ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA GRANTOVÉHO ÚKOLU

OCHRANA ARCHIVNÍCH MATERIÁLŮ PŘED ŽIVELNÍMI POHROMAMI V SÍTI ARCHIVŮ ČESKÉ REPUBLIKY

Státní ústřední archiv v Praze, Archivní 4/2257, 149 01 Praha 4 – Chodovec
Praha 2004

OSNOVA ZÁVĚREČNÉ ZPRÁVY

A LITERÁRNÍ ČÁST ZÁVĚREČNÉ ZPRÁVY

1 Úvod – *Dr.Ing. Michal Ďurovič*

2 Poškození některých materiálů knihovních a archivních sbírek živelními pohromami
2.1 Poškození vodou a ohněm
2.1.1 Poškození papíru – *Ing. Hana Paulusová*
2.1.2 Poškození pergamenu, pečetí a vazebních usní – *Ing. Jana Dernovšková*
2.1.3 Poškození psacích látek vodou – *Ing. Hana Paulusová*
2.1.4 Poškození fotografických materiálů vodou a ohněm – *Dr. Ing. Michal Ďurovič*
2.1.5 Poškození magnetických a optických médií vodou a ohněm – *Roman Straka*
2.2 Poškození mikroorganismy – *PhMr. Bronislava Bacílková*

3 Ohrožení archivních materiálů požárem a ochrana proti němu
Prof. Ing. Jiří Zelinger, DrSc.

4 Ohrožení archivů krádeží a vandalismem a ochrana proti nim
Prof. Ing. Jiří Zelinger, DrSc.

5 Stabilizace archivního materiálu
5.1 Sušení – *PhMr. Bronislava Bacílková*
5.2 Odvlhčování – *Roman Straka*
5.3 Dezinfekce – *PhMr. Bronislava Bacílková*

6 Sanace vodou zaplaveného zdiva
Doc. Ing. Petr Kotlík,CSc.
Ing. Viktor Heidingsfeld, CSc.

B PRAKTICKÁ ČÁST ZÁVĚREČNÉ ZPRÁVY

1 Průzkum jednotlivých rizikových faktorů ve státních archivech České republiky
Dr. Ing. Michal Ďurovič

2 Studium vlivu sušicích metod na fyzikálně-chemické a mikrobiologické vlastnosti různých druhů papíru
PhMr. Bronislava Bacílková
Dr. Ing. Michal Ďurovič
Ing. Jiří Neuvirt, CSc.
Ing. Hana Paulusová
PhDr. Jiří Polišenský
Ing. Magda Součková
Roman Straka
Ing. Jitka Šimečková
Jiří Vnouček
Ing. Lucie Weberová

3 Postup záchrany archivních a knihovních sbírek České republiky po povodni v roce 2002 a Perthu v roce 1993
Dr. Ing. Michal Ďurovič
Ing. Lucie Weberová

4 Příprava plánu pro případ havárie nebo živelní pohromy
Dr. Ing. Michal Ďurovič
Ing. Jana Dernovšková
Ing. Hana Paulusová
Roman Straka

C ZPRÁVY ZE SLUŽEBNÍCH CEST

1 Zpráva ze služební cesty do Itálie ve dnech 22.–29. listopadu 2002
PhMr. Bronislava Bacílková
Ing. Hana Paulusová

2 Zpráva ze služební cesty do Maďarské republiky ve dnech 13.–15. srpna 2003
Dr. Ing. Michal Ďurovič

3 Zpráva ze služební cesty do Skotska ve dnech 27. října–1. listopadu 2003
Johana Langerová
Ing. Lucie Weberová

A LITERÁRNÍ ČÁST ZÁVĚREČNÉ ZPRÁVY

1 ÚVOD

V novodobé historii řadu archivů, knihoven, muzeí a galerií po celém světě postihly živelní pohromy, požáry, projevy vandalismu a terorismu nebo je zasáhl válečný konflikt. Ničivé povodně ve Florencii v roce 1966 zničily nebo vážně poškodily podklady světové renesance uložené v archivu, knihovně a galerii Uffizi. Českou republiku postihly v poslední době dvě povodně v roce 1997 a 2002. Povodeň v roce 1997 poškodila některé archivy na Moravě a především polské archivy. Povodeň v roce 2002 vážně poškodila historické centrum Prahy a řadu kulturních institucí. Mezi nejpoškozenější patřil Archiv architektury Národního technického muzea, Archiv Akademie věd České republiky, Ústřední vojenský archiv, Městská knihovna v Praze a Národní knihovna České republiky a další. Celkově bylo poškozeno bezmála 2000 m^3 dokumentů a knih.

Nejhorší požár postihl v roce 1988 Knihovnu ruské akademie věd v Petrohradě. Požárem bylo zničeno 400 000 knih a 3 600 000 knih bylo poškozeno vodou z následného hašení. V roce 1986 bylo požárem zničeno 400 000 knižních svazků a následným zásahem hasičů 700 000 svazků Knihovny města Los Angeles. Smutnou současností jsou válečné konflikty a teroristické útoky. V 90. letech při válečném konfliktu v Chorvatsku bylo zničeno nebo vážně poškozeno přibližně 100 knihoven a Univerzitní knihovna v Sarajevu byla kompletně zničena. Teroristický útok na budovu Pentagonu 11. září 2001 poškodil vzácnou knihovnu této instituce.

Mají-li být záchranné práce při živelních pohromách rychlé a účinné je nutné, aby každý archiv měl vypracovaný podrobný krizový plán. Tomuto plánu, by měla

předcházet podrobná analýza všech rizikových faktorů. V síti státních archivů České republiky doposud takový krizový plán a analýza nebyly vypracovány. Aby tento nedostatek byl odstraněn vznikl projekt **„Ochrana archivních materiálů před živelními pohromami v síti archivů České republiky“**, jehož cílem bylo shrnutí dostupných literárních informací o mechanismech poškození archivních materiálů především vodou a ohněm, systémech signalizace a ochrany proti ohni, krádeži a vandalismu, včetně způsobů stabilizace vodou nasáklých archiválií. Zcela samostatná kapitola byla věnována způsobům sanace mokrého zdiva. Těžištěm praktické části projektu bylo vypracování manuálu krizového plánovaní pro státní archivy České republiky, který byl doplněn o průzkum rizik ve státních archivech. Vzhledem k tomu, že při povodních v roce 2002 se řešitelské pracoviště výraznou měrou podílelo na záchraně poškozených archivních a knihovních sbírek a fondů, je součástí této části projektu **„Studie vlivu sušicích metod na fyzikálně chemické a mikrobiologické vlastnosti různých druhů papíru“**, která byla vypracována ve spolupráci s Národní knihovnou České republiky a shrnutí tuzemských i zahraničních praktických zkušeností s odstraňováním povodňových škod.

2 POŠKOZENÍ NĚKTERÝCH MATERIÁLŮ KNIHOVNÍCH A ARCHIVNÍCH SBÍREK ŽIVELNÍMI POHROMAMI

PhMr. Bronislava Bacílková
Ing. Jana Dernovšková
Dr. Ing. Michal Ďurovič
Ing. Hana Paulusová
Roman Straka

2.1 POŠKOZENÍ VODOU A OHNĚM

2.1.1 Poškození papíru

2.1.1.1 Úvod

Poškození papírových materiálů vodou je velmi častý jev. Knihovní i archivní fondy bývají zasaženy nejrůznějšími povodněmi či haváriemi vodovodních rozvodů. Další příčinou může být i sekundární poškození způsobené hašením požárů vodou. Škody v tomto případě jsou daleko větší z důvodu častého použití velkého objemu vody.

Zásadním problémem při povodních je přítomnost řady nečistot, a to ve formě bláta, písku či směsi různých chemických či biologických látek. Ve většině případů nestačí zasažený materiál jen usušit, ale je třeba ho dále vyprat v čisté vodě, aby se zabránilo dalším degradačním reakcím vlivem kontaminací. Příkladem může být požár ve Vědecké knihovně Ruské akademie v Petrohradě. Hašení požáru bylo prováděno přímo vodou z Něvy. Tato voda byla velmi znečištěna. Chemickou analýzou bylo zjištěno, že obsahovala hodně organických látek, petrolejové produkty, aceton, etylacetát, benzín, butanol, fenol, toluen a další. Dále voda obsahovala prakticky všechny kovy v různých koncentracích. Významná byla především přítomnost zinku, mědi, niklu, manganu a železa. Kovy se nacházely ve formě různých solí jako nitráty, chloridy a sírany. Voda před použitím byla míchána s detergentem (v množství 3–4 %) a vytvářela pěnu. Hasicí stříkačky hodiny napouštěly knihy touto směsí, přičemž každá stříkačka měla výkon 0,5 t vody za sekundu. Bylo zjištěno, že tyto knihy jsou náchylnější k chemickému i biologickému poškození. Kontaminace chemikáliemi navíc podporovaly vývoj mikroorganismů.

2.1.1.2 Vysvětlení základních pojmů

Adsorpce – vázání složky obsažené v plynné nebo kapalné fázi na povrchu tuhé fáze působením molekulových sil. Dobrými adsorbenty jsou pórovité látky s velkým specifickým povrchem

Adsorpce na celulózu – ulpívání plynných nebo kapalných látek na povrchu celulózy za určitých podmínek. Lze vypočítat měrnou adsorpční plochu vybraných celulózových materiálů v m^2/g.

Absolutní vlhkost vzduchu – je dána množstvím vodních par v gramech v jednom kubickém metru vzduchu při určité teplotě. Jednotky jsou g/m^3. Pokud 1 m^3 vzduchu při teplotě 30 °C obsahuje 10 g vodní páry a je ochlazen na 20 °C, opět obsahuje 10 g vodní páry. Při dalším ochlazování až na 5 °C však vzduch obsahuje pouze 7,6 g vodní páry. Zbytek zkondenzuje ve formě kapaliny.

Relativní vlhkost vzduchu – udává míru nasycení vzduchu při dané teplotě. Je to poměr mezi skutečným obsahem vodní páry a obsahem vodní páry při nasycení vzduchu při určité teplotě. Relativní vlhkost vzduchu se vyjadřuje v procentech, dosahuje hodnot 0–100 %. V uzavřeném prostoru platí, že při zvyšování teploty dochází ke snižování relativní vlhkosti a při snižování teploty naopak.

Stav nasycení, rosný bod – maximální množství vodní páry udané v gramech v jednom kubickém metru vzduchu při určité teplotě. Příklad:

Při 5 °C je stav nasycení 10 g vodní páry v 1 m^3 vzduchu, při 20 °C je to již 17,3 g a při 30 °C dokonce 30,4 g vodní páry v 1 m^3 vzduchu.

Vlhkost papíru – je množství vody ve vzorku, vypočtené z rozdílu mezi jeho hmotností při odběru a po vysušení do konstantní hmotnosti za předepsaných podmínek. Vyjadřuje se v procentech z původní hmotnosti.

2.1.1.3 Vlhkost papíru

Vláknité suroviny, hlavní součást papírové hmoty, patří do skupiny hygroskopických látek. Ve vlhkém prostředí přijímají vlhkost a v suchém prostředí se vlhkosti zbavují. Schopnost vláknin pohlcovat vlhkost je různá, závisí na chemické a fyzikální struktuře. Platí pravidlo, že čím více vláknina obsahuje původních látek ze dřeva, tím přijímá více vlhkosti. Největší rovnovážný obsah vlhkosti má proto dřevovina.

Se schopností přijímat vlhkost souvisí i rychlost dosažení rovnovážného stavu. Za stejných podmínek reaguje na změnu vlhkosti v okolním prostředí nejrychleji dřevovina, pak buničiny ze dřeva a nejpomaleji bavlna.

Voda je v materiálu vázána různým způsobem. Některé molekuly vody jsou vázány pevnou chemickou vazbou v přesném hmotnostním poměru k molekulám organického materiálu. Je to **vázaná voda**. Další molekuly vody jsou vázány fyzikálně chemicky, a to slabší vodíkovou vazbou k povrchu předcházejících molekul a slabými elektrostatickými silami, které váží vícenásobnou vrstvu molekul. Voda, která materiál

smáčí, se nazývá **volná voda** a nachází se v kapilárách, případně v pórech. Tato voda je vázána mechanicky. Veškerá voda, kromě vody vázané, je voda **adsorbovaná**.

Hygroskopicky vázaná vlhkost je na materiál vázaná fyzikálně chemicky a částečně i mechanicky – tj.kapilární kondenzace. Za normálních atmosférických podmínek je základním způsobem vazby vlhkosti na papír fyzikálně chemická adsorpce vody (monomolekulární a polymolekulární). Množství hygroskopicky vázané vody je závislé na klimatických podmínkách okolního prostředí, stupni hygroskopičnosti celulózových vláken a velikosti vnitřního povrchu, tj. pórovitosti vláken a jejich hustotě.

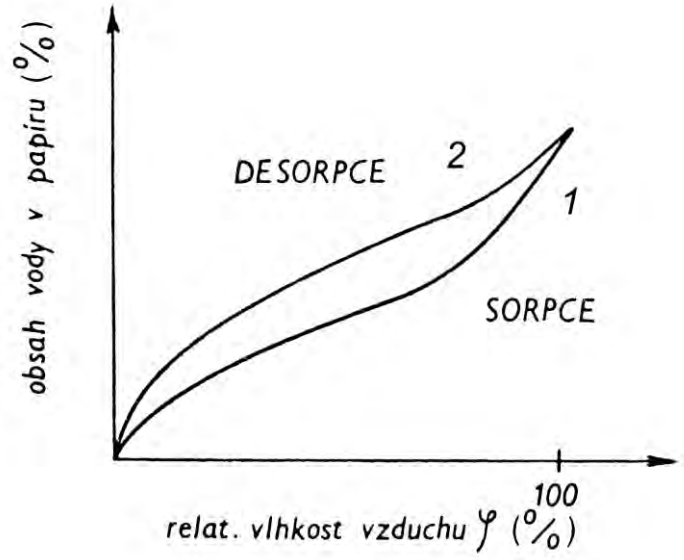
Při sušení se voda odstraňuje v závislosti na síle vazby. Nejprve odchází volná voda z buněk a kapilár. Materiál se tak dostává pod stav nasycení. Při dalším sušení je odstraňovaná vícenásobná vrstva elektrostaticky vázaných molekul vody, která se volně pohybuje dovnitř a ven z materiálu v závislosti na změnách relativní vlhkosti prostředí. Při pokračujícím sušení se odstraňuje voda vázaná vodíkovou vazbou. Chemicky vázaná voda se odstraňuje nejhůře.

Mnohovrstvá elektrostaticky vázaná voda a voda vázána vodíkovou vazbou jsou proměnlivé a dosahují rovnováhy, v praxi se používá termín **rovnovážný obsah vlhkosti**, který zahrnuje všechnu vodu obsaženou v materiálu.

Pro růst mikroorganismů se využívá voda volná a voda vázaná elektrostatickými silami.

2.1.1.4 Hysterezní sorpční křivka

Při zvyšování relativní vlhkosti prostředí při určité teplotě je vlhkost sorbována materiálem a naopak, při snižování relativní vlhkosti je desorbována. Rychlost desorpce je mnohem nižší nežli rychlost adsorpce. *Obr. 2.1* ukazuje, že proces adsorpce má nižší rovnovážný obsah vlhkosti. Tento jev je charakteristický pro organický materiál a nazývá se **hysterezní sorpční křivka (sorpční izoterma)**.



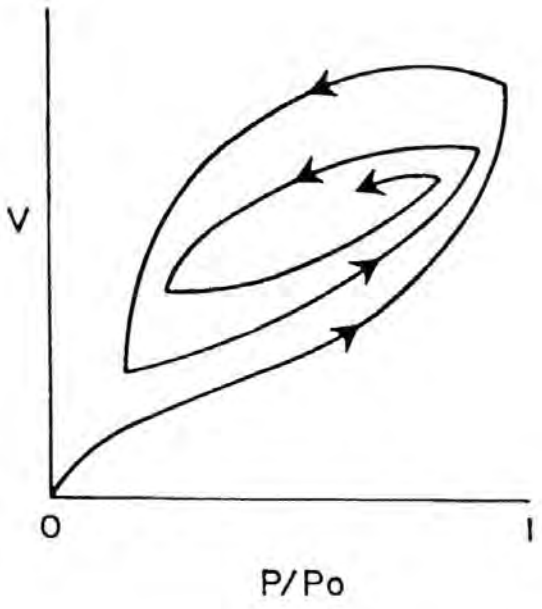
Obr. 2.1 **Hysterezní sorpční křivka.**

Při vysoušení materiálu je nutné porozumět procesu hystereze. Je důležité si uvědomit, že i když je dosaženo rovnováhy s okolními podmínkami prostředí, obsahuje sušený materiál mnohem vyšší rovnovážný obsah vlhkosti, nežli bychom předpokládali. Materiál proto může být více citlivý k napadení plísněmi i hmyzem. Je třeba dát pozor např. i při zvlhčování materiálu (vyrovnávání papíru, měkčení pergamenu).

Každý materiál je časem vystaven opakovanému příjmu a ztrátě vlhkosti v souvislosti s kolísáním podmínek prostředí, které ho obklopuje. V důsledku stárnutí dochází ke ztrátám některých molekulových vazeb, které by za normálních podmínek vázaly vodu. Tyto vazby vytvářejí příčné vazby mezi molekulovými řetězci. Voda již nemůže být tak vázaná a proto se materiál stává neohebný a suchý. Hysterezní sorpční smyčka se stále zmenšuje (viz *obr. 2.2*). Tento materiál má snížený rovnovážný obsah vlhkosti a tudíž je více odolný k napadení plísní a hmyzem.

Různé druhy dřeva, kůže, textilu nebo papíru mají při stejné relativní vlhkosti a teplotě rozdílný rovnovážný obsah vlhkosti. Ten je závislý na jejich charakteristikách, např. na struktuře, porozitě, způsobu výroby, poškození a historii sorpce. Z fyzikálních charakteristik jsou důležitá dostupná vazební místa, denaturace proteinů, rozložení krystalických a amorfních částí polymeru, přístupnost povrchu. Chemická změna může být způsobena činěním, alkylací, acetylací apod.

Sorpční historie materiálu je výsledkem opakování sorpčních a desorpčních cyklů, při nichž dochází ke ztrátě hystereze, snížení obsahu rovnovážné vlhkosti a ke změně molekulární struktury.



Obr. 2.2 **Hysterezní křivka při opakované adsorpci a desorpci vodní páry.** (Podle Kapsalise, 1981.) P/P_o – aktivita vody, V – rovnovážný obsah vlhkosti [%]

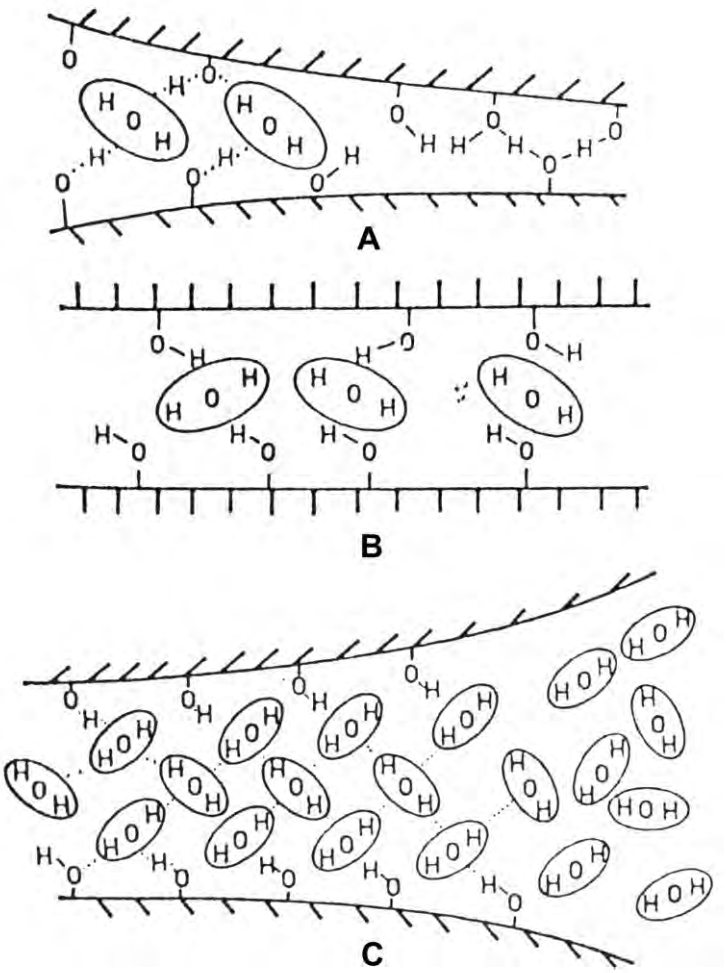
V organickém materiálu se také nacházejí vodorozpustné chemické látky, které se používají při výrobě nebo se do materiálu dostávají např. jako konzervační prostředek. Tyto látky mohou změnit tenzi vodní páry. Příkladem je vodný roztok glycerinu, kde glycerin snižuje tenzi vodních par. Voda je silně vázána na glycerin a není schopna reagovat na změny relativní vlhkosti a teploty prostředí. Čistá voda má vysokou tenzi par a snadno se vypařuje. Ve směsích se solí nebo s cukrem má tenzi par nízkou a k odpařování potřebuje více energie a delší čas.

2.1.1.5 Botnání celulózy

Chemické složení vláknin používaných pro výrobu papíru se vyznačuje převahou hydrofilních látek (celulóza a hemicelulózy), což způsobuje, že se jejich povrch snadno smáčí vodou. Struktura vláken pak umožňuje pronikání molekul vody i jiných kapalin mezi neuspořádané molekulární řetězce, doprovázené botnáním a změnou rozměrů.

Sorpce vody celulózou je způsobena pronikáním molekul vody do amorfních oblastí celulózy až k povrchu micel. Přitom nastává solvatace volných hydroxylových skupin. Vlivem této solvatace se sousední řetězce makromolekul od sebe oddálí a uvolní

se další hydroxylové skupiny celulózy. Tato změna rozmístění molekul se projeví zvětšením objemu – **botnáním**. K oddálení molekul dochází ve směru kolmém na průběh makromolekul a jen málo se projeví ve směru podélném. Solvatace se pak mohou účastnit i další molekuly vody, které zvětšují hydratační obal a způsobí další rozestoupení makromolekul a další botnání.



Obr. 2.3 **Botnání celulózy ve vodě.**

Sorpce vody organickým materiálem je exotermní reakce (dochází k vývoji tepla). Opačná reakce nastává, když dochází k desorpci – endotermní reakce.

Sorpce vodních par celulózou je velmi pomalý proces a jeho energii lze obtížně měřit kvantitativně. Teplo smáčení lze naopak měřit velmi dobře kalorimetricky.

2.1.1.6 Vliv vody na knižní a aktový materiál

Papír přijímá vodu různou rychlostí v závislosti na stáří, stavu a složení materiálu.

Při namočení papír ztrácí kompaktnost, kterou získává při své výrobě. Dochází k botnání a oddělování vláken a kompaktnost se neobnoví ani po usušení. Vznikající vodný roztok v papíru obsahuje rozpustné chemické látky použité buď při výrobě nebo další úpravě papíru. Tyto látky se stávají živinami pro plísně nebo způsobují další problémy např. slepení stránek knihy dohromady.

Knižní fondy

Obecně platí, že rukopisy a knihy datované před rokem 1840 přijímají až 80 % vody vzhledem ke své původní hmotnosti. Některé mohou sorbovat až 200 % své původní hmotnosti. Tyto knihy obsahují vysokou koncentraci proteinového materiálu (klíh), a proto jsou po nasáknutí vodou i velmi rychle napadány plísní. Moderní knihy sorbují vodu do výše až 60 % své původní hmotnosti. Je dobré zjistit, jaké množství knih je při záplavě nasáknuté vodou a tudíž, jak velké množství vody bude nutné během sušení odstraňovat.

Největší podíl všech poškození vázaných knih, které má na svědomí voda, je připisováno botnání. Protože papír v knižním bloku a lepenkové jádro knižní vazby má vyšší kapacitu botnání než potahový materiál použitý pro vazbu, knižní blok nasáklé knihy se rozpíná do takové míry, že dojde k jeho buď částečnému nebo úplnému oddělení od jeho vazby.

Lepenkové jádro vazby sorbuje velké množství vody a bývá obvykle zdrojem růstu plísní v místě mezi lepenkou a předsádkovým papírem. K nárůstu plísní dochází velmi často v případech, kdy se stabilizuje skladovací prostor zasažený vodou pouze vysoušením a snižováním relativní vlhkosti pod 70 %. Odstraňování vlhkosti z postiženého prostředí je nezbytné, ale velmi důležité je rovněž sledování obsahu vody v knižním materiálu. Může nastat situace, že vysoušený prostor bude vykazovat uspokojivé hodnoty relativní vlhkosti, ale obsah vody v knižním materiálu bude stále nebezpečně vysoký. Pro měření obsahu vody uvnitř knih a krabic je vhodný vlhkoměr např. Aqua-Boy. Pokud nemáme k dispozici měřící přístroj, je možné jako indikátor vysokého obsahu vody v knižním bloku použít zrcátko, které se umístí mezi stránky tak, aby se nedotýkalo povrchu. Zamlžení zrcadla svědčí o vysokém obsahu vody. Pokud je obsah vody menší než 7 %, je materiál považován za suchý. Kožené a pergamenové knihy, zvláště z 15. až 17. století se suší velmi opatrně při pečlivé kontrole. Takový

materiál je obvykle klasifikován jako vzácný a nemá být míchán s méně vzácnými fondy.

Moderní výrobní proces změnil přirozenou strukturu kůže natolik, že po nasáknutí vody často nelze povrch vazby uvést do původního stavu. Z některých vazeb je stává „hnědé bahno“, jiné vazby se srážejí.

Botnání pokryvu z textilu, tuhého plátna a plastických hmot je nepatrné, v některých případech dochází ke srážení. Desky zhotovené z vysoce nasáklivé lepenky mohou přijímat vodu do takového stupně, že dosahují tloušťky knižního bloku.

Nejvíce poškozené bývají knihy umístěné v uličkách na zemi, které bývají často vyrovnány do hromad. Tyto knihy jsou nejdéle ve vodě na rozdíl od knih umístěných na regálech. Vyžadují zvláštní zabalení, horizontální uložení a rozsáhlý restaurátorský zásah. Mokrý a botnající materiál uložený na policích způsobuje deformaci polic. Na policích se nachází směs zcela a částečně mokrého materiálu. Obvykle se vyskytuje více nerovnoměrně namočeného materiálu, což je způsobené tím, že knihy jsou umístěné těsně jedna vedle druhé a pokud pomalu přijímají vodu, nedojde k úplnému promočení. To je hlavní důvod, proč je řada knih po poškození vodou znetvořená a velmi zdeformovaná i po zmrazení a vysušení. **Pokud je papír mokrý jen částečně, prakticky nelze bez deformací usušit.**

Usňové a pergamenové vazby je v některých případech lepší oddělit od knižního bloku a sušit zvláštním režimem. Tak se zabrání deformacím a potrhání vazby a knižního bloku.

Aktový materiál v krabicích

Aktový materiál uložený v krabicích bývá často v lepším stavu nežli knihy, protože krabice chrání vnitřní obsah před poškozením. Krabice jsou schopny sorbovat velké množství vody. Při delším ponoření krabic do vody však i tento obal obsah neuchrání a promáčí se. Během záchranných prací je třeba obsah každé krabice prohlédnout a mokré krabice nahradit suchými.

Natírané (zušlechtěné) papíry

Tyto druhy papíru jsou vůči vodě nejcitlivější. Jsou to papíry povrchově zušlechtěné natíráním pigmentovými i nepigmentovými nátěry (pryskyřice a oleje).

Z pigmentů se nejvíce používá jemný kaolín, uhličitan vápenatý, oxid titaničitý nebo jejich směsi, jako pojivo se přidává škrob, kasein, sojový protein, živočišný klíh, v pozdější době polychloroprén, kationický polychloroprén, polyvinylacetát, anionický polyvinylacetát, kyselina (poly)akrylová, kopolymer styren-butadien a butylester kyseliny akrylové.

Existuje přes 100 různých typů natíraných papírů. Některé z nich mají velmi vysokou nasáklivost, sorbují až 5krát více vody než nenatírané. Voda do knižních bloků neproniká rovnoměrně, zvláště pokud jsou natěsnány v regálech. V přítomnosti vody vytvářejí nátěry na bázi škrobu a proteinové směsi gel, který při sušení vytvoří pevnou substanci. Přitom se listy knižního bloku slepí do pevného bloku (jako cihla).

Rozlepování zaschlého natíraného (zušlechtěného) papíru patří mezi specifické zásahy, které patří do rukou restaurátorů.

Při povodni nebo jiné pohromě způsobené vodou se stává, že listy papíru časopisů a knih tištěných na natíraném papíru se slepí dohromady tak silně, že je nelze rozdělit. Stává se to z důvodu namočení a uschnutí knihy či svazku.

Slepení listů se zabrání vymrazováním mokrých svazků nebo volným sušením knižního bloku se soustavným prokládáním stránek a vysoušením listu po listu. Při usušení knižního bloku bez jakékoliv kontroly dojde obvykle k jeho slepení.

Aby se podařilo listy papíru od sebe oddělit, je třeba znát pojiva použitá pro povrchovou úpravu papíru i pro tisk. Většina látek používaných pro natírané papíry **před rokem 1940** byla rozpustná ve vodě.

Látky rozpustné v organických rozpouštědlech se nacházejí v natíraných papírech většinou po roce 1940 nebo1950.

V Maďarsku se restaurátoři zabývali rozlepováním takto poškozených knih a z jejich zkušeností vyplynuly následující závěry:

1. Pokud pojivo natírané vrstvy není kalafuna a kniha pochází z období před rokem 1940, lze dosáhnout dobrých výsledků ponořením svazku do horké vody (45–80 °C). V horké vodě se rozpustí i polyvinylalkohol a deriváty celulózy z pozdějšího období. Horká voda nepoškozuje tiskařské inkousty.
2. Rozrušení proteinových a škrobových pojiv lze urychlit pomocí enzymů. Enzymy však mohou mít škodlivý vliv na pojiva starších tiskařských inkoustů.
3. Při neuspokojivém výsledku po ponoření knihy (pocházející z období po roce 1940) do horké vody je možné knihy nasytit po dobu několika minut roztokem

etylacetát-voda v poměru 1:9. Etylacetát umožní rozpuštění některých syntetických pojiv natíraného papíru a přitom nepoškodí pojiva či pigmenty moderních tiskařských inkoustů. Tato směs je účinná pro barevné brožury vyrobené kolem roku 1980.

4. V knihách z přelomu století se slepují tiskařské barvy více nežli pojiva. V těchto případech se dá k rozlepení použít roztok boraxu (pH = 13) nebo směs boraxu a kyseliny borité (pH = 8,3). Borax rozpouští i pojiva, dochází k poškození barevných ilustrací ale text v černém tiskařském inkoustu zůstává čitelný.
5. Proudění horkého vzduchu, které bylo prováděno různým způsobem nedosáhlo očekávaného výsledku. Teplo je vhodné jen pro aplikaci v malých plochách, jen několik cm^2.

Knihy i volný aktový materiál s natíraným papírem je doporučováno zmrazit. Kritickým okamžikem je doba od namočení k zmražení. Knižní blok nesmí vyschnout, jinak zcementuje. Proto je nutné knihy namočit do čisté studené vody až do doby, než dojde ke zmražení. V literatuře se doporučuje zmrazit knihy co nejrychleji, maximálně do 6–8 hodin po namočení, aby se zabránilo dalšímu poškození. Ze zkušenosti po záplavě říční vodou „Corning Museum Library“ vyplývá, že lze úspěšně zachránit tyto typy knih zmražením a usušením pomocí vakuové sublimace.

Za nevhodnou metodu se považuje tento papír sušit na vzduchu bez prolistování a prokladů nebo použít vakuové tepelné sušení. Rovněž není vhodné použít mikrovlnné sušení. Hrozí riziko slepení knižních bloků.

2.1.1.7 Papírový materiál poškozený ohněm a kouřem

Knižní i aktový materiál, pokud neshořel během požáru, byl většinou vystaven působení vysokých teplot. Vysoké teploty způsobují vážné poškození celé řady materiálu a toto poškození je nevratné. Papír křehne a uhelnatí, plastické hmoty knižní vazby se roztaví, rovněž syntetická termoplastická lepidla se taví, bortí se knižní bloky, taví se filmy a pásky. Materiál se stává extrémně křehkým, pokrývá se sazemi a je silně cítit kouřem.

Problém archivních materiálů po požáru není jen poškození ohněm a kouřem, ale po uhašení jde ještě často o poškození vodou. Příkladem může být požár v Knihovně akademie věd v Petrohradě (viz výše).

Z těchto zkušeností vyplývá, že je nutné pečlivě zvážit, jakým způsobem hasit oheň v institucích spravujících archivní a knihovní fondy a také jaký zvolit typ hasebních prostředků. Toto rozhodnutí má pak zásadní vliv na záchranu materiálu.

2.1.1.7.1 Poškození papíru

Základní stavební látkou papíru je celulóza, přičemž mechanismus jejího poškození vlivem teploty není dostatečně znám. Trochu více informací lze nalézt o destrukci ligninu.

Termický rozklad celulózy

Vliv teploty na celulózu je málo prozkoumán. Celulóza je poměrně odolná teplotě do 100 °C, při 120 °C začíná tvorba pyrocelulózy, při 240 °C vznikají plynné zplodiny za současného zuhelnatění.

Viditelná destrukce celulózy, tj. žloutnutí začíná u 162 °C. Krátkodobě snese bez viditelného zuhelnatění až 300 °C. Při dlouhodobém zahřívání nad 100 °C se mění fyzikální i chemické vlastnosti celulózy. Vlhký a horký vzduch nebo pára způsobují hydrolytickou destrukci, která se projevuje poklesem pevnosti vlákna a snížením polymeračního stupně.

Hoření celulózy na vzduchu se dá rozdělit na dva pochody, které probíhají současně:

- ***tepelná degradace*,** kdy dochází k hydrolytickému štěpení a rozkladu,
- ***hoření produktů vytvořených pyrolýzou*** za vývoje tepla a světla.

Meziproduktem termické degradace je β-glukózan, který je hlavním zdrojem hořlavých látek při tepelné degradaci celulózy. β-glukózan je anhydridem glukózy.

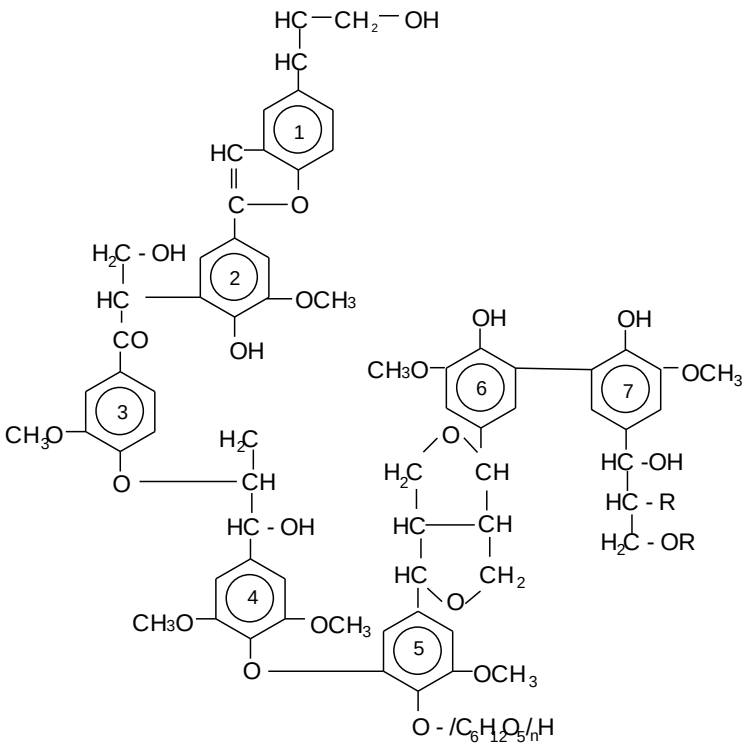
Proces rozkladu celulózy **bez přístupu vzduchu** začíná při 275 °C. Při této teplotě se vylučují produkty suché destilace: uhlík, oxid uhličitý, oxid uhelnatý, metan, etan, voda, kyselina octová, aceton, metanol a dehet. Jejich množství je závislé na způsobu destilace (teplota, tlak).

Termický rozklad ligninu

Pří zahřívání ligninu nastávají v jeho struktuře nevratné změny, výsledkem kterých jsou těkavé produkty, především fenoly a jejich deriváty, a ve zbytku zůstává zuhelnatělý zbytek.

Makromolekuly ligninu podléhají termickému rozkladu při teplotách 200–550 °C, přičemž jejich termická stabilita je různá. Nejméně pevné vazby jsou éterické, alkylarylové a fenolglukosidické vazby, které se rozpadají při teplotách 270–300 °C. Přítomnost -OH skupin podmiňuje ještě nižší teplotu rozkladu 150–270 °C.

Pevnost vazeb C–C se v rozličných sloučeninách pohybuje od 40 do 400 kJ/mol. V ligninu jsou tyto vazby zastoupeny jako vazby alkyl-alkyl, aryl-aryl a alkyl-aryl. První typ vazby se štěpí při základní teplotě 325–330 °C, ale v ligninu, který má boční řetězec, je tato teplota nižší. Energie disociace vazby aryl-aryl v difenylu je 403 kJ/mol a štěpí se při 385 °C. Jednoduché éterické vazby metoxylů v aromatických jádrech se odštěpují v širší oblasti teplot (350–400 ºC), což je zapříčiněno stérickými podmínkami v kondenzovaném systému.



Obr. 2.4 **Hypotetický fragment molekuly ligninu.** (Podle Domburgové.)

Teplota 400 °C je charakteristická pro pevnější vazby fenylkumaranového typu, oxidifenylové vazby a vazby vznikající rekombinací radikálů.

Tab. 2.1 **Přehled štěpení vazeb ligninu podle teploty.**

Teplota rozpadu (°C)	**Typ vazby**	**Číslo aromatického kruhu na obr. 2.1**
150–270	Éterická alkyl-aryl vazba	3, 4
240–250	C–C vazba v bočních řetězcích	1, 4, 7
270–300	Éterická alkyl-aryl a fenol glukosidická vazba	3–4,5
320–325	aryl-aryl vazba mezi kruhy	6–7
325–330	C–C v bočních řetězcích s neaktivními skupinami	3
350–400	Éterická vazba mezi jádrem a CH_3 skupinami v metoxylu	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
370–400	Fenylkumaranový kruh	1–2
370–380	Éterická vazba cyklu	
395	Uhlíkové vazby cyklu	
385	Aryl-aryl vazba u éterifikované fenolické –OH skupiny	6–7
400–420	Fenylkumaranový kruh s éterifikovaným fenol, hydroxylem jádra	1–2
410–420	C–C vazby sekundárních struktur oxidifenylové vazby	4–5

2.1.1.7.2 Manipulace s materiálem po požáru

Archivní materiál po požáru je extrémně křehký, proto jeho stěhování vyžaduje zvýšenou opatrnost. Archivní fondy, které nebyly zasaženy ohněm, ale nacházely se v jeho blízkosti jsou také velmi křehké. Balí se a přepravují pouze suché materiály. Vlhké materiály je třeba před zabalením nechat proschnout (doporučuje se alespoň týden). Mokrý materiál, který byl zasažen požárem a vlivem hašení je mokrý, se balí (fixuje) do pevných obalů a transportuje se ke zmrazení.

Obr. 2.5 **Příklady papírových dokumentů zničených požárem.**

Poškozené fotografie, rukopisy a další aktový materiál je nutno umístit na pevný papír nebo karton, aby se zabránilo dalšímu mechanickému poškození nebo ztrátám.

2.1.1.7 Literatura

1. FLORIAN, M. L.: Heritage Eaters 1997, s. 5–12, 146. ISBN 1875956494.
2. ROBERTS, J. C.: The Chemistry of Paper, The Royal Society of Chemistry, 1996, ISBN 0-85404-518-X.
3. NYUKSHA, Julia and LEONOV, Valerii P.: Preservation of Collections at the Russian Academy of Sciences Library. Restaurator 1997, s. 200–217.
4. Kolektiv autorů: Preventivní ochrana sbírkových předmětů. Národní muzeum.
5. WATERS P.: Procedures for Salvage of Water Damaged Library Materials. The Library of Congress: http://anbg.gov.an/disaster/primer/4.0-library.html.
6. TREMAIN D.: Notes on Emergency Drying of Coated Papers Damaged by Water. Canadian Conservation Institut.
7. KASTALY B.: Some Research Results in Paper Conservation at National Library of Hungary. Sborník Book and Paper Conservation. Ljubljana 1997, s. 279–288.
8. RÉTI Marián – HOJNOŠ, J. Štúdium termického rozkladu ligninu. In: Papír a celulóza, roč. 34, č. 12 (1979), V 45–49.
9. SHAPKINA L. B. a kol. Restoring Book Paper and Drying Books after a Disaster. Restaurator, vol. 13, Number 2, s. 47–57.
10. Sawka, B. Fire or Smoke-damaged Materials. www.stanford.edu/

2.1.2 Poškození pergamenu, pečetí a vazebních usní

2.1.2.1 Poškození pergamenu vodou

Pergamen je základním nosným materiálem písemných památek, které se často řadí k nejvzácnějším. Jsou to např. krásné iluminované rukopisy, graduály, kodexy anebo zakládací listiny řádů, smlouvy, privilegia, která měla základní význam od raného středověku do doby, kdy pomalu převzal jeho funkci papír a použití pergamenu se omezilo na reprezentační účely, diplomy. Vyjímečně nalezneme pergamen i na jiných památkách, např. nábytku, loutkách.

Pergamen je vyroben ze škáry zvířecích kůží různých druhů mokrými procesy a mechanickým opracováním. Histologická struktura kůže je stejná pro všechny druhy, ale odlišuje se různým stupněm vývoje a rozmístění jednotlivých útvarů kůže. Pergamen

je v základě alkalicky odchlupenou kůží (v hydroxidu vápenatém), mechanicky opracovanou koželužskými noži a nakonec fixovanou napínáním na rám a pomalým vysušením. Během napínání je plněn křídou., Bílkovinná vlána jsou stabilizována tmelem nevláknitých bílkovin a plněna křídou. Závěrečnými povrchovými úpravami (např. škrabáním, broušením, plněním, barvením ,hlazením) lze vyrobit pergamen rozličných kvalit, různě transparentní, různé tloušťky a povrchového charakteru.

Chemicky tvoří základ pergamenu vláknitá bílkovina kolagen. Struktura kolagenových vláken je přeorganizována během napínání paralelně s povrchem. Struktura kolagenu je velmi komplikovaná. Základem je makromolekula asi 1 000 aminokyselin, která však není izolovaná, ale společně s dvěma dalšími tvoří spirálovitý útvar tropokolagen. Velmi důležité pro vlastnosti pergamenu jsou tzv. nadmolekulární struktury kolagenu, tvořené intra- a inter- kovalentními vazbami a vodíkovými můstky, které spoluvytvářejí vysoce organizovanou vláknitou spirálovitou strukturu kolagenu.

Pokud je kolagen vystaven současnému působení tepla a vlhka nastává denaturace. Denaturaci mohou způsobit nebo podpořit ještě jiné vlivy. Během denaturace se pravidelně uspořádaná spirálovitá forma kolagenu rozpadá na nahodilou, neuspořádanou strukturu. Molekuly jsou navzájem separovány a polypeptidové řetězce jsou depolymerovány a rozštěpeny v malé jednotky. Aminokyselinové boční řetězce jsou chemicky modifikovány a jsou navázány nové příčné vazby.

Jak je zřejmé z procesu výroby i z našich restaurátorských zkušeností, jedná se o materiál velmi citlivý k poškození vodou, která podle intenzity a doby působení může poškodit pergamen do různého stupně. Pergamen je materiál hygroskopický. Voda obsažená v kůži může být v několika formách: volná, asociovaná a pevně vázaná. Množství vody v pergamenu kolísá podle teploty a relativní vlhkosti prostředí. V suchém prostředí dochází k dehydrataci, hmotnost i rozměry pergamenu se snižují. V prostředí s vysokou relativní vlhkostí pergamen sorbuje vodu, dochází k botnání, zvětšování rozměrů i hmotnosti. Obsah vody má vliv na užitné vlastnosti pergamenu – především pružnost a ohebnost. Hygroskopicita historického materiálu bývá vyšší než novodobého.

Při vystavení suchému teplu, je 25% relativní vlhkost ještě vlhkostí, která může být dlouhodobě tolerována, při nižší dochází k ztrátě vody z tropokolagenu a vzniká nestabilní struktura, která může být nevratně poškozena.

Vliv zvýšené relativní vlhkosti na pergamen

Krátkodobé zvýšení relativní vlhkosti a její absorpce pergamenem má za následek rychlé změkčení pergamenu a je využíváno v mnoha případech ke konzervačním zásahům, např. odstranění deformací. Postupné zvyšování vlhkosti je bezpečné do 24 hodin. Vystavení pergamenu zvýšené vlhkosti aktivuje bakterie a spóry plísní (dlouhodobě při 65% RV a vyšší). Zejména plísně jsou nebezpečné. Napadají strukturu, rychle ovlivňují mechanické vlastnosti a produkují barviva, která poškozují vzhled pergamenu. Bylo pozorováno, že vzorky pergamenu byly napadeny plísněmi mezi 91 a 165 hodinou expozice vysoké RV.

Pergamen při dlouhodobém vystavení vlhkosti, sorbuje tolik vody, že způsobuje hydrolýzu kolagenu za tvorby želatiny.

Vliv přímého kontaktu pergamenu s vodou

Aplikace vodných roztoků na pergamen měla téměř vždy neblahé účinky na vlastnosti a vzhled pergamenu. Nedoporučuje se tedy ani krátkodobý kontakt s vodou. Se studenou vodou závisí stupeň poškození pergamenu na době kontaktu s vodou. Velmi rychle však botná a vrací se o jeden technologický krok ve výrobě zpět. Po 24 hodinách bývá zcela nabotnán a nasycen vodou a pravděpodobnost smrštění při volném sušení na vzduchu je velká. V konzervaci se přímého námoku z tohoto důvodu neužívá, pergamen může být však v kontaktu s vodně-etanolovým roztokem, což by mohlo být součástí konzervačních opatření. Stejně tak pomalé sušení za napětí, buď pod tlakem nebo vypínáním. To je možné pokud se jedná o jednotliviny.

Horší situace je pokud se jedná o kontakt pergamenu s vodou teplou. Velmi rychle může být překročena tzv. teplota smrštění, která vyplývá z hydrotermálního chování struktury kolagenu. Smrštění je makroskopický projev denaturace bílkovin. U zdravého kolagenu se pohybuje přibližně mezi 62–65 ºC.

U dobře zachovaných historických pergamenů kolem 50 ºC, teplota nižší než 40 ºC charakterizuje už velmi poškozenou strukturu. Pokud je pergamen v kontaktu s teplou vodou, dochází k nevratnému smrštění struktury, která se projevuje značným zmenšením rozměrů, zvrásněním, zklihovatěním, transparencí a zkřehnutím. Pokud je výchozí stav dobrý, struktura se vrací do výrobního stavu před napínáním. Jestliže je však špatný, struktura rychle nevratně degraduje. Stupeň poškození bude záviset také na době kontaktu památky s vodou.

