam publikací, které předcházely metodice

VÁVROVÁ, P. a kol. Metodika „Průzkum stavu papíru knihovních fondů měřícím systémem SurveNIR“ [online]. 2015, 15 s. [cit. 2020-11-05]. Dostupné z: <http://invenio.nusl.cz/record/253556?ln=cs>

VÁVROVÁ, P. a kol. Opravy plastových vazeb novodobých knihovních fondů – konzervace novodobých knižních vazeb s plastovými prvky, čištění knižních vazeb vyrobených z PVC, preventivní konzervace [online]. 2018, 26 s. [cit. 2020-11-05]. Dostupné z: <http://invenio.nusl.cz/record/386298?ln=cs>

VÁVROVÁ, P. a kol. Metodika průzkumu fyzického stavu novodobých knihovních fondů [online]. 2013, 14 s. [cit. 2020-11-05]. Dostupné z: <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-253544>

VÁVROVÁ, P. ed.; SOUČKOVÁ, M. ed. Konzervace a restaurování novodobých knihovních fondů. 1. vydání. Praha: Národní knihovna České republiky, 2017. 283 s. ISBN 978-80-7050-696-7.

RAPOUCH, K.; VÁVROVÁ, P. (eds.) Kapitoly z konzervace a restaurování plastů. Brno: Metodické centrum konzervace - Technické muzeum v Brně, 2018. 64 s. ISBN 978-80-87896-55-6.