Rychlé vyschnutí volně na vzduchu způsobuje deformaci, urychluje fixaci změn, transparenci a ztvrdnutí. Pergamen po kontaktu s vodou může být konzervován a čištěn metylalkoholem, směsí etylalkohol-voda (4:1) nebo isopropylalkohol-voda (4:1). Polární rozpouštědla jsou změkčujícími prostředky, obnovují opětně vodíkové můstky a zabraňují slepení vláken. Pro vysychání je nutné opakovat poslední stadium výrobního procesu, vysychání pergamenu za napětí, tzn. vypínání nebo měkké lisování mezi netexem, filtračními papíry a dřevěnými deskami. Také mezi Goretex*em*, filtračními papíry a dřevěnými deskami je možné citlivěji sušit pergamen. Sušeny pod napětím by měly být asi 2–3 týdny, aby se struktura stabilizovala.

Poškození barevné vrstvy na pergamenu vodou

Písemné památky na pergamenu nesou barevnou vrstvu, která může být jednoduchá až velmi komplikovaná. Od prostého písma až po velice komplikované barevné systémy iluminací. Na barevnou vrstvu na pergamenu má kontakt s vodou katastrofální účinky.

Písmo, které je nejčastěji psáno železito-duběnkovým nebo sazovým inkoustem je při dlouhodobém kontaktu s vodou rozmýváno, zeslabuje, až téměř mizí.

Rozmytí barev iluminací. Iluminace jsou často minerální pigmenty, někdy i organická barviva, pojená bílkem nebo různými polysacharidickými pojivy, jako arabskou gumou. Takže i při malém kontaktu s vodou jsou poškozeny a rozpíjeny do okolí. A mohou být vodou fixovány na jiném místě (velmi jemné pigmenty, zvláště rumělka). Pokud je potřeba čistit listinu od pigmentů, provádí se to smotkem vaty namočeným do směsí etanol-voda (3:1) nebo isopropylalkohol-voda (4:1).

Zlacení je nejkřehčí částí barevné vrstvy a začíná pracovat zejména při vysychání, tvoří se krakely, bolus se drobí a barevná vrstva odpadává od podložky.

Případy poškození pergamenu vodou z praxe

Případ 1

Pergamenová, bohatě iluminovaná listina byla vystavena ve skleněné vitríně a během noci došlo k protečení vody do vitríny. Přes celou noc byla téměř celá ponořena do vody. Poté byla sušena týden volně a teprve poté se dostala na pracoviště zabývající se pergamenem. Následkem bylo lokální smrštění pergamenu, rozmytí písma i iluminace, nevratná ztráta barevné vrstvy.

Případ 2

Všerubské erbovní privilegium a další listiny

Soubor listin, který byl vystaven požáru v kovové truhle, poté během hašení přišel do kontaktu s vodou a dále byl ne příliš dobře konzervován nalepením na balicí papír. Pergamen je značně zkřehlý, zašedlý, transparentní a písmo je z velké části smyté.

Případ 3

Skotsko (Perth)

Pergamenové dokumenty byly nasycené vodou. Restaurátoři ze zkušeností upozorňují, že jestliže je pergamen ponechán schnout volně na vzduchu, výsledkem bude smrštěný, transparentní, křehký materiál. Nežádoucí efekt se také objeví, i když je pergamen sušen pod velkým tlakem. Listiny byly proto zmraženy.

Sušení po rozmražení bylo prováděno za použití Sympatexu a savého materiálu, aby bylo kontrolováno vysychání. Když byly listiny ve stavu mírné vlhkosti na pohmat, byly napínány a dosušeny za napětí. Příliš jemná listina byla sušena na vakuovém stole. Byla umístěna na tenký filtrační papír a rovnána během sání. Kousek Melinex*u* byl umístěn na povrch v počáteční fázi k zpomalení vysychání, ale později byl nahrazen Sympatexem, aby byl kontrolován proud vzduchu.

Případ 4

Zvláštní problém tvoří při sušení vymražováním pergamenové listiny s pečetěmi. Během testů byly pozorovány strukturní změny v pergamenu v nárůstu tloušťky a poklesu elasticity, bylo pozorováno též 4% zmenšení rozměrů .To však naznačuje na přesušení, které může být vratné po kondicionaci a jemném vypnutí. Pergamen však nemusí ztransparentnět. Při povodni v Tiroler Landesmuseum byla tato metoda úspěšně aplikována s uspokojivým výsledkem. Pergamen zůstal flexibilní a voskové pečetě neporušené.

2.1.2.2 Poškození pergamenu ohněm

V první fázi zvyšování teploty v okolí pergamenu nastává vysušování, charakterizované uvolněním volné vody ze struktury. To má za následek deformaci a napětí ve struktuře. Pergamen zmenšuje rozměry a stává se křehkým. Zvyšuje se pravděpodobnost mechanického poškození. Reed uvádí, že v podstatě pergamen odolává suchému teplu do 100 ºC, některé pergameny až do 130 ºC. Nad touto teplotou pergamen ztrácí vodu a probíhá tepelná degradace – denaturace, pergamen se kroutí a hnědne a nad 300 ºC karbonizuje.

V diplomové práci byly naměřeny termogravimetrické křivky různých druhů pergamenu a s různým typem ošetření. Bylo zjištěno, že chování všech je v prostředí suchého tepla stejné. Po rychlém úbytku hmotnosti do 100 ºC nastává jen pomalé snižování hmotnosti do 250 ºC, potom nastává rychlý úbytek hmotnosti, degradace. Při 500 ºC nastává hoření. Zbytky pergamenu jsou hnědé až černé, velmi křehké.

Během vystavení teplu se snižuje hydrotermální stabilita (teplota smrštění) a homogenita vláken kolagenu. Aminokyselinová analýza potvrdila významné oxidační změny v proteinech a zvyšování množství kyselých aminokyselin

Poškození teplem studovala B. Hassel. Vzorky pergamenu vystavené teplu analyzovala metodami Ts-MHT, DSC, AAA a Ramanovou spektroskopií. Různé vzorky pergamenu, vystavené teplotě 60–170 ºC na 48 hodin nebo historické skutečně prošlé a poškozené ohněm. Vizuálně byly konstatovány změny v barvě a rozměrech, Bylo pozorováno, že vzorek pergamenu vystavený 24 hodin 170 ºC, se okamžitě se rozpadl v gelové kousky při kontaktu s vodou, ačkoliv vizuálně vypadal intaktní. Další prokázaný výsledek byl, že poškození vlhkým teplem koresponduje se suchým o 30 ºC vyšším. Vlhké teplo je vždy destruktivnější než suché.
AAA (aminokyselinová analýza) je hodnotná metoda pro stanovení stupně oxidace v bočních řetězcích kolagenových molekul, ke kterému dochází během poškození teplem. Ramanova spektroskopie ukazuje hydrolytické procesy a změny helikální struktury, ale není dost účinná pro stanovení poškození teplem. Teplota smrštění a DSC jsou hodnotné metody pro oba typy degradačních mechanismů. Teplota smrštění však podává rychlou informaci o stavu degradace kolagenu.

Teplem a ohněm poškozené pergameny způsobují enormní problémy v konzervaci, protože je obvyklé pro vyrovnání pergamen měkčit ve vodních parách, a to může mít za následek kompletní rozpad a zželatinování pergamenu.

Poškození teplem není někdy zřejmé vizuálně a musí být testováno (teplota smrštění). Stav pergamenu a barevné vrstvy na něm dále zhoršuje kolísání vlhkosti a teploty doprovázené velkými rozměrovými změnami. Takže např. po vystavení teplu v blízkosti požáru nastává prudké ochlazení a kontakt s vodou.

2.1.2.3 Poškození pečetí vodou

Pečetě nacházíme velmi často ve spojení s pergamenovými listinami, což vyplývá z jejich funkce. Existují však také sbírky samostatných otisků pečetí nebo pečetě

bez listin. Podle způsobu připojení pečetě k listině rozeznáváme různé typy pečetí (zavěšené, přivěšené a přitištěné), přitištěné se chovají jinak v kontaktu s vodou a mohou být více poškozené.

Základními materiály pečetí jsou včelí vosk, pryskyřice (kalafuna), šelak pigmenty a plniva. Pečetě bývají v pozdějších stoletích v miskách – kovových, dřevěných.

Je všeobecně známo, že včelí vosk je ve studené vodě nerozpustný.

Základní materiály pečetí: včelí vosk, kalafuna, šelak jsou typické materiály hydrofobní a mohou být součástí různých ochranných laků a prostředků proti vodě nebo vzdušné vlhkosti.

Studená, čistá voda tedy nepoškozuje pečetě přivěšené voskové. Nebezpečím by však byla voda alkalická. Je všeobecně známo, že vosk zmýdelňuje působením alkálií, zatímco v kyselém prostředí je velmi odolný.

Teplá voda by samozřejmě zapůsobila na reliéf pečeti (viz. poškození teplem).

Zvláštní kapitolou by byly pečetě přitištěné. Namočení a vysušení způsobuje spíše pohyb podložky, ať už je papírová nebo pergamenová. Následkem toho jsou praskliny, krakely, odpadání kousků, zejména při vysychání.

Příklad z praxe Archiv Národního muzea v Praze

Sbírka pečetí Archivu Národního muzea v Praze uložená v Terezíně byla poškozená zatopením, ke kterému došlo 15.–16. 8. 2002. Ačkoliv zatopení mělo rychlý průběh a po 12 hodinách voda už opadla. Sbírka obsahuje asi 53 600 pečetí, odlitků a otisků pečetí. Největší část je v Národního muzea v Praze od roku 1891. Z toho bylo asi 14 000 poškozeno nevratně a zlikvidováno a asi 40 000 bylo zachráněno. Pečetidel je ve sbírce 1 100, z toho 310 bylo zaplaveno. Depozitář byl v suterénu budovy, pečetě byly uloženy v dřevěných skříních vyrobených pro tyto účely. Po vniknutí vody asi do výšky 1,5 m byly skříně vodou nadlehčeny a popadaly. Pečetě, které nebyly uloženy v zásuvkách vypadaly do bahnité vody a na ně padly skříně. Materiálově se fond skládá z menšího množství voskových pečetí, sádrových odlitků a přitištěných pečetí z pečetního vosku (španělského). Pečetidla byla mosazná, bronzová, stříbrná a železná.

Poškození způsobila především špína a mikrobiologické napadení. Při vysychání došlo k zbělení některých typů pečetního vosku a silnému popraskání u některých přitištěných pečetí. Tenčí pečetě byly poškozeny více. Sádrové odlitky, pokud byly namočeny a vyschly a nepůsobilo na ně mechanické namáhání (pád skříní), se zachovaly nepoškozené. Pokud byly v rozmočeném stavu vystaveny mechanickému tlaku, rozpadly se na kašovitou hmotu. Voskové pečeti prošly bez poškození. Železné typáře jsou náchylné k rezavění.

Po konzultaci byly pečetě ošetřeny nátěrem 2,5% roztokem Ajatin*u* ve vodě. Objevuje se pouštění barvy (u sádrových odlitků natřených novodobými barvami, a u některých přitištěných pečetí. Zbělení některých přitištěných pečetí, snad intenzivnější, než ke kterému došlo při námoku. Podle analýz FTIR tyto pečeti obsahovaly jen malé množství vosku a pryskyřice a velké množství plniv.

2.1.2.4 Poškození pečetí ohněm

Základní materiál pečetí v širokém časovém rozmezí mnoha staletí je včelí vosk. Včelí vosk je metabolický produkt včely, chemicky jde o složitou směs uhlovodíků, esterů vyšších mastných sloučenin s vyššími alkoholy, volných mastných kyselin, sterolů, barviv a aromatických látek. Konzistencí ho řadíme mezi plastické látky, které mají vlastnosti pevných látek i kapalin. Je nízko odolný vyšší teplotě, při letní úlové teplotě, 35 ºC měkne a dále se taví při 62–65 ºC bez rozkladu. Bělený vosk v rozmezí 60–70 ºC. Včelí vosk je materiál podporující hoření jiných materiálů. Tradičně byl používán k výrobě svící. Z ostatních fyzikálních vlastností je v této souvislosti důležitá schopnost izolovat teplo a odpuzovat vodu (hydrofobnost). Vosku příbuzné materiály (parafin, ceresin, japonský vosk, karnaubský vosk apod. tají v rozmezí 40–90 ºC). Včelí vosk se rozpouští rychle v terpentýnovém oleji, benzenu, benzinu, chlorovaných rozpouštědel (za tepla částečně i v etanolu a metanolu).

Vlastnosti včelího vosku jsou závislé na teplotě, nejen při zvyšování, ale také při chladnutí a uložení. Důležitou vlastností je silná rozměrová změna při chladnutí z taveniny a vznik krystalizace na povrchu během dlouhodobějšího uložení za nižší teploty. Při rychlém a silném zmražení krystalizace nevzniká, struktura je rigidní.

Kalafuna a jiné pryskyřice tají při vyšší teplotě a tuhnou velmi rychle.

Pro pečetě z toho vyplývá, že již zvýšení teploty nad 40 ºC způsobuje snadnou deformovatelnost a další zvyšování měknutí, tání, tavení a hoření. Z tohoto hlediska představují pečetě materiál, velmi rychle poškozovaný teplem a ohněm.

K namáčení nebo čištění vosku by měla být použita čistá destilovaná nebo demineralizovaná voda. Voda s obsahem vápenatých a hořečnatých iontů způsobuje zmýdelňování vosku.

Pokud by bylo potřeba rychlé zmražení na – 20 ºC je možné, vosk je však křehký a na povrchu se objevuje mírný povlak. Je však třeba být opatrný při rozmrazování, může dojít k poškození v důsledku různých rozměrových změn materiálů.

2.1.2.5 Poškození vazebních usní vodou

Mezi historické vazební kožené materiály patří nejčastěji třísloučiněné usně a bílé usně. Najdeme zde také vazební pergameny, o těch však v souvislosti s chováním během kontaktu s vodou platí v podstatě to, co bylo napsáno v kapitole o psacím pergamenu. Je navíc potřeba , abychom respektovali specifika vazby.

Kožené činěné materiály jsou citlivé a výrazně reagují na zvýšenou relativní vlhkost prostředí i přímý styk s vodou, navíc ještě znečištěnou.

Pro tyto materiály platí podobné degradační mechanismy jako u pergamenu, ovlivněné navíc typem činění a stupněm degradace činící látky. Pokud se podíváme na způsob výroby, jsou tyto materiály do stavu holiny principielně totožné. Činění představuje proces, který zlepšuje řadu užitných vlastností. Bylo a je prováděno mnoha typy činících látek, které působí různými mechanismy zesíťování mezi kolagenovými vlákny. Nejznámější je třísloučinění, jirchářství, činění aldehydy a z moderních způsobů činění bazickými minerálními solemi (např. chromočinění).

Třísloučiněné usně se velmi liší v kvalitě dané typem třísliva, ale i celou technologií mazání a dokončovacích procesů. Třísloviny nejsou přesně definovány určitým chemickým složením, jedná se o široké spektrum látek rostlinného původu typu vícesytných polyhydroxyfenolů. Typ tříslovin ovlivňuje výrazně stárnutí usní. Odolnost vůči dalšímu poškozování také ovlivňuje celá historie uložení.

Bílé usně mají malou odolnost vůči vodě, neboť činění hliníkem ve formě kamence nepřináší pevné hydrofobní vazby, teplota činění se nezvyšuje nebo jen málo. U těchto usní je důležité mazání nebo povrchová úprava a impregnace. Tradičně se kombinovalo s mazáním žloutkovou emulzí.

Poškození vodou u třísloučiněných usní

Kontakt s vodou nebo i dlouhodobější vlhké a teplé prostředí má katastrofální účinky na usně. Kolagenní materiál podléhá vodě po kontaktu s vodou nabotnáním struktury, rozvolněním nadmolekulární struktury, denaturací (tj. přechodem do neuspořádaného stavu), zželatinováním. Chemicky jde o procesy kyselé hydrolýzy. Tmavnutí u třísloučiněných usní je vysvětlováno migrací nevázaných, zdegradovaných tříslovin k povrchu. Velmi brzy po kontaktu s vodou může dojít k napadení mikroorganismy, které dále urychlují rozpad usně.

Po vysušení jsou ovlivněny mechanické vlastnosti, např. pokles pevnosti, který souvisí s množstvím rozpustného proteinu. Teplota smrštění se snižuje a dochází ke změně rozměrů. Následující hodnoty je ilustrují. Při měření plošných změn bylo naměřeno zmenšení plochy o 10,5 % po vysušení vymražením u třísločiněné usně, a o 9 % u vazebního pergamenu. Tloušťka se po vymrazení zmrazených třísločiněných usní se zvětšila o 7 %, tedy jen o 1 % více než při sušení pod zátěží. Při vymrazení zmrazeného pergamenu bylo zjištěno celkové zvýšení tloušťky o 50 % u vazebního pergamenu a 56 % u psacího pergamenu.

Při sledování změn pevnosti v tahu a tažnosti došlo po vymrazení třísločiněné usně k zvýšení pevnosti o 18 % ve směru podél a snížila se o 6 % ve směru napříč. Jiná situace opět byla u vazebního pergamenu, po vymrazení zmrazeného vazebního pergamenu se pevnost snížila zhruba o 10 % a zvýšila tažnost o 98%.

Zkušenosti z konzervování vodou poškozených usní u knih Městské knihovny v Praze

Během povodně v srpnu 2002 byly zatopeny knihy z fondů Městské knihovny v Praze, mezi nimi i Pražská bible z roku 1488 uložená v budově Městské knihovny v Praze – Holešovicích.
Při povodni bylo namočeno velké množství knih. Z toho důvodu byly zmrazeny. Zmrazení zastaví botnání a deformaci materiálů, a tedy i bílé usně na povrchu. Knihy mohou v tomto stavu čekat na konzervaci. Před zmrazením by měly být mokré knihy omyty čistou vodou, vytvarovány do bloku pro uchování tvaru knihy a jednotlivě baleny do polypropylénových obalů. Vhodné je rychlé zmrazení při teplotě – 30 až – 50 ºC. Zmrazené předměty je vhodné skladovat při teplotě – 18 ºC, bez kolísání, aby nedošlo k narůstání objemu krystalů ledu, které by poškodily strukturu usně.

Metody sušení

Metody sušení usní a pergamenů jsou propojeny s metodami sušení papíru a jiných materiálů, které jsou součástí knihy, ačkoliv jde o různé materiály s různými potřebami. Proto se i doporučuje oddělit desky pokud je stupeň poškození velký a přichází v úvahu restaurování.

Volné sušení

Sušení na vzduchu není příliš vhodné pro vodou nasycené kožené materiály, protože dochází k silným deformacím. Menší poškození by bylo možné při sušení při zatížení mezi filtračními papíry.

Lyofilizace

Sušení vymrazováním nebo-li lyofilizací je úspěšná metoda u řady materiálů. U knih vzhledem k různým materiálům a velké rychlosti schnutí kožené vazby a podstatně pomalejšímu schnutí bloku se tato možnost testuje. Doporučuje se např. zabalit koženou vazbu do polyethylenového obalu a sejmout ho v poslední fázi sušení. Vysoušení by mělo být pomalejší, při nízké teplotě a sledování celého procesu vysoušení. Při zkušebních testech sušení vymrazováním docházelo k přesušení, rozvolnění struktury usně, zdeformování desky, zvýraznění struktury povrchu, deformaci celé desky a krabacení.

Vakuové vysoušení

Vakuové sušení, při kterém se voda vypařuje v kapalné fázi za podtlaku ve vakuové tepelné komoře, představuje pro kožené materiály vyšší rizika poškození, např. deformace, smrštění. Je doporučováno spíše pro méně náchylné materiály s nižší hodnotou.

Vakuová balička

Tento novější způsob sušení je vhodný pro vysoušení mokrých knih, i knih zmrazených. Kniha, mokrá nebo zmrazená, se zabalí do netkané textilie, tvořící separační vrstvu. Poté následuje silná vrstva absorpčního materiálu a celý systém se vloží do polyetylénového sáčku a vakuově zabalí. Protože je odstraněn vzduch, nehrozí riziko napadení aerobními plísněmi a baktériemi. V uzavřeném systému migruje voda do sorpčního materiálu a po určité době se sáček rozstřihne, zkontroluje a vymění absorpční materiál a kniha se znovu zavakuuje. To se provádí až do úplného vysušení.

Zkušenosti ukázaly, že je dobré sušit desky potažené usní odděleně od bloku. Použití vakuové baličky na sušení bílé usně v případě Pražské bible bylo úspěšné. Výhodou se zdá pomalejší, šetrné sušení, vlhkost v materiálu zůstává, proces vysoušení je průběžně kontrolován. Useň má menší tloušťku v důsledku tlaku, struktura je však zploštělá. Nedochází k deformaci, případně lze upravovat tlak v baličce. Bylo pozorováno smrštění bílé usně asi o 1 cm. Při další práci (lepení škrobem) se useň vyrovnala a vytáhla na původní rozměr. Prokladový materiál je vhodné dělat přesně na rozměr knihy, aby se předešlo deformaci hran.

V některých případech docházelo u dalších knih s třísločiněnou vazbou vlivem tlaku ke krabacení. Všechny usně byly po sušení slabší a sušší.

2.1.2.6 Literatura

1. ĎUROVIČ, M. a kol. Restaurování a konzervování archiválií a knih. Paseka. Praha 2002.
2. HOFMANOVÁ, I. Studium vlastností historických a moderních pergamenů. Diplomová práce VŠCHT, Praha 1994.
3. HASSEL, B. Heat-Damaged Parchment. Papier Restaurierung, vol. 3, no. 4 (2002).
4. CHARLES, V See How They Run: Conserving Perth Museum´s Flood Damaged Archives, S.S.C.R. Pearth Flood Seminar, 2002.
5. BANIK, G. Conservation of Water Damaged Museum and Archival Documents. Sborník ICOM, 1990.
6. BĚLIČOVÁ, M. Archiv Národního muzea v povodni. Časopis Národního muzea, Řada historická, ročník CCXXII, č. 1–2, 2003.
7. SOUČKOVÁ, M. Osobní sdělení.
8. DVOŘÁKOVÁ, J. Restaurování Pražské bible z r. 1488. Bakalářská práce IRKT v Litomyšli. Litomyšl. 2003.

2.1.3 Poškození psacích látek vodou

V archivním materiálu se objevuje poměrně bohatá škála psacích látek. Z hlediska významu a četnosti jejich použití má smysl se zabývat následujícími skupinami:

- Sazové inkousty (tuše, koptové inkousty).
- Železogalové inkousty.
- Inkousty na bázi arylmetanových barviv.
- Tužky černografitové a inkoustové.
- Barviva a pigmenty pro barevnou vrstvu iniciál a iluminací.
- Tiskařské inkousty.

Většina těchto prostředků je složena z barevné látky (rozpustné či nerozpustné ve vodě) a pojiva, které zajišťuje zakotvení této látky k podložce. O rozpustnosti

ve vodě tedy rozhoduje chování každé z nich. Další a ne zanedbatelný význam má pak v některých případech vytvořená vazba papír (pergamen) – psací látka.

2.1.3.1 Sazové inkousty (tuše)

U sazových tuší je rozhodující z hlediska poškození rozpustnost pojiva, protože samotné saze jsou vůči vodě inertní. Historické tuše jako pojivo používaly přírodní látky typu klihu či arabské gumy, které se vodou snadno rozpouštějí. Snížení účinnosti pojiva ve vodě má pak za následek opadávání či splavování sazové vrstvy, což může vést k úplné ztrátě informace. U zavřených promáčených svazku může vlivem uvolnění barevné vrstvy docházet k obtiskání písma na protilehlou stranu listu papíru. Při vysušení zavřené knihy bez kontroly se mohou stránky vlivem pojiva písma slepit a poškození se ještě prohloubí.

Novodobé tuše většinou zůstávají nepoškozené, protože k jejich výrobě se požívá šelak, jehož odolnost k vodě je známá.

2.1.3.2. Železogalové inkousty

V papírových rukopisech s železogalovým inkoustem se často objevuje po námoku kolem písma tzv. halo efekt. Je tvořen většinou rozpustnými degradačními produkty celulózy, které vznikají v písmu v důsledku korozní činnosti těchto typů inkoustů. Ve vodném prostředí se vodorozpustné produkty odplaví, ale při navlhčení papíru se naopak ještě více rozptýlí do plochy papíru. Tak se objevuje kolem písma nahnědlá zóna, která obsahuje i složky korozního inkoustu. Čitelnost písma se pochopitelně snižuje.

Silné vrstvy železogalového inkoustu se vlivem vody odplaví a v místě inkoustové linky zůstávají slabě zbarvené stopy, čitelnost písma je jen nepatrná.

2.1.3.3 Inkousty na bázi arylmetanových barviv

Inkousty na bázi arylmetanových barviv se vlivem vody v řadě případů rozpouštějí a krvácejí. Při silnějším námoku mohou ve svazku spisů případně v knize obarvit několik sousedních stránek. Jedná se především o fialová (metylvioleť, krystalová violeť) a modrá barviva (Viktoriina modř, vodní modř), která vykazují velmi dobrou rozpustnost ve vodě. Podobné problémy se objevují u inkoustových tužek, razítkových barev a kopírovacích inkoustů.

2.1.3.4 Barevná vrstva

U pigmentů způsobují velké problémy vodorozpustná pojiva, např. arabská guma nebo klihy, a proto dochází k uvolňování pigmentových částic. Stupeň poškození je většinou závislý na tloušťce nanesené vrstvy. Obecně jsou více poškozené silnější barevné vrstvy. Při usušení iluminací zavřených knih bez kontroly dojde ke slepení stránek a při rozlistování se barevné vrstvy strhávají. Tenké vrstvy např. u architektonických kreseb jsou většinou dobře zachovány.

Kromě psacích látek jsou problematické i barevné papírové listy i barvené předsádkové papíry, které mohou probarvit několik listů papíru ve svém okolí. Většinou vznikají velké nepravidelné skvrny, které jsou esteticky velmi rušivé. Dalším zdrojem rozpustných barviv jsou textilní a papírové potahy knižních vazeb.

2.1.3.5 Problémy po vysušení

Poměrně složitým problémem, který je nutno při zasažení písemných materiálů vodou řešit, je slepení listů papíru po nekontrolovaném vysušení. Slepení listů mohou kromě pojiv obsažených přímo v papíru nebo v nátěrových vrstvách zušlechtěného papíru způsobit i pojiva tiskařských barev a inkoustů. V Maďarsku mají velké zkušenosti s rozlepováním papíru po povodni a vypracovali přehled používaných pojiv.

Přehled pojiv používaných pro tiskařské inkousty

a) před rokem 1940–1950 a po roce 1950 velmi zřídka

lněný olej
minerální olej
syntetické laky na bázi pryskyřičné nebo bitumenové
syntetické laky na bitumenové bázi s benzenem

b) po 1940–1950

syntetická pryskyřice z maleinátu kalafuny
nitrolak
chlorokaučuk
cyklokaučuk v toluenu
albertolová kyselina esterifikovaná pentaerytritem
kopolymer vinylchloridu s vinylacetátem
albertolová syntetická pryskyřice v alkoholu
polyamid v izopropanolu

Podle typu pojiv v tiskařských inkoustech lze potom navrhnout i způsob rozlepení jednotlivých listů bez rizika dalšího poškození.

2.1.3.6 Literatura

1. KASTALY, B. Some Research Results in Paper Conservation at National Library of Hungary. Sborník Book and Paper Conservation. Ljubljana 1997, s. 279–288.

2.1.4 Poškození fotografických materiálů vodou a ohněm

2.1.4.1 Základní princip vzniku fotografického obrazu

Většina fotografických procesů využívá pro tvorbu fotografického záznamu světlocitlivé sole stříbra (chlorid, bromid nebo jodid stříbrný). Ztmavnutí vlivem světla je způsobené vznikem kovového stříbra. Atomy stříbra mají zvýšenou pohyblivost, shlukují se a vytvářejí zárodek budoucího obrazu, tzv. **latentní obraz**. Viditelný fotografický obraz vzniká při procesu **vyvolávání**, kdy se světlem exponované stříbrné ionty redukují na kovové stříbro vyvolávací roztoky tzv. vývojky. V počátcích se latentní obraz vyvolával parami rtuti (daguerrotypie) nebo kyselinou galovou s dusičnanem stříbrným (kalotypie). Současné vývojky obsahují hydroxyderiváty a aminoderiváty benzenu. Vyvolaná citlivá vrstva obsahuje kromě kovového stříbra také neexponovaný halogenid stříbrný, proto je nutné jej z citlivé vrstvy odstranit a stabilizovat. Tento proces se nazývá **ustálení**. Nejúčinnější ustalovací látkou, která je používána od roku 1819, je thiosíran sodný. Celý proces je zakončen dlouhým a důkladným **praním** ve vodě.

Struktura fotografických materiálů

Většina fotografických materiálů je složena z několika vrstev:

1. Podložka-nosič citlivé vrstvy nebo záznamu obrazu

Materiály používané pro podložku jsou na bázi anorganických i organických materiálů:

- anorganické materiály;
- kov;
- cínové desky natřené asfaltem – heliografie od roku 1826, stříbrné desky nebo postříbřené měděné desky – daguerrotypie od roku 1839, železné nebo cínové desky natřené černým lakem – ferotypie a tintypie od roku 1840;

- sklo (nejčastěji sodno-vápenaté) ;
- porcelán, kámen;
- organické materiály;
- celuloid (dinitrát celulózy plastifikovaný kafrem) se používal od roku 1880 až do roku 1950;
- acetylcelulóza (triacetátcelulózy) se používala od roku 1908;
- polyestery (nejčastěji polyetylenglykoltereftalát).
- papír.

2. Citlivá vrstva

Vrstva, ve které se tvoří obraz. Světlocitlivé látky – halogenidy stříbra – jsou rozptýlené ve vrstvě nosiče. Mezi nejstarší nosiče patří:

- kolodium – roztok dinitrátu celulózy ve směsi alkohol-éter, používal se od roku 1851;
- albumin – vaječný bílek;
- arabská guma – polysacharid, používaná především v létech 1900–1910;
- želatina – bílkovina, jejíž hlavní složkou je glutin. Používá se od nejstarších dob fotografie až po současnost.

3. Obrazová vrstva je vytvořená obrazotvornou látkou, kterou je nejčastěji stříbro. Dále pak mohou být přítomny další látky - amalgám stříbra, železo, platina, paládium; soli kovů, uhlík, pigmenty a barviva.

4. Substrátová vrstva váže citlivou vrstvu k podložce. Ve fotografických papírech je substrátová vrstva tvořená barytem (síran barnatý) nebo u moderních fotografických papírů polyethylenem, který je pigmentovaný oxidem titaničitým. Oxid titaničitý nahrazuje barytovou vrstvu a chrání papírovou podložku před účinkem vody a roztoků chemikálií při zpracovávaní (RC – resin coat).

2.1.4.2 Historické fotografické procesy

Heliografie

Heliografie je nejstarší fotografický proces schopný trvalého záznamu účinkem světla, který se však pro dlouhou expoziční dobu nebyl v praxi využíván.

Princip: přírodní asfalt se účinkem světla vytvrzuje a stává se nerozpustným v některých organických rozpouštědlech.
Identifikační rysy: kopie na skle nese slabý hnědý negativní obraz rytiny. Obraz byl jakoby nadechnutý a procházející světlo se na částečkách asfaltu silně rozptylovalo. Místa pokrytá asfaltem se jeví světlá proti svému okolí. Při pozorování v odraženém světle proti tmavému pozadí se obraz jeví jako pozitiv.
Období používání: 1822–1833.

Daguerrotypie

Daguerrotypie je prvním v praxi používaným fotografickým procesem.
Princip: Světlocitlivou látkou jsou halogenidy stříbra, obraz je tvořen částečkami amalgámu stříbra, který se vytváří kondenzací par rtuti. Tato kondenzace probíhá selektivně v místech fotolyticky vyloučeného stříbra.
Identifikační rysy: Obraz daguerrotypie leží jakoby na samém povrchu postříbřené měděné desky, není uložen v žádném pojidle, je velmi ostrý a jemně prokreslený. Základním poznávacím znakem je přecházení z pozitivu na negativ a naopak při naklánění. Navíc se pozorovatel v daguerrotypii vidí jako v zrcadle.
Období používání: 1839–1859 (vzácně i později).

Kalotypie (talbotypie)

Kalotypie je předchůdcem systému negativ – pozitiv.
Princip: Proces využívá papírových negativů. Kvalitní papír byl impregnován roztokem dusičnanu stříbrného a jodidu draselného (vysrážení jodidu stříbrného). Latentní obraz byl vyvolán chemicky a negativ se ustálil v roztoku thiosíranu sodného.
Pozitiv byl zhotoven na papír, který byl impregnovaný dusičnanem stříbrným a kuchyňskou solí (tzv.„solené“ papíry), kopírováním negativu jasným slunečním světlem.
Identifikační rysy: Kalotypické negativy jsou na papíru, jsou transparentní (podobné pauzovacímu papíru). Výsledné pozitivy mají nejčastěji teple hnědou barvu a malou ostrost obrysů.
Období používání: 1840–přibližně 1855.

Mokrý kolodiový proces, kolodiové negativy

První proces v dějinách fotografie, který využívá skla jako nosiče citlivé vrstvy.

Princip: Využití kolodia, v němž jsou rozptýleny halogenidy stříbra. Směs je nanesená na skla. Název „mokrý“ vychází z toho, že proces exponování i vyvolávání probíhal za vlhka.

Identifikační rysy: Kolodiový negativ je obvykle na silnějším skle než pozdější skleněné negativy, povrch má smetanově žlutou barvu

Období používání: 1851–přibližně 1885.

Ambrotypie

Jedná se o modifikaci techniky „mokrého“ kolodiového procesu jako přímý pozitivní postup. Podkladem vždy bylo sklo.

Princip: Kolodiové negativy slabě exponované a vyvolané tak, aby neměly závoj, daly při pozorování v odraženém světle proti černému pozadí prokreslený pozitiv.

Identifikační rysy: Obrázek ambrotypie bývá adjustován podobně jako daguerrotypie, avšak oproti daguerrotypii působí matným dojmem. Základní rozdíl je, že podložkou ambrotypie je sklo, zatímco daguerrotypie postříbřená měděná deska.

Období používání: 1854–přibližně 1862.

Ferrotypie (tintypie)

Původně to byla modifikace techniky „mokrého“ kolodiového procesu jako přímý pozitivní postup. Po zavedení suchého želatinového procesu se ferrotypie vyráběly také průmyslově.

Princip: Obdobný jako ambrotypie pouze s tím rozdílem, že nosičem citlivé vrstvy byl černě nebo hnědě lakovaný železný plíšek.

Identifikační rysy: Obrázek ferrotypie je trochu potemnělý na železném plechu černomodrého nebo tmavě hnědého tónu obvykle velikosti vizitky.

Období používání: 1856–1880 s kolodiovou vrstvou, 1880 až přibližně 1930 s želatinovou emulzí (v českých zemích se ferrotypie používaly nejvíce mezi léty 1890–1900).

Albuminový papír, albuminový proces

Fotografický proces, jehož základem bylo použití vaječného bílku jako pojiva a nosiče světlocitlivých solí na papírové nebo skleněné podložce. Nejrozšířenější fotografický proces 19. století.

Princip: Albuminový papír byl vytvořen nanesením vrstvy vaječného bílku obsahujícího chlorid sodný a chlorid amonný. Před použitím se senzibilizoval roztokem dusičnanu stříbrného a kyseliny octové. Obraz se vytvořil přímým působením slunečního světla, jedná se tedy o pozitivní přímokopírující papír.

Identifikační rysy: Albuminové papíry byly velmi tenké, proto se lepily na karton. Charakteristickým rysem albuminových fotografií je tenká vrstva albuminu, která dává povrchu lesk. Při větším zvětšení jsou rozeznatelné vlákna podložního papíru.

Období používání: 1851–1895.

Suché želatinové desky a papíry

Tento fotografický zahájil dosud užívanou fotografickou techniku.

Princip: Želatina je nosičem halogenidů stříbra, udržuje mikrokrystalky halogenidů stříbra v jemně rozptýlené formě.

Identifikační rysy: většina dochovaných skleněných negativů je na bázi suchých želatinových desek. Srovnatelný materiál, který přichází v úvahu pro záměnu, jsou „mokré kolodiové desky“.

Období používání: od 1878.

Woodburytypie

Metoda fotomechanické reprodukce, která poskytuje skutečné polotónové obrazy bez bodového rozkladu.

Princip: Na chromované želatinové emulzi se běžným zpracováním vytvořil silně utvrzený reliéf obrazu, který se v hydraulickém lisu obtiskl do olova. Výsledné obrazy se zhotovily otiskem olověné matrice do vrstvy pigmentované želatiny.

Identifikační rysy: Woodburytypie mohly existovat v různých tónech, nejoblíbenější však byly fialové a hnědorudé tóny.

Období používání: 1864–1900.

V následující tabulce jsou shrnuty významné fotografické procesy na bázi stříbra a období jejich používání:

Tab. 2.2 **Přehled významných fotografických procesů na bázi stříbra.**

Fotografický proces	Období používání
Daguerrotypie	1839–1859
Kalotypie (talbotypie)	1840–1855
Mokrý kolodiový proces, kolodiové negativy	1851–1885
Albumínový papír	1851–1895
Suché želatinové desky a papíry	od 1878
Mokrý kolodiový proces, kolodiové negativy	1851–1885
Želatinové papíry	od 1878

2.1.4.3 Struktura a fyzikálně chemické vlastnosti fotografické želatiny

Přibližně od konce 19. století se používá jako nosiče pro světlocitlivé látky – halogenidy stříbra – výhradně želatina, kterou jako první použil v roce 1871 Maddox. Želatina působí jako pojivo, udržuje mikrokrystalky halogenidu stříbrného v jemně rozptýlené formě, zabraňuje jejich shlukování a po vysušení citlivé vrstvy fixuje jejich polohu na podložce.

Chemické složení želatiny

Želatina je přírodní makromolekulární látka složená z různých aminokyselin, spojených peptidickou vazbou, tj. kovalentní vazbou mezi karboxylovou skupinou jedné aminokyseliny a aminoskupinou následující aminokyseliny. Primární strukturu kolagenu tvoří především aminokyseliny glycin, prolin a hydroxyprolin. Řetězce aminokyselin jsou prostorově uspořádány do tvaru helixu. Kolagenová struktura je tvořena třemi takovými helixy stočenými do pravotočivé spirály. Základní jednotka kolagenové struktury se nazývá tropokolagen. Na úrovni kvartérní struktury pět tropokolagenových molekul vytváří mikrofibrilu a mikrofibrily dále agregují ve fibrily.

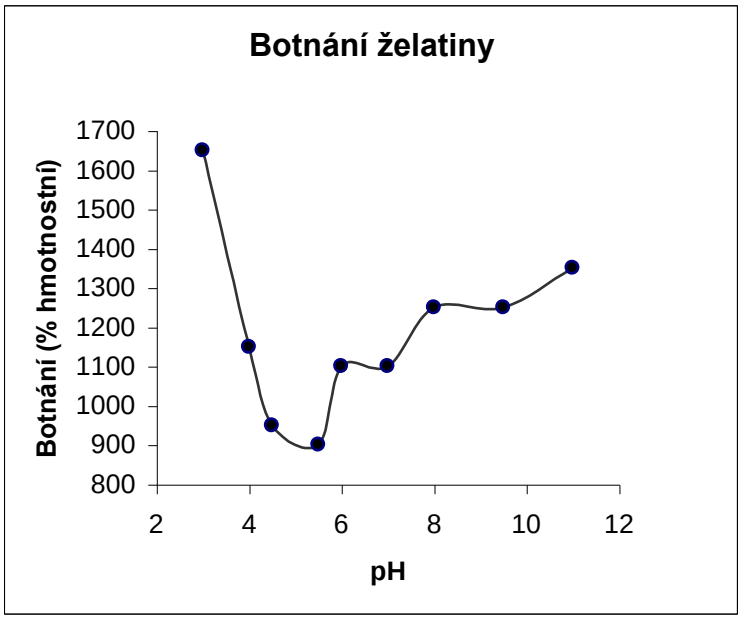
Výroba fotografické želatiny

Želatina se vyrábí částečným odbouráváním kolagenu ze zvířecích kostí a kůží (hlavně telecí). Důležitou surovinou pro získání fotografické želatiny je indická a argentinská kostní drť. Nejprve jsou při výrobě odstraňovány z kůže anorganické komponenty namočením do zředěné kyseliny chlorovodíkové. Demineralizovaný produkt, který se nazývá ossein, je neutralizován zředěnou alkálií.. V následující fázi výroby je dlouhodobé loužení ve vápenném mléce, helixová struktura kolagenu je rozrušena a vytváří se dlouhé želatinové řetězce.

Fyzikálně chemické vlastnosti želatiny

Fotografická želatina má mnoho vlastností, které ji předurčují jako nosiče světlocitlivé vrstvy. Gel želatiny je rozměrově stálý, při průměrné relativní vlhkosti je flexibilní, ale pevný. Želatina je nerozpustná v řadě organických rozpouštědel, propouští viditelné světlo, a ponechává si tuto vlastnost po mnoho let. Želatina se ve vodě o teplotě do 20 ºC prakticky nerozpouští, ale silně botná. Stupeň botnání želatiny je závislý na pH.

Želatina je amfoterní a pH izoelektrického bodu je 4,7–5,0 pro alkalicky zpracovanou želatinu (8,5 pro kysele zpracovanou želatinu). V izoelektrickém bodě je koncentrace basických aminoskupin a kyselých karboxylových skupin v rovnováze. Jestliže se pH posune směrem do kyselé oblasti, aminoskupiny ponesou kladný elektrický náboj. V alkalické oblasti naopak karboxylové skupiny ponesou záporný elektrický náboj. V obou případech se řetězce vzájemně odpuzují, želatina více botná a stává se rozpustnější. Na následujícím obrázku je zachycena závislost botnání želatiny na pH.



Obr. 2.6 **Závislost botnání želatiny na pH.**

Želatina vyráběná osseinovým procesem vykazuje minimální rozpustnost v kyselé oblasti pH okolo 4,8. Primárně je botnání želatiny závislé na pH, ale některé ionty botnání též podporují (například sírany).

Vzrůst rozpustnosti a obecně změkčení emulzní vrstvy vede k poškození fotografického obrazu a snížení možnosti následné konzervace. Želatina je amorfní

polymer s přesně nedefinovatelnou strukturou. Želatina v „suchém“ stavu (minimální obsah vlhkosti) má potřebnou flexibilitu. Při vzrůstajícím obsahu vlhkosti má tendenci téci. Teplota, při které tento jev nastává, se nazývá **teplota skelného přechodu** (T_g). S rostoucím obsahem vlhkosti klesá teplota skelného přechodu. Nadměrným zahříváním želatiny (nad 55 ºC) dochází k poklesu molekulové hmotnosti proteinu a ztrátě pevnosti gelu a dále pojivých schopností.

2.1.4.4 Poškození fotografií vodou

Želatinová vrstva fotografie, která je dlouhodobě ponořena při povodni ve vodě, botná (obdobně tak i papírová podložka) a slábne, inkousty a barvy blednou. Želatina botná prakticky ve všech směrech v závislosti na adhesi vrstvy k pevné podložce. Tato adhese způsobuje, že želatinová vrstva zvětšuje svůj rozměr především v kolmém směru na podložku. Míra poškození je závislá na podmínkách ponoření ve vodě a stavu fotografie (nejohroženější jsou staré, křehké fotografie na acetátové nebo nitrocelulosové podložce nebo pokud je fotografický materiál poškozen horkou vodou z ústředního topení). Pozitivy jsou zranitelnější než negativy na flexibilní podložce. Poškozené negativy na acetátové a nitrocelulosové podložce, kolodiové desky a autochromy nemohou odolat delšímu ponoření ve vodě. Barevné fotografie mohou být zničeny. Injetové tisky blednou, obdobně tak barvy cyan a magenta v Ilfochromech jsou ve vodě nestabilní. Následující tabulka ukazuje citlivost různých fotografických procesů vůči vodě.

Tab. 2.3 **Citlivost různých fotografických procesů vůči vodě.**

Fotografický proces	**Odolnost vůči vodě**	**Způsob sušení**
Autochromy	Velmi citlivé vůči vodě	Okamžité sušení na vzduchu
Barevné tisky	(Hrozí rychlá degradace)	
Inkjetové tisky	↓	
Kolodiové skleněné desky	↓	
(Negativy, ambrotypie)	↓	
Ferotypie	↓	
Stabilizované černobílé pozitivy*	↓	
Cibachrom (Ilfochrome)	↓	
Poškozené fotografie	↓	
(Mikroorganismy napadená želatinová vrstva, poškozené negativy na acetátové a nitrocelulosové podložce)	↓	
Pigmentové barevné pozitivy	↓	Sušení na vzduchu nebo zmražení
Barevné fotografie	↓	
Želatinové skleněné negativy	↓	
Černobílé fotografie na RC podložce	↓	
Černobílé fotografie na barytové podložce	Malá citlivost	
Acetátové a polyesterové negativy	Dobrá odolnost	

* Černobílý fotografický proces datovaný od roku 1940, kdy vyvolávací sekvence byla zkrácena přidáním vývojky do papíru polycyklické aromatické uhlovodíky.

2.1.4.5 Literatura

1. JUNGE, K. W. – HÜBNER, G. Fotografická chemie. SNTL. Praha 1987.
2. LAVÉDRINE, B. A Guide to the Preventive Conservation of photograph Collections. The Getty Conservation Institute. Los Angeles 2003.
3. HENDRIKS, K. B. The Stability and Preservation of Recorded Images. Van Nostrand Reinhold. New York 1989.
4. ĎUROVIČ, M. a kol. Restaurování a konzervování archiválií a knih. Paseka. Praha – Litomyšl 2002.
5. HENDRIKS, K. B. – LESSER B. Disaster Preparedness and Recovery: Photograpic Materials. American Archivist, 46, 1, 52 (1983).
6. SCHEUFLER, P. Historické fotografické techniky. IPOS ARTAMA. Praha 1993.
7. ZELINGER, J. – HEIDIGSFELD, V. – KOTLÍK, P. – ŠIMŮNKOVÁ, E. Chemie v práci konzervátora a restaurátora. Academia. Praha 1987.
8. Types of Photographs.

http://www.nedcc.org/leaflets/photype.htm.

9. Emergency Salvage of Wet Photographs.
http://www.nedcc.org/plam3/tleaf38.htm.

2.1.5 Poškození magnetických a optických médií vodou a ohněm

2.1.5.1 Úvod

Různé formy magnetických a v poslední době také optických a magnetooptických médií nesoucích textový, obrazový či zvukový záznam se již staly nezastupitelnou součástí mnoha archivních fondů a sbírek. Celá škála nosičů, počínaje kotoučkovými magnetofonovými pásky, přes magnetofonové kazety, videokazety, paměťové magnetické pásky, magnetické disky až k současným kompaktním diskům obsahuje informace, jejichž záchrana přestává být v silách zainteresovaných pracovníků i bez nepředvídatelné živelní pohromy.

Problémem je nejen skutečnost, že se jedná o média čitelná pouze prostřednictvím odpovídajícího typu zařízení, jako především to, že zejména u staršího, vesměs analogového záznamu zvuku a videa jde o média často nestandardizované kvality, která nebyla určena k dlouhodobějšímu „archivnímu“ uložení, čemuž odpovídají rozpaky nad stanovením vhodných podmínek uložení a manipulace s nimi, u nichž navíc nelze uspokojivě detekovat vlastnosti záznamu a ze zjištěných hodnot vyvozovat prognózu jejich životnosti.

Oproti starším, tzv. historickým dokumentům, jako například listinám, knihám, aktovému materiálu, mapám a plánům, mají všechna výše uvedená média jednu dílčí výhodu: zachování informace není podmíněno souběžným zachováním určité formy fyzického nosiče, na kterém je tato informace zaznamenána. To přirozeně otevírá možnosti digitalizaci a periodické konverzi na novější a patrně i po materiálové stránce kvalitnější nosiče, které již mají standardizovány i metody sledování kvality pořízeného záznamu.

2.1.5.2 Jednotlivé typy magnetických a optických médií

Předmětem pojednání budou následující typy analogicky či digitálně pořízených médií:

- Magnetofonové pásky.
- Videozáznamy.

- Počítačová magnetická média.
- Kompaktní disky

Magnetofonové pásky a kazety

Prapůvod magnetofonů je spojován s vynálezem telegrafofonu (1897), tedy zařízením pro nahrávání telegrafie. První magnetofony „dnešního typu však spatřily světlo světa až v roce 1941, kdy byla objevena vysokofrekvenční předmagnetizace. Do konce druhé světové války byl takovýto záznam zvuku výhradně záležitostí profesionálních, zejména rozhlasových studií. Československo se dočkalo svého prvního magnetofonu v roce 1949, kdy jej začala vyrábět tehdejší Meopta Přerov, a to opět pouze pro průmyslové účely. (Šlo o magnetofon značky Paratus). Počátky širšího komerčního využití se datují druhou polovinou padesátých let, kdy byla zahájena výroba prvních cívkových magnetofonů a plněného magnetofonového pásku Supraphon „L“.

V polovině šedesátých let se na světovém trhu objevily první kazetové magnetofony, které během dvou desítek let vytlačily z trhu původní cívkové magnetofony.

Původním nositelem zvuku byl ocelový drát, později ocelový pás a dnes páska s nanesenou vrstvou schopnou magnetizace. V počátcích byly pásky tvořeny filmem z acetátu celulózy a polyvinylchloridu. V současnosti jsou používány polyesterové materiály, zpravidla na bázi lineárních polykondenzátů etylenglykolu s kyselinou tereftalovou. Nosič je opatřen aktivní vrstvou v níž je rozptýlen jemně rozemletý magnetický oxid železitý, oxid železitý obohacený kobaltem, oxid chromičitý, případně čisté železo nebo slitina železa s kobaltem.

Videokazety

Dosti rozšířený způsob záznamu je analogový videozáznam pomocí videokamery. Jeho historie začala někdy v padesátých letech minulého století. Běžná obrazová frekvence bývá 18 až 24 obrázků za sekundu. Oproti klasickému filmovému záznamu je videozáznam nesporně operativnější (odpadá proces vyvolávání), i když zdaleka nedosahuje jeho rozlišovací schopnosti. Analogový výstup může být v několika formátech videosignálů (VHS, Video 8, SVHS nebo Hi8). Pro televizní přenos videosignálů se používají soustavy barevné televize typu PAL (Evropa), NTSC (Amerika) a SECAM (východoevropské země a Francie).

Nosičem takového záznamu je magnetický pásek uložený zpravidla v kazetě: aktivní magnetická vrstva spočívá na nosném polyesterovém materiálu, jenž je z druhé strany chráněn ochrannou vrstvou, zabraňující proklouzávání pásku, vzniku elektrostatických výbojů a zlepšující povrchovou elektrickou vodivost). Aktivní magnetická vrstva bývá tvořena částicemi oxidu železitého, oxidu chromičitého (typ „High Density“), oxidu železitého obohaceného kobaltem (typ „High Energy“) nebo jemným práškem čistého železa.

Trendem současnosti je digitalizace analogového záznamu.

Počítačová magnetická média

S nástupem počítačové techniky a zvláště pak s vývojem osobních počítačů se objevila média založená na magnetickém principu: magnetická páska („streamer“), pružný magnetický disk („Floppy Disc“) a pevný magnetický disk („Hard Disc“). Nosič média je tvořen zpravidla polykarbonátem, na který je nanesena vrstva velmi jemných feromagnetických částic. Při záznamu je magnetický stav části této vrstvy změněn, což při čtení vyvolává změnu intenzity magnetického toku a tím vznik napětí ve vinutí čtecí hlavy.

Pevný disk není a pravděpodobně ani nikdy nebude médiem „archivní povahy“. Je to vlastně velkokapacitní paměť určená pro samotný počítač.

Pásková magnetická paměť (**magnetická páska**) je obdobou magnetofonové pásky. Vzhledem k tomu, že musí být jak při záznamu, tak při čtení převíjena, je tím výrazně zpomalen operativní přístup k datům. Proto je využívána zvláště k zálohování dat.

Nejběžnějším médiem současnosti je **pružný magnetický disk** (**disketa**). Jednotlivé typy se liší velikostí (starší byly 5,25″, novější pouze 3,5″) a kapacitou (hustotou) záznamu. (První typy disket byly pouze jednostranné (SS, singlesided), později oboustranné (DS), a to buď s normální hustotou (SD), nebo s dvojnásobnou hustotou (DS). Po nějakou dobu se vyskytoval i čtyřnásobný formát (QD), který byl záhy nahrazen vysokokapacitním formátem (HD, high-density). Ještě novějším formátem pak byl formát s rozšířenou hustotou (extended density), který umožňuje uložit osmkrát více informací než formát s dvojnásobou hustotou. Tato hustota je pak přímo odvislá od velikosti feromagnetických částic a stop (soustředných kružnic,

respektive válců), které lze při formátování na povrchu takového médiu vytvořit. (Každá stopa je rozdělena na sektory, přičemž do jednoho lze zapsat 512 bajtů.)

Přehled nejčastěji užívaných disket v průběhu posledních deseti letech:

- **5,25″, nízká nízkokapacitní, 360 KB, DS/DD.**
  Vyjme-li se taková disketa z obalu, je u ní patrné zesílení ve vnitřním výřezu.
- **5,25″, vysoká vysokokapacitní, high-density, 1,2 MB, DS/HD.**
- **3,5″, nízká nízkokapacitní, 720 KB, DS/DD.**
  Vizuálně se od ostatních disket liší tím, že nemá v pravém horním rohu otvor (proti otvoru na ochranu před zápisem).
- **3, 5″, vysoká vysokokapacitní, high-density, 1,44 MB, DS/HD.**
  Takřka vždy je na ní vyznačen grafický symbol „HD“ a vždy se dá odlišit podle otvoru navíc v pravém horním rohu.
- **3, 5″, rozšířená s rozšířenou kapacitou, 2,8 MB, DS/ED.**
  Takřka vždy je na ní vyznačena zkratka „DS/ED“ nebo grafický symbol „ED“ a vždy se dá odlišit podle otvoru navíc v pravém horním rohu, který je na rozdíl od „HD“ disket posunut směrem dolů a neleží přímo proti otvoru na ochranu před zápisem.

V současnosti běžná 3,5″ disketa je tvořena ochranným plastovým obalem s posuvnými dvířky, která se uzavírají po vyjmutí diskety z disketové jednotky. Vlastní diskový kotouč je opatřen středovým kolečkem pro správné uchycení diskety a roztočení na příslušnou rychlost. Proti přílišnému tření a případným vniknuvším nečistotám je chráněn z obou stran textilními polštářky.

Kompaktní disky

Novou generaci moderních záznamových médií znamenal vývoj tzv. kompaktních disků, jejichž historie sahá až do roku 1982, kdy byly poprvé uvedeny na trh. Záznam je proveden mechanicky, případně opticky a čten opticky. Modernější tzv. „přepisovatelná“ média jsou postavena na magnetoptickém principu.

Kompaktní disky se rozlišují podle aplikační oblasti a formátu záznamu. Některé z nich jsou uvedeny v následujícím přehledu:

- **CD-DA (Compact Disc-Digital Audio).**

Datový nosič obsahující zvukovou informaci Základní polžkou jsou track, kterým zpravidla odpovídají jednotlivé skladby nahrávky.

- **CD-V (Compact Disc-Video).**
  Kompaktní disky pro záznam obrazové informace. Liší se velikostí a kódováním zaznamenaných informací.
- **CD-ROM (Compact Disc Read-Only-Memory).**
- **CD-ROM/XA (Compact Disc Read-Only-Memory Extended Architecture).**
  Standardní CD-ROM rozšířený o komprimaci hudby.
- **CD-I (Compact Disc Interaktive).**
  Speciální verze CD-ROM s možností uživatelské interakce.
- **CD-I (Bridge-Disc).**
  Společný standard Philips, Sony a Microsoft. Mezičlánek mezi CD-I a CD-XA.
- **CDTV (Commodore Dynamic Total Vision).**
  Systém firmy Commodore aplikovaný k záznamu zvukových a obrazových dokumentů.
- **CD-R (Compact Disc Recordable).**
- **Photo-CD.**
  Na disk jsou uložena digitalizovaná data 35mm filmového pásu.

Největší uplatnění nacházejí ve výpočetní technice především disky CD-ROM, CD-R a CD-RW.

CD-ROM

Fyzický formát tohoto typu kompaktního disku je standardizován tzv. „Žlutou knihou“ (Yellow Book), strukturu dat a logický formát pak popisuje ISO 9660.

Základním nosičem je polykarbonátový kotouč o průměru 120 mm (někdy 80 mm) a tloušťce 1,2 mm. CD-ROM má jednu spirálovou stopu, která začíná u středu a odvíjí se směrem k okraji disku. Záznam je v tomto případě mechanicky – vylisováním malých prohlubní (tzv. pitů: šířka 0,6 μm, délka 0,833–3,56 μm, hloubka 110 μm), které se střídají s rovnými oblastmi, jež se nazývají pole. Lisování se provádí za tepla při teplotě 300 °C a tlaku 53 kPa. Následné dolisování je prováděno při tlaku

kolem 33 kPa. Odrazná plocha, která pokrývá stranu kotouče s pity, se provádí naprašováním v argonové atmosféře. Tloušťka naprášené vrstvy, kterou je zpravidla slitina hliníku s malým obsahem mědi nebo sám hliník, činí 200 nm. Na tuto vrstvu je poté odstředěním aplikována vrstva ochranného laku (acetonového nebo laku tvrzeného UV-zářením). Případný potisk kompaktního disku je prováděn tamponováním nebo sítotiskem.

CD-R

Disky CD-R mají princip podobný čtení disků CD-ROM. Na rozdíl od nich je však informace vytvářena změnou povrchové vrstvy disku. Tomu odpovídají i změny ve výrobě. Při lisování nejsou do kotouče lisovány pity, poté je na něj nanesena vrstva organického laku, na nějž je naprášena zlatá vrstva (o tloušťce přibližně 200 nm) a ta je opětovně překryta vrstvou ochranného laku. Potisk je prováděn tamponováním nebo sítotiskem.

CD-RW

Přepisovatelné optické disky v sobě kombinující vlastnosti magnetického média s dalšími fyzikálními principy. Data jsou na ně ukládána následujícím způsobem: laserový paprsek ohřeje lokálně povrch média na určitou teplotu, při níž se látka na povrchu média stává magneticky citlivou. Poté zapisovací zařízení zmagnetizuje ohřátou lokální část média a tím do ní uloží potřebnou informaci. Po vychladnutí se disk opět stává magneticky necitlivým.

Standard tohoto typu kompaktních disků popisuje „Oranžová kniha“ (Orange Book).

Poslední vývoj přinesl další významné vylepšení technologií kompaktních disků, jímž je DVD a MD. DVD (Digital Versatule Disc, Digital Video Disc), který díky své zvýšené kapacitě dané zhuštěním stop a vícevrstvým oboustranný ukládáním může nést několikahodinový videozáznam, zvukový záznam či velké množství dat nejrůznějších formátů.

MD (MiniDisk) je založen na magnetooptickém záznamu. Médiem pro záznam a reprodukci digitalizovaných zvukových dat je polykarbonátový kotouč o průměru 64 mm s vrstvou se speciálními feromagnetickými a optckými vlastnostmi. Povrch je tvořen třemi vrstvami: záznamová vrstva je slitinou železa, kobaltu, terbia a chromu;

titan a hliník tvoří reflexní vrstvu a poslední je silikonová ochranná vrstva. Vlastní minidisk je uložen v ochranné kazetě.

2.1.5.3 Poškození magnetických a optických médií

Poškození sledovaných médií lze rozdělit na poškození vlastního záznamu a s tím související degradace materiálové struktury nosičů.

Výrazným činitelem ovlivňujícím kvalitu záznamu je **prach** a obecně všechny nečistoty (v případě propuknuvšího požáru také kouřové zplodiny a saze), které v případě magnetofonových pásků a videozáznamů způsobují oddálení pásků od čtecí hlavy reprodukčního přístroje, což se projevuje sice mžikovými, nicméně zpravidla velmi zřetelnými poruchami v reprodukovaném signálu. V případě opticky čtených médií může mít přítomný prach za následek změnu propustnosti laserového paprsku. Z tohoto důvodu není dobré se dotýkat aktivní vrstvy ani podložky holýma rukama. Mastnota a soli z pokožky napomáhají ulpívání prachu a jemných mechanických částí na jejich povrchu.

Pro životnost všech magnetických médií je pak naprosto určující ochrana před vlivem **vnějšího elektromagnetického pole**. Nevhodná je blízkost silného magnetického pole, magnetických regulačních obvodů. ale také používání materiálů a zařízení, jejichž prvky jsou zhotoveny z feromagnetických materiálů (vodicí kolíky, kladky apod.).

Výrazným faktorem bývá **mechanické poškození**. Dochází k němu zpravidla neopatrnou a nešetrnou manipulací, stejně jako nevhodnou konstrukcí čtecích hlav magnetofonů a videopřehrávačů, které způsobují trhliny v aktivní magnetické vrstvě. U kompaktních disků může dojít k poškrábání ochranné lakové vrstvy či kovové reflexní vrstvy. Právě při živelních pohromách zanešené a ulpělé nečistoty spolu s neodborným prvotním ošetřením mohou velice rychle způsobit úplnou ztrátu zaznamenaného obsahu.

Poškození médií bývá přirozeně způsobeno působením zvýšené **teploty**, **vlhkosti (vody)** a **světla**. V případě vysoké teploty (žáru) dojde k takovému zdeformování nosiče, který se pro stává nečitelným.

2.1.5.4 Materiálová struktura magnetických a optických médií a jejich degradace

Magnetofonové pásky, kazety, videokazety a páskové magnetické paměti

Nosičem aktivní vrstvy magnetických pásků bývala v průběhu let acetát, respektive triacetát celulózy (AC), polyvinylchlorid (PVC) a v současné době zpravidla polyetylén tereftalát (PETP).

Všechny typy acetátů celulózy jsou stálé na světle, samozhášivé a mají dobrou tepelnou odolnost. (Materiál měkne při teplotě 160 až 180 ºC.) Naopak velkou nevýhodou je vysoká citlivost na vlhkost a s tím je spojená rozměrová nestabilita (při změně o relativní vlhkosti 60 % dojde k 1% změně délky). Zlepšení vodorozpustnosti se dociluje plně esterifikovanými typy.

Podložky na bázi polyvinylchloridů vykazují výrazně lepší odolnost vůči vlhkosti a vodě než acetylcelulózové, mají vysokou tvrdost, odolnost proti oděru a mechanickou pevnost. Jejich nevýhodou je nízká tepelná odolnost. Krátkodobě odolávají teplotám do 75 ºC, dlouhodobě do 60–65 ºC. Ke změknutí dochází při teplotě kolem 85 ºC, při hodnotách nad 100 ºC se polyvinylchlorid začíná zvolna rozkládat za odštěpování chlorovodíku. Tato nestabilita je vysvětlována nepravidelností ve struktuře polyvinylchloridu, jako nenasycené vazby, zvláště v konjugaci se skupinou C=O, chlor vázaný na terciárním uhlíku apod., které jsou náchylnější k degradaci. Rychlost degradačních procesů je daleko výraznější v přítomnosti kyslíku a ozonu a některých polymeračních iniciátorů a nečistot ($FeCl_3$, $ZnCl_2$, CrO_3, Fe_2O_3 atd.). Postupná destrukce je provázena změnou barvy od žluté, přes oranžovou, hnědou, až téměř do černa.

Nejužívanější podložka současnosti je polyetylén tereftalát. Uvádí se, že 90 % veškeré světové produkce magnetofonových pásků je právě na této bázi. Polyetylén tereftalát se vyznačuje velkou mechanickou pevností, rozměrovou stálostí a tepelnou odolností, zejména v suchém prostředí (od – 60 º C do 130 ºC). Ve vlhkém prostředí dochází k hydrolytického štěpení již při teplotě tání, tj. kolem 255–260 ºC. Odolností vůči světlu a povětrnostnímu stárnutí se řadí k polymerům se střední odolností. Velmi dobře odolává ionizujícímu záření. (Výraznější degradace v tomto případě probíhá až při dávkách přesahujících 100 $kJ \cdot kg^{-1}$.)

Kompaktní a pružné disky

Základní nosnou podložkou kompaktních, stejně jako magnetických disků je polykarbonátový kotouč. Polykarbonáty (PC) jsou obecně pověstné svou vysokou rázovou houževnatostí i za velmi nízkých teplot, dobrými elektroizolačními vlastnostmi, vysokou mechanickou pevností, nízkou absorpcí vody, odolností vůči ultrafialovému záření a hydrolýze.

Velmi dobře odolávají vodě za normální teploty, naopak jim příliš nesvědčí dlouhodobější působení vroucí vody a páry. Poškozovány jsou zejména zásadami, silnými kyselinami a některými rozpouštědly. Jsou poměrně odolné vůči tepelné degradaci. Za nepřítomnosti kyslíku tepelně degradují až při teplotě nad 340 ºC. Degradaci provází tvorba plynných produktů, jako CO, CO_2, CH_4, etanu a etylénu. V přítomnosti kyslíku nastává degradace za nižších teplot. Dlouhodoběji lze používat polykarbonát do teploty nejvýše 130 ºC. Při teplotách nad 200 ºC začíná probíhat jejich termooxidační destrukce. Životnost polykarbonátů významně ovlivňuje působení světelného záření o vlnových délkách 285–305 nm a 320–360 nm. Tato degradace se projevuje poklesem relativní molekulové hmotnosti, změnou mechanických vlastností a změnou vzhledu (zprvu žloutnutím, jež později přechází do světle hnědé barvy). Je prokázáno, že spolu se změnou barvy dochází ke zmatnění, které způsobuje vznik drobných trhlinek na jeho povrchu. Změny mechanických vlastností provází pozvolné křehnutí a pokles tažnosti.

Korozní degradaci mohou být vystaveny kovy používané při výrobě kompaktních disků. Týká se to hliníku, jenž tvoří odraznou plochu kryjící vlastní záznamovou vrstvu klasického CD-ROM*u*, a zlata, užívaného při výrobě přepisovatelných disků.

V suchém prostředí se na povrchu hliníku vytváří během několika minut vrstvička oxidu hlinitého o tloušťce 10^{-10} m, která po několika dnech naroste do tloušťky $3 \cdot 10^{-10}$ m. Poté se už zvyšuje pouze minimálně. Pakliže je hliník vystaven vzdušné vlhkosti a dalším atmosférickým vlivům, je tloušťka této stabilní ochranné oxidové vrstvy řádově až 10^{-10} m. V prostředí s přítomnými chloridovými ionty dochází k lokálnímu koroznímu poškození (pittingu). U samotného hliníku se projevuje tendence ke koroznímu praskání. Vlivem vlhkosti je hliník vedle pittingové koroze náchylný i ke korozi elektrolytické.

Zlato je neoxidovatelný kov. V normální atmosféře prakticky nekoroduje. Koroze zlatých povlaků je zpravidla způsobena korozí podkladového materiálu a urychlována

vysokou relativní vlhkostí vzduchu a přítomností znečišťujících látek v prostředí (chlóru, oxidu siřičitého a sirovodíku). Významným ochranným prostředkem je proto kvalita naprášené zlaté vrstvy, zejména její homogenita, odolnost vůči opotřebení a dobrá korozní odolnost podkladu. U přepisovatelných disků nelze vyloučit ani poškození aktivní záznamové vrstvy vlivem dlouhodobějšího působení přímého slunečního záření.

2.1.5.5 Shrnutí rizik poškození magnetických a optických médií

Magnetofonové pásky a kazety

K poškození záznamu dochází vlivem vnějšího elektromagnetického pole a mechanicky.

Nosičem aktivní vrstvy může být acetát celulózy, polyvinylchlorid a polyetyléntereftalát. Acetáty celulózy vykazují poměrně dobrou tepelnou odolnost. (Materiál měkne při teplotě 160 až 180 ºC.) Naopak jsou vysoce citlivé na vlhkost. Podložky z polyvinylchloridu odolávají krátkodobě teplotě do 130 °C, dlouhodobě pouze do 60–65 °C. Při teplotě nad 100 °C dochází k degradaci projevující se změnou zabarvení. Voda s polyvinychloridem nereaguje a ani změnu struktury polymeru.

Podložka z polyetyléntereftalátu je trvale odolná vůči teplotě od – 60 °C do 130 °C. Za sucha probíhá jeho tepelná destrukce při 280–300 °C, za vlhka dochází k hydrolytickému štěpení již při teplotě 255–260 °C.

Videokazety

K poškození záznamu dochází zejména vlivem vnějšího elektromagnetického pole a mechanicky.

Literatura uvádí, že k nevratnému poškození dochází již při teplotě kolem 65 °C.

Nosičem aktivní vrstvy je zpravidla polyetyléntereftalát. Tento materiál je trvale odolný vůči teplotě od – 60 °C do 130 °C. Za sucha probíhá jeho tepelná destrukce při 280–300 °C, za vlhka dochází k hydrolytickému štěpení již při teplotě 255–260 °C.

Páskové magnetické paměti

K poškození záznamu dochází zejména vlivem vnějšího elektromagnetického pole a mechanicky. (Odolnost polyetyléntereftalátového nosiče vůči termickému poškození

a vlivu vody je pojednána v *kap. 2.1.5.4*, v části věnované poškození magnetofonových pásků a kazet.)

Pružné disky

K poškození záznamu dochází zejména vlivem vnějšího elektromagnetického pole.

Z hlediska materiálové struktury jde o stabilní materiál. Nosný polykarbonátový kotouč je dlouhodoběji odolný vůči teplotě do 130 °C. Při teplotě nad 200 °C již dochází k termooxidační destrukci. Vykazuje rovněž dobrou odolnost vůči vodě. K poškození může dojít pouze při dlouhodobějším působení vody nad 60 °C nebo při častějším působení vodní páry o teplotě 120 °C.

Kompaktní disky

K poškození záznamu může dojít pouze mechanicky (poškrábáním ochranné lakové vrstvy a reflexní vrstvy), difúzí některé těkavé složky potiskovací barvy, která může způsobit degradaci reflexní vrstvy a tím ztrátu reflexivity v daném místě, a nevhodným uložením. (Odolnost polykarbonátového nosiče vůči termickému poškození a vlivu vody je pojednána *v kap. 2.1.5.4*, v části věnované poškození pružných disků.)

2.1.5.6 Literatura

1. KNOLL, A. Ze zasedání Subkomise pro technologii programu Unesco Paměť světa: Konzultace mezi výrobci a archiváři magnetických pásek a optických disků. *Knihovnická revue*, 2002, č. 3, s. 50.
   http://full.nkp.cz/nkkr/Nkkr0203/0203198.htm
2. HENDRIX, K. B. Stability and Preservation of Archives Media: Paper, Photografic Materials and Magnetic Recordings. In *7th International Congress of Restorers of Graphic Art*, IADA, 26th–30th August 1991. Uppsala: IADA, 1991.
3. *Magnetofony Tesla*.
   http://www.oldradio.cz/uvodmgf.htm
4. FORTUNA J. *Magnetický záznam*. Bratislava: Alfa, vydavateĺstvo technickej a ekonomickej literatúry, Bratislava, 1981.

5. MIZIN, P. J. – CEREVITINOV, N. A.: *Technologie úschovy dokumentárního materiálu*. Praha: Archivní správa Ministerstva vnitra Praha, 1959.
6. PAVELEK, M. – JANOTKOVÁ, E. *Vizualizační a optické měřicí metody*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2001. http://dt.fme.vutbr.cz/~pavelek/optika/1405.htm
7. *Caring for your home videotape*. http://aic.stanford.edu/treasure/video.html
8. TAUŠ G. *Video*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1989.
9. GOOKIN, D. *Přítel počítač*. Praha: Barone, 1993.
10. MACH P. – ŠŇOREK I. – KUDLÁČEK I. Počítačová záznamová média. *Archivní časopis,* 1995, roč. 45, Příloha, s. 1.
11. *Slovník výpočetní techniky. Heslo: magnetooptické záznamové médium*. http://www.zive.cz/mod_dictionary/default.asp?EXPSDIC=magnetooptické%20záznamové%20médium
12. VOJTĚCH U. *Chvála minidisků*. http://www.sweb.cz/AstroNuklFyzika/index.htm
13. MLEZIVA, J. – ŠŇUPÁREK J. *Polymery*. Praha: Sobotáles, 2000.
14. DOLEŽEL, B. *Odolnost plastů a pryží*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1981.
15. ŠTĚPEK, J. – ZELINGER, J. – KUTA, A. *Technologie zpracování a vlastnosti plastů*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury / Alfa, vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, Bratislava, 1989.
16. *Fire affected audio materials.* National Screen and Sound Srchive. ScreenSound Australia. http://www.screensound.gov.au/pdf/FireAffected_audio.pdf
17. *Fire affected videotapes.* National Screen and Sound Srchive. ScreenSound Australia. http://www.screensound.gov.au/pdf/FireAffected_Videotapes.pdf
18. KAISER, V. Archivace zvukových záznamů. *Zpravodaj pobočky ČSVTS,* 1988, č. 34, s. 44.

2. 2 POŠKOZENÍ KNIHOVNÍCH A ARCHIVNÍCH SBÍREK MIKROORGANISMY

Vlhké prostředí všeobecně prospívá všem formám života, avšak při záplavách nebo jiných katastrofách způsobených vodou se nejčastěji setkáváme s napadením mikroskopickými houbami. V praxi se pro tyto mikroorganismy používá název **plísně**, přestože je botanicky nesprávný (pravé plísně jsou jenom malou částí těchto hub).

Plísně tvoří charakteristické povlaky (mycelium), složené z jednotlivých vláken (hyf). Na myceliu vznikají rozmnožovací orgány (pohlavní nebo nepohlavní), které produkují výtrusy (spory, konidie). Spory, konidie i rozmnožovací orgány bývají rozmanitě utvářeny, proto lze každou skupinu hub i jednotlivé rody a druhy od sebe rozeznávat především podle tvaru rozmnožovacích struktur, tedy podle morfologických znaků.

Životní cyklus plísní začíná klíčením spory obvykle ve vlákno. K tomu je zapotřebí především vysoké vzdušné vlhkosti (90 až 100 %) a určité teploty. K vytváření rozmnožovacích orgánů a spor pak již postačí vlhkost nižší. Živiny získává klíčící vlákno zpočátku přímo ze spory, z níž vyrůstá. V dalším stadiu však nutně potřebuje živiny z prostředí, v němž spora vyklíčila (substrát). Přitom plísně potřebují ke své výživě především látky organické (zvláště cukry) a dále některé látky anorganické.

Koncové buňky mycelia vylučují enzymy, které jim umožňují rozkládat složité organické látky v napadeném materiálu na jednodušší a tím pro plísně stravitelné. Mimo enzymy vylučují do prostředí, v němž žijí, ještě další látky, které brzdí nebo potlačují růst jiných organismů. Jsou to antibiotika a toxiny.

2.2.1 Podmínky nutné pro růst plísní

K tomu, aby mohla plíseň růst a vyvíjet se, je zapotřebí splnit řadu podmínek. Ty se týkají jednak vnějšího prostředí, jednak složení substrátu, z něhož plíseň čerpá živiny.

2.2.1.1 Vzdušná vlhkost

Vlhkost živné půdy a ovzduší je nejdůležitější podmínkou pro růst plísní. Optimální pro ně je relativní vzdušná vlhkost 85 až 100 %. U některých druhů plísní jsou optimální hodnoty značně sníženy, např. klíčení spor **Aspergillus chevalieri** nastává již při 65 až 73 % a růst při 65 % relativní vzdušné vlhkosti. Obecně je možné

říci, že vlhkost 75 % je již velmi nebezpečná. Ke klíčení spor sice většinou nestačí, ale rostoucím organismům vyhovuje. Aby však bylo zabráněno růstu i méně náročných druhů, doporučuje se udržovat v depozitářích vlhkost 50 až 55 %.

2.2.1.2 Teplota

Nejvhodnější teplota pro růst většiny druhů plísní se pohybuje mezi 18 až 30 °C, avšak mnoho druhů je schopno klíčit i množit se při mnohem nižších i vyšších teplotách. Například Cladosporium herbarum roste i při – 7 °C, Penicillium při – 4 °C. Při teplotě nižší nebo vyšší, než je teplota optimální, je však vývoj zpomalen, a čím více se teplota blíží maximu nebo minimu, tím více se mění i morfologické znaky plísní (malé kolonie, slabá sporulace apod.). Nad maximální a pod minimální teplotou se plísně nevyvíjejí. Přitom vegetativní formy plísní jsou na teplotu mnohem citlivější než spory. Například pro zničení vegetativních forem stačí teplota 70 až 80 °C a ochlazení pod – 10 °C, naproti tomu spory přežívají i teplotu 100 °C.

2.2.1.3 Světlo

Světlo není nezbytnou podmínkou pro růst plísní - většina druhů roste lépe ve tmě nebo při nízké intenzitě osvětlení; světlo má však určitý význam pro jejich rozmnožování. Velkou roli hraje rovněž vlnová délka záření. Např. záření o vlnové délce 310 až 400 nm (UV) podporuje tvorbu spor u některých druhů, naproti tomu záření o délce 253 nm se využívá v tzv. germicidních zářivkách, působících na mikroorganismy zhoubně. Obecně sluneční záření působí na plísně spíše škodlivě, odolnější jsou druhy s tmavými zárodky (Acrothecium, Curvularia, Stachybotrys apod.).

2.2.1.4 Proudění vzduchu

Proudění vzduchu rovněž ovlivňuje schopnost mikroorganismů růst a množit se. V místech se silným prouděním vzduchu se plísně vyskytují jen málo (rychlost proudění musí být vyšší než 0,6 $m \cdot s^{-1}$). Na druhou stranu je však třeba dávat pozor, aby se tímto způsobem nezanášely zárodky již narostlých plísní do dalších prostor.

2.2.1.5 Vlhkost substrátu

Nároky jednotlivých druhů plísní na vlhkost substrátu jsou různé. Mezi nejméně náročné patří příslušníci rodů Penicillium a Aspergillus. Zcela jim postačuje 7 až 9 %

vody v materiálu, proto většinou osidlují materiál jako první. Svou metabolickou činností, zejména rozkladem celulózy, uvolňují do substrátu další molekuly vody, čímž připravují podmínky pro další plísně.

2.2.1.6 pH prostředí

Na rozdíl od bakterií vyžadují plísně spíše mírně kyselé prostředí, jsou však v tomto směru přizpůsobivé. Optimální hodnoty pH se pohybují mezi 5,5 až 6.

2.2.1.7 Zdroje výživy

Ke svému životu potřebují plísně tyto prvky: uhlík, vodík, kyslík, dusík, síru, draslík, hořčík, fosfor, ve stopových množstvích pak železo, zinek, měď, mangan, vápník. Nejvhodnějším zdrojem uhlíku jsou cukry a polysacharidy (celulóza, škrob). Schopnost rozkládat a využívat složitější látky je dána enzymovou výbavou mikroorganismů (rozklad celulózy, ligninu apod.).

Doplňkem výživy se může stát rovněž prach, ležící na předmětech nebo zbytky bahna po záplavách.

2.2.2 Vývoj zárodků plísní a klíčení

2.2.2.1 Struktura

Zárodky různých mikromycet mají obdobnou strukturu a složení. Vyznačují se obvykle zaobleným tvarem o průměru 5 až 50 μm. Může se jednat o jednotlivou buňku nebo jejich shluk, charakteristická je jejich nízká metabolická aktivita. Slouží k rozmnožování nebo k přežití během nepříznivých podmínek.

Povrch chrání pevná, neživá, vnější **buněčná stěna**, která obklopuje živou **cytoplazmu**. Buněčná stěna má charakteristické znaky, které jsou typické pro každý rod a druh a pomáhají tak k jejich identifikaci. Složena je převážně z **polysacharidů**, jejichž stavební jednotkou je glukóza, a **chitinu**. Chitin je nerozpustný ve vodě a chrání buňku před chemickým a biologickým poškozením.

Cytoplazma obsahuje organely (jádro, mitochondrie, endoplazmatické retikulum), které zajišťují metabolismus. Cytoplazma tedy obsahuje vše potřebné k zahájení růstu – genetický materiál, výživu (tukové krůpěje, uhlohydráty, minerály a proteiny) a vodný roztok s enzymy.

Obsah vody dormantních (spících) zárodků se liší podle druhu. Existují ale dvě základní skupiny: jedna se vyznačuje nižším obsahem vody (6 až 25 %). druhá vyšším (52 až 75 %). Spory druhé skupiny mají schopnost klíčit i při nižších hodnotách relativní vzdušné vlhkosti a jsou proto nazývány **xerofilní** (suchomilné). Schopnost těchto zárodků klíčit i při nižší relativní vzdušné vlhkosti je dána obsahem polyolů (např. glycerolu), které působí jako regulátory vodního hospodářství.

2.2.2.2 Vývoj zárodků plísní

Vývoj lze rozdělit na jednotlivé fáze, které na sebe bezprostředně navazují: **formace**, **maturace** (dozrávání), **dormance** (spánek), **aktivace**, **germinace** (klíčení).

2.2.2.2.1 Maturace

Maturace je vnitřní stav zárodku, který se stává morfologicky i fyziologicky kompletním, včetně dehydratace. Dozrát může i samotná spora mimo mateřský organismus, pokud se ocitne na vhodném substrátu - poté přechází do dormantní fáze.

2.2.2.2.2 Dormance

Dormance je stav velmi nízkého metabolismu, který předchází klíčení a který je závislý na okolních podmínkách. Je to mechanismus, zajišťující přežití organismu i při velmi nepříznivých podmínkách – mrazení, dehydrataci, extrémních teplotách a změnách osmotického tlaku. Stav dormance způsobují vnitřní inhibitory, nepropustnost membrán nebo některé chemické blokátory.

Vnitřní inhibitory (samoinhibitory) jsou metabolické produkty mateřského organismu, který s jejich pomocí udržuje vlastní zárodky ve stavu klidu, aby svým klíčením a růstem nenarušily mateřskou kolonii. Proto je možné jen velmi zřídka vidět nový nárůst na staré kolonii. Teprve v okamžiku, kdy se spora oddělí od mateřského organismu, může začít sama růst. Mechanismus účinku inhibitorů není dosud podrobně prozkoumán. V budoucnosti by ale tyto látky mohly mít význam v boji proti plísňové kontaminaci.

2.2.2.2.3 Aktivace

Aktivace je děj, při kterém je ukončen vliv interních samoinhibitorů, nepropustnosti buněčné membrány nebo metabolické blokády, a zárodky se připravují

ke klíčení. Aktivátorem může být některý fyzikální nebo chemický faktor nebo jejich kombinace.

K nejdůležitějším aktivačním faktorům patří teplo. Přitom pro různé druhy plísní jsou optimální různé hodnoty teploty a doby působení (40 až 75 °C, 5 minut až 5 hodin). Zahřátím dochází ke změnám ve struktuře membrány, zejména její lipidické složky, která se stává propustnou. Další možností je zásah do enzymatické činnosti buňky vlivem tepla.

Aktivaci zárodků plísní mohou rovněž způsobit některé chemikálie:

- aceton - rozpouštědlo lipidů;
- alkoholy (metanol, etanol) – rozpouštědla, zvlhčující látky;
- etylenglykol a glycerol – regulátory vodního hospodářství a plazmolýzy;
- detergenty (Tween 80) – zvlhčující a povrchově aktivní látky;
- živné látky v substrátu (kasein, kvasničný extrakt, směs aminokyselin, zejména prolin);
- kyseliny a zásady.

Po aktivaci nemusí vždy nutně následovat germinace (klíčení). Pokud nejsou vytvořeny dostatečně příznivé podmínky pro růst plísní, vrací se spory zpět do stadia dormance – jedná se tedy o reverzibilní děj. To však platí pouze do okamžiku, než začne vlivem příjmu vody zárodek botnat. Tehdy se děj stává ireversibilním a začíná klíčení. Na rozdíl dormantních zárodků jsou aktivované a klíčící zárodky daleko citlivější vůči vnějším vlivům, proto mohou být snáze usmrceny. Bezprostřední příčinou **deaktivace** může být částečná dehydratace buňky, nízký obsah kyslíku v ovzduší (do 2 %) během 6 hodin po aktivaci, nízké nebo vysoké pH, nízká nebo vysoká teplota. Například vystavení aktivovaných zárodků teplotě 0 °C vede spolehlivě k deaktivaci. Jestliže se však tyto zárodky vrátí do příznivých podmínek, začnou botnat (první stupeň germinace) během 10 až 20 minut.

Pokud tedy z nějakého důvodu uložené archiválie zvlhnou, první pomoc spočívá naprosto jednoznačně v rychlém uložení v chladu. Pomocí mikroskopu může být ověřeno, zdali již došlo ke klíčení spor plísní. Potom mohou být archiválie sušeny. Protože však po vyjmutí z chlazeného prostoru dochází k opakované aktivaci, klíčení nastává velmi rychle, proto rovněž sušení musí proběhnout rychle.

2.2.2.2.4 Germinace

Proces germinace probíhá v několika fázích. Začíná absorbcí vody buňkou, což vede k jejímu botnání. Dále již dochází ke značným strukturálním změnám, které se projevují protržením buněčné stěny, vytvořením klíčku a jeho prodlužováním. Tato fáze již vyžaduje (na rozdíl od botnání) příjem energie z vnitřních nebo vnějších zdrojů.

2.2.3 Vegetativní formy plísní a jejich metabolismus

2.2.3.1 Struktura vegetativních buněk

Vegetativní buňky mají podobnou strukturu jako spory. Jejich povrch je chráněn buněčnou stěnou, která je většinou chitinózní, obsahuje ale i další látky, takže její celkové složení je často komplikované a obtížně stanovitelné. Například buněčná stěna hyfy **Neurospora crassa** je složena ze čtyř vrstev rozličné tloušťky – tyto vrstvy obsahují různé množství glukanů a chitinových mikrovláken. Vnější vrstva, která může být pokryta ještě vrstvou mukózních polysacharidů, obsahuje směs glukanů a mannózy. Je rozpustná ve vodě a v alkáliích. Následuje vrstva glykoproteinů a vrstva samotných proteinů. Vnitřní vrstva je tvořena až ze dvou třetin spletí chitinových mikrofibril, které jsou obklopeny glykoproteiny. Celá struktura je neobyčejně pevná a ve vodě nerozpustná.

Někdy se při stresových podmínkách tvoří v myceliu drobné hlízovité útvary – **sklerocia**. Jsou tvořeny vnější slupkou (s obsahem melaninu), středním cortexem a vnitřní medullou. Funkcí sklerocií je uchovávat zásoby živin během nepříznivých životních podmínek. Sklerocia často nacházíme na historickém materiálu jako součást skvrn způsobených plísněmi.

Existují některé chemické látky, které více nebo méně rozpouštějí glukan-chitinový komplex a které by tedy teoreticky mohly být použity k odstranění plísňového mycelia. Problémem však je, že mnohá rozpouštědla jsou příliš toxická nebo poškozují historický materiál, např. hexafluoro-isopropanol, hexafluoroaceton sesquihydrát, 2-chloroetanol, 1-chloro-2-propanol, 40% kyselina trichloroctová, 40% chloralhydrát a 20% metylenchlorid, N,N-dimetylacetamid a chlorid lithný.

Na mnohých pracovištích byly provedeny pokusy rozrušit plísňové buněčné stěny pomocí enzymů. Jako nejúčinnější se ukázala směs glukanáz a chitináz: exo-B-D-(1-3)-glukanáza, β-glukosidáza, chitobiáza a chitináza. Účinek enzymů však

podstatným způsobem ruší přítomnost melaninu v hyfách. Tmavě zabarvené plísně jsou tedy velmi odolné.

2.2.3.2 Metabolismus vegetativních buněk

V průběhu látkové výměny produkují plísně celou řadu různých látek, které pronikají do okolního prostředí. Kromě oxidu uhličitého jsou to např. organické kyseliny (kyselina šťavelová, jantarová, vinná, citronová, mléčná, maleinová), některé alkoholy a estery. Další skupinou látek, projevující se negativně na historickém materiálu, jsou barviva. Přitom některá jsou pevnou součástí buněčného skeletu (melanin), jiná jsou vylučována do okolního prostředí.

Organické látky, kterými se plísně živí, jsou rozkládány pomocí enzymů, které jsou rovněž vylučovány do vnějšího prostředí.

2.2.3.2.1 Barviva

Melaniny jsou hnědá až černá barviva podobné chemické struktury. Jejich úlohou je chránit buňku před UV zářením a chemickým poškozením, zvyšují mechanickou odolnost buněčné stěny, mají schopnost vázat některé kovy (měď, kobalt, kadmium, organicky vázaný cín). V buněčné stěně jsou obsaženy buď jako granule nebo jako amorfní hmota. Vznikají z aminokyseliny tyrozinu - přitom množství výsledného produktu je regulováno pomocí enzymu tyrozinázy. Melaniny jsou nerozpustné ve vodě, anorganických kyselinách a v běžných organických rozpouštědlech, rozpouštějí se v alkáliích, lze je odbarvit působením oxidačních bělících látek. Například melanin z buněčné stěny plísní **Aspergillus phoenicis** a **Aspergillus nidulans** se podařilo rozpustit pomocí 1N roztoku hydroxidu draselného a následně vybělit 5% chlornanem sodným a 30% peroxidem vodíku.

Existuje celá řada dalších barviv, která jsou produkována plísněmi a která jsou buď lokalizována v buňce nebo jsou vylučována do okolního prostředí. Některá z těchto barviv byla pokusně rozpuštěna a odstraněna ze substrátu (přitom z literárních údajů není vždy zcela jasné, zdali je možné barvivo rozpustit přímo nebo zdali musí být nejdříve provedena lýza buněčné stěny). Například antrachinony (červenohnědé) a sclerotiorin (žlutý) jsou rozpustné v alkáliích, karotenoidy (žluté, oranžové) v nepolárních organických rozpouštědlech, karotenoidy vázané na chitin (žluté, oranžové) v horkém etanolu nebo acetonu.

2.2.3.2.2 Enzymy

Plísně jsou schopné produkovat jak enzymy rozkládající celulózová vlákna (papír, textil rostlinného původu, dřevo), tak enzymy rozkládající bílkovinná vlákna (pergamen, kůže, textil živočišného původu).

Biochemický průběh rozkladu celulózy je děj velmi složitý. Účastní se ho enzym **celuláza**, který ale není jednotný – jedná se o enzymový komplex, Skládá se z enzymu C_1, který rozrušuje krystalickou celulózu, čímž se jednotlivé řetězce stávají přístupné pro další složky enzymu. Celuláza C_X štěpí potom $\beta,1\rightarrow4$ glykosidickou vazbu. Poslední složkou celulázy je β-glukosidáza, která rozštěpí zbylé molekuly celobiózy, případně další oligocukry.

Rozklad papíru plísněmi podle toho, jak se jeví makroskopicky, lze hodnotit zhruba třemi stupni. V první fázi se známky růstu projevují pouze na povrchu papíru. V tomto případě nejsou škody ještě velké a plísňové mycelium lze z velké části mechanicky odstranit. Ve druhém stadiu napadení prorůstají hyfy dovnitř papíru. Začínají se hromadit vylučované produkty metabolismu plísní a vznikají různě zabarvené skvrny, které jsou ohraničené a mají různou velikost. Náprava škod je již obtížnější a je třeba používat chemických metod. Poslední stadium nastává v okamžiku, kdy je struktura vlivem enzymatické činnosti natolik rozrušena, že se papír začne rozpadat. Je tedy nutné provést mechanické zpevnění, doplnění chybějících částí apod. V mnohém případě se již takto poškozený papír nedá zachránit.

Vlákna bílkovinného původu podléhají biologické degradaci vlivem enzymů **proteáz**. Dochází k rozštěpení peptidické vazby -CO-NH- hydrolýzou, jejímž důsledkem je vznik aminokyselin. Ty mohou podlehnout dalšímu rozkladu za vzniku amoniaku a příslušné organické kyseliny.

2.2.3.2.3 Lipidy a glycerol

Lipidy, případně jejich rozkladné produkty glycerol a mastné kyseliny, jsou rovněž přítomny v plísňových buňkách nebo jsou vylučovány do okolí. Spory mohou obsahovat až 50 % lipidů v sušině, u vegetativních buněk je menší množství lipidů obsaženo ve vakuolách. Pokud dojde k autooxidaci lipidů, objevuje se hnědavé zabarvení plísňových struktur nebo okolního substrátu.

Za stresových podmínek mohou produkovat některé xerofilní plísně větší množství glycerolu, který ukládají ve svých buňkách. Po jejich uhynutí působí přítomný glycerol jako aktivátor dalších zárodků plísní.

2.2.4 Poškození různých druhů materiálu plísněmi

Plísně mají přísně aerobní metabolismus, což znamená, že se mohou rozmnožovat a růst většinou jenom na místech s dostatečným přístupem kyslíku, tj. na povrchu napadeného materiálu. Jako heterotrofní mikroorganismy využívají plísně jako zdroj uhlíku a energie velmi efektivně organické látky. Jejich enzymové vybavení jim umožňuje rozkládat nejrůznější organický materiál – papír, kůži, tkaniny, některé typy plastů, zdivo apod. (viz *tab. 2.4*).

Tab. 2.4 **Růst některých plísní na organických látkách**. (Gallo, 1985.)

	Papír	Kůže	Pergamen	Inkousty	Adheziva (přírodní)	Plasty	Textil	Vosk	Fotografie	Magnetická média
Rhodotorula	x	x								
Mucor	x	x	x				x			
Rhizopus	x	x	x				x		x	
Chaetomium	x	x	x			x	x	x	x	x
Gymnoascus	x									
Aspergillus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Penicillium	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Phoma	x						x			
Trichoderma	x	x	x			x	x	x	x	
Paecilomyces	x	x					x		x	
Trichothecium	x		x		x				x	
Cephalosporium	x		x				x	x		
Scopulariopsis	x	x	x				x	x	x	
Monilia	x		x			x	x			
Verticillium	x						x			
Aureobasidium	x	x				x	x	x		
Hormiscium	x									
Helminthosporium	x				x					
Stachybotrys	x				x	x	x			
Cladosporium	x	x	x			x	x	x		x
Alternaria	x	x	x		x	x	x	x		x
Stemphylium	x	x			x	x	x	x		x
Fusarium	x	x	x		x	x	x	x	x	
Doratomyces	x									

2.2.4.1 Poškození papíru

Papír je jedním z organických materiálů, které bývají velice často poškozovány mikroorganismy, zejména plísněmi. Přitom biologickému rozkladu podléhá nejen samotný papír, ale také suroviny používané k výrobě (nejvíce napadený bývá sběrový papír, méně dřevovina a sulfitová buničina, nejméně sulfátová buničina). Pro citlivost papíru vůči plísním je důležité vlákninové složení, ale i obsah klížidel, plniv, barviv a dalších látek (citlivost významně zvyšuje zejména obsah klížidel přírodního původu). Význam mohou mít i některé chemické látky, které se používají pro restaurátorské a konzervátorské účely (hydroxid vápenatý a barnatý mírně potlačují růst plísní, naproti tomu hydroxid nebo uhličitan hořečnatý růst plísní mírně podporují – v tomto případě však rozdíly nejsou příliš velké).

Nejviditelnější škody na papíru jsou barevné skvrny, které mohou být způsobeny jednak přítomností zabarveného mycelia nebo spor (někdy jsou odstranitelné), jednak vylučovanými metabolity (odstraňují se obtížně). Například světle modrý odstín papíru bývá způsoben modrým druhem plísně **Aureobasidium pullulans**, zelená barva vzniká činností plísně **Trichoderma** nebo **Penicillium**, temné zabarvení způsobuje **Cladosporium**.

Další možností je mechanické narušení papíru nejen vlivem růstu hyf, ale i vytvářením poněkud rozměrnějších pevných útvarů, které za určitých okolností vznikají v myceliu a které slouží k přežití nebo rozmnožování plísně. Jedná se například o kulovité nebo čočkovité plodničky (pyknidy, acervuly), případně sklerocia, vrůstající postupně do papíru – tím dochází k narušení jeho struktury. Pokud rostou plísně na papíru dostatečně dlouho, poškozují ho i enzymatickým rozkladem (mechanismus je popsán výše). Výsledkem je ztráta pevnosti a za delší dobu úplný rozpad papíru.

2.2.4.2 Poškození kůže a pergamenu

K napadení mikroorganismy může dojít již v průběhu zpracování kůže. V krátké době po stažení z poraženého zvířete jsou činné zejména proteolytické bakterie, které rozkládají kolagen. Vyčiňováním se kolagen natolik změní, že se stává značně odolným proti působení mikrobiálních enzymů. Dalším zpracováním kůže, zejména inkorporací olejů a tuků, se však stává náchylnou zejména k napadení plísněmi.

Růst plísní na kůži a pergamenu se projevuje v prvních fázích viditelnými skvrnami, přičemž samotné mycelium lze většinou dobře odstranit, zůstávají však

skvrny vzniklé vyloučenými metabolity (šedé, hnědé, růžové, fialové, zelené, černé). Kromě toho plísně odebírají z kůže a pergamenu tuky, případně ještě některé další látky, což způsobuje ztvrdnutí kůže a ztrátu její pevnosti. Kolagen tedy většinou není přímo napaden (s výjimkou případů, kdy je kolagen již poškozen a částečně depolymerován vlivem jiných činitelů), avšak životnost materiálu se zkracuje.

Pokud přetrvávají vhodné podmínky pro růst mikroorganismů po delší dobu (několik měsíců), osidlují postupně napadenou kůži a pergamen další organismy – aktinomycety. Je pravidlem, že aktinomycety se objevují s určitým zpožděním až po plísních, které jim svou metabolickou činností připravují vhodnější podmínky pro růst. Přitom činnost aktinomycet je mnohem destruktivnější, protože jsou schopny produkovat enzymy kolagenázy, s jejichž pomocí narušují kolagen a tím samotnou strukturu kůže a pergamenu. Zajímavé je, že mnohé aktinomycety vylučují také chitinázy, které působí na buněčné stěny hub, takže dochází současně k rozkladu plísňového mycelia. V konečných fázích napadení může být kůže natolik poškozená, že se již při nepatrném mechanickém namáhání snadno oddělují jednotlivé malé fragmenty. Existují však značné rozdíly v odolnosti kůže a pergamenu vůči mikroorganismům - závisí to především na způsobu zpracování výchozích surovin.

2.2.4.3 Poškození voskových pečetí

Také voskové pečeti jsou zhotoveny z materiálu, který může být napaden plísněmi. Je to v první řadě samotný včelí vosk. Ten obsahuje např. volné mastné kyseliny, které nejsou příliš odolné vůči plísním. Další suroviny používané ke zhotovení pečetí - přírodní pryskyřice (šelak, damara, kalafuna) – jsou mnohem rezistentnější. Je to zřejmě způsobeno obsahem terpenových látek, které mohou mít fungicidní vlastnosti. Odolnost pečetí dále zvyšuje přítomnost některých pigmentů, zejména rumělky, minia nebo měděnky. Na druhé straně může být odolnost snížena obsahem řady organických nečistot, zejména bílkovin.

Napadení plísněmi se nejčastěji projevuje na povrchu pečetí, kde se nachází dostatek živin, zejména v případě, kdy jsou pečeti pokryty prachem nebo jinými nečistotami. Rizikovější jsou rovněž místa, kde vychází na povrch textilní nebo pergamenový závěs. V těchto případech nedochází k výraznějším škodám, plíseň je poměrně snadno odstranitelná. Je však třeba odlišit plísňové mycelium od bílých až

šedých krystalků, které se někdy tvoří na povrchu vosku a na první pohled vypadají podobně jako plíseň.

Existuje však ještě jeden specifický typ poškození voskových pečetí, který je mnohem závažnější. V prvních fázích je obtížně rozpoznatelný a projevuje se vznikem světlejších skvrn velikosti špendlíkové hlavičky. Skvrny se velmi pomalu zvětšují, spojují se dohromady, až mohou zasáhnout celou pečeť. Ta se stává křehkou, získává vrstevnatou strukturu a postupně se rozpadá. Jednou z příčin jsou pravděpodobně aktinomycety, které byly nalezeny v poškozeném vosku ve velkém množství. Vytvářejí zde drobné kanálky a dutinky, které jsou dobře viditelné pod mikroskopem. Přitom tyto organismy jsou dosti citlivé na UV záření a vyšší teploty, což je možná jedním z důvodů, proč se tento typ poškození voskových pečetí vyskytuje méně často v zemích s teplejším klimatem a vyšším slunečním svitem. Pro míru poškození jsou tedy velice důležité klimatické podmínky v úložném prostoru a suroviny, ze kterých je pečeť zhotovena.

2.2.4.4 Poškození psacích látek

Biologické poškození psacích látek závisí především na jejich chemickém složení. Je však třeba brát v úvahu, že takových látek existuje obrovské množství, navíc míru napadení ovlivňuje současně podložka (nejčastěji papír), na které je inkoust nebo jiný záznamový prostředek nanesen. Obecně je možné říci, že ze všech složek psacích látek jsou pro citlivost k plísním nejdůležitější jejich pojiva, mnohem méně pigmenty, barviva, plniva a další látky. Z pojiv patří mezi nejcitlivější látky přírodního původu, například klihy, škroby, dextrin, arabská guma apod., které jsou součástí nejen historických záznamových prostředků, ale i některých novodobých. Všechny uvedené látky jsou velice dobrým živným médiem pro plísně. Pigmenty naopak více nebo méně zlepšují odolnost psacích látek proti plesnivění. Jednak kladou mechanický odpor šířícímu se myceliu, některé působí na plísně dokonce toxicky (rumělka, měděnka). Přitom může nastat situace, kdy samotný pigment je biologicky naprosto neúčinný, ale jako součást psací látky nebo nátěrového filmu působí mírným protiplísňovým účinkem (např. oxid titaničitý).

Nejpodrobněji byl studován vliv mikroorganismů na železo-galové inkousty. Ty totiž obsahují látky, které mohou přímo podporovat růst plísní (arabská guma, tanin) a plísně pak mohou svým metabolismem zesilovat korozivní působení inkoustu

na papírovou podložku. Je to dáno jednak schopností plísní vylučovat organické kyseliny a snižovat tak hodnoty pH v okolí, jednak schopností vylučovat látky, které se mohou podílet na oxidačním štěpení celulózy (peroxidy), a v neposlední řadě pak schopností produkovat enzymy celulázy. Bylo však zjištěno, že míra destruktivního působení plísní na papír je v tomto případě zanedbatelná v porovnání s účinkem samotného inkoustu.

2.2.4.5 Poškození fotografického materiálu

Také fotografické materiály (negativy i fotografie) obsahují látky, které dosti silně podporují růst plísní. Je to především želatina nebo albumin, které jsou součástí citlivé vrstvy fotografických materiálů. Ve vlhkém prostředí dochází nejdříve k nárůstu plísní na povrchu fotografií nebo negativů, mycelium však dosti rychle prorůstá celou vrstvou. Vlivem metabolické činnosti plísní dochází k rozkladu bílkovin a tím mimo jiné ke změně jejich konzistence (zkapalňování želatiny). Pokud jsou fotografie nebo negativy uloženy v obálkách nebo v albech, citlivá vrstva postupně natolik přilne k obalu, že jejich následné oddělení nelze provést bez poškození. Poněkud odlišným způsobem rostou plísně na fotografiích, které jsou zapaspartované v dostatečně silné lepence. Nad takovou fotografií zůstává volný prostor s přístupem vzduchu, proto se zde vyvíjí bujně rostoucí vzdušné mycelium. Růst plísní je navíc podporován lepidly přírodního původu, která bývají v těchto případech často používána.

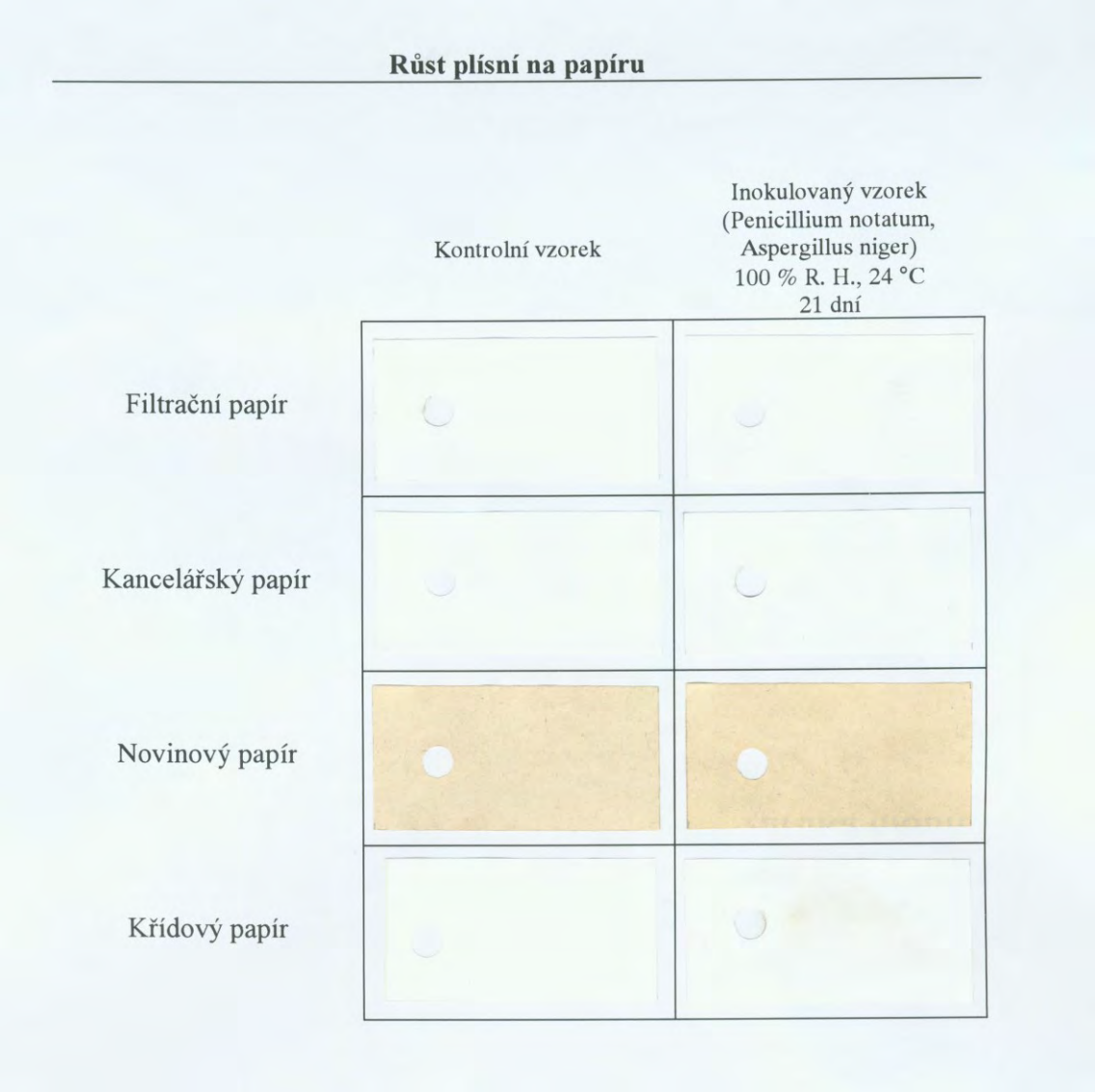
2.2.4.6 Poškození magnetofonových pásků, disket a kompaktních disků

Magnetická a optická média jsou tvořena především celou řadou plastů – od acetátů celulózy (nejstarší magnetofonové pásky), přes polyestery (magnetofonové pásky, počítačové diskety) až po polykarbonáty (CD disky). I na těchto materiálech jsou za určitých podmínek plísně schopné růst, zejména pokud jsou tyto předměty umístěny v neprodyšných obalech (počítačové diskety, CD disky), ve kterých může vzniknout velmi vlhké mikroklima. Plísně však rostou pouze na povrchu plastů, jsou poměrně dobře odstranitelné a teprve po delší době mohou způsobit mírné naleptání povrchové vrstvy.

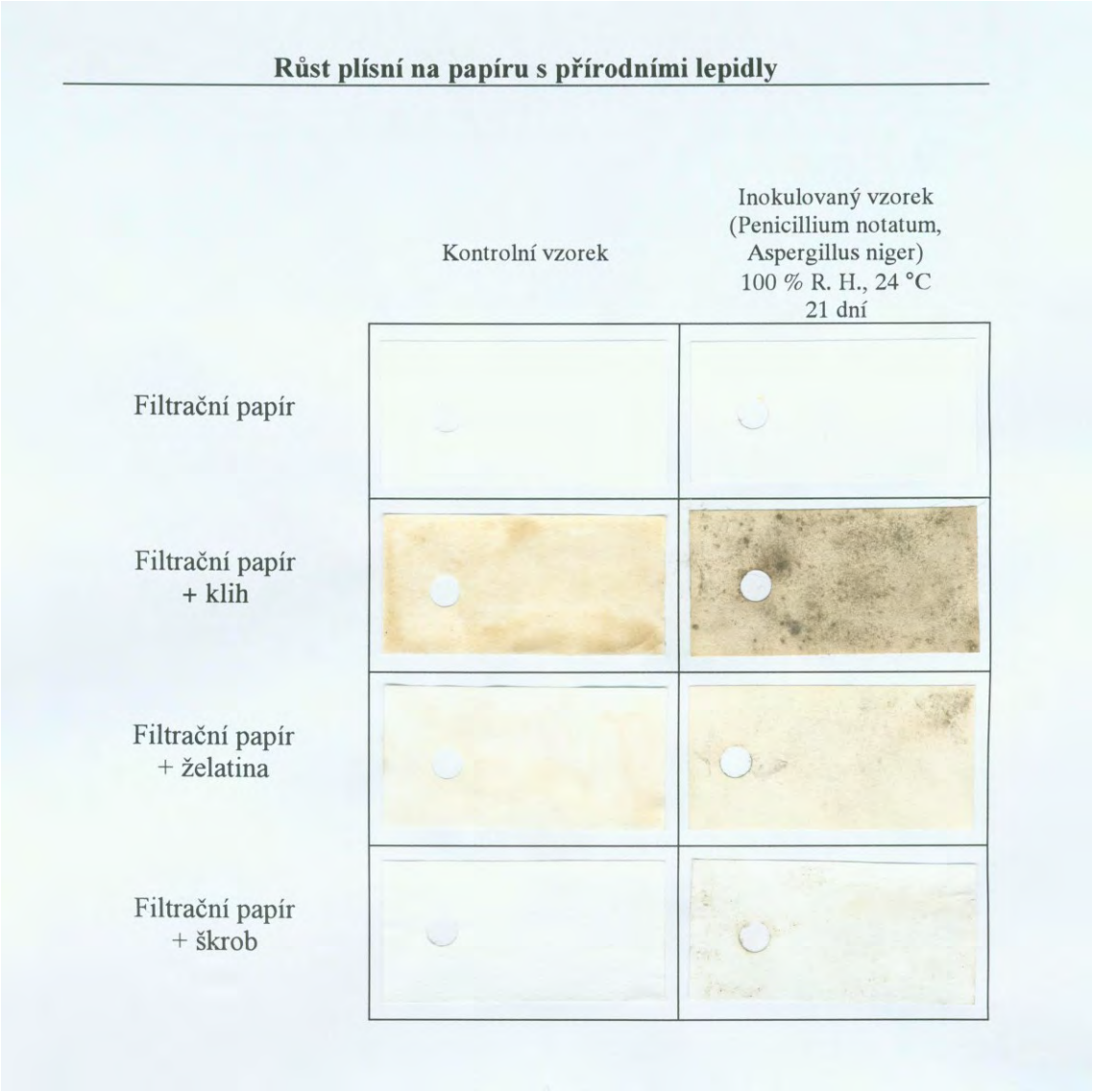
2.2.5 Obrazová příloha

V obrazové příloze jsou příklady některých archivních materiálů (papír, fotografie, vosk, apod.) a jejich stav po třítýdenním pobytu ve vlhkém prostředí (100% relativní vzdušná vlhkost) za přítomnosti zárodků plísní **Penicillium notatum** a **Aspergillus niger**. Je zřejmé, že samotný papír porůstá plísněmi dosti pomalu a škody jsou v této fázi dobře odstranitelné, zatímco přítomnost přírodních lepidel (škrob, klih) nárůst velmi urychluje. U fotografického materiálu je nárůst větší než u papíru a k nenapravitelnému poškození dochází brzy. Přírodní vosky porůstají plísněmi také poměrně dobře, ale mycelium neproniká do hloubky a je odstranitelné bez následků.

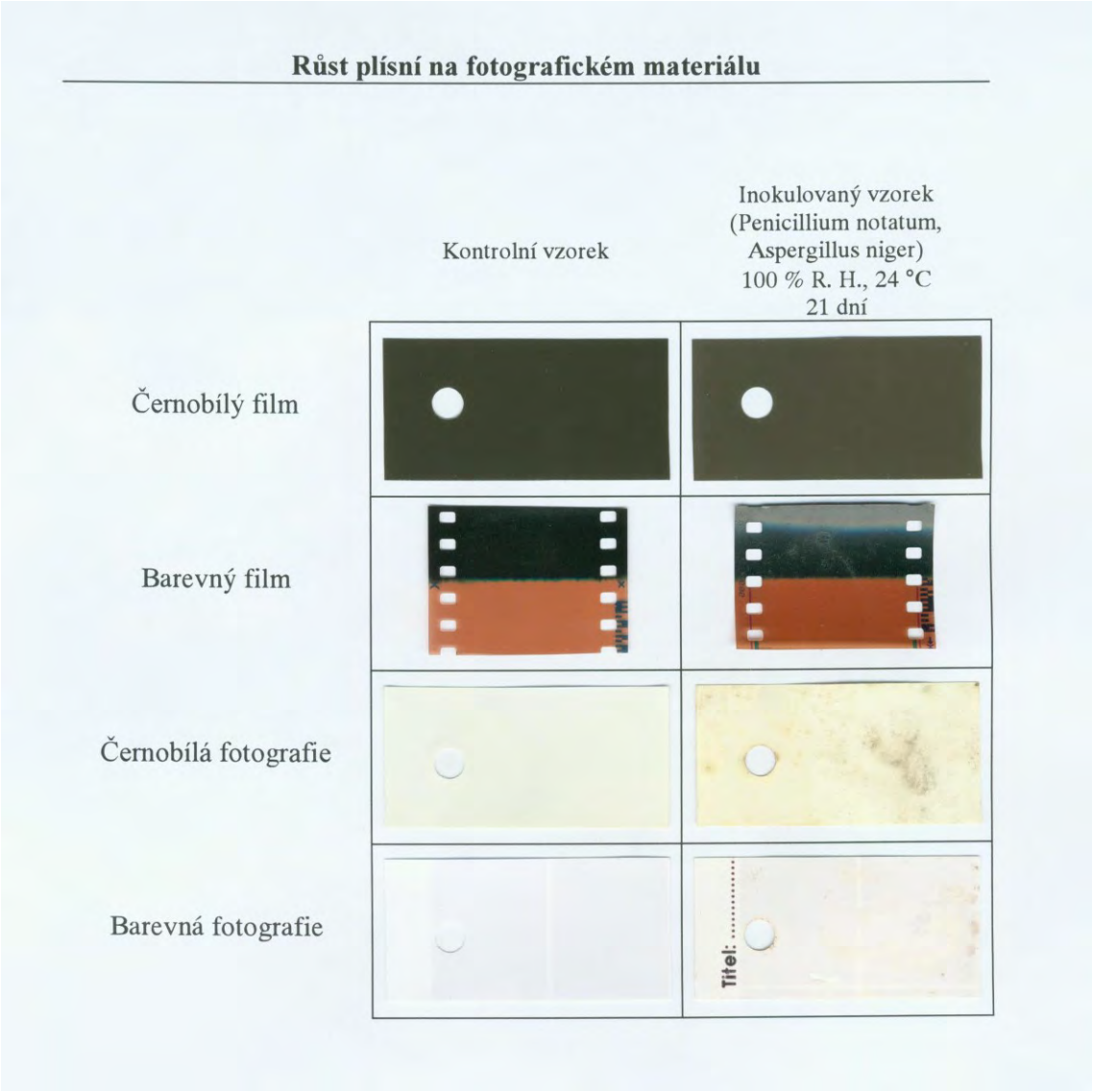
Podobně se chovají knihy a archiválie i při záplavách, avšak reálná situace je složitější, protože v tomto případě hrají významnou roli i další faktory. Jsou to například znečištěniny ve vodě, které mohou být živnou půdou pro mikroorganismy, širší spektrum kontaminujících mikroorganismů než při pokusech apod.



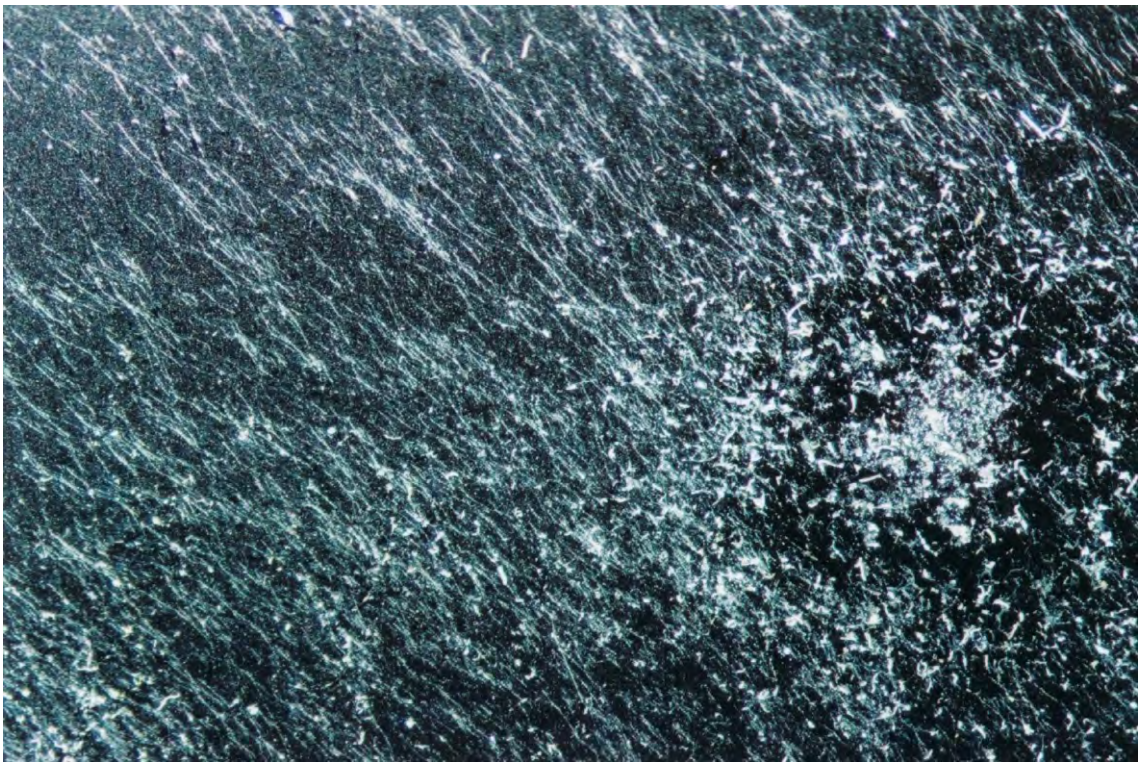
Obr. 2.7 **Růst plísní na papíru.**



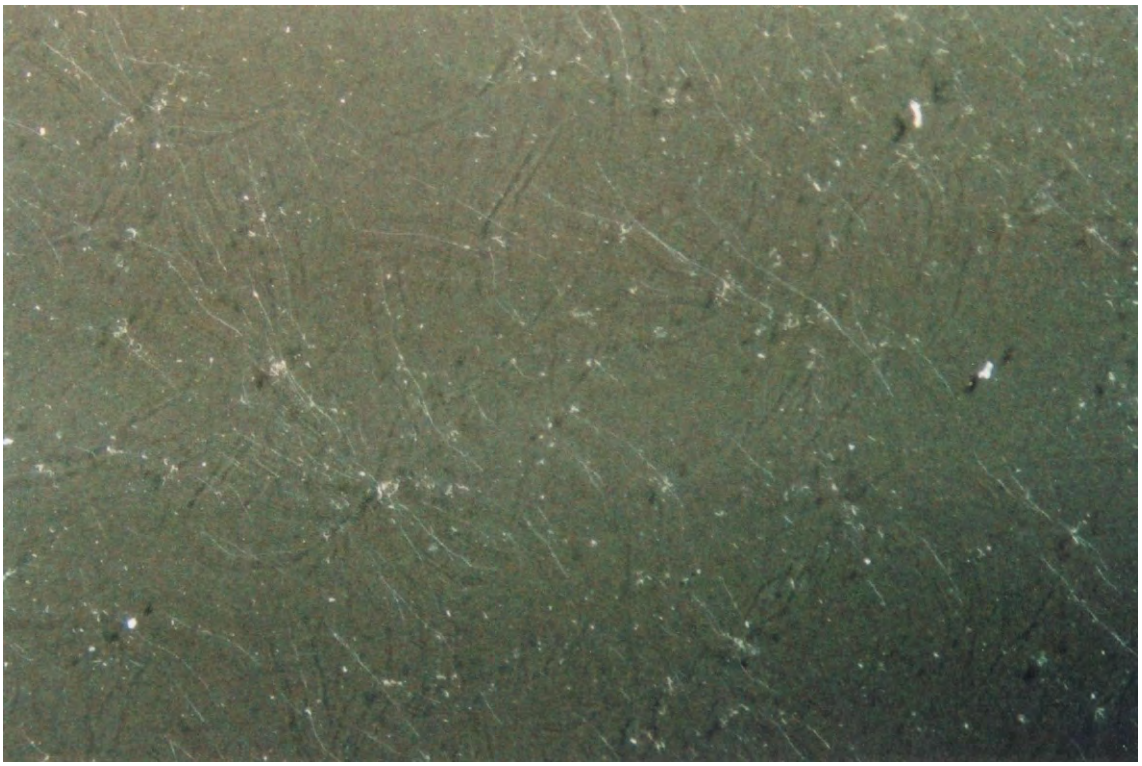
Obr. 2.8 **Růst plísní na papíru s přírodními lepidly.**



Obr. 2.9 **Růst plísní na fotografickém materiálu.**



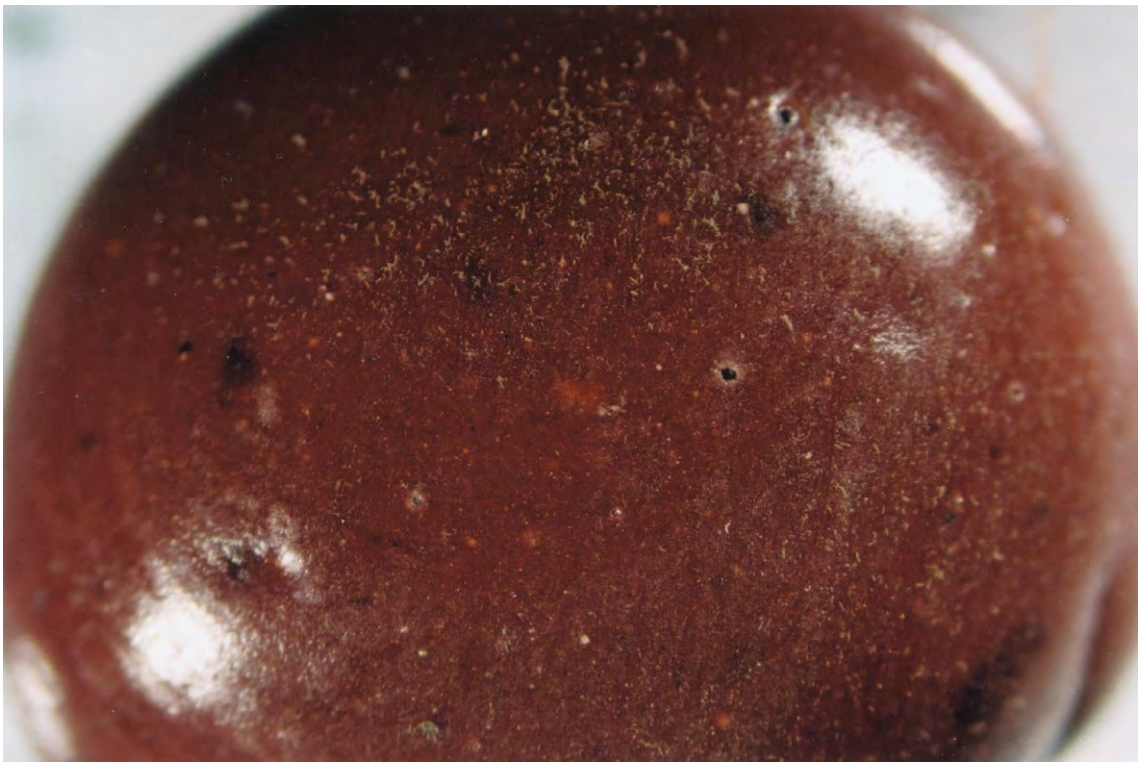
Obr. 2.10 **Růst plísní na černobílém filmu.** (Zvětšeno 30x.)



Obr. 2.11 **Růst plísní na barevném filmu.** (Zvětšeno 30x.)

Obr. 2.12 **Růst plísní na včelím vosku.** (Zvětšeno 30x.)

Obr. 2.13 **Růst plísní na historickém hnědém vosku.** (Zvětšeno 30x.)



Obr. 2.14 **Růst plísní na pečetním vosku.** (Zvětšeno 30x.)

Obr. 2.15 **Růst plísní na historickém červeném vosku.** (Zvětšeno 30x.)

2.2.6 Literatura

1. BLACKBURN, C. *Factors that contribute to mold growth indoors after water damage.* http://www.dri-eaz.com/articles5.html.
2. BLAHNÍK, R.; ZÁNOVÁ, V. *Mikrobiální koroze.* Praha: SNTL 1963. 260 s. Koroze v chemickém průmyslu a boj proti ní. Sv. 10.
3. COZZI, R. Medieval wax seals. Composition and deterioration phenomena of white seals. *Papierresaurierung,* 2003, vol. 4, p. 11–18
4. FASSATIOVÁ, O. *Plísně a vláknité houby v technické mikrobiologii.* 1. vyd. Praha: SNTL 1979. 240 s.
5. FLORIAN, M.-L. *Heritage eaters.* London: James & James (Science Publishers) Ltd. 1997. 164 p. ISBN 1-873936-49-4.
6. GALLO, F. *Biological factors in deterioration of paper.* Roma: ICCROM 1985. 151 p.
7. KRČMA, L. *Degradace textilních vláken a ochrana proti ní.* Praha: SNTL 1976. 168 s.
8. MESSNER, K.; ALBERIGHI, L.; BANIK, G.; SREBOTNIK, E.; SOBOTKA, W.; MAIRINGER, A. Comparison of possible chemical and microbial factors influencing paper decay by iron-gall inks. *Biodeterioratin 7*, London: Elsevier Applied Science 1988, p. 449–453.
9. SKORKOVSKÝ, B. *Mikroorganismy jako původci degradace archiválií.* 1. vyd. Praha: TEPS 1981, 108 s.
10. STRZELCZYK, A. B.; KUROCZKIN, J.; KRUMBEIN, W. E. Studies on the microbial degradation of ancient leather bookbindings: Part 1. *International Biodeterioration*, 1987, vol. 23, p. 3–27.
11. STRZELCZYK, A. B.; KUROCZKIN, J.; KRUMBEIN, W. E. Studies on the microbial degradation of ancient leather bookbindings. Part 2. *International Biodeterioration*, 1989, vol. 25, p. 39–47.
12. ŠPAČEK, J. *Hlenky, houby, řasy.* 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita 1999. 134 s. ISBN 80-210-2157-8.
13. VALENTIN, N. Biodeterioration of library materials: disinfection methods and new alternatives. *The Paper Conservator,* 1986, vol. 10, p. 40–45.

14. WÄCHTER, O. *Restaurierung und Erhaltung von Büchern, Archivalien und Graphiken*. 3. verbesserte Auflage. Graz: Hermann Böhlaus Nachf. 1982. 290 s. ISBN 3-205-08171-4.

3 OHROŽENÍ ARCHIVNÍCH MATERIÁLŮ POŽÁREM A OCHRANA PROTI NĚMU

Prof. Ing. Jiří Zelinger, DrSc.

3.1 ÚVOD

Požáry spolu s povodněmi, krádežemi a činy vandalismu nejčastěji poškozují archivní objekty, což vede k nenahraditelným ztrátám kulturního dědictví. V případě povodní při použití vhodné technologie se často podaří archivní sbírky alespoň částečně zachránit. V případě krádeže je vždy naděje, že se podaří v budoucnosti získat ukradené objekty zpět. Vandalové většinou poškozují cenné objekty chemicky nebo mechanicky, kterážto poškození díky pokročilé technologii ve většině případů mohou být rekonstruovaná. Požáry bohužel patří k neštěstím, která poškozují památky nevratně. Neexistuje konzervační metoda, která by umožnila vrátit do původního stavu spálené archivní sbírky, která by dokázala rekonstruovat spálené papírové či pergamenové listiny, fotografie atp. Co shořelo je ztraceno na věky. Jedinou možností, jak chránit archivní sbírky před nevratnou ztrátou, je věnovat se jejich preventivní ochraně před požárem a vytvořit takové podmínky uložení, aby požár vůbec nevznikl a když vznikne, aby byl uhašen tak rychle a účinně, že vzniklé škody na archivních materiálech jsou minimální.

3.1.1 Vznik požáru, jeho růst a chování

Dříve, než bude pojednáno o systémech detekce požáru a hasicích prostředcích, je vhodné získat základní vědomosti o vzniku a vývoji požáru a jeho chování. S touto informací je možno snadněji pochopit roli a vzájemné působení požárních bezpečnostních systémů v ochranném procesu, což umožňuje i jejich lepší realizaci.

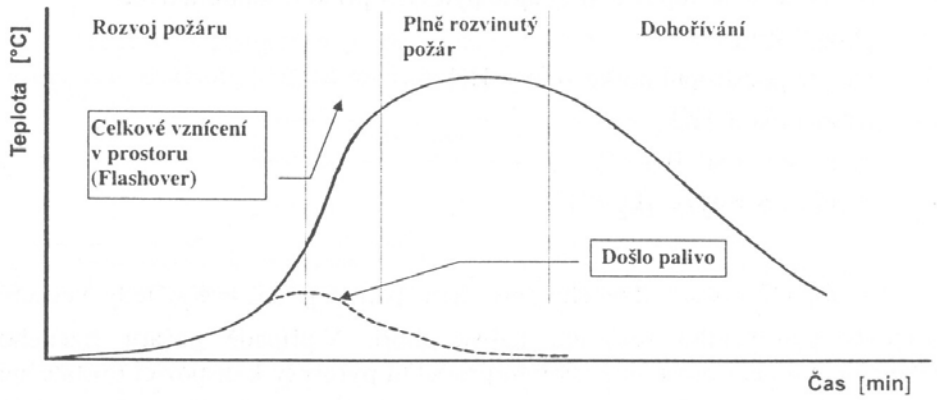
Oheň je v principu chemická reakce, v níž materiál, který obsahuje uhlík (hořlavina), se mísí s kyslíkem (většinou obsaženým ve vzduchu) a je zahříván na teplotu, při níž vznikají hořlavé páry. V případě, že tyto páry přijdou do styku s něčím co je dostatečně teplé, aby to vyvolalo jejich vznícení, vznikne požár. Jak je patrno z „trojúhelníku hoření“, k zahájení požáru je zapotřebí všech tří složek – oxidačního činidla, hořlaviny a zdroje iniciace – *obr. 3.1*. Výjimku tvoří některé samovolně se vzněcující systémy, jako je např. bílý fosfor s kyslíkem, alkalické kovy (draslík, sodík atp.) s vodou. Těchto systémů je naštěstí málo a v archivním prostředí (s výjimkou chemických laboratoří) se nevyskytují.

Archivy obsahují vždy četné hořlavé látky. Patří k nim archivní materiály, knihy, rukopisy, magnetická média, spalitelné vnitřní úpravy místností, nábytek a laboratorní chemikálie. Je zřejmé, že každý předmět obsahující dřevo, plast, papír, textil a hořlavou

kapalinu je potencionální hořlavina. Zmíněné objekty také obsahují několik běžných potenciálních zdrojů zapálení, včetně každého předmětu nebo procesu, který vytváří teplo. To zahrnuje elektrické osvětlení a motory, tělesa elektrického vytápění, elektrické vařiče, zařízení kondicionace vzduchu a konečně kancelářské přístroje. Zdrojem zapálení mohou být i konzervační a restaurátorské činnosti, při kterých vzniká teplo. Rovněž stavební a údržbářské činnosti, jako sváření, letování a řezání jsou častým zdrojem zapálení. Žhářství je bohužel jedním z nejběžnějších zdrojů zapálení kulturních objektů a musí být vždy uvažováno při plánování požární bezpečnosti.

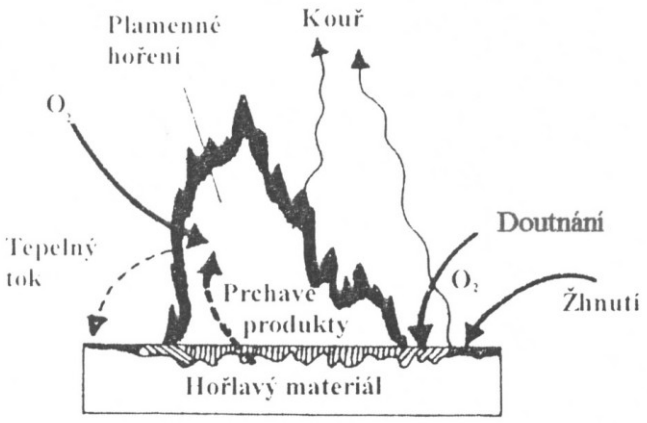
Obr. 3.1 **Podmínky pro vznik požáru[41].**

U většiny systémů hořlavina – kyslík za normální teploty k oxidační reakci nedochází. Zvýšením teploty se ale urychluje oxidační reakce do té míry, že nastane hoření. V případě, že nezbytná energie je přivedena k hořlavině zvenčí (což je převážná většina případů), se jedná o **vnější zapálení**. Naopak v případě, kdy systém si energii nezbytnou pro iniciaci vyprodukuje sám, mluvíme o **samovznícení**. V každém případě, když zdroj energie přijde do styku s hořlavinou, může vypuknout požár. Po tomto kontaktu začíná typický náhodný požár pomalu rostoucím procesem bezplamenného hoření, tj. doutnáním a žhnutím, který může trvat od několika minut do několika hodin – *obr. 3.2*. Průběh požáru v uzavřeném prostoru je možné přibližně popsat závislostí teploty při požáru vznikajících plynů na čase – *obr. 3.3*. Trvání počátečního období rozvoje požáru je závislé na řadě proměnných včetně typu hořlaviny, fyzikálního uspořádání a množství přítomného kyslíku. V tomto období vzrůstá tvorba tepla a vznikají relativně malé objemy kouře. Charakteristický zápach kouře je většinou první indikací, že začíná požár. V tomto stádiu včasná detekce (lidskými smysly nebo automatickým zařízením), následovaná brzkým zásahem automatického hasebního systému a hasičů, může zvládnout požár před vznikem významných ztrát.



Obr. 3.2 **Schéma plamenného a bezplamenného hoření celulózových materiálů[19].**

V případě, že oheň dojde na konec počátečního období, je k dispozici již dostatečná tvorba tepla, která umožňuje vznik otevřených a viditelných plamenů – *obr. 3.2*. Jakmile se objeví plameny, oheň se mění ze snadno zvládnutelné záležitosti na závažnou událost s rychlým růstem plamenů a tepla. Maximální teploty překračují 1 000 °C během několika minut. Plameny mohou zapálit spalitelné předměty v místnosti a bezprostředně ohrozit životy přítomných lidí. Během 3–5 minut stoupající teplota je dostatečně vysoká k celkovému vzplanutí (fleshover), při čemž se zároveň zapálí vše hořlavé v místnosti – *obr. 3.3*. V tomto okamžiku, většina předmětů je zničena a přežití lidí je nepravděpodobné. Tvoří se kouř v množství mnoha kubických metrů za minutu, snižuje se viditelnost a jsou napadány předměty vzdálené od ohně.



Obr. 3.3 **Průběh požáru vyjádřený závislostí průměrné teploty plynů na čase[26].**

Je-li budova je stavebně odolná, teplo a plameny spotřebují všechny zbývající spalitelné látky a oheň sám zhasne (dohoří). Když ale odolnost stěn nebo stropů proti

ohni je nedostatečná (tj. praskliny ve stěnách nebo ve stropu, spalitelná konstrukce budovy, případně otevřené dveře), oheň se může rozšířit do přilehlých prostor a proces může pokračovat. Není-li oheň včas uhašen, nastane úplná destrukce, vyhoření celé budovy a proces se konečně uzavírá.

Úspěšné potlačení požáru je závislé na tom, zda hašení bylo zahájeno před vznikem plamenného spalování nebo bezprostředně na počátku plamenného spalování. Když je hašení zahájeno až v rozvinuté fázi plamenného spalování, požár je již tak intenzivní, že ve většině případů již není možná záchrana objektu. Během počátečního období, vycvičené osoby s přenosnými hasicími přístroji mohou účinně chránit objekty. Když zásah není účinný nebo když oheň roste příliš rychle, možnosti přenosných hasicích přístrojů mohou být vyčerpány během několika minut. V tom případě je nezbytné použít účinnější hasební metody a to především proudnice hasičů.

Při požáru vznikají různé produkty hoření. Při dokonalém spalování celulózových sbírkových materiálů (dřevo, bavlněný textil, lněný textil, papír, sláma atp.) se uvolňuje teplo, světlo, plyn oxid uhličitý a vodní pára. V případě nedokonalého spalování materiálů vzniká kouř. Kouř je v podstatě hořlavina, která neshořela a která je viditelná díky tomu, že obsahuje malé částice uhlíku (sazí), popela, dehtu, kapalných uhlovodíků ve formě kapek nebo aerosolu, vody a jiných materiálů. Tyto složky nejsou stabilní, mohou aglomerovat, usazovat se, kondenzovat, vypařovat se a navzájem reagovat, za případné účasti vzdušného kyslíku. Velikost částic je menší než 10 μm, ale mohou být přítomny i částice menší než 1 μm. Kouř vznikající spalováním dřeva může dále obsahovat oxid uhelnatý, methan, methanol, formaldehyd, kyselinu octovou, kyseliny mravenčí, toluen, oxidy dusíku, oxid siřičitý a stopy těžkých kovů. Naznačené složení umožňuje pochopit, proč tyto látky mohou být nebezpečné nejen pro lidi, ale i pro sbírky – viz *kap. 3.6 „Obnova budov a konzervace sbírkových předmětů po požáru“* a *kap. 3.7 „Zdravotní ohrožení personálu produkty hoření“*. Nebezpečnost kouře spočívá i v tom, že kouř snižuje viditelnost v prostorech hořícího objektu. Omezuje orientaci v chodbách a místnostech hořící budovy, ztěžuje evakuaci osob a konečně znesnadňuje i zásah hasičů.

Snížení viditelnosti vyvolané kouřem je způsobeno rozptylem světla částicemi kouře – viz *kap. 3.1.1.4*. Může být definováno standardní optickou hustotou D_m (německy: Rauchpotenzial, standart optische Dichte, anglicky: mass optical density), která je úměrná extinkčnímu koeficientu K_m. Základní orientaci o standardní optické hustotě D_m kouře vznikajícího se při hoření různých materiálů poskytuje *tab. 3.1*.

Tab. 3.1 **Standardní optická hustota D_m pro různé hořlavé materiály.**

Materiál	D_m [m^2/g] plamenné hoření	D_m [m^2/g] bezplamenné hoření
Stavební dříví	0,04	
Douglasova jedle		0,28
Překližka		0,29
Bavlna	0,12–0,17	
Polymethylmethakrylát		0,15
PVC	0,34–0,40	0,12–0,64
Polychloropren (Neopren)	0,20–0,40	0,55
Polypropylen	0,24–0,53	
Polyethylen	0,29	
Parafinový vosk	0,23	
Polystyren	0,79–1,40	
Polystyren (pěna)	0,79–0,89	
ABS	0,52–0,54	
Styren (monomer)	0,96	
Polyurethan	0,22–0,34	
Požár smíšených materiálů	0,30	

Z tabulky *3.1* plyne, že ve většině požárů kouř nevzniká pouze hořením dřeva, ale celé řady dalších materiálů, jako jsou plasty, pryž, syntetické textily, atp. Pozoruhodná je vysoká hustota kouře, který vzniká hořením polystyrenu a PVC. Standardní optická hustota D_m závisí dále na průběhu hoření, především přívodu vzduchu. Bezplamenné hoření vykazuje většinou větší optickou hustotu než plamenné hoření.

Hořením vzniká i komplexní skupina kapalin a plynů vyznačující se i složitým zápachem. Kouř po uhašení požáru zdánlivě rychle zmizí z budovy. Náhlé ochlazení částic neúplného spalování ale zanechává na povrchu místností a objektů film, který zapáchá a proniká budovou a sbírkami. Kyselá podstata těchto filmů vyvolává poškození sbírkových předmětů, změnu barvy, korozi atp. – viz *dále kap. 3.5*.

3.1.2 Třídy požáru

Jak vyplývá z předchozího, v archivech se mohou vyskytovat hořlaviny různého druhu. V případě, že na hašení požáru určité látky je použit nevhodný hasicí přístroj (s nevhodným druhem hasiva), nejen že oheň nemusí být uhašen, ale může nastat zhoršení situace. Z toho důvodu byly požáry zařazeny do čtyř tříd – *tab. 3.2*. Je důležité tuto klasifikaci respektovat při volbě hasicích přístrojů – viz *kap. 3.4.1 „Hasební prostředky používané v případě archivů“* a *kap. 3.4.5 „Přenosné hasicí přístroje“*.

Tab. 3.2 **Dělení hořlavin do požárních tříd[41].**

Požární třída	Druh hořlavé látky
Třída A	Požár pevných nekovových látek, zejména organického původu, žhnoucích nebo hořících plamenem, jako dřevo, papír, textil, odpadky, plasty atp.
Třída B	Požár kapalin nebo látek přecházejících do kapalného skupenství, hořících plamenem, jako: ropa, benzin, organická rozpouštědla, barvy, laky, pryskyřice, oleje, tuky, atp.
Třída C	Požáry plynů hořících plamenem, jako acetylen, vodík, methan, propan-butan, atp.
Třída D	Požáry kovů, jako: draslík, sodík, hliník, hořčík. S požáry těchto kovů se v archivech nevyskytují. K jejich hašení jsou nezbytné speciální hasicí přístroje.

V literatuře je možno zaznamenat významnou samostatnou skupinu požárů, a to třídu E, v USA třídu C, která zahrnuje požáry elektrických zařízení pod napětím.

3.1.3 Důsledky požáru na archivy

Požár může mít vliv na budovy archivu, na obsah depozitářů a konečně na plnění funkce archivů.

- **Poškození archivních sbírek –** většina archivů ukládá jedinečné a nenahraditelné sbírky dokumentů. Ohněm vyvinuté teplo a kouř mohou vážně poškodit nebo zničit tyto objekty, aniž by mohly být opraveny.
- **Poškození aktivity archivů** – archivy plní řadu úkolů, jako studijní a výzkumná činnost, výuková činnost, konzervační činnost, poradenská činnost, činnost vyplývající ze zpracování fondů, katalogová činnost, výstavní činnost, prodejní činnost atp., které jsou požárem zastaveny nebo omezeny.
- **Poškození budovy** – stavby tvoří „obálku“, která chrání sbírky, činnosti a přítomné osoby před počasím, znečištěním, vandalismem a před dalšími prvky prostředí. Oheň může zničit stěny, chodby, stropy a střechy a podpůrné stavební prvky, stejně tak jako osvětlovací systémy, systémy regulace teploty a vlhkosti a systémy dodávky elektrické energie. Jejich poškození většinou vede k nákladným opravám.
- **Zničení nebo poškození zdrojů znalostí a informací** – archivní materiály, knihy, rukopisy, mapy, fotografie, filmy, magnetické záznamy a jiné archivní sbírky představují široký zdroj informací, který může být zničen požárem.
- **Zranění a ztráta života** – zdraví a životy personálu a návštěvníků mohou být ohroženy.

- **Dopad na styk s veřejností** – personál a veřejnost očekávají bezpečné podmínky v archivech. Předpokládají, že zakladatel a provozovatel archivu zajistí bezpečnost jak sbírek, tak lidí. Vážný požár může otřást důvěrou veřejnosti a poškodit veřejné vztahy.
- **Bezpečnost budovy** – požár představuje jedno z největších bezpečnostních ohrožení! V daném čase náhodné a úmyslně založené požáry mohou vyvolat daleko větší ohrožení sbírek, než většina uskutečněných krádeží. Ohromné objemy kouře a jedovatých plynů mohou vyvolat zmatek a paniku, čímž se vytvářejí ideální podmínky pro nezákonný vstup zlodějů a vandalů. Nezbytně rozsáhlé protipožární operace zvyšuji bezpečnostní rizika. Požáry založené žháři běžně zakrývají zločinnou činnost.

3.1.4 Základní principy ochrany archivů proti ohni

Požáry mohou být důsledkem přírodních jevů, jako je blesk, případně zemětřesení, nebo mohou být vyvolány lidskou činností, jako jsou války, teroristické aktivity a žhářství. Nicméně primární hrozba požáru vzniká tehdy, když jsou ignorována pravidla požární bezpečnosti, nebo když tato pravidla nejsou řádně personálem osvojena.

Většina běžných příčin požárů v archivech je zaviněna porušením pravidel požární bezpečnosti, která se vztahují k údržbě samotné budovy a k činnosti personálu v budově. Starší budovy, které byly upraveny pro potřeby archivů, často vykazují stavební nedostatky, které zvyšují požární riziko. Stavební celistvost budovy může být snadno narušena střechou, stěnami, základy, dveřmi a okny. Vypuknutí náhlého požáru v budově, u které se zdá, že se řídí dobrým plánem prevence požáru, je většinou vyvoláno vadným elektrickým vedením. Z toho důvodu je velmi významné, aby poškozené vedení bylo vždy rychle a odborně vyměněno a zároveň byla učiněna preventivní opatření, která by zajistila, aby vedení nebylo poškozeno, když se provádějí blízko něho údržbářské práce.

Použití otevřeného ohně blízko archivních sbírek je vysoce nebezpečné. Riziko požáru výrazně vzrůstá, když údržbářské práce vyžadují svářečské hořáky nebo letovací lampy. Je-li nevyhnutelné v archivu uskutečnit svářečské práce, je žádoucí aby většina prací byla realizována mimo budovu a pouze skutečně nezbytné svářečské práce byly provedeny na místě uvnitř budovy. Při sváření musí být dodržovány některá pravidla

a požadavky, mezi něž patří: vystavení povolení ke sváření, poučení svářečů o možném riziku a přítomnost hasiče s vhodným hasicím přístrojem. Méně zjevným zdrojem požárního nebezpečí jsou přenosné ohřívače místností, osvětlovadla na prodlužovací šňůře, plotýnkové vařiče a kávovary. Jedním z významných požárních rizik je přípustnost kouření zaměstnanců v skladech archiválií a na pracovištích, kde s archiváliemi pracují.

Způsoby úklidu jsou rovněž důležité pro dobrou požární prevenci. I když papír a podobný odpad poházený v skladovacích prostorech nemůže vyvolat požár (samovznícení), uvedené zbytky mohou dopomoci velmi rychlému rozšíření požáru v místnosti. Usazený prach na topení nebo ve ventilačních vedeních také přispívá k rychlému rozšíření požáru v budově a to i v případě, že požár byl rychle zvládnut na místě vzniku.

Pokud požár vznikne v depozitáři, většinou má za následek větší škody na archivních materiálech než je schopen způsobit požár vzniklý v jiných prostorech. Důvodem je vysoká koncentrace spalitelného materiálu na jednotku plochy. Přesto depozitáře nejsou z hlediska vzniku požáru při dodržování základních požárních pravidel významně nebezpečné. Nejvyšší rizika vzniku požáru představují laboratoře (konzervátorské, restaurátorské, dokumentační atp.), prostory pomocných zařízení (dílny elektrikářů, truhlářů a lakýrníků) a kotelny. Vyplývá to z charakteru práce uskutečňované v těchto prostorech a z materiálů, které jsou zde používány.

Jsou-li archivní materiály jsou zničeny požárem, jsou ztraceny navěky. Pouze v ojedinělých případech mohou být nahrazeny duplikáty. V knihovnách část sbírek může být nahrazena a nebo alespoň zpřístupněna veřejnosti v jiné knihovně. Ale i v případě knihoven, část sbírkového materiálu může být nenahraditelná a není snadné najít duplikáty. Tato část historie společnosti bude ztracena navěky pro budoucí generace. Lidstvo již utrpělo mimořádně velké ztráty od dávných časů do dneška, počínaje požárem Alexandrijské knihovny až po požár Knihovny akademie věd v Petrohradu v bývalém Sovětském svazu.

Cena za restaurování dokumentů a knih poškozených ohněm je podstatně vyšší než náklady, které jsou nezbytné k uložení materiálů v nejlepších protipožárních podmínkách. Za zničené informace není náhrada, zbývá pouze nevypočitatelná újma pro lidskou společnost. Vzhledem k tomu, že není možné v archivech zajistit pro archivní materiály úplnou ochranu před požáry, je alespoň možné vytvořit velmi vysokou hladinu požární ochrany, která by za normálních podmínek omezovala

potenciální ztráty materiálů v archivech na co nejmenší míru. Z toho důvodu je důležité pro archiváře a knihovníky znát možnosti požární ochrany, která je k dispozici, případně naopak znát stupeň možných poškození, který plyne z protipožárního systému, který je použit v archivu.

3.2 POŽÁRNÍ PREVENCE

3.2.1 Krizový plán

Základem prevence proti katastrofám je krizové plánování. Krizový plán představuje předpokládanou reakci instituce na všechny katastrofy, které připadají v dané oblasti v úvahu, tedy většinou bude zahrnovat plán prevence proti požáru, proti povodni a krádeži.

V případě požáru účelem tohoto plánování je:

- zabránit požáru,
- připravit záchranné postupy, které by vedly ke snížení účinku požáru,
- připravit účinné použití záchranných postupů během požáru a po něm,
- připravit obnovu budovy instituce a konzervaci zachráněných sbírkových materiálů.

Prvním krokem při tvorbě krizového plánu je získání všeobecného souhlasu vedení a personálu instituce s plánem. Vedení podniku musí schválit spotřebu času a peněz, které budou nezbytné pro vytvoření a plnění plánu. Musí zajistit výcvik personálu.

Pracovní skupina pro krizové plánování by měla být složena z členů personálu, kteří jsou odpovědni za péči o sbírky. Velikost skupiny je závislá na velikosti instituce. Skupina ve velkých institucích může zahrnovat vedoucího pracovníka, odborné pracovníky, konzervátory a představitele technických služeb instituce. Je žádoucí podpořit činnost skupiny spoluprací s externími pracovníky požární prevence, s policií, případně jinými zainteresovanými osobami, např. z dodavatelských firem. Tím se rozšíří perspektivy dopadu plánu, což vede k jeho celkovému zkvalitnění.

Pracovní skupina pro krizové plánování je vedena zodpovědným pracovníkem, kterého jmenuje ředitel instituce. Tento pracovník je zodpovědný za vytvoření plánu, za koordinaci projektu, za zpracování rozpočtu a schválení nákladů. Musí také připravit realistický rozvrh pro plnění úkolů plánu, včetně ověřování účinnosti plánu. Musí

rovněž zajistit jeho včasnou aktualizaci. Pro malé instituce je vhodné spolupracovat při tvorbě krizového plánu s podobnými organizacemi regionu.

Pracovní skupina pro krizové plánování je povinna:

- definovat účel plánu,
- odhadnout potenciální rizika požáru budovy a sbírek a definovat preventivní činnosti nezbytné k zabránění požáru,
- shromáždit informace o nezbytných dodávkách protipožárního vybavení a službách. To vyžaduje spolupráci s místními požárními útvary a dodavateli,
- stanovení priorit při zachraňování sbírek,
- shromáždit informace o záchranných a konzervačních postupech vhodných pro jednotlivé materiály; v případě požáru je nutno počítat s tím, že budovy a sbírkové předměty nebudou ohroženy pouze požárem, ale i vodou, která bude do místa požáru vnesena během hasebního zákroku,
- zajistit vzdělávání personálu v požární prevenci a v reakci na již vzniklý požár,
- vypracování finančního plánu požární prevence, včetně stanovení nákladů na pojištění, na konzervaci poškozených budov a objektů sbírek externími komerčními organizacemi.

Jakmile je krizový plán vyhotoven v psané formě, je nezbytné jej distribuovat mezi personál a vyžadovat jejich komentář. Po schválení plánu vedením instituce musí být nacvičováno plnění plánu. Podle výsledku nácviku je nezbytné plán revidovat.

Má-li preventivní protipožární péče být účinná a má-li zabránit vzniku požáru, případně omezit jeho následky, musí krizový plán zahrnovat následující opatření:

1. Instalovat detekční a hasicí systémy. Tyto systémy pravidelně kontrolovat, zkoušet a udržovat.
2. Instalovat a pravidelně zkoušet poplašná signalizační zařízení a tísňové hlásiče umístěné na klíčových místech budovy, především u všech východů.
3. Umístit vhodné přenosné hasicí přístroje na klíčových nebo požárně rizikových místech budovy.
4. Jednou za rok kontrolovat přenosné hasicí přístroje a provádět výcvik personálu v jejich použití.
5. Určit rizika požáru a projednat záchranné priority s příslušnou požární jednotkou.
6. Rozpoznat a pokud možno odstranit požární rizika plynoucí z okolí stavby (jako restaurace, chemické výrobny atp.).

7. Zajistit přízemní okna, dveře nákladních ramp atp., která mohou být terčem útoku vandalů zápalnými lahvemi.
8. Vypracovat a zveřejnit evakuační postupy a nacvičovat jejich realizaci.
9. Udržovat evakuační cesty průchodné; nedovolit ukládat v chodbách nepotřebné věci a odpad.
10. Pravidelně kontrolovat rozvod elektrického proudu, provádět jeho údržbu a v případě potřeby i jeho generální opravu.
11. Uzávěry plynu a vypínače elektrického proudu musí být jasně označeny.
12. Vylepšit ústřední systém klimatizace vzduchu vybudováním samostatného systému odsávání kouře.
13. Vypracovat a zavést pravidla zavíráni budovy (znemožňující, aby po zavření mohl někdo v budově zůstat a aby všechna zařízení byla vypnuta).
14. Nedovolit používání otevřeného ohně a zakázat kouření v prostorech, kde jsou uloženy sbírky.

3.2.2 Všeobecné požadavky na zajištění požární bezpečnosti v archivech

Budovy, ve kterých jsou umístěny archivy, byly buď od počátku projektovány a stavěny pro archivy, nebo k umístění archivů byly použity budovy, které byly původně používány pro jiné účely a později byly upraveny pro potřeby archivu. Je zjevně mnohem nesnadnější zavést vyhovující požární ochranu do budovy, která nebyla projektována jako archiv. Budova, která byla upravena pro nové použití, nemusí vždy splňovat požadavky pro požárně odolnou budovu, ve které stavební prvky, včetně stěn, příček, stropů, podlah a střech jsou z nespalitelných, případně omezeně spalitelných materiálů.

Vnitřní uspořádání místností v budovách, ať již byly projektovány přímo pro archivy, či byly později upraveny pro tyto účely, může být podélné, halové, sekční a smíšené. Halové uspořádání je používáno zřídka s výjimkou případů, kdy na budovy archivů byly upraveny dřívější kostely nebo divadla. Podélné (řadové) uspřádání je také většinou omezeno na upravené budovy, tj. na paláce z 16. a 17. století. Sekční uspořádání umožňuje navržení modulů, které se mohou opakovat v projektu budovy. Projekty, které spojují prvky některých typů návrhů, jsou většinou používány pro moderní návrhy archivů. Typ vnitřního spořádání použitý v návrhu, určuje umístění požárních stěn v budově, čímž ji dělí na požární oddělení.

3.2.2.1 Nové budovy postavené pro potřeby archivů

Budovy archivů, které jsou speciálně navržené pro archivní účely, jsou nejlépe schopné spojit požadavky na funkční činnost archivů a požadavky na požární ochranu. Projekty takových budov často používají princip rozdělení budovy na funkční zóny, což mimo jiné umožňuje omezení pohybu návštěvníků v budově.

Rozdělení budovy archivu na funkční zóny umožňuje architektům a stavebním inženýrům navrhnout v budově různá protipožární zařízení. Projekt odděluje jednotky depozitáře archivních materiálů od ostatních částí budovy. Umožňuje dále rozdělit budovu na **požární úseky**. Požárním úsekem se rozumí prostor, který je stavebně oddělen od ostatních prostor budovy tak, že vzniklý požár se z tohoto prostoru v daném časovém úseku nerozšíří do ostatních částí budovy, a nebo naopak do něj ze zbytku budovy nepronikne. Platí základní pravidlo pro stanovení velkosti požárního úseku, dle kterého čím obtížnější je uskutečnění útěku, záchrany osazenstva a požární útok hasičů, tím menší by měl být požární úsek. Pro knihovny a archivy jsou navrhovány požární úseky o ploše 1 500 m^2. Stěny a podlahy místností musí být ohnivzdorné. Materiály, které jsou použity k jejich stavbě by měly mít minimálně dvouhodinovou odolnost vůči ohni. Projekt umožňuje navrhnout nezbytnou minimální odolnost stavebních prvků vůči ohni a proudům vody z požárních proudnic a volbu kvality materiálů a řemeslného zpracování. Stěny musí mít dostatečnou pevnost, aby vydržely dopad hroutících se stavebních prvků v budově ležících strojů a vybavení budovy.

Dosud byly uvažovány horizontální požární úseky. Význam má i vertikální ohraničení požárních úseků. Důvodem je skutečnost, že požár se především v jeho počáteční fázi šíří vertikálním směrem. Jednotlivá poschodí budov archivů jsou propojena schodišti a mimo to vyšší poschodí jsou vybavena galeriemi. Tuto skutečnost je nezbytné vzít v úvahu při návrhu velikosti požárních úseků. Tuto velikost ovlivní i plánovaná ochrana budovy proti požáru, např. sprinklery.

Všechny stěny, zvláště depozitářů, musí být vybaveny požárně odolnými dveřmi. Dveře požárních stěn a především pak hlavní dveře do depozitářů musí být ohnivzdorné. Tyto dveře musí být samouzavírací, což ale většinou činí potíže při provozu. Z toho důvodu je vhodné tyto dveře vybavit zařízeními, která zajišťují jejich trvalé otevření. Je nezbytné, aby tato zařízení reagovala na teplo a kouř, umožnila v případě požáru zavření dveří a zabránila tak rozšíření požáru a kouře. Většinou jsou používána zařízení, která jsou napojena automatické detektory požáru – viz *kap. 3.3.1*.

Když jsou (především z finančních důvodů) k zajištění dveří používány pevné západky, případně klíny, vzniká nebezpečí, že dveře při požáru zůstanou otevřené.

Moderní projekty také oddělují laboratoře restaurování, prevence a kopírování od depozitářů a od prostor, kde se normálně vyskytují návštěvníci. Riziko požáru je větší v laboratořích, což vyplývá s podstaty práce, která se zde provádí. Z toho důvodu jsou nejen fyzicky odděleny, ale mají oddělený ventilační systém a mají mít speciální explozi odolné skladovací kontejnery (skříně) pro různé chemikálie používané v laboratoři. Ve většině zemí se vyvinuly předpisy omezující množství výbušných a hořlavých chemikálií, které mohou být skladovány na jednom místě a specifikující jakým způsobem mají být chemikálie uloženy. Prostory laboratoří musí mít požární stěny schopné odolat požáru, který zde může vzniknout a zabránit jeho rozšíření do ostatních částí budovy. Z praktického hlediska se zdá být rozumné rozdělit laboratorní úsek na několik menších místností, než na jednu nebo dvě velké místnosti, kde se provádějí všechny laboratorní procesy. Vyšší počet laboratorních místností poskytuje větší možnost omezit požár na jednu místnost a tak omezit škody. Je vhodné umístit tyto místnosti do přízemí budovy, což v případě požáru usnadňuje evakuaci osazenstva a zásah hasičů.

Projektanti musí rovněž dbát na zajištění **únikových a záchranných cest** z různých prostor budovy pro návštěvníky a pro personál. Počet a typ cest je určen příslušnými stavebními předpisy. Požadavky jsou většinou závislé na velikosti místa, které má být evakuováno, na počtu osob, které se nacházejí v prostoru, na typu hasicího systému použitého v budově, na typu stavebního materiálu atp. Únikové a záchranné cesty musí zajistit při ohrožení bezpečný odchod přítomných osob z budovy.

Někdy evakuační předpisy vyžadují, aby každá zóna v budově, kde se shromažďuje významný počet osob, byla vybavena dvěma evakuačními cestami s dvěma východy. Umístění východů musí zajistit, aby se evakuační cesty navzájem nekřížily. Místnosti a chodby musí být dostatečně široké (minimálně 1,1 m) a přímé, což umožňuje evakuačnímu personálu mít přehled o evakuaci a požárníkům s jejich vybavením dosáhnout snadno místo požáru. Požadavek na východy s nezávislými evakuačními cestami pomáhá architektům stanovit velikost a umístění studoven. I když návštěvnost se velmi mění v závislosti na ročním období, na výstavách a na jiných speciálních událostech, při plánování kapacity východů by měl být uvažován maximální počet lidí, který je možno očekávat v budově v daném čase. Pro evakuační cesty sloužící chodby nesmí být zaplňovány zbytečnými hořlavými předměty, jako jsou

skříně s méně významnými dokumenty, zásobami papíru atp. Nesmí být na nich umisťovány xerox-kopírky. Tyto přístroje zužují chodby a omezují tak průchodnost chodby a mimo to zásoby papíru zvyšují riziko požáru. Kopírky musí být umístěny do samostatné místnosti, která je vybavena požárně odolnými dveřmi.

Kouř často poškozuje archivní materiály více než samotný požár. Poškození je závislé na objemu kouře a na jeho složení – viz *kap. 3.1.1 a 3.5*. Jestliže v depozitáři nejsou okna, předpisy vyžadují, aby místnosti byly vybaveny účinným zařízením pro odvod kouře, které musí být vybaveno dálkově ovládanými klapkami. Kouřovody a je obklopující součásti stavby musí být navrženy tak, aby byly odolné nejméně jednu hodinu proti ohni. Účinné odstraňování kouře umožňuje i hasičům reagovat na vzniklou požární situaci rychleji a účinněji.

Vážným problémem je odstraňování kouře z víceposchoďových budov. Systémy odstraňování kouře musí odčerpat kouř ze schodišť, která jsou používána k evakuaci personálu z budovy a z chodeb. Musí pracovat i během požáru, tedy v době, kdy ostatní zařízení jsou vypnuta. Dobře uzavřená schodiště vybavená protikouřovými dveřmi brání rozšíření ohně, kouře a tepla z jednoho poschodí do druhého. Šachty osobních a nákladních výtahů a všechny ostatní vertikální otvory ve stropech stavby, musí být rovněž chráněny. Systémy pracující se vzduchem (ventilace, vytápění a chlazení) měly by být stavěny a vybaveny tak, aby jejich potrubí neumožňovala průchod kouře, tepla a ohně z jednoho prostoru do druhého a z jednoho poschodí budovy do druhého.

Některé projekty archivních depozitářů zahrnují výstavbu toboganů, kterými mohou být při požáru rychle evakuovány dokumenty a knihy. V každém poschodí by měl být poklop, který umožňuje přístup na tobogan a evakuaci materiálu z jednotlivých poschodí. Konec toboganu musí být snadno přístupný pro personál a nákladní vozy tak, aby materiál mohl být naložen a odvezen do bezpečí. Je-li evakuace materiálu součástí plánu požární ochrany archivu, jsou tobogany významným prvkem projektu vzhledem k tomu, že výtahy jsou při požáru vypínány a schodiště jsou především používána pro evakuaci personálu a návštěvníků a pro pohyb hasičů.

Na místnosti **počítačů** jsou kladeny vyšší projekční a stavební požadavky. Podlahy a stěny musí být z nehořlavých materiálů a musí být stavěny za použití technik odolných proti ohni. Tradičně splňuje tyto požadavky železobeton. K izolaci počítačových ústředen jsou používány požární stěny. Ústředny jsou většinou stavěny tak, že prostory jsou vodotěsné, čímž se zabraňuje poškození počítačů vodou použitou při hašení požáru v jiných částech budovy. Kvalitní tepelná izolace místností zajišťuje,

že teplota během požáru v nich nestoupne o více než o 50 ºC nad teplotu na počátku požáru.

Potrubí kondicionace vzduchu, používaná v počítačových ústřednách, musí být zhotovena z ohnivzdorných materiálů. V případě, že podpodlažní prostory jsou používány jako dutiny pro přímou dodávku vzduchu do počítačového centra, musí být tyto prostory rozděleny do oddělených požárních zón požárními stěnami. Bez této preventivní techniky se může požár snadno rozšířit pod podlahou z jednoho prostoru do druhého.

Místnosti, v kterých jsou uloženy mimořádně cenné archivní materiály, **trezorové místnosti**, musí být zvláště chráněny nejen proti nepovolaným návštěvníkům, ale i proti požáru. Pro tyto místnosti platí obdobné požadavky jako pro místnosti počítačů, přičemž je zdůrazněn požadavek na ochranu materiálů před proniknutím hasicí vody. Doporučuje se, aby místnosti byly vybaveny na ochranu proti vodě a kouři dokonale těsnícími dveřmi, aby vstupy měly dostatečně vysoké prahy, aby v místnostech byly jímky, kam by stekla případně proniklá voda. Tyto jímky by měly být vybaveny čerpadly, kterými by bylo možné tuto vodu odstranit. Materiály by měly být uloženy na regálech, v dostatečné vzdálenosti od země – viz *kap. 3.2.2.4.1*.

Požadavky na stavební prvky v budovách odolných proti požáru jsou stanoveny příslušnými stavebními a požárními normami a předpisy. Při jejich aplikaci při posuzování požárního zatížení archivních objektů je nezbytné uvažovat i dodatečná rizika vzniklá laboratořemi a ostatními servisními pracovišti umístěnými v archivech. Rozšíření požáru a rozsah poškození by měly být přímo vztaženy k celkovému množství spalitelných látek. Požární stěny používané ve stavbách udržují oheň v oddělených prostorách budovy po specifické období požáru. Do úvahy je nezbytné zahrnout vhodný výběr interiérových závěrečných úprav a nábytku. Neměly by být používány vysoce hořlavé povrchové úpravy stěn a stropů. Požární předpisy obyčejně specifikují minimální požadavky na materiály interiérových úprav.

3.2.2.2 Budovy upravené pro potřeby archivů

Adaptace existující budovy pro potřebu archivu není snadný problém a je obyčejně posledním východiskem archivářů. V případě, že je uvažováno toto řešení, měla by být věnována velká pozornost rozboru, zda je možné vůbec budovu pro nové použití adaptovat. Je samozřejmé, že musí být vyhodnoceny s požární ochranou nesouvisející parametry, jako je velikost a typ podlažní plochy a její funkčnost.

Historické budovy a architektonické památky jsou objekty nejobtížněji adaptovatelné pro potřeby archivů. Je většinou nemožné měnit v takových budovách vnitřní uspořádání, měnit dveře, povrchové úpravy atp. Použití velmi staré budovy nebo takové, která je klasifikovaná jako historicky cenná, přestavuje pro archivní použití velké potíže. Je někdy velmi obtížné nebo nemožné stanovit nosnost podlah, jaký materiál byl použit při stavbě budovy, požární odolnost příček atp.

Je-li stav budovy pro archiv vyhovující, musí být stanoveny základní prvky požární bezpečnosti. Analýzy musí zahrnovat materiály stěn a jejich tloušťky, materiály stropních a podlahových panelů a jejich tloušťky, materiály oken, dveří a dalších stavebních prvků použitých v budově. V historických budovách byly často používány dřevěné stavební prvky a mnohdy pečlivě vyřezávané a malované vnitřní úpravy ze dřeva. Tyto prvky by měly být ošetřeny protipožárními prostředky, které nebudou produkovat plyny poškozující sbírky. Mnohem důležitější je ale protipožární ošetření dřevěných trámů, které byly často používány jako konstrukční prvky starých budov – viz *kap. 3.10.1 „Ochrana stavebních konstrukcí zpěnitelnými protipožárními nátěry“*.

Sklepní prostory vytvářejí problémy při hašení požáru a při zajištění bezpečnosti personálu. Tyto problémy se významně zvětšují, když při požáru vypnutí elektrického proudu zastaví ventilační systém budovy. V tom případě musí být použity náhradní prostředky pro odstranění tepla a kouře; optimálním řešením je vybudování samostatného systému odstraňování kouře, jehož ventilátory pracují i během požáru. Opatření by měla být učiněna pro bezpečnou evakuaci lidí a pro přístup hasičů do místa požáru.

Stropy a podlahy nad sklepy by měly být odolné vůči ohni. Na protilehlých stranách budovy by měla být umístěna dvě samostatná vnější schodiště umožňující přístup požárníkům do sklepů. V případě, že není možné vyjít z budovy přímo ze sklepa a odchod je možný pouze všeobecně používaným vnitřním schodištěm, dveře vedoucí ze sklepních prostor by měly být opatřeny vzduchovou přetlakovou uzávěrou, pracující s přetlakem 20 Pa. Vestibuly a schodiště s přetlakovou uzávěrou musí být uzavřeny požárními stěnami.

I když adaptované budovy mohou být vybaveny různými prostředky požární ochrany, nejlepší dlouhodobá ochrana pro archivní sbírky je přemístit je co nejdříve do budovy speciálně navržené pro jejich ochranu.

3.2.1.3 Požadavky požární prevence na podpůrné systémy a vybavení budov

Podpůrné systémy, které zahrnují ventilaci, vytápění a chlazení, čištění vzduchu atp., jsou zahrnuty do celkové struktury budovy. Požadavky na požární odolnost podpůrných systémů budov jsou specifikovány příslušnými předpisy a jsou součástí všeobecné požární odolnosti stavby budovy.

3.2.2.3.1 Systémy nucené ventilace a vytápění vzduchu

Budovy vybavené systémy kondicionace vzduchu a ventilace mají potrubí, která musí procházet požárními stěnami uvnitř budovy. Každý průnik požární stěnou či stropem zvyšuje možnost rozšíření ohně vzniklým otvorem. V minulosti bylo zaznamenáno, že při požárech bylo oslabeno potrubí tak, že se zlomilo a umožnilo ohni proniknout do přilehlých prostor.

Potrubí by měla být zhotovena z nehořlavých, dobře tepelně isolujících materiálů. To je zvláště důležité v místech, kde potrubí pronikají požárními stěnami nebo požárně odolnými stropními nebo podlažními panely. V místech, kde potrubí procházejí těmito stavebními prvky je vhodné udělat otvory co nejmenší a potrubí opatřit nehořlavou objímkou a vyplněnou vyzkoušeným ohnivzdorným materiálem. Potrubí by měla být vybavena automatickými požárními uzávěrami – klapkami. Měla by být udržována čistá, aby se zabránilo usazování prachu, který by mohl podpořit šíření ohně. Budova by měla mít samostatný systém potrubí odvodu kouře v případě požáru, který je nezávislý na hlavním ventilační systému.

3.2.2.3.2 Požadavky na komíny a kamna

Komíny je nutné pravidelně vymetat a je nezbytné je udržovat v dobrém stavu. Kamna, pokud jsou používána, musí být pravidelně kontrolována. Používané krby musí být opatřeny bezpečnostními sítěmi, které brání vypadnutí žhavých uhlíků. V blízkosti krbů a kamen nesmí být ukládány hořlavé materiály. Kuchyně, kotelny a podobná zařízení musí být vždy vybaveny přenosnými hasicími přístroji.

3.2.2.3.3 Požadavky na elektrické vybavení

Pro budovy archivů je doporučováno zakryté elektrické vedení. Ve starých adaptovaných budovách elektrické vodiče by měly být uloženy v trubkách. Vedení musí být uzemněno a chráněno proti zkratu pojistkami.

Osvětlení je vždy možným požárním rizikem lišícím se pro různé prostory. Bezpečnost osvětlení může být účinněji a levněji zajištěna během nové stavby, než při pozdější rekonstrukci. Pevně instalované osvětlení by mělo poskytovat dostatečnou intenzitu osvětlení v místnostech depozitáře na takové úrovni, aby nebylo nutno používat dočasná osvětlovadla. Osvětlovadla by měla být parotěsná a odolná proti výbuchu a měla by být ovládána dvoupólovými vypínači umístěnými mimo místnost depozitáře. Osvětlovací tělesa by měla být umístěna ve vzdálenosti nejméně 0,5 m od dokumentů. Nouzové osvětlení musí být vybaveno vlastním zdrojem proudu. Prodlužovací kabely by neměly být používány.

Pro vedení umístěné ve vlhkých místnostech, jako jsou konzervační a restaurátorské laboratoře, digestoře, kopírovací laboratoře, kde probíhají vyvolávací procesy a v dalších specializovaných laboratořích, existují speciální normy.

Elektrické vybavení musí být pravidelně udržováno. Veškeré vybavení musí být v pravidelných intervalech kontrolováno.

3.2.2.3.4 Požadavky na instalaci transportního zařízení v archivech

Horizontální a vertikální transportní systémy by měly mít svůj samostatný systém ochrany. Vertikální transportní systémy, které zahrnují výtahy, kladkostroje, nákladní páternostery atp., jsou umístěny v budově ve speciálně stavěných šachtách. Úkolem požární techniky je zajistit, aby spaliny vytvořené během požáru se nedostaly do šachty. To je dosaženo vytvořením přetlaku vzduchu ve výtahové šachtě a instalováním přepážek z nespalitelného materiálu na úrovni každého poschodí. V případě, že nejsou instalovány přepážky, musí být rovněž vytvořen přetlak na úrovní 20 Pa. Stěny šachet výtahů by měly být zhotoveny z nehořlavých materiálů.

Horizontální dopravníky by měly být opatřeny ochrannými zařízeními při průchodu požárními stěnami. Tato zařízení mají několik verzí. Může to být záklopka ovládaná teplem, která je držená za normálních podmínek v otevřené poloze ocelovým kabelem s tavitelnou pojistkou. Jiná verze je uzávěra gilotinového typu, která uzavírá otvor, kterým prochází dopravník. Je držena v otevřené pozici rovněž tavnou pojistkou. Jedno z těchto zařízení musí být instalováno u každého otvoru, kterým dopravník prochází budovou.

3.2.2.3.5 Požadavky na laboratoře a místnosti technického servisu

Nejnebezpečnější části vybavení archivů z hlediska možných požárních rizik jsou umístěny v laboratořích a prostorech technických služeb, jako jsou dílny elektrikářské a instalatérské údržby a v prostorech, kde jsou umístěny boilery a kotelny ústředního vytápění. Pro tyto prostory platí všechny dříve uvedené předpisy a normy ochrany proti ohni, ale pro určité části vybavení mohou platit speciální požadavky.

3.2.2.4 Požadavky požární prevence na vybavení archivů

3.2.2.4.1 Vybavení místností depozitářů

Základní vybavení místností depozitářů jsou pevné a pohyblivé **regály**. Pevné regály by neměly být umístěny u vnějších zdí a mezi zdí a regály by měla být ponechána malá mezera, která by umožnila cirkulaci vzduchu. Minimální vzdálenost uloženého materiálu od podlahy by měla být 150 mm. Archivní normy stanoví, že mohou být použity pouze kovové regály, ale v praxi jsou používány i dřevěné police. Tyto police zjevně vytvářejí stálé nebezpečí požáru v depozitářích archivů. Zajímavou skutečností je, že když jsou použity k uložení materiálů robustní dřevěné police, tyto zůstanou stabilní až do doby než jsou spotřebovány ohněm. Kovové police se naopak mohou zhroutit již při teplotách 400–500 ºC, což je teplota, která může být při požáru dosažena během několika minut – viz *kap. 3.10.1.3*. V některých případech archiváři použili jako dočasné opatření na ochranu dřevěných polic retardéry hoření do té doby, než je budou moci nahradit kovovými regály – viz *kap. 3.10*. Zkušenosti získané vyhodnocením proběhlých požárů ukázaly, že poškození sbírek je závislé na způsobu jejich uložení. Například dokumenty těsně uložené v otevřených policích byly méně poškozené než dokumenty uložené volněji. Těsné uložení bránilo přístupu kyslíku a poškození bylo omezeno na zuhelnatění krajů dokumentů.

Při stavbách nových archivů a při jejich renovaci se uplatnila nová technologie skladování, převzatá z obchodních domů a to uložení regálů na podvozek – **kompaktní skladování**. Pro několik regálových jednotek je k dispozici jedna ulička a v případě, že je nutné získat přístup k určitému regálu, je s regály pohybováno ručně nebo motoricky tak dlouho, až se objeví ulička vedle požadovaného regálu. Je bezpečnější používat ruční ovládaní kompaktních regálů. Snižuje se tím riziko vyřazení motorického ovládání regálů, jehož příčinou může být poškození elektrické instalace během požáru, nebo i centrální vypnutí proudu. Při volbě této skladovací technologie je nutno počítat s větším místním zatížením stropů.

Požár vzniklý v kompaktních regálech většinou bývá obtížně hasitelný. Použití kompaktních regálů vyvolává vysoké požární zatížení, což může vést k požáru, který může vyvolat zhroucením stavby i v případě použití předepsaných požárních barier. Bez ochrany sprinklery nebo hasicího zařízení s obdobnou účinností, může v případě kompaktního skladování namáhání ohněm překročit odolnost požárních stěn a omezit schopnost hasičů zvládnout oheň. Vždy, když jsou používány kompaktní regály, by měly být povinně instalovány automatické sprinklery – viz *kap. 3.4.2.1*. Je nutno zdůraznit, že potenciál pro úplné vyhoření zařízení při uložení obdobného množství materiálu je úplně stejný, jak při použití otevřených regálů, tak při použití pohyblivých regálů, s tím rozdílem, že doba pro rozšíření požáru za hranici zvládnutelnosti hasiči v případě mobilních regálů je významně delší. Obdobně hořící archivní materiály uložené v otevřených policích, i materiály uložené v kompaktních regálech, mají stejnou sebezničující schopnost a kapacitu zničit celý depozitář. Nicméně pomalé šíření požáru, které se objevuje v kompaktních regálech, poskytuje delší časový úsek pro požární zásah.

Všechny nesvázané materiály a pokud možná i svázané materiály by měly být umístěny v krabicích z odkyseleného papíru nebo zabaleny. Jsou tak chráněny proti prachu, změnám prostředí, zaplavení a ohni. Historické zkušenosti ukazují, že uložení materiálů do krabic je při katastrofách velmi prospěšné.

Všechna další zařízení používaná v depozitářích, jako knihovny, skříňky na kartotéční lístky atp. by měly být zhotovené z kovu. Použití dřeva či jiného spalitelného materiálu zvyšuje požární riziko v depozitářích. Je vhodné uložit hořlavé a korozivní materiály do oddělených nehořlavých skříní.

Ve velkých depozitářích systém úložných regálů může být součástí struktury budovy archivu. Část budovy používaná k uložení archivních materiálů nebo knih tvoří pouze vnější plášť. Kovové regály jsou samonosné a procházejí několika podlažími budovy. Podlaží depozitářů jsou ve skutečnosti plošiny, které vytvářejí chodníky mezi jednotlivými depozitáři. To vede k vytvoření úzkých štěrbinových otvorů mezi depozitáři a chodníky, které umožňují rychlý, nerušený průtok vzduchu, tepla, kouře a plamenů. Některé velké archivy používají horizontální nebo vertikální dopravníkové systémy, které umožňují transport materiálů z jedné části budovy do druhé. Tyto systémy procházejí požárními stěnami nebo stropními a podlažními panely a musí být opět chráněny automatickými ohnivzdornými uzávěrami, které zabrání průniku ohně a kouře.

3.2.2.4.2 Vybavení kanceláří a studoven

Studovny jsou většinou umístěny tak, že jsou odděleny od depozitářů, laboratoří, prostor technických služeb a ostatních prostor. Jsou lokalizovány do pásma chráněného požárními stěnami a dveřmi. Musí být stanoveny požární východy a evakuační cesty. Vzhledem k tomu, že velké množství lidí je ovlivněno architektonickým návrhem chodeb a průchodů, zodpovědní pracovníci by měli zajistit, aby byly dostatečně široké cesty mezi nábytkem ve studovnách, které by umožnily rychlou evakuaci. Archiváři mohou uváženým uspořádáním nábytku pracoven usnadnit evakuaci místností.

Nábytek vybraný pro místnosti studoven by měl vyhovovat požadavků požární bezpečnosti. Vzhledem k tomu, že kovový nábytek nemůže být považován za vhodný pro tyto místnosti, potahy by měly být zhotoveny z materiálu chráněného retardéry hoření a materiál použitý na židle by měl odpovídat požárním předpisům. Stejně by měly být chráněny retardéry hoření záclony a závěsy.

3.2.2.4.3 Vybavení laboratorních skladů

Uspořádání zařízení a nábytku v laboratořích musí brát v úvahu evakuaci personálu. Mimo to se musí zajistit, aby byl dostatečný prostor kolem místa, kde personál pracuje s potenciálně hořlavými materiály, čímž se zabrání nehodám.

V laboratořích jsou významné vhodné skladovací skříně. Mnohé chemikálie používané v laboratořích jsou hořlavé a některé jsou výbušné. Tyto chemikálie musí být skladovány ve speciálních explozi odolných skladovacích skříních. V některých případech musí být chlazené. V jiných případech množství chemikálií skladovaných společně ve skladovací skříni nesmí překročit určité množství. Chemikálie přicházejí se specifickými skladovacími návody, které musí být přísně dodržovány. Jako v jiných částech archivní budovy, i v laboratořích musí být umístěny individuální přenosné hasicí přístroje. Použití v laboratoři může požadovat jiné druhy hasicích přístrojů, než se používají všeobecně v budově.

3.2.2.5 Požární prevence zámků, hradů, kostelů a skanzenů

V předchozích statích byly diskutovány všeobecné zásady požární prevence historických budov archivů. Byla sledována především opatření, která zajišťují bezpečnou ochranu proti požáru v nich uložených archivních sbírek. V následujícím budou probrány podrobněji zásady preventivní ochrany historických budov, které mohou být ovlivněny jednak typem budov, ale i jejich výškou, umístěním a přístupností,

druhem stavebního materiálu, druhem krytiny, vzdáleností od vodních zdrojů atp. I když tyto zásady nemusí bezprostředně souviset s preventivní ochranou archivů proti požáru, přesto některé dále uvedené informace mohou být inspirací pro pracovníky, kteří tuto ochranu navrhují.

Zámky představují masivní stavby, často umístěné stranou v parcích nebo na vyvýšeninách. Tyto stavby mají cenné dřevěné stropy a rozsáhlé systémy krovů, které jsou obtížně přístupné, nebo zcela nepřístupné pro hasiče. Reprezentační schodiště, která představují otevřené spojení několika poschodí budovy, usnadňují rozšíření kouře a tepla, ale většinou nezajišťují dostatečný přístup pro zasahující hasiče do všech částí budovy. Rozsáhlá poschodí a těsně uspořádané budovy nejsou často účinně odděleny požárními stěnami. Zámky, i když jsou v nich umístěny kulturní a umělecké sbírky, hořlavé a citlivé na hasicí vodu, většinou nejsou vybaveny systémem automatické detekce požáru a automatickým systémem hašení.

Zásady, které je nezbytné dodržovat při budování systému prevence požární ochrany zámků byly již uvedeny v předchozích kapitolách. Je ale třeba zdůraznit **naprostou nutnost vybudování automatického systému detekce požáru** – viz *dále kap. 3.3* – a v návaznosti automatického stabilního hasicího zařízení – viz *kap. 3.4*. Nestačí umístit detektory požáru pouze do depozitářů nebo do výstavních místností, ale je nutné je především umístit do půdních prostor, kam běžně nechodí členové personálu a ostrahy, a kde vznik požáru může zůstat nejdéle utajen. Vzhledem k rozsáhlosti těchto prostor je vhodné používat lineární fotoelektrické detektory kouře. Na potřebu automatických stabilních hasebních systémů ukazuje i nedávný požár v zámku Zahrádky na Českolipsku, kde účinný zásah hasičů byl omezen, ne-li znemožněn tím, že objekt byl kryt plechovou střechou. Kdyby půdní prostory byly vybaveny sprinklerovým hasebním systémem, požár by se patrně podařilo uhasit automaticky uvnitř půdních prostorů bez nutnosti zničit střešní krytinu; konečný zásah hasičů by byl rychlejší a bezesporu účinnější.

Je nezbytné dbát na to, aby zasahující požární jednotky měly k dispozici dostatečné množství hasicí vody – viz *dále*.

Hrady jsou stavby obdobného typu. Jejich zásadní nevýhodou z hlediska požární prevence je, že jsou většinou postaveny na nepřístupných vysoko položených místech. Činnost požární jednotky nepříznivě ovlivňuje složitá stavební struktura budov, úzké a často zakřivené chodby, různá zákoutí atp. Střechy budov a věží jsou pro svou výšku pro zasahující požární jednotku prakticky z vnějšku nepřístupné. Vzhledem k tomu, že

budovy mají malá okna, je odvětrání dýmu omezené. Vážným problémem je i v tomto případě bezpečné zásobování hasicí vodou. Hrady, především pak půdní prostory věží a budov, by měly být vybaveny automatickým detekčním systémem požáru a na kritických místech by měly být umístěny sprinklerové hasební systémy. Vzhledem k předpokládané náročnosti hasebního zásahu požární jednotky, místnosti hradů by měly být vybaveny v nadměrné míře přenosnými hasicími přístroji, které by umožnily zvládnutí požáru ve složitých podmínkách hradu. Zcela zakázáno by mělo být kouření a použití otevřeného světla (svíčky, pochodně atp.).

Kostely představují z hlediska požární prevence opět masivní stavby, historicky cenné, postavené alespoň z části ze spalitelných materiálů. Kostelní věže a krovy zhotovené z vyschlého dřeva většinou vylučují pro svou výšku účinné potlačení požáru. Kostely jsou většinou obklopeny další městskou zástavbou, která ztěžuje příjezd požární jednotky a rozvinutí její techniky; nemají zajištěné příjezdové cesty a odstavné plochy. Kostely nemají požárně technicky účinné dělící konstrukce mezi hlavními částmi kostela, zejména mezi věžemi a střešními prostory nad kostelními loděmi. Nemají zajištěné únikové cesty, například z empor nebo z místností ve věžích. Nemají požárně odolné a proti nárazu zabezpečené stropy pod zvony. Plechové krytiny kostelních věží a střech představují významné omezení odvodu tepla z požáru a zároveň omezují i průnik vodních proudů z vnějšku do místa požáru a tím rozhodujícím způsobem omezují účinnost hasebního zásahu. Z téhož důvodu kostely nemají v případě požáru zajištěný dostatečný odvod kouře, což je nežádoucí i z toho důvodu, že kouř jako základní jev informující o vzniku požáru, není dlouho vidět. Kostely většinou nejsou vybaveny systémem automatické detekce požáru – viz *kap. 3.3* a ani stabilním automatickým systémem hašení sprinklery – viz *kap. 3.4.2.1*. Má-li být zvýšena ochrana kostelů před požáry, je nezbytné postupně zmíněné nedostatky odstranit. Základem úvah o prevenci by ale měla být skutečnost, že požár, který se nepodaří uhasit během prvých 5–10 minut – viz *kap. 3.1.1* – je vzhledem k výšce kostelní věže a stavby prakticky nezvládnutelný. Základem požární prevence by tedy mělo být především vybavení kostelů systémem automatických detektorů požáru a stabilním hasicím systémem na bázi sprinklerů. Účelné vybavení nejvíce ohrožených prostor, především kopulí věží a půdních prostor nad loděmi zmíněnou technikou (zejména lineárním fotoelektrickými detektory kouře) by umožnilo jednak včasné získání informace o vzniku požáru a zároveň by umožnilo potlačení požáru místními hasebními prostředky uvnitř kostela. Ty jsou bezesporu mnohem účinnější než vnější zásahy, které jsou často

možné až po prohoření nebo zničení střešní krytiny, po proražení oken atp. Jak bude dále uvedeno, současná technika automatické detekce i automatického hašení je natolik účinná a relativně levná, že náklady spojené s její instalací jsou mnohonásobně nižší než finanční náklady spojené s obnovením kostela.

Reálnost použití takového systému ukazuje příklad ochrany dómu v Cáchách před požárem. Systém vybudovaný **v roce 1923** sestává z tepelných hlásičů – viz *kap. 3.3.1.3* – a v podstatě ze sprinklerového systému se suchým potrubím – viz *kap. 3.4.2.1.4*. Dostatečný tlak vody nezbytný k hašení krovů 71 metrů vysoké věže dodává samostatné čerpadlo, které dopravuje vodu suchou stoupačkou do sprinklerů a do hydrantů. Funkční spolehlivost systému je zajištěna pravidelnou kontrolou hasiči z povolání. Systém během 60 let nebyl významně měněn, je plně funkční a zabezpečuje bezpečné uhašení požáru v zárodku.

V případě **skanzenů** platí všechny dříve uvedené zásady požární prevence. Vzhledem k tomu, že se jedná většinou o dřevěné stavby, často soustředěné na omezený prostor, riziko vzniku požáru je mnohem vyšší.

Základní ohrožení skanzenů a jiných dřevěných staveb vyplývá již z jejich umístění ve venkovském, případně lesním prostředí, ve kterém je snadný vznik „divokých“ požárů. V okolí staveb bývají různé stromy, křoví a suchá tráva. Maximální ohrožení nastává v podzimních měsících, kdy tato tráva je vypalována. Nebezpečí ohrožení divokým požárem je možno snížit vybudováním a udržováním 30 m široké bezpečnostní zóny kolem staveb. V této oblasti by měly být vykáceny všechny suché stromy a keře a měla by být vysekána tráva; stromy by měly být zbaveny větví do výše 3 až 4,5 m. Křoviny by měly být vzdáleny od budovy nejméně 7 m, měly by být pěstovány spíše v „ostrůvcích“ než v souvislém pásu. Půda by měla být pokryta nehořlavými materiály, jako je štěrk nebo písek. V blízkosti budov by měly být pěstovány stromy s tvrdým dřevem (dub, buk, javor, topol atp.), jejichž dřevo je méně hořlavé než dřevo borovice, smrku a jiných jehličnanů. Okolí budov by mělo být pravidelně udržováno. Bezpečnostní zóna by měla být pravidelně čištěna a zbavována případných odpadků. V blízkosti staveb by měl být striktně dodržován zákaz kouření a rozdělávání ohně.

Požáry dřevěných staveb jsou většinou vyvolány vadným rozvodem elektrického proudu, nepozorností řemeslníků při údržbě budov, vnějším „divokým“ požárem a žhářstvím. Ve stále stoupající míře je nezbytné počítat s tím, že osamělé objekty budou zapáleny v nich přežívajícími bezdomovci.

Požární prevence skanzenů je založena na dříve uvedených principech. Zásadní rozdíl vyplývá ze samé podstaty staveb, ze stavebního materiálu – dřeva. Dřevo, především však dokonalé vyschlé dřevo staveb skanzenů, je vynikajícím hořlavinou. Znamená to, že se nejen snadno zapálí, ale i v případě dostatečného přísunu vzduchu i rychle hoří. Z hlediska požární prevence to znamená, že doba rozvoje požáru – *obr. 3.3*, tedy doba, kdy je možno požár účinně hasit, se významně zkracuje, a to na několik málo minut. Po uplynutí této doby, zvláště za teplých letních dnů, není možno již stavbu zachránit.

Z této skutečnosti se musí odvíjet i zásady požární prevence.

- Dřevo staveb je nezbytné v maximální možné míře chránit protipožárními nátěry, především zpěnitelnými.
- Střechy budov, pokud je to možné, je vhodné pokrýt požárně odolným materiálem, jako jsou tašky, prejzy, břidlicové tabulky atp.
- Stavby je nutné vybavit spolehlivým automatickým systémem detekce požáru – viz *kap. 3.1* – spolu s poplašným signalizačním zařízením a tísňovými hlásiči – viz *kap. 3.3*.
- Je účelné budovy, nebo alespoň jejich kritická místa (např. místa, kde se probíhají ukázky řemeslné výroby), vybavit automatickým stabilním hasicím zařízením. Vzhledem k tomu, že většina budov skanzenů v zimě promrzá, není možno použít sprinklerový systém s mokrým potrubím, ale je nutno volit sprinklerový systém se suchým potrubím – viz *kap. 4.3.1.3*, případně sytém používající k hašení vodní mlhu – viz *kap. 4.3.2*. Automatické stabilní hasicí zařízení pracující s plynnými hasebními prostředky – viz *kap. 4.4* – vzhledem k netěsnosti staveb skanzenů není možno použít.
- Budovy skanzenu je nutno vybavit v co největší míře účinnými přenosnými hasicími přístroji a personál skanzenu vycvičit v jejich používání – viz *kap. 4.5*.
- Zajistit rychlý příjezd požárních jednotek tím, že ve skanzenu budou vybudovány přístupové cesty, které snesou zatížení těžkými požárními vozidly i za deštivého počasí (hmotnost zásahového automobilu s náplní hasicí vody může být až 20 000 kg). Cesty by měly být široké 4,5 m a v blízkosti nich by neměly být stromy či jiné překážky.
- Ve skanzenu musí být vybudovaná síť hydrantů – viz *dále*.

- Je vhodné postavit v areálu hydrantové skříně, vybavené hadicemi o průměru 25 mm a vycvičit personál v jejím používání v případě požáru. Hadice by měly dosáhnout na všechny budovy a na jejich střechy.
- Je nezbytné zajistit snadný přístup k požárnímu nářadí, jako jsou žebříky, sekery, háky, lopaty.
- Kolem skanzenu musí být vytvořena a udržována požární bezpečnostní zóna.
- Skanzen musí být trvale střežen (především v noci) proti vniknutí nepovolaných osob.

Preventivní ochrana **dřevěných kostelů** před požáry vyžaduje obdobný přístup, jaký byl popsán v případě preventivní ochrany skanzenů. Vzhledem k tomu, že kostely jsou často zavřeny a nejsou pod trvalou ostrahou, je nezbytné zabezpečit jejich ochranu nejen systémem automatické detekce požáru, ale i systémem elektrické zabezpečovací signalizace. Tím je možno zabránit vstupu nepovolaných osob, které se mohou např. pokusit zakrýt krádež následným zapálením kostela. Zabezpečovací systémy, pracující např. s pasivními infračervenými čidly, jsou velmi účinné a v poslední době i poměrně málo nákladné. Mohou informovat obyvatele žijící v blízkosti kostela o krizové situaci a vyvolat poplach. Stejně s poměrně malými náklady je možno stavbu kostela, trámy a zařízení interiéru chránit sprinklerovým systémem.

Základem účinné požární ochrany je bezpečný a dostatečný **zdroj hasicí vody**. Zasahující požární jednotka ve většině případů má ve svých zásahových vozech omezené množství vody, které dostačuje pouze k uhašení menších požárů. Při větších městských požárech je odebírána voda z městských hydrantů. V případě, že v blízkosti historických budov nejsou hydranty, je nezbytné určit a udržovat vhodné alternativní zdroje vody, jako jsou rybníky, nádrže, řeky atp. Je vhodné zajistit, aby tyto zdroje poskytovaly čistou vodu. Musí být přístupné pro motorová čerpadla. Čerpání vody z náhradních zdrojů je nutné pravidelně odzkoušet.

V případě staveb na kopci (hrad, zámek) je vhodné vybudovat na úrovni základů stavby dostatečně dimenzovanou vodní nádrž, do které je stabilním čerpadlem dopravována voda potrubím z níže položeného zdroje, např. řeky. Zařízení je nutno chránit před zamrznutím. Dalším účinným krokem je rozvést vodu z nádrže sítí potrubí do hydrantů do blízkosti stavby. Systém musí být vybaven čerpadlem, jehož motor není odpojen od elektrické sítě v případě požáru objektu. Hydranty musí být umístěny

na každé straně budovy, nejméně 17 m od ní. Toto uspořádání celkově urychluje a usnadňuje zásah požární jednotky.

3.3 PROSTŘEDKY DETEKCE POŽÁRU, POPLAŠNÁ ZAŘÍZENÍ A ÚSTŘEDNY ELEKTRICKÉ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE

3.3.1 Detektory (hlásiče) požáru

3.3.1.1 Úvod

Klíčovým problémem ochrany proti požáru je rozpoznat včas nebezpečí požáru a uvést do pohotovosti osoby přítomné v budově archivu a ostrahu budovy. To je úkolem požárních detekčních systémů a poplachových systémů. V závislosti na předpokládaném průběhu požáru, typu budovy a jejím použití, počtu a typu přítomných osob, nebezpečnosti obsahu a poslání, tyto systémy musí splnit několik funkcí. Především musí poskytnout prostředky k identifikaci požáru buď smyslovými nebo automatickými elektrickými metodami a dále musí převést obyvatele budovy do podmínek požární pohotovosti a připravit je na nezbytnost opuštění budovy. Jinou běžnou funkcí je předání poplašného signálu do oddělení požární ochrany a jiným záchranným organizacím. Mohou také vypnout elektrická klimatizační zařízení a případně zastavit další speciální procesy. Mohou být použity ke spuštění automatických hasicích systémů.

Zdravá osoba, která je přítomna v místě požáru, vnímá svými smysly většinu jeho projevů, cítí teplo, vidí plameny, čichá zápach kouře atp. Z toho důvodu většina požárních poplachových systémů je vybavena jedním nebo několika tlačítkovými hlásiči požáru, které mohou použít osoby, které objevily požár. Bohužel, osoba může být také nespolehlivá při odhalení požáru vzhledem k tomu, že nemusí být přítomna v místě vzniku požáru, nevyvolá požární poplach účinným způsobem a nemusí být natolik zdravá, aby rozpoznala příznaky požáru. To je důvod, proč byla vyvinuta celá řada automatických požárních detektorů. Automatické detektory ve své podstatě imitují jeden nebo více lidských smyslů, jako hmat, čich a zrak. Tepelné detektory jsou podobné lidské schopnosti rozeznat vysoké teploty, detektory kouře napodobují čichový smysl a detektory plamene jsou elektronické oči. Správně vybrané a instalované automatické detektory mohou velmi spolehlivě odkrýt vznikající požár a dát popud pro včasné varování.

3.3.1.2 Smyslová detekce požáru je nejstarší metoda detekce. V nejjednodušší formě osoba křikem může vyvolat požární poplach. V budovách ale lidský hlas nemusí vždy proniknout stavbou. Z toho důvodu jsou na příhodných místech instalovány **tlačítkové hlásiče požáru** – viz *kap. 3.3.3*.

3.3.1.3 Detektory (hlásiče) teploty – nejstarší typy automatických detekčních zařízení, mají svůj původ v polovině 19. století a některé typy jsou vyráběny dodnes. Nejběžnější detektory, nastavené na pevnou teplotu, reagují v případě, když teplota prostředí dosáhne tuto nastavenou teplotu – většinou 57 ºC až 74 ºC. Druhým nejběžnějším typem tepelných čidel je detektor zaznamenávající rychlost změny teploty na určitém místě. Oba tyto detektory jsou detektory bodového typu, což znamená, že jsou periodicky v určité vzdálenosti rozmístěny podél stropu a nebo výšky stěny. Třetí typ detektoru je liniový detektor, který reaguje na překročení zvolené maximální teploty. Sestává ze dvou vodičů opatřených izolační vrstvou, která je volena tak, aby se při zahřátí narušila a tím vyvolala zkrat mezi vodiči. Výhodou liniového detektoru před bodovým detektorem je jeho vysoká klimatická odolnost.

Tepelné detektory jsou vysoce spolehlivé; je možno je velmi snadno a levně udržovat. Na druhé straně jejich nevýhodou je, že nereagují dříve než teplota místnosti dosáhne určité poměrně vysoké teploty. Při této teplotě je požár často již silně rozvinutý a škoda roste dále exponenciálně. Z toho důvodu tepelné detektory nejsou většinou povolené v aplikacích ochrany života. Nejsou také doporučovány v místech, kde je vhodné rozpoznat požár před významným objevením plamenů, právě tak jako v prostorech, kde jsou umístěny předměty vysoké hodnoty a tepelně citlivé.

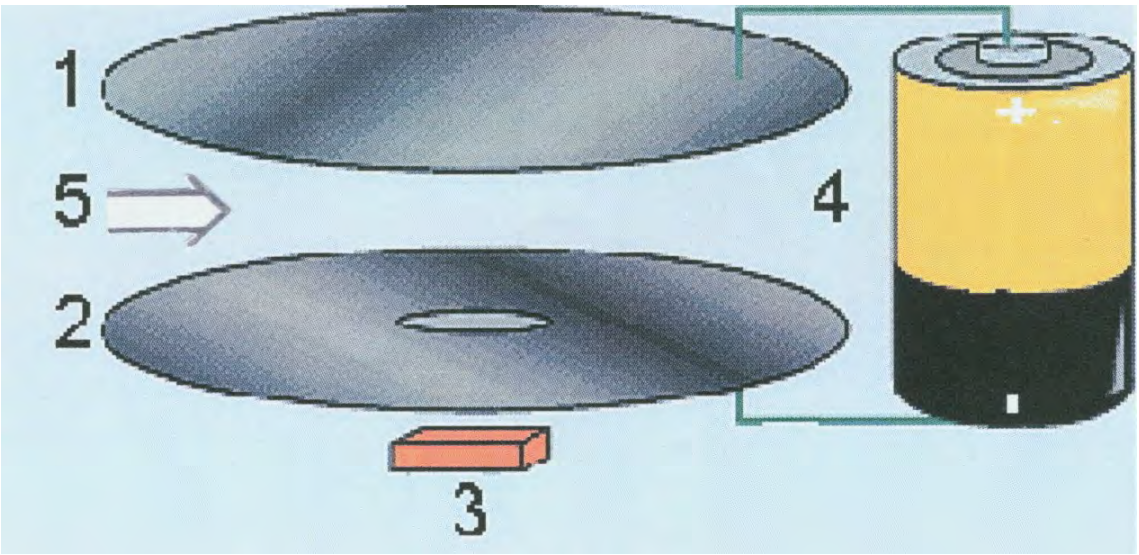
3.3.1.4 Detektory (hlásiče) kouře jsou mnohem novější technologií. Začaly se široce používat v letech 1970 až 1980 k ochraně staveb a životů. Jak naznačuje jméno, tato zařízení jsou určena k rozpoznání požáru v jeho doutnavém nebo časně plamenném stavu a nahrazují lidský smysl – čich. Nejběžnější detektory kouře jsou jednotky bodového typu, které jsou umístěny podél stropu nebo vertikálně podél výšky stěn místnosti, obdobně jako bodová teplotní čidla.

Kouř, který vzniká při požáru, není oblakem plynu, ale ve skutečnosti představuje částice uhlíku suspendované ve vzduchu. Velikost částic se pohybuje mezi 0,1 až 10 μm a závisí na průběhu požáru – viz *kap. 3.1.1*. V počátečních stádiích požáru vznikají většinou větší částice. Detektory kouře tím, že rozpoznávají malé částice kouře, jsou

schopné reagovat i na doutnající požár, tedy na požár, který nevydává významné množství tepla a nehoří lidskému oku patrnými plameny.

V současné době jsou k dispozici dva typy detektorů kouře, které používají dva rozdílné principy při detekci částic: ionizační detektory a fotoelektrické detektory.

Ionizační detektory kouře jsou běžněji používány, poněvadž jsou levnější a snadněji odkrývají malá množství kouře. Sestávají z ionizační komůrky a zdroje ionizujícího záření. Zdrojem ionizujícího záření je malé množství americia 241 (cca 0,2 mg). Americium je radioaktivní prvek, který má poločas rozpadu 432 roků a který vyzařuje alfa částice (jádra helia) s vysokou rychlostí. Ionizační komůrka sestává ze dvou desek, vzdálených od sebe asi 1 cm. Desky jsou pod napětím dodaným baterií a jedna deska je tak nabita kladně a druhá záporně – *obr. 3.4*.



Obr. 3.4 **Schéma ionizačního detektoru kouře**[19]**.** 1 – kladně nabitá deska, 2 – záporně nabitá deska, 3 – zdroj záření americinium 241, 4 – baterie, 5 – vzduch.

Alfa částice produkované americiem se srážejí s molekulami dusíku a kyslíku a ionizují je. Příkladem může být např. reakce:

$$O_2 + He^{++} \rightarrow O_2^{+} + e^{-} + He^{++}$$

Vzniklé elektrony s negativním nábojem jsou přitahovány ke kladně nabité desce a atomy kyslíku a dusíku s kladným nábojem jsou přitahovány k záporné desce. Tak vzniká trvalý slabý proud. V případě, že do ionizační komůrky vstoupí vzduch obsahující kouř, částice kouře na sebe váží ionty a neutralizují je. Tím se mění intenzita proudu procházejícího mezi deskami a její pokles je zaznamenán a po vyhodnocení může být impulsem k vyvolání poplachu.

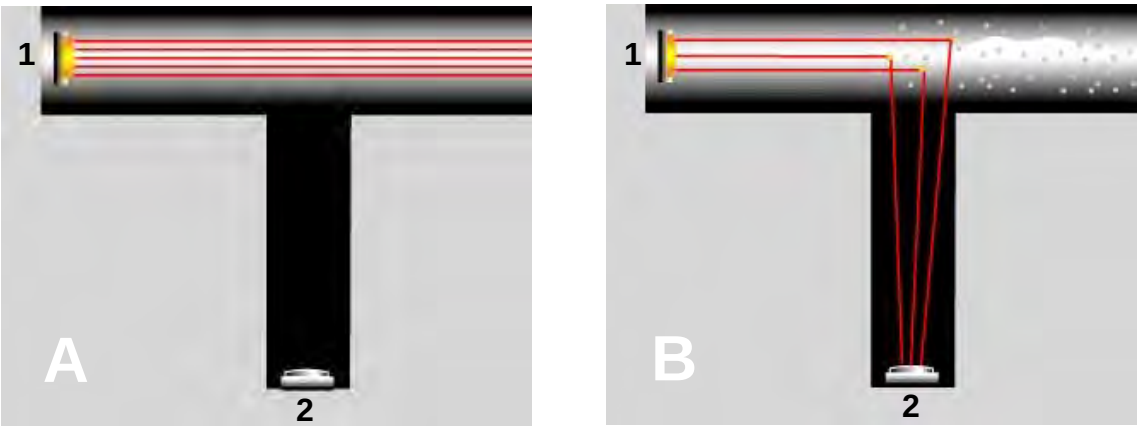
V této souvislosti je třeba poznamenat, že nukleární záření neznamená při použití těchto detektorů nebezpečí. Je to především proto, že používané množství americia je mimořádně malé. Mimo to tento radionukleid vyzařuje především alfa záření. Toto záření má nepatrnou pronikavost, je absorbováno již 5 cm vzduchu a nemůže pronikat lidskou kůží. Může být nebezpečné pouze v případě, že je vdechnuto, tedy v případě, že by někdo nekvalifikovaně rozebral detektor a americium rozptýlil do vzduchu.

Určitým nedostatkem ionizačních detektorů je skutečnost, že jejich likvidace po ukončení činnosti podléhá předpisům o práci s radioaktivními materiály a je tedy poměrně nákladná.

V současné době jsou k dispozici dva typy **fotoelektrických (hlásičů) detektorů kouře**. Jeden typ, zvaný **lineární fotoelektrický detektor kouře**, pracuje na principu zeslabení světelného paprsku částicemi kouře, tedy na extinkčním principu – viz *kap. 3.1.1*. Zeslabení paprsku je závislé na absorpční schopnosti částic a na jejich schopnosti rozptýlit světlo. Součástí přístroje je zdroj světla, kterým může být zdroj světelného paprsku (většinou červená LED – light emitting diode) nebo laserového paprsku, a dále detekční (přijímací) jednotka, která zaznamenává změnu intenzity paprsku. Detekční jednotka může být vzdálena od zdroje 5–100 metrů. V případě, že zeslabení paprsku dosáhne nastavených hodnot, přístroj vyvolá poplach. Přístroj může být upraven i tak, že detekční jednotka (se zdrojem světla a přijímačem) je společná a pasivní reflektor se umisťuje na opačné straně střeženého prostoru proti detekční jednotce – *obr. 3.5*. Reflektor ve tvaru hranolu odráží infračervený paprsek do přijímače, který jej přeměňuje na elektrický signál a který je vyhodnocen mikroprocesorem řídící jednotky. Reflektor nevyžaduje připojení na systém. Výhodou lineárního fotoelektrického detektoru kouře je, že je schopen zachytit široké pásmo velikosti částic a jeho nevýhodou je poměrně malá citlivost. Detektory tohoto typu se uplatňují především při požárním střežení velkých prostorů s komplexními střešními konstrukcemi (kostely) nebo historicky cennými stropy (paláce).

Obr. 3.5 **Schéma funkčního principu lineárního fotoelektrického detektoru kouře[9].** 1 – vysílač, 2 – přijímač, 3 – odrazové zrcadlo.

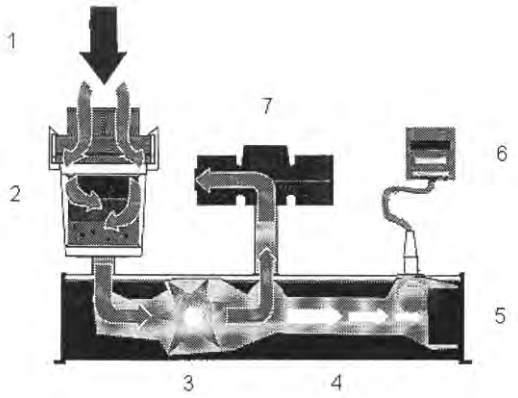
Fotoelektrický rozptylový detektor kouře, který pracuje na odlišném principu, je používán běžněji. Součástí detektoru je komůrka, která obsahuje zdroj světla (opět LED) a čidlo – fotobuňku. Komůrka je uspořádána do tvaru písmena T – *obr. 3.6*. Světelný paprsek prochází horní vodorovnou příčkou písmene T. Fotobuňka, která je umístěna na spodním konci vertikální nožičky T, vytváří proud úměrný intenzitě osvětlení. Když není ve vzduchu přítomen kouř, světlo prochází přímo bez rozptýlení a neovlivňuje fotobuňku. V případě, že je přítomný kouř, světlo se rozptyluje na kouřových částicích a jeho rozptýlená část směřuje kolmo dolů do vertikální části T a dopadá na fotobuňku. Když intenzita osvětlení fotobuňky a tedy i intenzita proudu produkovaného fotobuňkou dosáhne předem určené hodnoty, je vyvolán poplach.



Obr. 3.6 **Schéma funkčního principu fotoelektrického rozptylového kouře[22].** A – průběh světelných paprsků v čistém vzduchu, B – odraz světelných paprsků od částic kouře; 1 – zdroj světla, 2 – obslužný terminál.

Nutno zaznamenat, že jak ionizační, tak fotoelektrické detektory jsou účinnými čidly kouře. Ionizační detektory reagují rychleji na plamenný požár s malými částicemi

ve spalinách. Fotoelektrické detektory reagují rychleji na doutnající požáry, případně na požáry s bohatým vývinem kouře. U obou typů pára nebo vysoká vlhkost může vést ke kondenzaci vody na desce obvodů a na čidle, což může vyvolat falešný poplach. Ionizační detektory jsou levnější než fotoelektrické, ale někteří uživatelé je pokládají za nevýhodné vzhledem k tomu, že jsou schopné reagovat na nepatrné částice kouře vznikající např. při normálním vaření v kuchyni. V těchto podmínkách se uplatňují fotoelektrické detektory, které reagují na větší částice kouře a mohou být použity v prostorách blízkých kuchyni. Ionizační detektory jsou dále výhodné tím, že v případě vyčerpání baterie pokles proudu upozorní obsluhu, že je nezbytné vyměnit baterii dříve než detektor se stane neúčinným.



Obr. 3.7 **Schéma principu systému detektoru kouře nasávajícího (vzorkujícího) vzduch – ASD**[1]**.** 1 – přívod vzorku vzduchu ze sítě vzorkovacích trubic, 2 – filtrace prachu, 3 – vzorek vzduchu je osvětlen světlem xenonové výbojky, 4 – světelný paprsek přichází do fotoelektrické přijímací jednotky, 5 – fotoelektrická přijímací jednotka, 6 – vyhodnocovací jednotka, 7 – ventilátor.

Třetí typ detektoru kouře, který je používán při velmi citlivých aplikacích, je **systém detektoru kouře nasávající (vzorkující) vzduch – ASD** (Air Sampling Smoke Detection System). Při tomto systému detekce kouře jsou vzorky vzduchu kontinuálně nasávány ze sledovaných prostor (sklady, depozitáře, počítačová centra, laboratoře atp.) účinným ventilátorem sítí trubek – *obr. 3.7*. Trubky jsou vyráběny z plastu, jejich průměr bývá 15 až 20 mm a v případě potřeby je možné je barevně přizpůsobit okolnímu povrchu stěn či stropu. Na cestě k detektoru kouře vzorky vzduchu procházejí filtračním zařízením, ve kterém jsou z nich odfiltrovány velké částice prachu. Filtrací vzduchu se potlačuje možnost vyvolání falešného poplachu v případě, že v místnosti se

náhodně, např. při úklidu, při manipulaci s uloženými materiály atp., rozptýlí prachové částice. Účinnost filtru je automaticky sledována a potřeba výměny je indikována v ústředně EPS. Ve vlastním detektoru, jehož funkce je obdobná jako u lineárního fotoelektrického detektoru kouře, je zaznamenáváno oslabení světelného paprsku vyvolané absorpcí a rozptylem světla částicemi kouře. Vzorky vzduchu jsou vystaveny osvětlení paprskem světla xenonové výbojky a intenzita světla oslabeného vlivem kouřových částic po průchodu optickým úsekem je zaznamenána fotoelektrickou přijímací jednotkou. Intenzita prošlého světla je přeměněna v elektrický signál, což umožňuje, aby ve vyhodnocovací jednotce byla porovnána intenzita výchozího světla s intenzitou světla oslabeného částicemi kouře. V případě, že je ve vzorku přítomen kouř, je zaznamenáno oslabení intenzity světla a je vyslán poplašný signál do požární poplachové ústředny. Vzduch nasávající detektory jsou velmi citlivé a jsou nejrychleji reagující automatickou detekční metodou. Jsou schopné zaznamenat částice o průměru mezi 0,1 až 5 μm. Mnohé organizace zabývající se náročnou technologií, např. jako telefonní společnosti, používají především tyto systémy. V oblasti kulturních památek jsou používány v případech, kdy jsou sbírky uloženy v místnostech vysoce ceněných z hlediska umělecké výzdoby. Jsou používány v esteticky citlivých aplikacích, protože síť trubek je možno snadněji ukrýt, než poměrně velké detektory jiných detekčních metod.

Klíčovou výhodou kouřových detektorů je jejich schopnost identifikovat požár v jeho počátečním stádiu. V tom případě poskytují záchrannému personálu příležitost reagovat a zvládnout vyvíjející se požár před tím než se objeví vážné škody. Dává se jim přednost při ochraně lidských životů a při ochraně objektů s vysokou hodnotou. Nevýhodou detektorů kouře ve srovnání s teplotními detektory je, že jsou rozměrné (s výjimkou detektoru ASD), že jejich instalační náklady jsou poměrně vysoké, a že jsou méně odolné k falešným poplachům. V případě, že jsou ale doplněny teplotními čidly, mohou být vysoce spolehlivé s velmi nízkou pravděpodobností vyvolání falešného poplachu – viz *kap. 3.3.2.2 „Adresovatelné systémy“*.

3.3.1.5 Detektory (hlásiče) vyzařování plamene představují třetí významný typ automatické detekční metody, která napodobuje lidský smysl – zrak. Spadají do skupiny optických přístrojů, které pracují na principu sledování vzniku optického a především infračerveného záření při požáru. Jakmile se objeví radiační záření v oblasti 400 až

770 nm, případně vyšších vlnových délek, indikující požární podmínky, jejich čidla rozpoznají příznaky požáru a vyšlou signál do ústředny elektrické požární signalizace.

Moderní a náročné detektory plamene, ve snaze rozlišit mezi zářením vzniklým přítomností plamene a náhodně odraženým slunečním světlem, pracují se dvěma pyroelektrickými senzory a s jednou křemíkovou fotodiodou. Jeden pyroelektrický senzor reaguje na emisi žhavého oxidu uhličitého v charakteristickém spektrálním rozsahu 4,0 až 4,8 µm, druhý sleduje infračervené záření interferenčních zdrojů v rozsahu 5,1 až 6 µm a konečně křemíková fotodioda měří sluneční záření v infračervené oblasti 0,7 až 1,1 µm. Signály zaznamenané těmito třemi detektory jsou analyzovány počítačem ústředny elektrické požární signalizace a srovnány s typickými daty získanými vyhodnocením dat skutečného požáru – viz *kap. 3.3.2.2*. V případě shody je vyhlášen poplach.

Výhodou detekce vyzařování plamene je, že je mimořádně spolehlivá v nepříznivém prostředí. Většinou se používá v odvětvích, kde se pracuje s vysokými energiemi a v transportu a kde jiné detektory mohou být falešně aktivovány. Běžně se používají v zařízeních, kde jsou opravovány dopravní prostředky a letadla, v rafineriích a překladištích paliv a v dolech. Nevýhodou je, že jsou poměrně drahé, a že jejich údržba je nákladná. Detektory plamene musí přímo „hledět“ na zdroj požáru, na rozdíl od teplotních a kouřových detektorů, které mohou identifikovat pohybující se příznaky požáru. Jejich použití v oblasti kulturních památek je omezené.

3.3.2 Ústředny elektrické požární signalizace (EPS)

Ústředna elektrické požární signalizace (EPS) je „mozkem“ detekce požáru a vyvolání poplachu. Je zodpovědná za monitorování různých „vstupních“ poplašných zařízení, jako jsou ruční a automatické detekční komponenty a dále za aktivaci „výstupních“ zařízení, jako jsou houkačky, zvony, varovná světla, atp. Součástí výstupu je i informace zodpovědného pracovníka vedení instituce o nastalé krizové situaci. Stejně ústředna EPS umožňuje informovat policii a centrálu hasičského záchranného sboru. Ústředny EPS mohou být na jedné straně jednoduché jednotky s jednou vstupní a výstupní zónou a na druhé straně složité, počítačem ovládané systémy, které monitorují několik budov v určité oblasti. Používány jsou dva základní typy ústředen EPS – smyčkové a adresovatelné.

3.3.2.1 Smyčkové systémy detekce požáru byly po mnoho let standardní metodou pro předání krizového signálu. V smyčkovém systému je jeden nebo několik hlásicích okruhů (smyček), které jsou vedeny chráněným prostorem nebo budovou. Do každého okruhu je zapojen jeden nebo více detekčních přístrojů. Výběr a umístění těchto detektorů závisí na řadě faktorů, na okolní teplotě a podmínkách prostředí, na předpokládaném typu požáru a na požadované rychlosti reakce.

V případě výskytu požáru může reagovat jeden nebo více detektorů. Jejich činností je uzavřen okruh, což ústředna EPS vyhodnocuje jako krizovou situaci. Ústředna potom aktivuje zvuková výstražná zařízení a informuje příslušné zodpovědné pracovníky o vzniklé krizové situaci. Ústředna také může také poslat signál jiným poplašným ústřednám, což umožňuje, že poplach může být monitorovaný i na vzdálených místech.

V zájmu toho, aby bylo možno kontrolovat, zda zařízení funguje správně, tyto systémy sledují podmínky každého okruhu tím, že uvádějí do okruhu proud o napětí cca 30 V. V případě, že se objeví závada, což se může stát např. přetržením drátu, proud nemůže procházet a vzniklá situace je zaznamenána jako stav narušení. Místo poruchy musí hledat technický servis někde v sledovaném okruhu.

Nevýhody funkce smyčkového systému je možno vysvětlit na následujícím příkladu: Předpokládejme, že požární poplachový systém budovy má 5 okruhů, zóny „A“ až „E“, přičemž každý z okruhů má 10 detektorů kouře a 2 ruční tlačítkové hlásiče požáru umístěné v různých místnostech každé zóny. Vznik požáru v jedné z místností monitorovaných zónou „A“ způsobí, že detektor kouře vyvolá poplach. To je zaznamenáno v ústředně EPS jako požár v okruhu nebo zóně „A“. Nebude známo, který typ detektoru vyslal signál a ani nebude známa jeho poloha v této zóně. Osoby pověřené řešením krizových situací musí prohledat celou zónu, aby určili místo, odkud detektor vyslal signál o požáru. V případě, že zóna zahrnuje několik místností nebo uzavřených prostor, toto hledání může být časově náročné a zpožďuje možnost zásahu proti požáru.

Výhodou smyčkových systémů je jejich relativní jednoduchost pro malou a střední velikost budov. Obsluha nevyžaduje velký rozsah specializovaného výcviku.

Smyčkové systémy mohou být také náročnější na práci a dražší na údržbu. Každý detektor může vyžadovat určitou formu testu funkčnosti k ověření jeho pracovního stavu. Detektory kouře musí být periodicky vyjmuty, čištěny a rekalibrovány, aby bylo zabráněno jejich nepřesné funkci. Ve smyčkovém systému není možno přesně určit, který detektor potřebuje údržbu. Z toho důvodu musí být vyjmuty a zkontrolovány, příp.

opraveny všechny detektory, což může být časově náročné a vyžaduje množství finančních prostředků. Když se objeví hlášení stavu narušení, znamená to pouze, že byl přerušen okruh, ale není určeno přesně místo, kde se tento problém projevil. V důsledku toho údržbáři musí zkontrolovat celý okruh, aby stanovili místo závady.

3.3.2.2 Adresovatelné systémy representují vyspělý stav v technologii detekce a v poplachové technologii. Na rozdíl od smyčkových poplašných systémů tyto systémy monitorují a ověřují schopnosti každého detektoru požáru prostřednictvím mikroprocesoru a softwarovým systémem. V paměti procesoru každého adresovatelného detektoru jsou uloženy vyhodnocovací algoritmy pro různé aplikace, přičemž jejich výběr se provádí pomocí parametrů ústředny EPS.

Stejně jako smyčkový systém adresovatelný systém sestává z jedné nebo několika smyček, které procházejí sledovaným prostorem nebo budovou. Stejně jako u smyčkových systémů podél smyček může být umístěno jedno nebo více zařízení iniciujících poplach. Současné velké systémy mají až 2 000 adresovatelných zařízení, malé systémy cca 200. Největší rozdíl mezi oběma typy systémů je způsob, jak je sledováno každé detekční zařízení. V adresovatelném systému, každé iniciační zařízení (automatický detektor požáru, tlačítko hlásiče požáru, ventil dodávky vody do sprinklerů atd.) má specifickou identifikaci nebo „adresu“. Tato adresa je naprogramovaná do paměti počítače ústředny EPS spolu s informací o jaký typ přístroje se jedná, jeho umístění a další údaje, které umožňují identifikovat, který přístroj byl aktivován. Moderní systémy jsou vybaveny grafickým ohlašovacím panelem, na kterém obsluha může určit polohu požáru.

Mikroprocesor umístěný v ústředně EPS vysílá konstantní dotazový signál každým okruhem, na který jsou napojena jednotlivá detekční zařízení, čímž kontroluje jejich stav (normální nebo krizový). Tento aktivní sledovací proces se rychle opakuje, u současných systémů každých 5 až 10 sekund.

Adresovatelné systémy také sledují podmínky jednotlivých okruhů a rozpoznávají každou závadu, která se může objevit. Jedna z výhod, kterou nabízejí tyto systémy, je jejich schopnost identifikovat, kde chyba nastala. Informují nejen, že nastala porucha někde v okruhu, ale určují i místo, kde problém vznikl. To umožňuje rychlejší diagnosu potíží a zároveň i opravu a návrat do normálního stavu.

Výhody, které poskytuje adresovatelný poplašný systém, zahrnují stabilitu, snadnější údržbu a snadnější modifikaci. Stability je dosaženo softwarovým systémem.

V případě, že detektor rozpozná podmínky, které mohou naznačovat vznik požáru, ústředna EPS se nejprve pokusí rychle znovu seřídit systém. Při většině klamných situací vyvolaných hmyzem, prachem, nebo prouděním vzduchu, je závada odstraněna během tohoto znovuseřízení a je tak snížena pravděpodobnost falešného poplachu. V případě, že skutečně existuje kouř a požární podmínky, detektor bezprostředně opakuje poplachové hlášení po pokusu o znovuseřízení. Ústředna EPS to vezme na vědomí jako podmínky požáru a vstoupí do poplachového režimu.

Z hlediska údržby tyto systémy nabízejí několik klíčových výhod nad smyčkovými. Především jsou schopné sledovat stav každého detektoru. Jakmile je detektor znečištěný, mikroprocesor zaznamená jeho sníženou schopnost detekce a vyvolá údržbový poplach. Přesné určení znečištěného detektoru umožňuje personálu archivu opravit pouze ten detektor, který potřebuje ošetření, namísto toho, aby byly obtížně a časově náročně čištěny všechny detektory.

Pokročilé systémy umožňují dále nastavení citlivosti detektoru tak, že jsou např. kompenzovány na minimální prachové podmínky. To zabraňuje vyvolání falešných poplachů v případě, že na optice přístroje zůstanou zbytky prachu. Když ale kompenzace detektoru dosáhne určité hranice, kontrolní panel upozorní personál údržby, že je nutno provést údržbu.

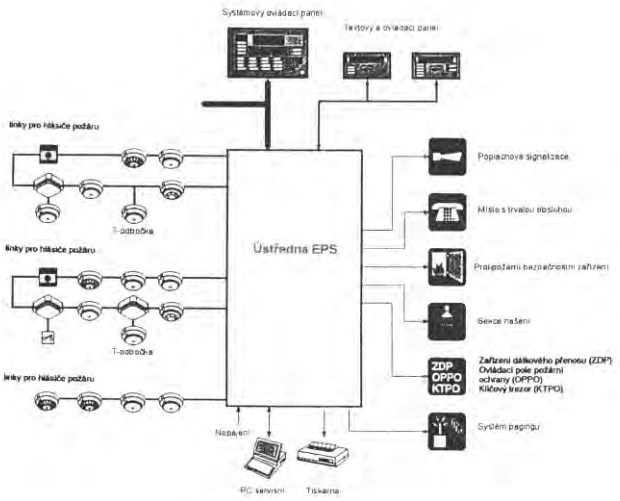
Modifikace těchto systémů, jako přidání nebo odejmutí detektoru, představuje připojení nebo odpojení detektoru od adresovatelného okruhu a změny příslušné části paměti. Změna paměti je uskutečněna v počítači ústředny EPS vložením nové informace do mikroprocesoru počítače.

Hlavní nevýhodou adresovatelného systému je, že každý systém má své jedinečné operační charakteristiky. Z toho důvodu servisní technici musí být školeni pro každý systém. Školící program představuje většinou 3 až 4 denní kurz u příslušného výrobce. Je nezbytné doplňkové školení v případě, že byly vyvinuty nové servisní metody.

Ústředny EPS jsou základním prvkem elektrické požární signalizace. Musí trvale zajišťovat napájení detektorů požáru elektrickým proudem, jejich kontrolu a případně i provoz dalších zařízení. Většinou jsou napojeny na síťové napětí 220V/50Hz, ale v případě vypadnutí sítě jsou dočasně napájeny akumulátorem. Samostatně pracující detektory kouře mohou být napájeny bateriemi – s výhodou lithnými nebo alkalickými manganovými, které mají dlouhou životnost. Je nezbytné pravidelně sledovat jejich napětí a v případě potřeby je včas vyměnit.

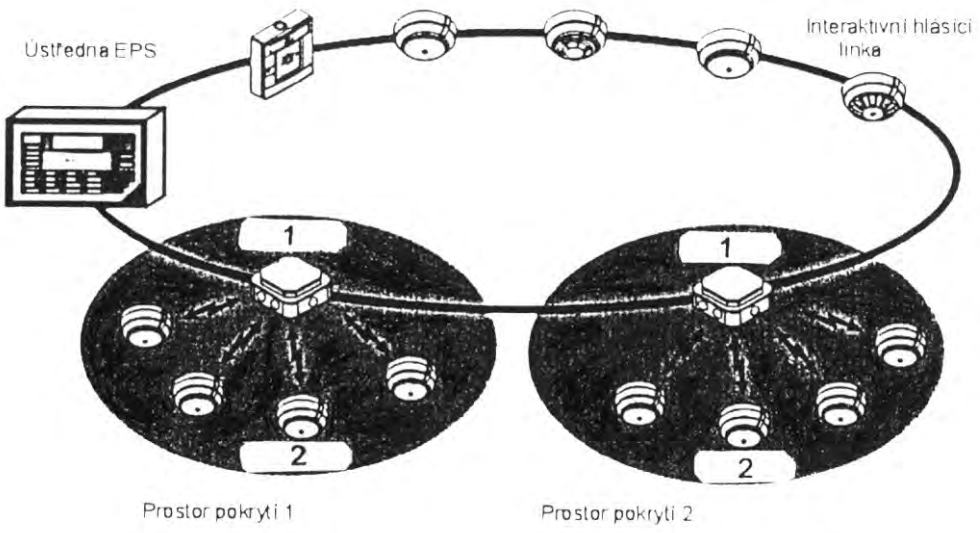
Vážným problémem automatických detekčních a poplachových systémů jsou falešné poplachy. Ze švýcarských statistik z roku 1995 vyplývá, že 3 500 operací hasičů z celkových 4 000 bylo vyvoláno falešným poplachem. Ve velkých institucích jako jsou velké hotely, obchodní centra, průmyslové podniky nebo letiště, které jsou vybaveny tisíci detektorů, není divu, že jich několik selže a vyhlásí neoprávněný poplach. V krajním případě je provedena evakuace objektu. To může přestavovat značné finanční ztráty. Proto se v současné době projevuje intenzivní snaha vyvinout inteligentní systémy, které jsou schopné falešný poplach bezpečně rozlišit od skutečného požáru.

Takové detekční systémy používají dva nezávislé detektory. Fotoelektrický detektor odkrývá přítomnost kouře a tepelný detektor současně zaznamenává zvýšenou teplotu a především rychlost změny (gradient) teploty. Systém spojuje signály obou detektorů a analyzuje je podle různých faktorů, jako je síla signálu, rychlost jeho vzrůstu a jeho kolísání. Tato data jsou dále srovnána s daty, která představují typický průběh požáru, tedy s „otisky prstů požáru“. Srovnávací data byla získána sledováním velkého množství reálných požárů a byla uložena v počítači detekčního systému. Na základě zmíněného srovnání detekční systém rozhodne, jak je ve skutečnosti nebezpečná situace a zda je nezbytné vyhlásit poplach. Je pochopitelné, že logika systému musí být přizpůsobena skutečným podmínkám možného požáru. Zcela rozdílné naprogramování bude nezbytné pro garáže, kde je kouř běžný, než u archivu, kde již malé množství kouře bude představovat nebezpečí. Schéma moderní ústředny EPS je uvedeno na *obr. 3.8*.



Obr. 3.8 **Schéma ústředny elektrické požární signalizace[9].**

3.3.2.3 Radiové systémy elektrické požární signalizace, které se v poslední době objevují na trhu, jsou vhodné pro objekty s vysokou historickou hodnotou, jako jsou kostely, sály historických paláců, muzea, galerie atp. Bezdrátový systém detekce požáru se uplatňuje především v místech, ve kterých z konstrukčních, estetických a architektonických důvodů je nežádoucí použít kabelové nebo nasávací systémy. Vysílač napojený pomocí hlásící linky na ústřednu EPS, vysílá signály a příkazy jednotlivým adresovatelným hlásičům a zároveň do ústředny EPS předává informace od bezdrátových kouřových detektorů – *obr. 3.9*. Zmíněný radiový systém pracuje při frekvenci od 868 do 870 MHz, tedy ve frekvenčním rozsahu, který zaručuje optimální přenos signálu a funkční spolehlivost.



Obr. 3.9 **Schéma radiového systému elektrické požární signalizace**[9]**.** 1 – vysílač, 2 – bezdrátový detektor kouře.

3.3.3 Poplašná signalizační zařízení a tísňové hlásiče

Po přijetí signálu o vzniku požáru ústředna EPS musí příslušným osobám sdělit, že nastala krizová situace. To je základní funkcí poplachového systému. Zařízení, signalizující osobám pobývajícím v objektu vznik požáru, zahrnují různé zvukové a optické přístroje a jsou primárními poplašnými zařízeními. Zvonky jsou nejběžnějšími zvukovými poplašnými zařízeními a jsou vhodné pro použití ve většině budov. Sirény jsou jiným řešením, které je především vhodné pro prostory, kde je nezbytný hlasitý signál, jako jsou depozitáře. Zvonkohra může být použita tam, kde je dávána přednost

mírnému poplachovému tónu, jako jsou zdravotnická zařízení a divadla. Tlampače jsou čtvrtou možností zvukového poplašného zařízení, které vysílá reprodukovaný signál, právě tak jako předem nahranou hlasovou informaci. Jsou ideálně vhodné pro velké mnohaposchoďové budovy, kde je dávána přednost fázované evakuaci. Tlampače nabízejí možnost sdělit ohroženým osobám další informace, a to jak předem nahrané, tak živě mluvené. K vyvolání optického poplachu je vhodná řada optických zařízení. Tento druh poplachu je nezbytný všude tam, kde hladina okolního hluku přehlušuje zvuk poplachového zařízení a dále tam, kde se mohou nalézat neslyšící návštěvníci. V USA normy nařizují optická zařízení v četných muzeích, knihovnách a historických budovách.

Jinou klíčovou výstupní funkcí ústředny EPS je oznámení vzniku krizové situace zodpovědným osobám, příp. institucím. Nejběžnějším řešením je automatický telefonní nebo radiový signál, který je zaslán do ohlašovny požárů s trvalou obsluhou. Po obdržení poplašného signálu, ohlašovna se spojí s příslušnou požární jednotkou a poskytne ji informaci o místě poplachu. V některých případech hlášení o požáru může přebírat policie, místní oddělení požární ochrany nebo centra na telefonních linkách 150, příp. 158, nověji 122. V jiném případě to může být soukromá monitorovací organizace, s kterou má archiv smlouvu. V některých velkých kulturních objektech centrum vnitřní ochrany může sloužit i jako monitorovací centrum požáru.

Další výstupní funkce zahrnují vypnutí elektrických zařízení, včetně vypnutí ventilátorů klimatizace, čímž se zamezí rozptýlení kouře po budově. Mohou být naopak aktivovány ventilátory, které jsou určeny k odčerpání kouře, což je běžné řešení používané ve velkých archivech – viz *kap. 3.2.2.1*. Ústředny EPS také mohou aktivovat plynné hasicí systémy nebo sprinklerové systémy s předstihovým řízením – viz *kap. 3.4.3* a *3.4.2.1.4*.

Tísňové hlásiče jsou umísťovány na přístupech k únikovým cestám. Z toho důvodu je možno je nejčastěji nalézt u východových dveří chodeb nebo velkých místností.

Výhodou tlačítkových hlásičů požáru je, že po objevení požáru umožňují personálu snadno identifikovatelnými prostředky aktivovat protipožární systém budovy. Požární signál v tom případě může nahrazovat křik osoby. Jsou to jednoduchá zařízení, která mohou být vysoce spolehlivá v případě, že budova je obsazená personálem. Zásadním nedostatkem tlačítkových hlásičů požáru je, že jsou neúčinné, když personál a návštěvníci nejsou přítomni v budově. Mohou být také zneužity k vyvolání falešných

poplachů. Nicméně jsou důležitou součástí protipožárních poplachových systémů. Většinou se kombinují s tísňovými hlásiči elektrického zabezpečovacího systému – viz *kap. 4.0*.

3.3.4 Souhrn

V současné době je k dispozici řada systémů umožňujících detekci požáru a na ně navazujících poplašných systémů. Vybraný systém a jeho součásti budou záviset na konstrukci budovy a na její kulturní hodnotě, jejím použití, počtu a typu osob v ní pobývajících, na předpisech, kterým zařízení podléhá, hodnotě obsahu a na citlivosti společenského poslání. Nejlepším způsobem, jak nalézt optimální systém, je kontaktovat specializovanou firmu, která má **prokazatelné** zkušenosti a znalosti s požární ochranou a s projektováním a výstavbou detekčních a poplašných systémů.

3.4 VYBAVENÍ ARCHIVŮ PRO BOJ S POŽÁREM

3.4.1 Hasební látky používané v případě archivů

Hasební prostředky (hasiva) používají k hašení požáru požární jednotky a automatické požární hasicí systémy. Mimo to jsou jimi plněny přenosné hasicí přístroje.

Voda je hasební látka, které je dávána přednost při hašení požáru typu A (materiály jejichž hořením vzniká žhavý uhlík). Hasební schopnost vody spočívá především v její schopnosti absorbovat teplo. Voda má vysokou hodnotu skupenského výparného tepla –2 257 kJ · kg^{-1} (539 cal · g^{-1}) (při 100 ºC a tlaku 101,324 kPa), a proto může odčerpat při svém odpaření z místa požáru velké množství tepla. Mimo to voda má nízkou elektrickou vodivost a její významnější rozklad na prvky nastává při teplotách nad 2 000 ºC. **Chladicí efekt** vody zpomaluje reakce, které probíhají při hoření materiálu a tak omezuje tvorbu spalitelných plynů a par a brání tak dalšímu rozšíření požáru. K hašení vodou se používá především plný proud hasičské proudnice. Nevýhodou je, že značná část vody stéká z hašených předmětů, aniž by se uplatnil hasicí účinek vody. Obdobně proudy hasicí vody mohou nejen významně poškodit budovy, ale i interní zařízení místností a v nich uložené předměty. Zásadní nevýhodu vody je, že při teplotách pod 0 ºC zamrzá a zvětšuje svůj objem.

Hasicí účinek vody zvyšuje její jemné rozptýlení. To umožňují sprinklerové systémy, případně systémy, které pracují s vodní mlhou. Při těchto systémech se vytvářejí malé vodní kapičky, při čemž se mnohonásobně zvětšuje povrch vody. To umožňuje rychlé odpaření vody a intenzivní chlazení hořících předmětů v krátkém čase. V případě, že voda se odpaří úplně, její objem se zvětšuje asi 1 600krát. Vzniklý polštář vodní páry v těsné blízkosti ohně snižuje lokálně koncentraci kyslíku a brání přístupu vzduchu k zdroji ohně. Voda kromě chladicího efektu tedy potlačuje požár i **dusivým efektem**. V případě požáru kapalin rozpustných ve vodě působí voda i svým **zřeďovacím efektem**.

Výrazné zmenšení velikosti vodních kapek umožňují hasební systémy pracující s mlhovými tryskami. Při pracovním tlaku, který při některých technických řešeních dosahuje až 250 barů, vodní proud, procházející vysokou rychlostí speciálně upravenou tryskou, se rozbíjí a vytváří jemnou mlhu. Oblak vodních kapiček dopadá přímo na hořící objekt a mimo to zaplňuje a chladí i okolní, často obtížně přístupné prostory. Vytvořená vodní clona může oddělit hořící látky od ostatních prostor – uplatňuje se **dělicí efekt** vody. Nevýhodou mlhových trysek je, že mají podstatně menší dostřik než proudnice s plným proudem.

Hasicí prášky jsou vysoce účinné a rychlé hasicí prostředky. Bezprostřední hasicí účinek oblaku prášku vyplývá z dusícího efektu a z tak zvaného antikatalytického efektu, který se uplatňuje při procesech spalování. Vzniklá tavenina pokrývá žhavé uhlíky, zabraňuje přístupu kyslíku ze vzduchu a ohřevu bezprostředního okolí. Je zabráněno novému rozhoření požáru. Hasicí prášky jsou především složeny z neškodných anorganických solí smíchaných s hydrofobizačními prostředky a ztekucovadly.

Kupř. „normální hasicí prášek“ (BC prášek – viz *kap. 3.1.2*), vhodný pro hašení elektrických zařízení, je směs klouzku (méně než 5 %), křemičitanu hořečnatého (méně než 4 %), hydrogenuhličitanu sodného (kolem 90 %), methylhydrogen polysiloxanu (hydrofobizační činidlo) a pigmentu (dohromady méně než 1 %). Jako hydrofobizační činidlo může být použit i stearát hořečnatý. Průměrná velikost částic je cca 20 μm. Prášek v suché formě je inertní. Teprve ve styku s vodou vytváří silně alkalické roztoky, které mohou korodovat některé povrchy, např. železa. Je používán k hašení hořlavých kapalin a elektrických zařízení.

Obdobně hasicí prášek jiného typu obsahuje jako základní složku hydrogenuhličitan draselný, $KHCO_3$, který spolu s močovinou, $CO(NH_2)_2$, poskytuje

adukt s empirickým vzorcem $KC_2N_2H_3O_3$ se zvláštní účinností. Aktivní složkou je hydrogenuhličitan draselný. Přítomnost močoviny usnadňuje rozpad částic prášku při teplotách požáru na částice menší než 0,01 μm, což urychluje uvolnění vlastního inhibitoru ohně. Hasicí prášek dále obsahuje jako v předchozím případě aditiva, která zvyšují jeho odolnost vůči vlhkosti, zabraňují tvorbě hrudek a zlepšují jeho tekutost.

Hasicí účinek uvedeného prášku je vysvětlován následujícím způsobem: vstoupí-li částice prášku do zóny ohně, proběhne série chemických a fyzikálních změn. Zmíněný adukt hydrogen uhličitanu draselného a močoviny se rozkládá při teplotě kolem 170 ºC na malé fragmenty převážně hydrogen uhličitanu draselného. Dalším zvýšením teploty se tento uhličitan rozkládá na uhličitan draselný, oxid uhličitý a vodu dle rovnice:

$$2KHCO_3 = K_2CO_3 + CO_2 + H_2$$

Hasební účinek těchto prášků spočívá především v heterogenní inhibici. Část hydrogen uhličitanu draselného se rozkládá na hydroxid draselný a volné atomy draslíku, které působí jako inhibitory. Povrch částic prášků váže na sebe radikály a potlačují tak řetězové radikálové reakce, které probíhají při hoření. Čím jsou částice jemnější, příp. čím je povrch částic prášku větší, tím je jeho hasební účinek větší. Mimoto uhličitan draselný se taví a tavenina chrání povrch materiálu před přístupem vzduchu. Význam má i působení vypouštěného ostrého paprsku prášku, který je schopen „odtrhnout“ plamen od hořící látky. Chladicí a dusivý účinek oxidu uhličitého a vody nemá významný hasební účinek.

Tyto prášky jsou především vhodné pro hašení hořlavých kapalin a elektrických zařízení. Významným nedostatkem těchto prášků je možné znečištění zařízení a přístrojů. To je důležité především při hašení elektrických motorů, elektronických přístrojů a výroben barev a laků, kde nasazení těchto prášků je sporné.

Jiné mnohoúčelové prášky (ABCD prášky) jsou směsí křemičitanu hořečnato-hlinitého (5 až 7%), uhličitanu vápenatého (méně než 2 %), dihydrogen fosforečnanu amonného $NH_4H_2PO_4$ (65 až 82 %), případně hydrogenfosforečnanu diamonného $(NH_4)_2HPO_4$, síranu amonného (12 až 22 %), methylhydrogen polysiloxanu (méně než 1 %) a pigmentu (méně než 0,5 %). Tyto prášky vedle inhibičního (antikatalytického) efektu působí i tím, že hydrogenfosforečnany se v teplotě plamene rozkládají následujícím způsobem:

$$(NH_4)_2HPO_4 + \text{tepelná energie} \Rightarrow H_3PO_4 + 2NH_3$$

$$H_3PO_4 + \text{tepelná energie} \Rightarrow HPO_3 + H_2O$$

$$HPO_3 + \text{tepelná energie} \Rightarrow \text{kyseliny polyfosforečné vytvářející glazuru}$$

Z uvedených rovnic plyne, že tyto prášky, obsahující hydrogenfosforečnany, jsou schopné vytvořit na povrchu tuhých hořících látek viskózní taveninu polyfosforečných kyselin, která se vsákne do pórů hořících látek a tím brání přístupu vzduchu. Vzniklá vrstva glazury současně odráží zářivé teplo. Tím se omezuje další rozšíření požáru. Průměrná velikost částic je kolem 20 μm. Prášek je rovněž lehce alkalický.

Prášky tohoto typu se uplatňují při hašení hořlavých pevných látek, hořlavých kapalin a elektrických zařízení. Nevýhody těchto prášků jsou stejné jako v předchozím případě. Prášky ve styku s vodou vytvářejí lehce kyselé až neutrální roztoky. Prášky ABCD při teplotě požáru uvolňují amoniak, který může působit korozně na barevné kovy (měď).

Hasicí pěny jsou vysoce účinné hasební prostředky, které sestávají z vody, pěnotvorného prostředku (pěnidla) a vzduchu. Ve směšovací stanici (přiměšovači) je pěnotvorný prostředek přidáván v požadovaném konstantním poměru k tekoucí vodě. Tato směs je vzduchem napěněna v pěnotvorné proudnici. Stupeň napěnění závisí na výkonnosti pěnotvorné proudnice, na typu pěnotvorného prostředku a na jeho koncentraci. V případě, že je voda napěněna pouze malým objemem vzduchu, vzniká mokrá těžká hasicí pěna (málo napěněná). Vyšší objem vzduchu vytváří sušší a tedy lehčí pěny (středně a vysoce napěněné pěny).

Bližší informaci o stupni napěnění poskytuje číslo napěnění K, které je definováno:

$$K = V_{pěna} / V_{voda} + V_{pěnidlo}$$

Pro praktické použití se pěny rozlišují dle čísla napěnění K na tři druhy:

- těžká pěna K = 4–20,
- střední pěna K = 20–200,
- lehká pěna K > 200.

Hasební účinek **těžké pěny** spočívá v chladicím a dusivém efektu. Podle druhu požáru mohou hasební účinky působit samostatně nebo společně. Při požáru hořlavých kapalin pěna působí jako oddělovací vrstva mezi kapalinou a zónou požáru. Tím je omezen přísun hořlavých par do zóny hoření. Zároveň se chladicím efektem vody

snižuje tenze par hořlavé kapaliny. Při požáru pevných látek (typ A) je chladicí účinek hlavním hasebním působením. Těžká pěna je používána hlavně k hašení hořlavých kapalin, k hašení pevných žár vytvářejících látek a k ochraně objektů ohrožených ohněm.

Hasební účinek **střední pěny** je v podstatě stejný jako účinek těžké pěny. Pěna obsahuje menší množství vody a proto má na jedné straně menší chladicí účinek, ale na druhé straně méně poškozuje hašené objekty působením vody. Je používána jako těžká pěna.

Hasicí účinek **lehké pěny** spočívá jenom na dusivém efektu. Při nasazení pěny na ohnisko požáru se pěna okamžitě rozpadne, přičemž vzniklé kapky vody se vypaří. Vodní pára má dusivý účinek. Chladicí účinek je minimální. Použití lehkých pěn je omezeno především na zaplavování velkoprostorových depozitářů. Vzhledem k malé hustotě nejsou vhodné pro použití ve volném prostoru. Jsou odnášeny větrem. Výhodou lehkých pěn je, že rychle zaplavují velké prostory a působí malé hasební škody. Jsou vhodné k ochraně depozitářů archivů.

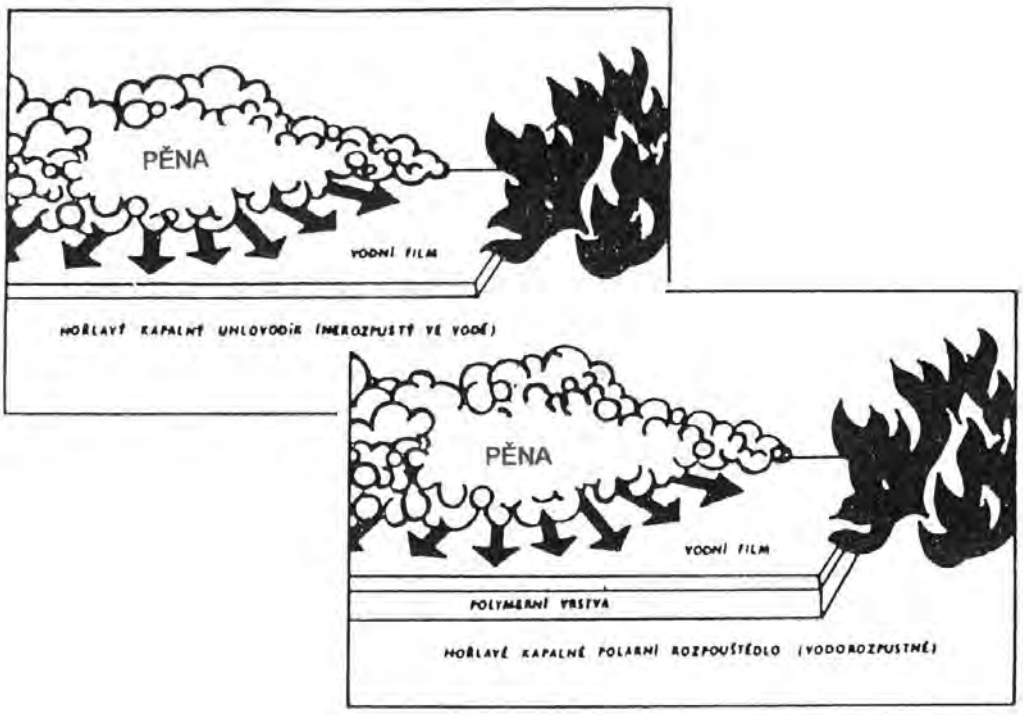
Pro přípravu těžkých pěn se používají **proteinové pěnotvorné prostředky** na bázi hydrolyzovaných přírodních bílkovin. Prostředky obsahují další přísady, jako stabilizátory pěny, konzervační látky, antikorozní a mrazuvzdorné přísady atp.

Vývojem běžných proteinových pěnotvorných prostředků vznikly **fluorové proteinové pěnotvorné prostředky,** které mimo běžný proteinový základ obsahují fluorový tenzid. Působením tohoto tenzidu pěna získává odpudivé vlastnosti vůči uhlovodíkům, což má za následek, že se rychle rozprostře po hořících kapalinách.

Pro přípravu všech tří typů pěn se používají **víceúčelové pěnotvorné prostředky**. Jejich základem jsou syntetické tenzidy s přísadou stabilizátorů, konzervačních prostředků a ochranných prostředků proti mrazu. Jejich výhodou je, že zároveň snižují povrchové napětí vody, což umožňuje smočení povrchu chráněných předmětů. Nevýhodou je, že běžné typy nejsou vhodné pro hašení polárních kapalin, např. alkoholů, ketonů, které narušují pěnu.

Schopnost smáčet povrch chráněné látky rozvíjejí dále **pěnotvorné prostředky AFFF** (**A**queous **F**ilm **F**orming **F**oam). Jsou to víceúčelové prostředky, které umožňují rychlé hašení hořlavých kapalin a pevných hořlavých látek tím, že díky své vysoké povrchové aktivitě a schopnosti plavat na kapalinách se velmi rychle rozprostřou na celé chráněné ploše – *obr. 3.10*. Prostředky tohoto typu umožňují v případě požáru rychlé pokrytí hořící kapaliny a mimo to vytvořením plynotěsného filmu kapaliny

s vysokou odolností proti ohni zabraňují případnému znovuvznícení. Prostředky představují směs vhodných fluorových smáčedel a derivátů fluorovaných uhlovodíků. V hasební technice jsou tyto prostředky známé jako „light water“ tj, „lehká voda“.



Obr. 3.10 **Schéma vzniku filmů na povrchu nepolárních a polárních kapalin při hašení „lehkou vodou“[40].**

Inertní plyny (argon, dusík, oxid uhličitý) odvozují svůj hasební účinek od schopnosti nahradit kyslík ve vzduchu. Jsou schopny hasit požár svým dusivým a zřeďovacím efektem. Tento jev je patrný, když je dosažena specifická koncentrační hranice kyslíku nezbytná pro zapálení určité látky. Ve většině případů požár se uhasí, když obsah kyslíku poklesne pod 13,8 %. To znamená, že asi jedna třetina objemu vzduchu musí být nahrazena, což je ekvivalentní koncentraci hasicího plynu 34 obj. %. V případě hořících materiálů, které potřebují významně méně kyslíku, jako je acetylen, oxid uhelnatý a vodík, je nezbytná vyšší koncentrace hasicího plynu. Vzhledem k tomu, že hasicí plyny argon a oxid uhličitý jsou těžší než vzduch, zaplavují určený prostor snadno a důkladně.

Argon (Ar) je vzácný plyn získávaný z atmosférického vzduchu, v kterém je obsažen v koncentraci 0,93 %. Jeho hustota vztažená k hustotě vzduchu je 1,38:1. Argon určený k hasebním účelům je skladován jako stlačený plyn ve vysokotlakých ocelových lahvích. Při okolní teplotě + 15 ºC maximální pracovní tlak je běžně

200 barů. Argon je nejedovatý. Jeho přidání do vzduchu však, především při vypuknutí požáru, může vést k ohrožení osob nedostatkem kyslíku.

Dusík (N_2) je bezbarvý plyn, bez zápachu a bez chuti, přítomný v atmosférickém vzduchu v koncentraci 78,1 %. Jeho hustota vztažená ke vzduchu je 0,967 : 1. Jako hasicí prostředek je dusík skladován jako stlačený plyn ve vysokotlakých ocelových lahvích. Při okolní teplotě + 15 ºC maximální pracovní tlak je běžně 200 barů. Dusík rovněž není jedovatý. Stejně jako v případě argonu, jeho přidání do vzduchu v koncentraci dostatečné k uhašení požáru, speciálně v případě vypuknutí požáru, může vést k ohrožení osob vlivem nedostatku kyslíku.

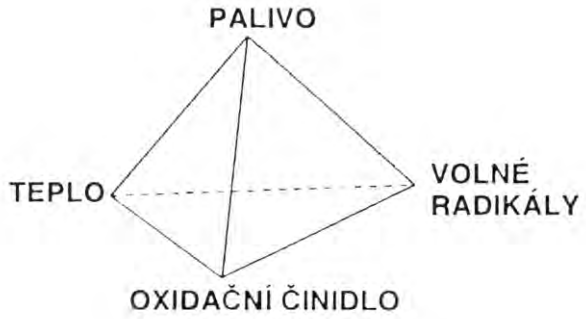
Oxid uhličitý (CO_2) je přítomný v atmosféře v koncentraci 0,03 obj. %. Jeho hustota ve srovnání se vzduchem je 1,53:1. Na rozdíl od argonu oxid uhličitý představuje zdravotní riziko při vysoké koncentraci. Z toho důvodu pojišťovací společnosti požadují speciální bezpečnostní úpravy v případě, že je překročena koncentrace 5 %. Vzhledem ke svým vlastnostem je oxid uhličitý jediný hasicí plyn, který je používán v přenosných hasicích přístrojích.

INERGEN je hasební prostředek určený k úplnému zaplavení místností, kde vznikl požár. Je to prostředek, který obsahuje 52 % dusíku, 40 % argonu a 8 % oxidu uhličitého. Když se 1 m^3 místnosti naplní 0,5 m^3 této směsi a tlak v místnosti se vyrovná s atmosférickým tlakem (přes záklopky, netěsnostmi kolem dveří a oken), tak koncentrace plynů v místnosti se přibližně rovná 71 % N_2, 14 % Ar, 11 % O_2 a 4 % CO_2. INERGENEM se snižuje koncentrace kyslíku v požárem zasaženém prostoru na hladinu pod 15 %, tedy na úroveň, která brání hoření a je ještě bezpečná pro lidi. Hladina oxidu uhličitého se zároveň zvyšuje z 0,03 % obj. na 4 % obj. Zvýšená koncentrace oxidu uhličitého stimuluje u osob, které nedopatřením zůstali v místnosti „hluboké“ dýchání, zvýšenou absorpci kyslíku ze „zředěného“ vzduchu plícemi a zaručuje tak potřebné množství kyslíku pro zachování života. To znamená, že osoba, která nešťastnou náhodou po zpuštění hasebního systému zůstala v zaplavených prostorech, má značnou naději na přežití. Z tohoto hlediska je INERGEN bezpečnější než dále zmíněné halony. INERGEN je čistý hasební prostředek, který nezanechává zbytky a který byl vyvinut pro ochranu elektrických a elektronických zařízení (především počítačových ústředen) před ohněm. Pro své vlastnosti je ale velmi vhodný i pro zabezpečení archivů proti ohni. Přes uvedené výhody je nutno pokládat INERGEN za hasební látku málo účinnou, nehodící se pro prostory s vysokým stupněm nebezpečí požáru, např. chemické a konzervátorské laboratoře. Nevýhodou dále je, že tento

hasební prostředek je poměrně nákladný – viz *kap. 3.4.3.3*. Je to především dáno vysokým obsahem argonu.

Halony jsou deriváty nízkomolekulárních nasycených uhlovodíků, ve kterých v případě „tvrdých“ halonů **všechny** atomy vodíku byly nahrazeny bromem, chlorem nebo fluorem. Za normálních podmínek většinou představují plyny – *tab. 3.3*. Tvrdé halony, jsou-li použity jako hasicí prostředky, jsou velmi účinné, což je připisováno přítomnosti bromu v molekule. Jejich významnou výhodou je, že za běžných podmínek jsou nereaktivní. Nereagují ani se složkami atmosféry a ani s vodou. Za normální teploty neovlivňují povrchy kovů a vodiče elektrického proudu. V případě, že je použit přebytek hasebního prostředku, tento se vypaří a zmizí, aniž by zanechal viditelné stopy.

Bromchlordifluormethan (Halon 1211), bromtrifluormethan (Halon 1301) jsou velmi účinné a donedávna používané hasební prostředky stabilních automatických hasebních systémů a v přenosných hasicích přístrojů.



Obr. 3.10 **Čtyřstěn ohně[60].**

Hasební účinek tvrdých halonů je možno odvodit z tzv. čtyřstěnu ohně – *obr. 3.11*. Z tohoto čtyřstěnu vyplývá, že látka hoří pouze v případě, kdy jsou přítomny všechny čtyři složky. Látka nehoří, když je potlačena alespoň jedna z těchto složek. Hasební účinek tvrdých halonů spočívá ve schopnosti reagovat se vzniklými volnými radikály a potlačit tak jejich následné reakce vedoucí ke vzniku nízkomolekulárních zplodin schopných hořet. V případě, že páry halonů vstupují do zóny plamene, zpomalují oxidaci hořlaviny tím, že se zúčastní reakce a rozkladného procesu. Atomy jodu, bromu a chloru obsažené v molekulách halonů působí za těchto podmínek katalyticky; každý atom může mnohonásobně zachycovat volné radikály z hořících plynů. Brom a chlor jsou z tohoto hlediska mnohem účinnější než fluor. Fluor rovněž reaguje s volnými radikály, ale vytváří sloučeniny s pevnými chemickými vazbami.

Z toho důvodu fluor reaguje pouze jednou a potom je „spotřebován“. V plameni se např. bromtrifluormethan rozpadá na radikály dle následující rovnice:

$$CF_3Br + \text{energie požáru} \Rightarrow CF_3^{\cdot} + Br^{\cdot}$$

Tyto radikály jsou schopné terminační reakce s radikály hořící látky a tím omezují nebo zastavují řetězovou rekci hoření. Zjednodušeným příkladem může být terminační reakce butanového radikálu vzniklého hořením s bromovým radikálem:

$$CH_3CH_2CH_2CH_2^{\cdot} + Br^{\cdot} \Rightarrow CH_3CH_2CH_2CH_2Br$$

Účinek vstupu tvrdých halonů do reakce závisí na řadě faktorů: na vlastnostech spalovaného materiálu, na teplotě a době, po kterou halonové molekuly zůstanou v plameni atp. Je-li použit přebytek hasebního prostředku, halon se nerozloží a chová se jako inertní plyn odnímající teplo a ředící spalitelnou směs a působí pouze svým fyzikálním efektem. Tento vliv je malý, jestliže koncentrace halonu je nízká. Přebytek halonu se rozptýlí aniž by vyvolal nějaké poškození.

Je známo, že hasicí účinek kupř. bromtrifluormethanu spočívá z 80 % ze zmíněného chemického efektu a z 20 % z fyzikálního efektu. V případě halonových derivátů, které obsahují ve své molekule uhlík, vodík a z halových prvků pouze fluor je hasicí efekt především fyzikální s malým (10 až 15%) chemickým efektem.

Chemický rozklad podílu halonu, který se zúčastní hasební reakce, vede nejen k tvorbě hasebně účinných radikálů, ale mimo to i ke vzniku toxických produktů, jako jsou halové prvky, kyselé plyny, např. fluorovodík HF, chlorovodík HCl a bromovodík HBr a halogenderiváty kyseliny uhličité (fosgen). Tento rozklad nastává při teplotách nad 500 ºC. Tyto zplodiny mají vlastnosti zcela odlišné od původních halonů. Pronikavě zapáchají a jsou vysoce jedovaté. HF koroduje kovy, především hliník a hořčík a jeho slitiny a sklo. Obdobný účinek mají i vodné roztoky HF.

Tvrdé halony samy o sobě nejsou neškodné z hlediska poškození lidského zdraví. Páry jsou těžší než vzduch a mohou způsobit udušení tím, že sníží obsah kyslíku, který je k dispozici pro dýchání. Dýchání vysokých koncentrací halonů může vést k omámení, zhoršení stability, snížené koordinaci, dušnosti, narkose, srdečním nepravidelnostem, bezvědomí a konečně ke smrti. Odpaření halonů s povrchu kůže může způsobit vlivem jejich nízkým bodům varu omrzliny – viz *tab. 3.3*.

Tab. 3.3 **Základní vlastnosti vybraných plynných hasiv[40,42,58].**

Chemický název	**Obchodní název**	**Relativní molekulová hmotnost**	**Bod varu (ºC)**	**Tlak par při 25 ºC (kPa)**	**Hustota kapaliny při 25 ºC (g/cm^3)**	**Relativní hustota páry (vzduch = 1)**	**Hasební koncentrace (obj.%)**	**LC_{50} 4 hodiny (obj. %)**	**NOAEL (obj. %)**	**LOAEL (obj. %)**
Bromtrifluormethan CF3Br	Halon 1301, Freon 1301	148,93	– 57,8	1 600	1,55	5,2	3,5	> 80	10,0	> 10
Bromchlordifluormethan CF2ClBr	Halon 1211	165,38	– 3,4	280	1,83	5,7	3,8	13,1	1,0	2,0
1,1,1,2,3,3,3 heptafluorpropan CF3CHFCF3	FM-200, HFC-227ea, 2H-heptafluorpropane	170,03	– 16,4	457,7	1,4	6,04	9–10	> 80	9,0	10,5
Trifluormethan CHF3	HFC-23, FE-13, Halocarbon 23	70	– 82,2	4 300 (při 21,1 ºC)	1,44	2,43	12		30	50
Inertní plyn směs N_2 + Ar + CO_2	INERGEN					1,18	40		43	52
Oxid uhličitý		44	sublimace – 78,5	5 575 (při 20 ºC)		1,53	< 34	při hasební koncentraci smrtelný	< 5	> 5

Poznámka k tab. 3.3

LC_{50} – letální koncentrace při níž za 4 hodiny uhyne polovina zkušebních zvířat (obj. %).
NOAEL (**N**o **O**bservable **A**dverse **E**fect **L**evel) – hladina koncentrace látky v ovzduší, při níž nebyly pozorovány nepříznivé účinky na lidský organismus (obj. %).
LOAEL (**L**owest **O**bservable **A**dverse **E**fect **L**evel) – nejnižší hladina koncentrace látky v ovzduší, při níž byly pozorovány nepříznivé účinky na lidský organismus (obj. %).

V osmdesátých letech minulého století bylo prokázáno, že přítomnost tvrdých halonů ve stratosféře spolu s tvrdými freony (jejichž molekuly obsahují uhlík, chlor, fluor a neobsahují brom) se významně podílejí na katalytické destrukci stratosférického ozonu. Mimo to halony a freony, dříve než dosáhnou stratosféru, svou přítomností v troposféře podporují vznik skleníkového efektu. Z toho důvodu Montrealský protokol z roku 1987 požadoval jejich vyřazení z výroby. Mezinárodní dohodou byla výroba všech typů halonů v roce 1994 zastavena.

V současné době v USA je možno plnit hasicí systémy tvrdých halonů pouze recyklovanými halony a jsou intenzivně hledána náhradní technická řešení. Mezi alternativy tvrdých halonů, které by si podržely dobré hasicí vlastnosti, a které by mimo to umožnily použití dříve zbudovaných zařízení automatických hasebních halonových systémů patří – viz *tab. 3.3*:

- 1,1,1,2,3,3,3 heptafluorpropan – FM-200,
- trifluormethan – FE-13,
- INERGEN,
- oxid uhličitý (CO_2).

Používány jsou hasicí prostředky na bázi tzv. „měkkých halonů“, tj. halonů, které ve své molekule obsahují vedle uhlíku, fluoru, chloru a bromu i vodík. Přednost je dávána **1,1,1,2,3,3,3 heptafluorpropan**u (FM-200) a **trifluormethanu** (FE-13). Tyto deriváty vzhledem k tomu, že neobsahují ve své molekule atom bromu, nejsou ale plnohodnotnou náhradou halonů. Vazba mezi atomem uhlíku a fluoru je příliš pevná a za počátečních podmínek požáru, kdy jsou teploty poměrně nízké, nedochází k jejímu snadnému rozštěpení na ionty nebo radikály, jako je tomu za srovnatelných podmínek u vazby C–Br. Energie disociace vazeb ΔH^o_{298} (KJ/mol) je patrná z následující *tab. 3.4*.

Tab. 3.4 **Energie disociace vazeb halogenových sloučenin[56].**

Reakce	**Energie disociace vazeb ΔH^o_{298} (kJ/mol)**
$CH_3Br \rightarrow CH_3 + Br$	292
$CH_3Cl \rightarrow CH_3 + Cl$	350
$CH_3F \rightarrow CH_3 + F$	469

Z *tab. 3.4* vyplývá, že k disociaci vazby C–Br je nezbytné použít o 60 % menší množství energie než je tomu v případě vazby C–F. Z toho důvodu vstupují atomy fluoru na rozdíl od atomů bromu do reakcí hoření jen v nepatrné míře a neuplatňují se

jako inhibitory. Zmíněné hasební prostředky 1,1,1,2,3,3,3 heptafluorpropan (FM-200) a trifluormethan (FE-13) při hašení požáru působí především fyzikálně, tzn., že absorbují teplo a dále tím, že zabraňují přístupu kyslíku k ložisku požáru. K účinnému hašení je nezbytné použít cca o 50 % větší množství hasebního prostředku, než je tomu u bromchlordifluormethanu (Halonu 1211), bromtrifluormethanu (Halonu 1301) – viz *tab. 3.3*. FM-200 je nákladný hasební prostředek: jeho cena je 60–70 US dolarů/kg – viz *též tab. 3.5* a *tab. 3.6*.

V poslední době se objevily informace, že byl vyvinut nový hasební systém na bázi 1,1,1,2,3,3,3 heptafluorpropanu (FM-200) sestávající z 95 hm. % FM-200 a 5 hm. % hydrogenuhličitanu sodného. Přídavek hydrogenuhličitanu sodného významně snižuje tvorbu fluorovodíku, který normálně vzniká při vystavení 1,1,1,2,3,3,3 heptafluorpropanu požáru. Je to připisováno schopnosti hydrogenuhličitanu sodného rychle potlačit plameny. Bylo stanoveno, že přidáním zmíněného malého množství hydrogenuhličitanu sodného k FM-200 se zvýší účinnost systému o 40 %. Nově vyvinutý systém je pokládán za vhodný pro místnosti obsazené lidmi.

Z hlediska zdravotního má heptafluorpropan (FM-200) a trifluormethan (FE-13) obdobné účinky jako již dříve zmíněné halony. Osoby, které mají srdeční, dýchací a nervové potíže mohou být při nadměrné expozici poškozeny těmito hasebními prostředky.

Za podmínek rozvinutého požáru, případně na povrchu žhnoucích kovů, se i tyto prostředky rozkládají na jedovaté a korozní plyny, z nichž nejvýznamnější je fluorovodík, jehož korozní vlivy byly již zmíněny.

Nedávno se na trhu ČR objevila další z ekologického hlediska nezávadná hasiva na bázi „měkkých“ freonů a to HALOTRON I a HALOTRON II. Jedná se o směsi několika chemikálií. HALOTRON I vzniká smísením 93 % 2,2-dichlor-1,1,1-trifluorethanu (CF_3CHCl_2), 4 % tetrafluormethanu (CF_4) a 4 % argonu (Ar). Je poměrně zdravotně závadný – jeho LC_{50} je 3,5 % – viz *tab. 3.3*. Vzhledem k tomu, že hasivo obsahuje chlor, jeho hasební koncentrace je poměrně nízká, tj. 6–7 %. Plní se jím přenosné hasicí přístroje – viz *kap. 3.4.5*.

HALOTRON II je směs 45 % 1,1,1,2-tetrafluorethanu (CF_3CH_2F), 41 % hexafluoridu síry (SF_6) a 14 % oxidu uhličitého (CO_2). Hasební koncentrace je 9–10 %. HALOTRON II je hasivo málo toxické. Jeho LC_{50} je 50 %. Nepříjemné je, že při hašení požáru se rozkládá na fluor, fluorovodík, případně na karbonylfluorid (COF_2). Uvedené

sloučeniny poškozují dýchací cesty a korodují materiály kulturních památek – viz *kap. 3.5* a *3.7*. Není známo, že by zmíněné HALOTRON*y* byly použity jako náplň SHZ.

3.4.2 Automatické stabilní hasicí zařízení (SHZ) používající vodu

3.4.2.1 Hašení sprinklery

3.4.2.1.1 Výhody a nevýhody použití sprinklerů při hašení požáru v depozitářích

Voda je velmi často pro své vynikající hasební vlastnosti používána hasiči při hašení požáru – viz *kap. 3.4.1*. Mnozí archiváři jsou ale přesvědčeni, že voda poškozuje sbírkové materiály stejně závažně jako oheň.

Toto stanovisko zaujímají archiváři především v Evropě. Nicméně archiváři v Severní Americe přijali a v mnohých případech přesvědčivě schvalují použití automatických sprinklerových systémů jako integrální součást jejich systémů požární ochrany. Zmínění archiváři se kloní k názoru, že mokré dokumenty je možno zachránit, zatím co v případě spálení to není možné. Ve skutečnosti je možno zachránit rozhodující většinu mokrého papíru za předpokladu, že je uskutečněna rychlá a vhodná konzervace. Účinná záchrana přirozeně vyžaduje speciální techniky, zařízení a znalosti a zkušenosti konzervátorů. Je nezbytné včasné naplánování konzervačních zásahů, které se ve své podstatě významně neliší od zásahů nezbytných v případě poškození papíru záplavami – viz *kap. 5*.

Pro stanovisko archivářů je důležité poznání, že když v archivu není účinný automatický hasicí systém na ovládnutí požáru v jeho počátku, hasiči později ve fázi rozvinutého požáru nemají jinou možnost, než hasit požár požárními proudnicemi. V mnohých archivech množství přítomného hořlavého papíru je takové, že hasiči musí potlačovat oheň na dálku za velmi obtížných podmínek. To je běžně nutí k použití těžkých hadicových proudů, které působí jako hydraulický beran. Rozsáhlé poškození regálů bude přirozený výsledek snahy, zabránit úplnému vyhoření. Hasiči jsou mnohdy nuceni vést akci takovým způsobem, že ve snaze dosažení skutečného ohniska požáru poškodí i archivní materiály, které dosud nebyly zasaženy ohněm. Vhodně konstruované požární stěny budou jistě pomáhat hasičům v omezení velikosti požáru. To ale nezabrání tomu, aby většina dokumentů v místě požáru byla vážně poškozena buď požárem, nebo vodou vysokotlakých proudů, nebo oběma vlivy.

Když je k dispozici automatický hasební systém, úloha hasičů se mění na podporu a doplnění automatického hasebního systému spíše, než na požární zásah. Nejúčinnější

prvek požární ochrany a nejekonomičtější automatický protipožární systém pro ochranu archivů je automatický **sprinklerový systém s mokrým potrubím**. Toto automatické zařízení sestává z vodovodních trubek opatřených ve vhodných vzdálenostech a výškách sprinklerovými hlavicemi (sprinklery). Hlavice jsou schopné automatické detekce a přívodem roztříštěného proudu vody (sprchováním) i uhašení požáru.

Tento systém je nejčastěji odmítán archiváři, neboť se u něj předpokládá poškození archivních materiálů. Dále uvedené čtyři důvody by měly rozptýlit většinu z těchto pochyb:

1. Sprinklery ve skutečnosti představují metodu hašení požáru, která pracuje spíše s podstatně menším množstvím vody než je tomu v případě plných proudů hasičských proudnic.
2. Každý sprinkler působí samostatně a zahájení činnosti jednoho nevyvolá aktivaci druhých. Hasební akce se zúčastní pouze ty sprinklery, na které bezprostředně působí teplo požáru.
3. Mokré archivní materiály je možno zachránit, spálené ne.
4. Pravděpodobnost zahájení činnosti sprinklerů v době, kdy neexistuje požár, je nevýznamná.

Jestliže je archiv chráněn automatickým sprinklerovým systémem, při rozbití skleněné baňky (pojistky) a následném otevření jednoho nebo více sprinklerů, zařízení reagující na průtok vody přenáší signál do ústředny EPS. Tím se eliminuje nezpozorovaná možnost činnosti sprinklerů a výtok vody po dlouhou dobu a zároveň se tak zabraňuje nadměrnému namočení archivních materiálů po úspěšném uhašení požáru. Použití poplašného zařízení reagujícího na průtok vody navíc umožňuje signalizaci vzniku požáru a dále odkrývá výtok vody v řídkých případech náhodného nebo zlomyslného poškození systému.

Sprinklery jsou uvedeny v činnost pouze v případě, že požár dosáhl bodu rychlého nárůstu tepla a překročil fázi vývoje, kdy je možno předpokládat, že ruční hasicí přístroje mohou být ještě úspěšně použity. Jak zkoušky, tak požární zkušenosti ukázaly, že sprinklery mohou omezit požár na relativně malou část regálů, kde požár začal. Jestliže je potřebný zásah hasičů po jejich příjezdu, mohou se snadno přiblížit k místu požáru a použít malé hadicové proudy k zhašení zbývajícího požáru.

Za normálních podmínek požární ochrany sprinklery je pravděpodobné, že požár může být omezen na plochu mezi 10 až 45 m^2. Poškození bude představovat především

povrchové smočení kartonů vodou tam, kde byly použity, nebo smočení hran a spodků dokumentů volně uložených do řad. Materiály uložené na vrcholu polic budou nejmokřejší. Naopak materiály uložené na spodku polic budou chráněny před přímým poškozením vodou a budou výrazně sušší. Je možno očekávat, že úplné uhašení a uzavření sprinklerů nastane před zborcením kartonů z vlnité a lisované lepenky. Pevné lepenkové archivní krabice odolávají poškození vodou ve větším rozsahu než vlnité kartony. Operace hasičů v zařízení chráněném sprinklery budou mít za následek minimální fyzikální poškození.

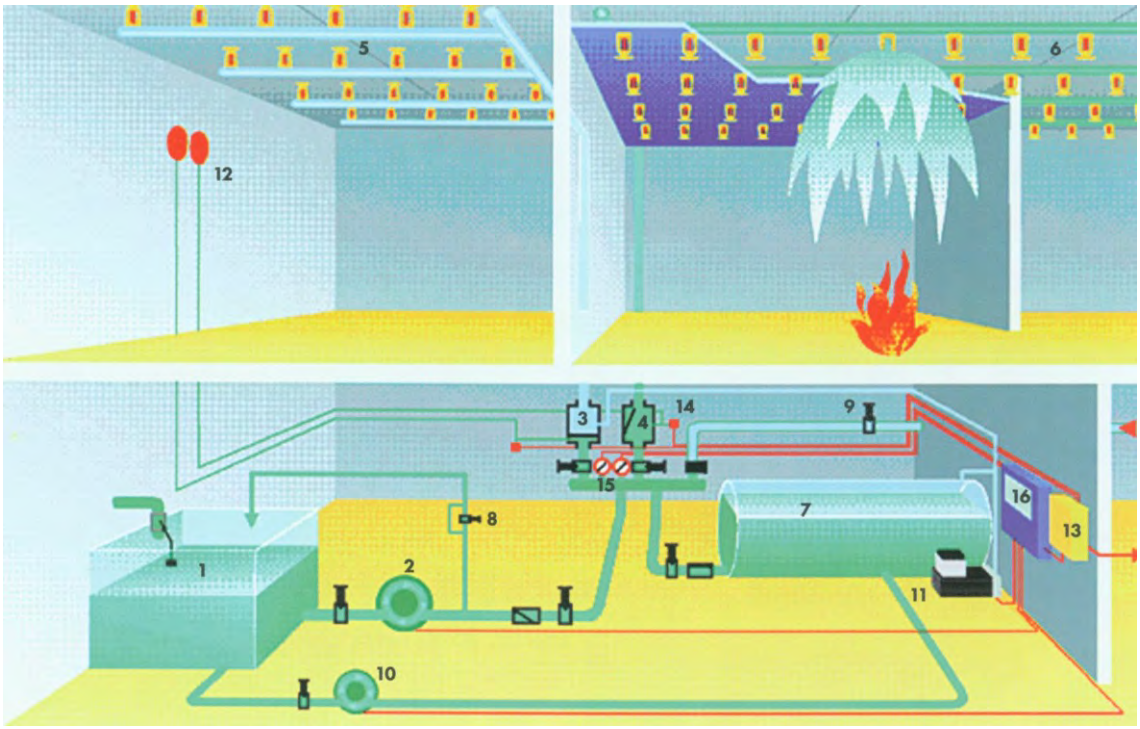
Požární sprinklery vnášejí vodu přímo do plamenů a do zdroje tepla, což vyvolává chlazení spalovacího procesu a zabraňuje zapálení okolních hořlavých předmětů. Jsou nejúčinnější v počáteční fázi růstu požáru, kdy je možno oheň relativně snadno zvládnout. Vhodně navržený sprinkler odkryje teplo požáru, vyvolá poplach a zahájí hašení ihned po objevení požáru. Ve většině případů sprinklery zvládnou rozvoj požáru během několika minut po jejich aktivaci. To znamená, že dochází k menšímu poškození, než by nastalo v případě, že by nebyly použity sprinklery.

Mezi potenciální výhody sprinklerů můžeme zařadit:

- **Okamžité rozpoznání požáru a zvládnutí rozvíjejícího se požáru.** Sprinklerový systém reaguje vždy, včetně doby, kdy v budově nejsou přítomny osoby. Zvládnutí požáru je většinou okamžité.
- **Okamžitý poplach.** V souvislosti s požárním poplašným systémem budovy automatický sprinklerový systém uvědomí přítomné osoby a krizový personál na vznikající požár.
- **Omezuje tepelné a kouřové škody.** V případě, že požár je uhašen v ranném stádiu, vzniká významně méně tepla a kouře.
- **Zvýšená bezpečnost životů.** Personál, návštěvníci a hasiči jsou vystaveni menšímu nebezpečí v případě, že požár je zvládnut hned z počátku.
- **Projektová pružnost.** Únikové cesty a umístění barier proti ohni a kouři bývá méně náročné, protože možnost rychlého zvládnutí požáru snižuje nároky na tyto systémy. Mnohé požární a stavební normy umožňují projektové a operační zjednodušení, založené na přítomnosti sprinklerového systému.
- **Zvýšená bezpečnost.** Sprinklery zvládnutý požár může snížit požadavky na bezpečnostní síly, které mají zabránit nežádoucímu pronikání nepovolaných osob a příležitostným krádežím.

– **Snížení pojišťovacích nákladů.** Budovy vybavené sprinklery bývají méně poškozené požárem než budovy bez nich. Pojišťovny mohou proto nabídnout snížené pojistné pro budovy chráněné sprinklery.

Tyto výhody by měly být uvažovány v případě, kdy je rozhodováno o výběru systému automatické požární ochrany sprinklery.



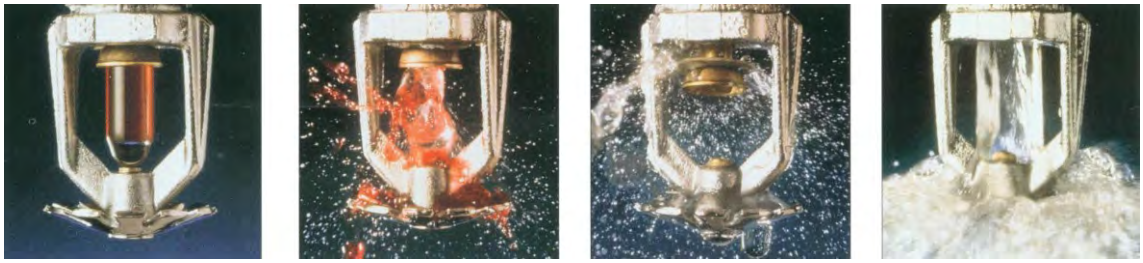
Obr. 3.12 **Schéma standardního sprinklerového hasicího zařízení**[15]**.** 1 – nádrž s vodou nebo nevyčerpatelný vodní zdroj, 2 – hlavní čerpadlo, 3 – řídící ventil systému suchého potrubí, 4 – řídící ventil systému mokrého potrubí, 5 – rozváděcí potrubí systému suchého potrubí (stojaté sprinklery, nekrytý rozvod), 6 – rozváděcí potrubí systému mokrého potrubí (zavěšené sprinklery, skrytý rozvod), 7 – nádrž s vodou a stlačeným vzduchem, 8 – zpětné kontrolní potrubí čerpadla, 9 – napájecí potrubí pro hasiče, 10 – čerpadlo napájející omezený zdroj vody, 11 – kompresor, 12 – poplachový zvon s vodním motorem, 13 – panel detekce požáru, 14 – tlakové čidlo, 15 – tlakový spínač pro hlavní čerpadlo, 16 – elektrický rozvodný panel.

3.4.2.1.2 Popis sprinklerového SHZ a jeho působení

Sprinklerový systém je ve skutečnosti soubor vodovodních trubek, který je zásobován spolehlivým zdrojem vody. Ve zvolených intervalech jsou na těchto trubkách umístěny nezávislé, teplem aktivovatelné ventily, známé jako **sprinklerové hlavice – sprinklery**. Sprinklery hasí požár roztříštěným vodním proudem. Většina

sprinklerových systémů také zahrnuje poplachové zařízení, které upozorní obyvatele a krizový personál, že byly aktivovány sprinklery. Dříve používaný název sprchová hlavice, pocházející z překladu anglického názvu sprinkler – sprcha, kropidlo – se nepoužívá. Vžil se název sprinkler. Schéma standardního sprinklerového hasicího zařízení je uvedeno na *obr. 3.12*.

V počáteční fázi požáru vývoj tepla je relativně nízký a není schopný iniciovat činnost sprinklerů. Jak ale intenzita požáru stoupá, na teplo citlivé prvky – pojistky – sprinklerů jsou vystaveny zvýšené teplotě (většinou 57–107 ºC) a ty se rozbijí nebo se počnou deformovat. Za předpokladu, že teplota zůstane vysoká, jako je tomu v případě rozvíjejícího se požáru, pojistka se poškodí po přibližně 30 až 120 sekundách a umožní zahájení hasicí akce – viz *obr. 3.13*. Ve většině situací k zvládnutí požáru dostačují většinou 2 sprinklery. Při rychle rostoucích požárech, jako jsou požáry hořlavých kapalin, je nutno aktivovat až 12 sprinklerů.



Obr. 3.13 **Hasicí činnost sprinkleru**[15]**.** Po dosažení spouštěcí teploty praskne skleněná baňka, čímž se otevře závěr, kterým vytéká pod tlakem voda, rozptýlí se na tříštiči a hasí požár.

Mimo snahu o normální zvládnutí požáru činnost sprinklerů může vyvolat požární poplach v budově, vypnout elektrické a mechanické vybavení, zavřít požární dveře a uzávěry klimatizačního systému a přerušit některé procesy.

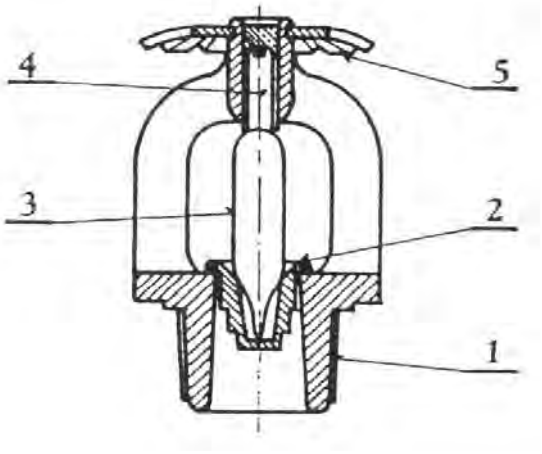
Když přijedou hasiči, jejich snaha se zaměří na zjištění, zda systém zvládl požár a když jsou spokojeni, uzavřou přítok vody, čímž je minimalizováno poškození vodou. Později je dovoleno personálu vstoupit do poškozených prostorů a zahájit záchranné práce – viz *kap. 3.6.*

3.4.2.1.3 Popis součástí sprinklerového SHZ

Základní součásti sprinklerového systému jsou sprinklery, systémy potrubí a nezávislý zdroj vody. Většina systémů také požaduje poplachové zařízení, systém ovládání ventilů a zařízení pro testování.

Sprinkler – sprinklerová hlavice představuje ve své podstatě sprchovou hlavici, která rozptyluje vodu na definovanou plochu ohroženou požárem (většinou 9–21 m^2). Sprinkler se uvádí v činnost uvolněním tepelné pojistky.

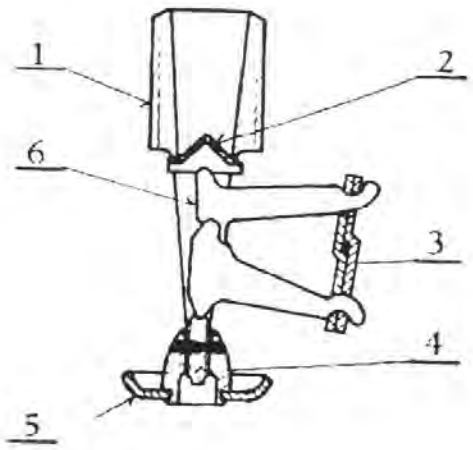
Typický sprinkler sestává z tělesa, tepelné pojistky, těsnící kuželky, ústí a tříštiče (deflektoru). Vzhled každé součásti se může měnit, ale základní principy zůstávají stejné – *obr. 3.14*.



Obr. 3.14 **Řez sprinklerovou hlavicí se skleněnou pojistkou**[51]**.** 1 – těleso hlavice, 2 – těsnicí kuželka, 3 – skleněná pojistka, 4 – seřizovací šroub, 5 – tříštič.

Těleso sprinkleru představuje hlavní konstrukční složku, která drží sprinkler pohromadě. Potrubí dodávající vodu je spojeno se sprinklerem na spodní části tělesa. Těleso drží na místě teplotní pojistku, těsnící kuželku a podpírá tříštič během vypouštění vody. Tělesa mají standartní, případně nízký profil, dále ploché a uzavřené uspořádání. Povrchové úpravy zahrnují mosaz, chrom, černé a bílé nátěry určené pro esteticky citlivé prostory. Speciální povlaky jsou určeny pro prostory s vysoce korozivním prostředím. Výběr určitého typu tělesa závisí na velikosti a typu prostoru, který má být kryt, na požadovaném tvaru vystřikovaného proudu, na předpokládaném riziku, na vizuálním vjemu a na atmosférických podmínkách.

- **Tepelná pojistka** je součástka, která ovládá vypouštění vody. Za normálních podmínek pojistka drží těsnící kuželku na místě a zabraňuje vytékání vody. Jakmile je pojistka vystavena teplu, poruší se a uvolní víko. Běžné typy pojistek zahrnují křehké skleněné baňky – *obr. 3.14*, letované kovové páky – *obr. 3.15*, případně kuličky tavitelného kovu. Skutečný vzhled sprinklerů určených zavěšenou a stojatou instalaci je patrný na *obr. 3.16*.

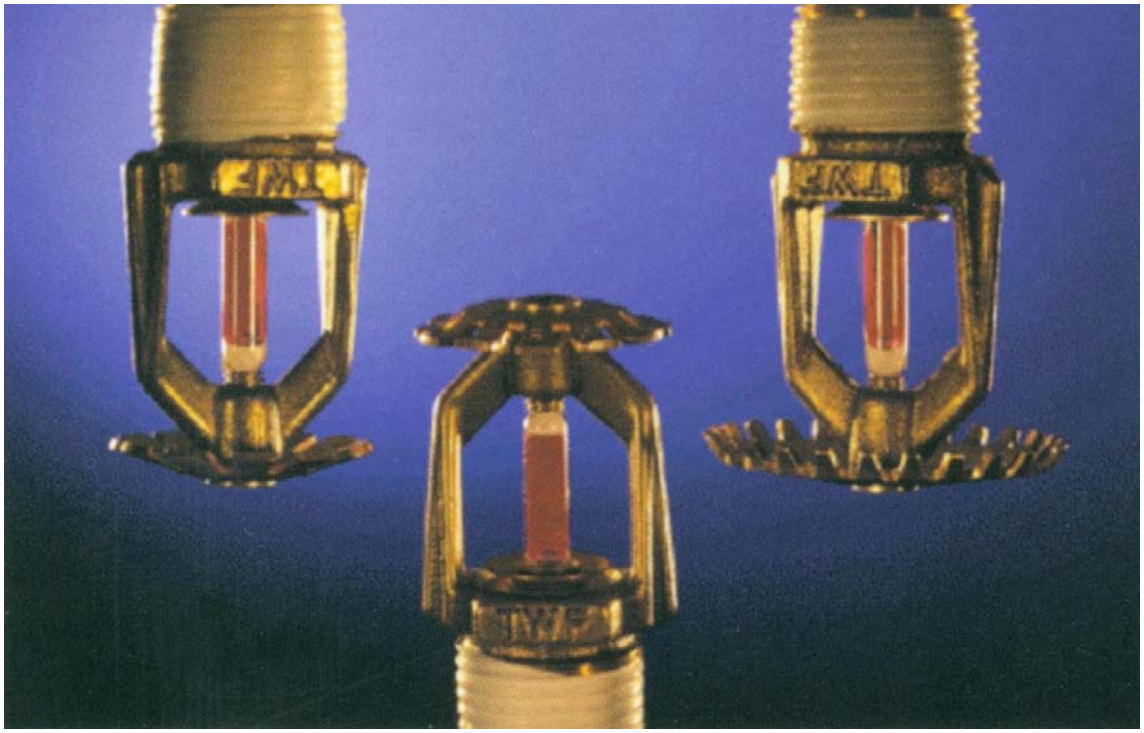


Obr. 3.15 **Řez sprinklerovou hlavicí s tavnou pojistkou**[51]**.** 1 – těleso hlavice, 2 – těsnící kuželka, 3 – tavná páková pojistka, 4 – seřizovací šroub, 5 – tříštič.

- Po dosažení požadované operační teploty následuje zpoždění přibližně 30 sekund až 4 minuty. Toto zpoždění představuje dobu nezbytnou pro deformaci pojistky a je řízeno materiálem pojistky a její hmotností. Standartní sprinklery reagují většinou po 3–4 minutách, zatím co sprinklery s rychlou odezvou začínají pracovat ve významně kratší době. Volba rychlosti odezvy sprinkleru závisí na existujících rizicích, přijatelné míře ztrát a požadované odezvě.
- Při použití v péči o kulturní dědictví výhoda sprinklerů s rychlou odezvou je často zjevná. Čím rychleji sprinkler reaguje na požár, tím rychleji je zahájena potlačovací aktivita a tím nižší je potenciální hladina poškození. To je zvláště výhodné při ochraně vysoce cenných památek a při ochraně životů, kdy co nejrychlejší uhašení ohně je základní úkol. Je důležité pochopit, že doba odezvy nezávisí na teplotě chráněného prostoru. Rychle reagující sprinkler nebude aktivován při nižší teplotě než jeho srovnatelný standartní sprinkler.
- Tavné pojistky mohou být upraveny tak, že o svém porušení a tedy o zahájení hasicí operace informují požární ústřednu EPS a umožňují tak vyhlásit požární poplach.
- **Těsnicí kuželka** představuje vodotěsný uzávěr, který je umístěn nad ústím sprinkleru. Je držena na místě tepelnou pojistkou a uvolňuje se po porušení pojistky a umožňuje výtok vody. Těsnící kuželka je vyráběna buď pouze z kovu, nebo z kovu s teflonovým těsněním.

- **Ústí** je opracovaný otvor na bázi sprinklerového tělesa, z něhož vytéká hasicí voda. Většina otvorů ústí má průměr 15 mm, při čemž menší otvory se používají pro domovní aplikace a větší pro vyšší rizika.
- **Tříštič** je umístěn na tělese proti ústí. Jeho účelem je rozptýlit proud vody vycházející z ústí do formy drobných kapek a pokrýt jimi na celou oblast ohně. Tím se dosáhne hasícího efektu. Tvar tříštiče (deflektoru) určuje způsob jak je sprinkler instalován.

Při běžném způsobu instalace jsou známy **sprinklery stojaté** (instalované nad potrubí a chránící zároveň strop), **sprinklery zavěšené** (instalované pod potrubí, tj. pod strop) – *obr. 3.12* a *obr. 3.16* a **nástěnné sprinklery**, které vypouštějí vodu z boční pozice ze zdi. Sprinklery musí být instalovány podle projektu, čímž je zajištěna jejich dobrá účinnost. Výběr typu deflektoru závisí často na fyzikálních omezeních daných budovou.



Obr. 3.16 **Vzhled sprinklerů určených zavěšenou a stojatou instalaci[15].**

Oblast kontrolovaná jedním sprinklerem je volena dle nebezpečí požáru, závisí na typu použitého sprinkleru a může se měnit mezi 9, 12 a 21 m^2 podlahové plochy chráněného prostoru. Sprinklery se vyrábějí ve třech typech podle připojovacího závitu (DN 10, 15 a 20). Při tlaku v potrubí 1 bar jimi proteče 57, 80 a 115 litrů vody/min, což představuje dodávku vody 5,5–6,5 litrů vody m2/min. Udává se, že plný hasicí účinek

sprinklerů zajišťuje dodávka 5–22,5 litrů vypuštěné vody m2/min podlahové plochy chráněného prostoru.

Sprinklerové systémy vyžadují spolehlivé zdroje vody. V městských obvodech dodávku vody většinou zajišťují veřejné vodovodní sítě, zatím co venku jsou většinou používány nádrže, zásobníky, rybníky, jezera a řeky – viz *kap. 3.2.2.5*. V případě, že je požadován vysoký stupeň spolehlivosti, je vhodné použít různé zdroje.

Základní kritéria, která musí splnit zdroj vody jsou:

- **Zdroj musí být vždy k dispozici.** Požár může vzniknout kdykoliv a z toho důvodu dodávka vody musí být ve stálém stavu pohotovosti. Dodávka musí být vyhodnocena z hlediska selhání potrubí, ztráty tlaku, vyschnutí a jiných vlivů, které ji mohou ovlivnit.
- **Systém musí zajistit dodávku vody sprinklerům v dostatečném množství a tlaku.** Sprinklerový systém má hydraulické požadavky z hlediska toku a tlaku vody. Dodávka musí splnit tyto požadavky. V jiném případě musí být k systému přidána další zařízení, jako požární čerpadla nebo pojízdné cisterny.
- **Systém musí zajistit dodávku vody po předpokládanou dobu trvání požáru.** V závislosti na velikosti požáru jeho potlačení může trvat od několika minut do jedné hodiny. Vybraný zdroj musí být schopen zásobit sprinklery vodou dokud není dosaženo uhašení.
- **Systém musí být schopen zajistit vodu pro hadice požárníků pracujících zároveň se sprinklerovým systémem.** Většina postupů požárníků zahrnuje požární zásah vedený hadicemi jako dodatek k hašení sprinklery. Dodávka vody musí být schopna zvládnout tento dodatečný požadavek bez omezení účinku sprinklerů.

Voda do sprinklerů je dopravována systémem pevných trubek a fitinků. Trubkový materiál zahrnuje ocel (často nerezavějící), měď a plasty odolné proti ohni. Ocel je tradiční materiál, zatím co měď a plasty jsou používány především při náročných aplikacích.

V systémech mokrého potrubí může být na jeden řídící ventil připojeno až 1 000 sprinklerů.

Základní úvahy o výběru materiálu trubek zahrnují:

- **Snadná instalace.** Čím snadněji je materiál instalován, tím méně bývá poruchový. Snadná instalace systému je významná i při jeho dodatečných úpravách uskutečňovaných za běžného provozu archivu.
- **Cena materiálu proti hodnotě chráněného prostoru.** Potrubí většinou představuje největší nákladovou položku v ceně sprinklerového systému. Často se objevují pokusy snížit finanční náklady použitím levnějších materiálů trubek. To je přijatelné při použití za méně náročných podmínek, tj. v prostředí kanceláří a obchodů. V případě použití k ochraně kulturních památek, kde cena chráněných předmětů mnohonásobně převyšuje cenu sprinklerů, vhodnost materiálu trubek bude mít větší význam než jeho cena.
- **Zkušenosti dodavatelské firmy s materiálem.** Při výběru dodavatelské firmy a materiálu trubek je nutno zabránit tomu, aby byla vybrána firma, která nemá zkušenosti s instalací potrubí. To může vést k instalačním potížím, dodatečným nákladům a zvýšené možnosti selhání. Firma, dříve než je vybrána, musí prokázat zkušenosti s požadovaným materiálem.
- **Prefabrikační požadavky a jiná instalační omezení.** V některých případech, jako jsou umělecky zpracované stropy, mohou být vzneseny požadavky, které omezují dobu možnosti pracovat v místnosti. To vyžaduje často extenzivní prefabrikační práci mimo pracovní prostor. Některé materiály jsou snadno použitelné pro prefabrikaci.
- **Čistota materiálu.** Některé materiály je možno instalovat čistěji než jiné. To snižuje možnost znečištění sbírek, výstav nebo povrchových úprav budov během instalace. Některé materiály jsou také odolné k shromažďování nečistot v systému vodních trubek, které budou v případě požáru spolu s vodou vypouštěny na sbírky. Čistota instalace a čistota vody musí být vzata v úvahu.
- **Pracnost instalace.** Některé materiály trubek jsou těžší a těžkopádnější ke zpracování než jiné. V důsledku toho jsou k jejich instalaci nezbytní další dělníci, což zvyšuje instalační náklady. V případě, že počet stavebních dělníků je omezený, lehčí materiál je výhodnější. Výhody a nevýhody každého materiálu by měly být vyhodnoceny před výběrem materiálu trubek.

Další významné součásti sprinklerového systému jsou:

- **Řídící ventily.** Sprinklerový systém musí být možno uzavřít po tom, co požár byl zvládnut, případně při pravidelné údržbě či úpravách systému. Jednoduché

systémy mohou mít uzavírací ventil umístěný v místě, kde vodní potrubí vstupuje do budovy. Ve větších budovách sprinklerový systém může sestávat z několika zón, které jsou ovládány samostatnými ventily umístěnými ve ventilové stanici – *obr. 3.12*. Ventily by měly být umístěny na snadno rozpoznatelných místech, což usnadní práci zodpovědného krizového personálu, především při jejich uzavírání.

- **Poplachová zařízení** upozorňují přítomné osoby a krizový personál na to, že sprinklery začaly vypouštět vodu. Nejjednodušší poplachová zařízení jsou gongy poháněné vodou, kterou dodává sprinklerový sytém. Ve větších budovách jsou běžnější elektrické průtokové a tlakové spínače, spojené s ústřednou EPS. Poplachové zařízení zároveň informuje správu budovy o tom, že ventil sprinklerového systému byl po ukončení hasební akce zavřen.
- **Odvodňovací a testovací přípojky.** Většina sprinklerových systémů má zařízení umožňující vypustit vodu během údržby systému. Vypouštěcí ventily musí být umístěny tak, aby bylo možno odstranit všechnu vodu ze sprinklerového systému. V případě, že je nezbytná údržba potrubí, voda nesmí pronikat do chráněného prostoru. Je doporučováno instalovat výpustní ventily na vzdáleném místě od vstupu, čímž se umožňuje účinné propláchnutí systému a odstranění zbytků. Testy spojení většinou simulují výtok sprinklerů, při čemž se zkouší stav poplachového zařízení.
- **Speciální ventily.** Sprinklerové systémy se suchým potrubím a sprinklerové systémy s předstihovým řízením – viz. dále – vyžadují složité, speciálně ovládané ventily, které umožňují vpouštět vodu do potrubního systému nebo ji v případě potřeby vypouštět. Tyto ventily vyžadují také kompresorovou stanici dodávající tlakový vzduch.
- **Přípojky pro hasiče.** Hasiči často podporují sprinklerové systémy hadicemi napojeným na cisterny. Jejich činnost je snadnější v případě, že v systému jsou k dispozici příslušné přípojky.

3.4.2.1.4 Typy sprinklerových SHZ

Existují tři základní typy sprinklerových systémů: sprinklery s mokrým potrubím, sprinklery s suchým potrubím a sprinklery se suchým potrubím s předstihovým řízením. Každý z těchto systémů je použitelný v závislosti na různých podmínkách, jako je potenciální nebezpečnost požáru, předpokládaná rychlost růstu požáru, citlivost hašeného objektu, či uloženého materiálu na vodu, okolní podmínky a požadovaná

rychlost reakce. Ve velkých zařízeních s více funkcemi, jako jsou velká muzea nebo knihovny, mohou být použity dva nebo více systémů.

Systémy mokrého potrubí – *obr. 3.12* – jsou nejběžnější sprinklerové systémy. Již z názvu vyplývá, že sprinklerový systém mokrého potrubí je takový, při kterém je voda v potrubí udržována trvale pod tlakem. Když je sprinkler aktivován, tato voda je bezprostředně rozstřikována na požár.

Výhody systému mokrého potrubí jsou následující:

- **Jednoduchost a spolehlivost systému.** Sprinklerové systémy mokrého potrubí mají nejmenší počet součástek a proto i nejmenší počet dílů, které mohou selhat. Tím vzniká mimořádná spolehlivost, která je důležitá vzhledem k tomu, že sprinklery mohou odpočívat po mnoho let, dříve než jsou použity. Jednoduchost systému je také významná tam, kde údržba systému není uskutečňována s požadovanou pravidelností.
- **Relativně nízké instalační a údržbové náklady.** Díky své jednoduchosti, sprinklery s mokrým potrubím vyžadují nejmenší instalační dobu a náklady. Rovněž náklady na údržbu jsou menší vzhledám k tomu, že na údržbu je vynakládáno méně času než u ostatních systémů. Tyto úspory jsou významné v případě, kdy je omezený rozpočet.
- **Snadná modifikace.** Památkové instituce jsou často dynamické vzhledem k výstavním a pracovním prostorům. Systémy mokrého potrubí jsou výhodné vzhledem k tomu, že jeho případná modifikace (např. rozšíření) předpokládá pouze zavření dodávky vody, odvodnění potrubí a provedení změn. Následuje tlakové odzkoušení systému a znovuuvedení do činnosti. Nejsou nutné další práce na detekčních a speciálních kontrolních zařízeních, což opět spoří čas a náklady.
- **Krátké časy vypnutí následující po požáru.** Sprinklery s mokrým potrubím vyžadují nejmenší množství úsilí při znovuuvedení do provozu po požáru. Ve většině případů sprinklerová ochrana je znovu oživena nahrazením roztavených sprinklerových pojistek a obnovením dodávky vody. Sprinklerový systém suchého potrubí a systém suchého potrubí s předstihovým řízením vyžadují dodatečné činnosti při obnovení činnosti řídícího vybavení.

Hlavní **nevýhodou** tohoto systému je, že není vhodný pro prostředí s teplotou pod 0 ºC. Neměl by být dále používán v prostředí, kde je potrubí vystaveno možnosti vážného poškození nárazem, jako je tomu v některých skladištích.

Určitou nevýhodou je, že dle platných předpisů čerpadlo dopravující vodu do sprinklerů může být vypnuto pouze ručně kvalifikovanou obsluhou nebo hasiči. Stejně mohou zmíněné osoby uzavřít opět pouze ručně řídící ventil mokrého systému. Není dovoleno vypnout čerpadlo a zavřít řídící ventil automaticky pokynem z ústředny EPS. Toto opatření má zabránit zastavení přívodu vody v případě, že požár není dokonale uhašen. Zmíněné nařízení ale může vést na druhé straně k tomu, že při poruše tlakového spínače či poplašného zařízení na řídícím ventilu mokrého systému nemusí být obsluha informována o zahájení hašení sprinklerem a voda může vytékat neomezeně po dlouhou dobu.

Výhody mokrého systému je kvalifikují jako vhodné pro použití ve většině památkových institucí a s omezenými výjimkami představují možnost výběru ochrany pro archivy, knihovny, muzea a historické budovy.

V klimatizovaných prostorech může být použit mokrý systém, tzn. rozvodný systém je naplněný vodu až po sprinklery. Naopak v chladných prostorech, kde teplota může být pod bodem mrazu, rozvodný systém nad řídícím ventilem je naplněný stlačeným vzduchem. Je používán **sprinklerový systém suchého potrubí** nebo-li suchý systém.– *obr. 3.12*. Řídící ventil suchého potrubí umístěný ve ventilové stanici suchého potrubí ve vyhřívaném prostoru brání vstupu vody do potrubí dokud teplo požáru nevyvolá činnost jednoho nebo několika sprinklerů. V případě, že se tak stane, vzduch unikne a řídící ventil suchého potrubí se otevře. Voda pak vstoupí do potrubí a je rozptýlena otevřenými sprinklery na oheň. Na řídící ventil suchého potrubí může být napojeno až 250 sprinklerů.

Hlavní výhoda sprinklerových systémů se suchým potrubím je jejich schopnost zajistit automatickou ochranu v prostorech, kde může mrznout. Typická instalace suchého potrubí se objevuje v nevyhřívaných skladištích, venku umístěných překladištích a v komerčních mrazírnách.

Mnozí vedoucí pracovníci památkové péče nalézají sprinklery se suchým potrubím výhodné pro ochranu sbírek a jiných prostorů citlivých na vodu. Pokládají za výhodné, že fyzicky poškozený systém suchého potrubí neumožní únik vody, zatím co poškozený systém mokrého potrubí vzniklou netěsností tento únik umožní. Ve skutečnosti ale v takové situaci systém suchého potrubí nenabízí nějakou významnou výhodu před systémem mokrého potrubí. V případě, že je suché potrubí poškozeno nárazem, nastane jenom mírné zdržení vypuštění vody, tj. asi o 1 minutu, než vzduch opustí potrubí a nastane výtok vody.

Systémy suchého potrubí mají některé nevýhody, které musí být uvažovány před výběrem tohoto zařízení:

- **Vzrůstající složitost.** Systémy suchého potrubí vyžadují dodatečné kontrolní zařízení a kompresor na dodávku stlačeného vzduchu, čímž vzrůstá složitost systému. V případě, že toto zařízení není dobře udržováno, může být méně spolehlivé než srovnatelný systém mokrého potrubí.
- **Vyšší instalační a údržbové náklady.** Přidaná složitost zvyšuje všeobecně náklady na instalaci suchého potrubí. Složitost zvyšuje také náklady na údržbu, především pak na servisní služby.
- **Nižší pružnost projektu.** Existuje omezení týkající se povoleného maximálního objemu velikosti (do 2 840 litrů) pro jednotlivé systémy suchého potrubí. Toto omezení má vliv na možnost vlastníka rozšiřovat systém.
- **Vzrůstající doba reakce na požár.** Může uplynout až 60 vteřin od doby, kdy se sprinkler otevře než začne vytékat voda na požár. To zpomaluje hasicí činnost a může to zvýšit poškození sbírek.
- **Vzrůstající možnost koroze.** Po hasebním zásahu sprinkler se suchým potrubím musí být úplně zbaven vody a vysušen. Jinak zbývající voda může vyvolat korozi potrubí a předčasné selhání. Tento problém nevzniká u mokrého potrubí, kde voda trvale naplňuje potrubí.

S výjimkou nevyhřívaných budov a místností mrazíren, systémy suchého potrubí nenabízejí významné výhody před systémy mokrého potrubí a jejich použití v historických budovách není všeobecně doporučováno.

Třetí sprinklerový systém, **systém suchého potrubí s předstihovým řízením**, využívá základní koncept systému suchého potrubí, tzn. že potrubí za klidového stavu není naplněno vodou. Rozdíl ale je ale v tom, že voda je oddělena od potrubí elektricky ovládaným řídícím ventilem, který je řízen nezávislým detektorem kouře nebo tepla. Má-li být zahájeno vypouštění vody sprinklerem, musí nastat dva oddělené jevy. Především elektronický detekční systém ústředny EPS musí identifikovat vznikající požár a potom otevře řídící ventil. To umožní vtok vody do systému trubek, čímž ve skutečnosti vznikne systém mokrého potrubí. Dále jednotlivé sprinklerové hlavy se musí uvolnit teplem požáru a dovolit tak vodě vytékat na požár.

V některých případech systém suchého potrubí s předstihovým řízením může být upraven tak, že do systému může být přidáván stlačený vzduch nebo dusík. Účel této

úpravy je dvojí: především sledovat těsnost potrubí a dále oddělit vodu od systému potrubí v případě nenáležité operace detektoru. Tento systém je většinou používán ve skladech mrazíren.

Základní výhodou systému suchého potrubí s předstihovým řízením systému je dvojitá akce požadovaná pro uvolnění toku vody: řídící ventil se musí otevřít a pojistka sprinkleru se musí roztavit. To zajišťuje přidanou úroveň ochrany proti nežádoucímu uvolnění vody. Voda proudí pouze tam, kde byl detektory identifikován požár a ne tam, kde sprinkler byl úmyslně poškozený nebo tam, kde na něm došlo k mechanické závadě. Z toho důvodu jsou tyto systémy často používány v archivních depozitářích, skladech předmětů krásného umění, v knihovnách vzácných knih a v počítačových centrech.

Hlavní nevýhody systémů suchého potrubí s předstihovým řízením je možno shrnout do následujících bodů:

- **Vyšší instalační a udržovací náklady.** Tyto systémy jsou složitější o několik dodatečných součástek, především z oblasti detekce požáru. To zvyšuje celkové náklady systému.
- **Modifikační obtíže.** Stejně jako systémy suchého potrubí i systémy suchého potrubí s předstihovým řízením mají specifická omezení velikosti, která mohou mít vliv na budoucí modifikace systému. Mimo to modifikace systému musí v zájmu zabezpečení bezvadné činnosti zahrnovat změny v systému detekce požáru a jeho ovládání.
- **Potenciální možnost poklesu spolehlivosti.** Vyšší složitost (spojená se systémem suchého potrubí s předstihovým řízením) vytváří vzrůstající možnost, že systém selže. Pravidelná údržba je podstatná pro zajištění spolehlivosti. Z toho důvodu v případě, že se management rozhodne instalovat systém suchého potrubí s předstihovým řízením, musí se rozhodnout pro instalaci zařízení nejvyšší kvality a pro zaručení kvalitní údržby těchto systémů tak, jak je požadováno doporučeními výrobce.

Za předpokladu vyhovující kvality systém suchého potrubí s předstihovým řízením má uplatnění v historických budovách, speciálně při ochraně objektů citlivých na vodu.

Mírně odlišnou variací systému suchého potrubí s předstihovým řízením je drenčerový – **zaplavovací systém**, který je v podstatě systém suchého potrubí

s předstihovým řízením využívající otevřené sprinklery. Systém detekce požáru otevírá záplavový ventil, což v zápětí vyvolá bezprostřední výtok vody všemi sprinklery v daném prostoru. Zaplavovací systém našel uplatnění ve speciálních průmyslových situacích, jako jsou letecké hangáry a chemická zřízení, kde je nezbytná vysoká potlačovací akce, aby se zabránilo rozšíření požáru. Použití zaplavovacího systému v památkových objektech je vzácné a většinou se nedoporučuje.

Jinou variací sprinklerového systému suchého potrubí s předstihovým řízením, která nachází největší uplatnění v muzejních aplikacích, je **sprinklerový systém s opakovanou funkcí**. Systém je vybaven detektorem teploty napojeným na ústřednu EPS. Funkce systému je podobná jako u systému suchého potrubí s předstihovým řízením, s tím rozdílem, že v okamžiku, kdy je požár uhašen, tepelný detektor prostřednictvím ústředny EPS vyvolá uzavření přítoku vody. V případě, že se požár znovu vznítí, teplotní čidlo zajistí prostřednictvím ústředny EPS pokračování hasební akce. V některých případech použití systému suchého potrubí s opakovanou funkcí může být účinné. Je ale nutno dbát na to, aby bylo vybráno zařízení, které zajistí bezvadnou funkci systému. Výhodou sprinklerového systému s opakovanou funkcí je jeho schopnost vypnout vodu, což teoreticky může snížit množství vody uvedené do objektu a tak snížit i hladinu poškození. Problémem ale zůstává dlouhý časový úsek, který uplyne než je teplota místnosti dostatečně nízká, aby vyvolala zavření sprinkleru. Ve většině aplikací v ochraně kulturního dědictví konstrukce budovy zadržuje teplo a brání tak žádanému vypnutí sprinkleru. V řadě městských oblastí je ale pravděpodobné, že hasiči přijedou k požáru dříve, než se systém sám vypne, čímž jsou zpochybněny skutečné výhody.

Sprinklerové systémy s opakovanou funkcí většinou stojí 8–10krát více než standardní sprinklery. Tyto zvýšené výdaje jsou oprávněné pouze v případě, že je jisté, že tyto systémy budou pracovat naprosto bezvadně. Z toho důvodu použití sprinklerového systému s opakovanou funkcí je v objektech kulturního dědictví omezeno.

3.4.2.1.5 Hodnocení sprinklerových SHZ

Běžně se vyskytuje několik mylných názorů na sprinklery. V důsledku toho majitelé, příp. správci historických budov často odmítají zajistit tuto ochranu, speciálně pro depozitáře sbírek a jiné prostory citlivé na vodu. Typická nedorozumění jsou diskutována v následující stati:

- **Začne-li v případě požáru jeden sprinkler vypouštět vodu, vypouštějí ji zároveň všechny sprinklery systému.** Pravdou je, že při požáru reagují pouze ty sprinklery, které jsou sním v přímém kontaktu. Statisticky bylo zjištěno, že přibližně 61 % požárů bylo zastaveno použitím jednoho nebo dvou sprinklerů.
- **Sprinklery reagují, když jsou vystaveny kouři.** Pravdou je**,** že hasicí činnost sprinklerů je uvolněna poškozením jejich pojistky teplem požáru, či impulsem z ústředny EPS na krizové hlášení detektoru. Samotná přítomnost kouře bez zvýšené teploty neaktivuje sprinklery.
- **Sprinklery jsou náchylné k netěsnostem a k nežádoucím operacím.** Pravdou je, že pojišťovací statistiky ukazují, že poměr selhání je asi 1 selhání sprinkleru na $16 \cdot 10^6$ instalovaných sprinklerů za rok. Sprinklerové součásti a systémy SHZ patří mezi nejčastěji zkoušené systémy v budovách. Selhání celého systému je velmi nepravděpodobné. V případě, že se objeví selhání, je to většinou důsledkem nevhodného návrhu, instalace nebo údržby. Z toho důvodu by měly instituce vybírat ty firmy, které budou zodpovědné jak za instalaci, tak později za bezchybnou údržbu systému.
- **Aktivace sprinklerů vyvolá nadměrné škody způsobené vodou na sbírky a na budovu.** Pravdou je, že poškození vodou se objevuje vždy, když jsou sprinklery aktivovány. Míra poškození je ale nesrovnatelně menší, když je poškození vyvolané sprinklery srovnáno s poškozením, které způsobí hasičský zásah vedený hadicovým proudem vody. Ve většině případů sprinkler uvolňuje dle typu 57–115 litrů vody za minutu, zatím co běžná hasičská hadice dodává 380–950 litrů vody za minutu. Navíc vzhledem k tomu, že sprinklery obyčejně začnou pracovat dříve, než se požár rozvine, celkové množství vody nezbytné k zvládnutí požáru je menší, než v případě, kdy intenzita požáru nekontrolovaně vzrůstá až do příjezdu hasičů.

Následující přehled ukazuje rychlosti výtoku vody pro různé ruční a automatické hasební systémy:

Přenosný hasicí přístroj	10 l/min
Domovní požární hadice	380 l/min
Sprinkler Ø 10 mm	57 l/min
Sprinkler Ø 15 mm	80 l/min
Sprinkler Ø 20 mm	115 l/min

Hasičská hadice, jednoduchá 3,8 cm	380 l/min
Hasičská hadice, dvojitá 3,8 cm	760 l/min
Hasičská hadice, jednoduchá 6,3 cm	950 l/min
Hasičská hadice, dvojitá 6,3 cm	1 900 l/min

Ze statistik pojišťoven vyplývá, že v 86 % požárů, kdy byly použity k hašení sprinklerové hasicí systémy, 5 a méně sprinklerových hlavic postačilo k uhašení požáru. V dalších 6 % případů bylo k uhašení požáru aktivováno 10 hlavic a jen 5 % případů bylo nezbytné k uhašení požáru použít 20 sprinklerů.

Tečkou v úvahách o instalaci a použití sprinklerů musí být skutečnost, že vodou poškozené předměty je možno většinou opravit a restaurovat. U spálených předmětů tomu tak není.

- Sprinklerové **systémy narušují vzhled místnosti a budovy.** Tyto úvahy plynou většinou od někoho, kdo viděl špatně vypadající systém, případně nevhodně projektovaný systém. Pravdou je, že moderní sprinklerové systémy mohou být navrženy a projektovány bez významného negativního estetického vlivu.

V zájmu zajištění vhodného designu musí hrát návrhářský kolektiv aktivní roli při výběru viditelných součástí systému. Sprinklerové potrubí by mělo být umístěno buď skrytě, nebo v barevném (dekorativním) provedení, které by minimalizovalo vizuální vliv. V současné době jsou vyráběny sprinklery v různých barvách, které mohou souhlasit s barvami vnitřních nátěrů. Vybraná firma, která bude dodávat sprinklery, musí rozumět jejich estetické roli.

Má-li být navržen úspěšný sprinklerový systém, jeho návrhář by měl rozumět objektům, které budou v instituci chráněny, prováděným operacím a s tím spojeným požárním rizikům. Tento pracovník by měl být seznámen s požadavky na systém a měl by být schopen pružně vytvářet jedinečná a promyšlená řešení pro takové prostory, kde existují speciální estetické a provozní požadavky. Projektant by měl mít zkušenosti v designu sprinklerových systémů v architektonicky citlivých aplikacích.

Ideální dodavatelská firma by měla mít zkušenosti v práci v oblasti archivů. Je ale možnost vybírat dodavatelskou firmu se zkušenostmi v jiných oborech, jako jsou telekomunikace, farmaceutický průmysl, elektronický průmysl atp., kde jsou rovněž kladeny velmi vysoké požadavky na požární ochranu objektů citlivých na vodu. V případě, že dodavatelská firma prokáže úspěchy v těchto oborech, potom bude velmi pravděpodobně schopna se uplatnit i v oblasti archivů.

Vybrané součásti sprinklerového systému by měly být dodávány výrobcem s dobrou pověstí, se zkušenostmi s prací s materiály citlivými na vodu. Rozdíl mezi cenou průměrného výrobku a výrobkem nejvyšší kvality není příliš velký. Dlouhodobá výhoda je však podstatná. Vzhledem k ceně budovy a především uloženého archivního materiálu, je cena sprinklerového systému nevýznamná.

Při dostatečné péči o výběr, projekci a údržbu, sprinklerový systém bude sloužit instituci bez negativních vlivů.

3.4.2.1.6 Souhrn

Souhrnně je možno konstatovat, že automatické sprinklery často představují jednu z nejvýznamnějších možností ochrany památek proti ohněm. Úspěšné použití sprinklerů závisí na pečlivém projektu a instalaci vysoce kvalitních součástí schopnými inženýry a firmami. Dobře vybraný, navržený a instalovaný systém nabízí vynikající spolehlivost. Součásti sprinklerového systému by měly být vybrány v souhlase s cíly instituce. Systémy mokrého potrubí nabízejí nejvyšší stupeň spolehlivosti a jsou nejvhodnějším typem systému pro ochranu většiny památek před ohněm. S výjimkou prostorů podléhajících mrazovým podmínkám, systémy suchého potrubí nenabízejí výhody před systémy s mokrým potrubím v historických domech. Sprinklery s předstihovým řízením jsou užitečné v prostorech, kde jsou shromážděny sbírky s mimořádnou citlivostí na vodu. Jejich úspěch závisí na výběru vhodných hasicích a detekčních součástí a snahy managementu udržovat správně systém.

3.4.2.2 Hašení vodní mlhou

Mlhová hasicí technologie byla původně vyvinuta pro ochranu před požárem zařízení pro příbřežní těžbu ropy, palub lodí, těžebních plošin atp. V těchto případech je nezbytné zvládnout vážné požáry s omezeným množstvím hasicí vody. Mlhové SHZ bylo rozsáhle vyzkoušeno řadou amerických a mezinárodních společností. Bylo také použito při některých aplikacích na pevnině a existuje řada zemí, především v Evropě, kde byla uznána jeho účinnost a byl vydán certifikát pro jeho použití.

Tato technologie představuje nadějný postup, který může zajistit automatické potlačení požáru v objektech kulturních památek, tedy i v archivech. Potenciálně její použití je výhodné v místech, kde neexistuje spolehlivý zdroj vody, kde i sprinklery spotřebovávají příliš velké množství vody nebo kde stavba budovy, případně estetické důvody, brání použití sprinklerů standardní velikosti. Mlhové trysky jsou podstatně

menší než běžné sprinklerové hlavice. Díky vysoké účinnosti mlhového systému poklesá i nadměrné promočení hašených materiálů vodou spojené s následným hasičským zásahem. Nedostatkem je, že tato technologie nebyla ještě průkazně ověřena pro použití k ochraně památek. Byla navržena k ochraně norských dřevěných kostelů.

Mlhové systémy mohou být vhodným řešením i v případě, kdy je nezbytné nahradit plynový hasební systém – Halon 1301 – viz *kap. 3.4.3.1*. Významné je, že hasivo mlhových systémů – voda – je z ekologického hlediska naprosto nezávadné. Při hašení vodou, na rozdíl od plně fluorovaných derivátů („měkkých“ freonů), nemohou vznikat škodlivé, zdraví ohrožující produkty. Mimo to vodní mlhou není ohrožena osoba, která omylem zůstala „zapomenuta“ v prostoru hasebního zásahu, jak je tomu v případě použití inertních plynů CO_2 a N_2.

Mlhové systémy rozptylují menší množství vody než sprinklerové systémy. Jsou používány dva systémy. V prvém případě se tlak vody pohybuje v rozmezí 40–200 barů a vytvořené kapičky mají převážně průměr 10–100 μm (ve srovnání s průměry kapek 600–1 000 μm ze sprinklerů), což vede k výjimečně vysoce účinnému chlazení a zvládnutí požáru při nízké spotřebě vody. Je známo, že kapičky vody menší než 10 μm mohou mít nežádoucí zdravotní účinek. V druhém případě systém pracuje s tlakem 4–12,5 barů. V některých případech je voda uváděna do trysky spolu s dusíkem, který působí jako atomizér.

Ve většině případů jsou mlhovou technologií uhašeny požáry s přibližně 40 % vody ve srovnání se sprinklery. Teoretická analýza hasební účinnosti vodních kapek ukázala, že objemová koncentrace vody $1 \cdot 10^{-4}$ m^3/m^3 vzduchu (≈ 0,1 litru/m^3) je dostačující k uhašení požáru v plynné fázi. V praxi se ale prokázala nižší účinnost. Je to dáno tím, že účinnost mlhového systému je výrazně závislá na uspořádání trysky a na velikosti průtoku vody při daném tlaku.

Mlhové stabilní hasicí zařízení pod označením **Micro Drop**® je od roku 2002 certifikováno pro ČR a je dodáváno na trh společností TOTAL WALTHER – Stabilní hasicí zařízení, s. r. o. Zařízení sestává z následujících součástí:

- **Dodávka vody.** Voda pro systém může být odebírána buď z městské vodovodní sítě nebo ze samostatného, speciálně k tomu určeného zásobníku. V druhém případě je nezbytné systém vybavit čerpacím zařízením. Stejně je nutné použít čerpadlo v případě, že městská vodovodní síť nezaručuje bezpečně minimální provozní tlak 5 barů. Jinou možnost představují zásobníky, v nichž je voda

uložena pod tlakem vzduchu nebo dusíku; tyto zásobníky ale mohou poskytnout tlakovou vodu pouze po omezenou dobu. Když jsou používány jiné nevyčerpatelné zdroje vody (nádrže, rybníky atp.), je nutné zaručit aby voda neobsahovala nečistoty, které by ohrozily funkci trysek.

- **Potrubní síť** je obdobná jako u sprinklerových systémů s tím rozdílem, že vzhledem menšímu množství dodávané vody, trubky mohou mít menší průměr. Rozváděcí potrubí mlhových systémů, na které jsou napojené trysky, má většinou průměr 20 mm. Přívodní potrubí má průměr 80 až 150 mm. Potrubí je zhotoveno z pozinkované ocele nebo z nerezavějící ocele.
- **Hasicí trysky** rozprašují vodu do chráněného prostoru. Velikost kapiček, jak již bylo řečeno, je závislá na typu trysky a na použitém tlaku se pohybuje mezi 20 až 200 μm. Jsou-li požity trysky s jedním rozprašovacím kuželem, úhel rozprašování je 90 º; jsou-li použity trysky s dvěma rozprašovacími kužely (dvojité trysky), vnější rozprašovací úhel je 120 º a vnitřní rozprašovací úhel je 75 º. Trysky s dvojitým kuželem jsou schopné produkovat vodní kapky ve dvou velikostech, čímž je zajištěna optimální účinnost a průnik kapek do ohně. Středový kužel vytváří velké kapky, které pronikají hlouběji do ohně, kde se vypaří. Naproti tomu okrajový kužel jemné mlhy je vtahován do požáru turbulencí a prouděním. V obou případech je horizontální délka vrhu kapiček </= 3 m a vertikální </= 7 m. Trysky jsou vybaveny jemným sítem o průměru otvorů 0,9 mm. Jsou uspořádány v chráněném prostoru tak, že 10 vteřin po začátku rozprašování první trysky zahájí svou činnost všechny trysky. Významné je, že trysky mohou být uspořádány horizontálně na stěně místnosti. To usnadňuje např. boční hašení materiálů uložených v regálech. Volbou trysek je možno měnit intenzitu hašení od 2 litrů vody na m^3 hašeného prostoru za minutu do 8 litrů vody na m^3 hašeného prostoru za minutu. Zařízení je schopno zajistit rovnoměrné rozdělení vodní mlhy v koncentraci odpovídající objemu chráněného prostoru (minim. 0,3 litrů vody/m^3). Průměr kapiček vody vytvořených tryskami (20 až 200 μm) je v rozsahu, u kterého se nepředpokládá zdravotní ohrožení osob. Plný hasicí účinek mlhového systému zajišťuje dodávka 5–15 litrů vody/m^3min chráněného prostoru.
- **Ventilová stanice** umožňuje centralizované a decentralizované ovládání trysek. Decentralizované ovládání je vybaveno sekčními ovládacími ventily, které jsou

řízeny ústřednou EPS. Umožňují přívod vody pouze do sekce, kdy byl detektorem odkryt a do ústředny EPS nahlášen požár.

- **Detekce.** K detekci požáru je možné použít všechny dříve popsané detektory – viz *kap. 3.3.1*. Při ochraně náročných kulturních objektů vypouštěním mlhy je žádoucí, aby detekce byla prováděna spolehlivými detektory kouře nasávajícími vzduch z ohrožených prostor – viz *kap. 3.3.1.4*. Umístění potrubní sítě detektoru je možno volit tak, aby nenarušovala architektonický vzhled místnosti či budovy.
- **Řídící jednotka.** Přívod vody do trysek systému je umožněn otevřením ovládacího ventilu povelem z ústředny EPS na základě krizového údaje požárního čidla. Systém Micro Drop® pracuje obdobně jako sprinklerový systém s opakovanou funkcí – viz *kap. 3.4.2.1.4*, tzn., že v okamžiku, kdy ústředna EPS na základě údajů čidel vyhodnotí požár jako uhašený, se přeruší dodávka vody do trysek. Přívod vody je ale znovu obnoven pouze za situace, kdy požár nebyl potlačen úplně a opět se rozhoří. To čidla odkryjí a nahlásí ústředně EPS a ta po vyhodnocení situace se obnoví dodávku vody do trysek. Díky tomuto uspořádání systém Micro Drop® je schopen hasit požár velmi účinně a s malým množstvím vody.

Cenová výhodnost mlhových SHZ v podmínkách ČR vyplývá z *tab. 3.6*.

3.4.2.3 Hašení pěnami

Jiným systémem, který by pro své vlastnosti mohl nalézt uplatnění při ochraně depozitářů archivů, je systém úplného zaplavení **lehkou pěnou**. Pěna obklopí všechny materiály v chráněném prostoru agregáty bublinek, z nichž každá nese malé množství vody. Vysoce napěněné pěny hasí požár rychle a snadno naplněním celého objemu depozitáře. Stupeň smáčení je nízký: pěna většinou neproniká normální vlnitou lepenkou. Nicméně po expozici pěnou je nezbytné uskutečnit vysušení všech materiálů, které s ní přišly do styku.

Systémy zaplavující úplně chráněný prostor vyžadují k potlačení požáru dostatečnou zásobu pěny a dostačující dobu nezbytnou k pokrytí požáru. Pro daný typ požáru je nezbytné volit určitý typ pěny. Systémy pracující s vysoce napěněnými pěnami vyžadují uzavření otvorů, kterými by mohla pěna vytéci. Na druhé straně vzhledem k požadované vysoké rychlosti zaplavení je nezbytné, aby místnost měla velké ventilační otvory pro únik vzduchu. Automatická aktivace systému je uskutečněna systémem detekce tepla.

3.4.3 Automatické stabilní hasicí zařízení pracující s plynnými hasebními prostředky

3.4.3.1 Halonové stabilní hasicí zařízení

Mnozí archiváři dávají přednost hašení požáru zaplavením místností depozitáře plynem. Vycházejí z předpokladu, že v případě, když není použita voda k hašení požáru, neobjeví se poškození vodou a problémy záchrany se zjednodušují. Pro tyto účely se používaly do nedávné doby především halony (Halon 1301 – bromtrifluormethan a Halon 1211 – bromchlordifluormethan) – viz *kap. 3.4.1*.

Zatím co účinek hasebních prostředků na vodní bázi závisí na chladicím a dusícím efektu, účinek halonů má jiný mechanismus. Halony jsou zkapalněné plyny pod tlakem, které jsou efektivními inhibitory ohně a zároveň vykazují nízkou toxicitu a korozní vlastnosti – viz *kap. 3.4.2*. Halony inhibují spalování chemickou interakcí s radikály přítomnými v ohni a zároveň omezují přístup vzduchu. Při normální koncentraci nejsou účinné proti doutnání ohně.

Při hašení v depozitních prostorech je důležité, aby hašení bylo zahájeno co nejdříve, tedy dříve než se požár rozmůže. Pro účinnost hašení je významné, aby systém byl automatický, používající vhodný detekční systém a aby plyn úplně zaplavil chráněný prostor. Místnosti, především jejich dveře, okna, větrací otvory atp., musí být upraveny tak, aby plyn neunikal netěsnostmi. Systémy používající halony jsou relativně nákladné a většina zařízení je omezena na ochranu vysoce cenných sbírek v malém až středně velkém prostoru (méně než 1500 m^3). Se zvětšujícím objemem místností se účinnost hašení snižuje. Úplné hašení požáru halony v prostorech, kde je skladován papír není zaručené, protože později se může objevit doutnání. V každém případě je hašení plynnými systémy nezbytné pokládat za první linii ochrany před požárem. Ve většině vážnějších požárů hašení plynem musí být v následující fázi dokončeno hašením vodou. Důvodem je, že hašení plynem nemá chladicí efekt a po uniknutí plynu z prostoru může požár znovu vypuknout.

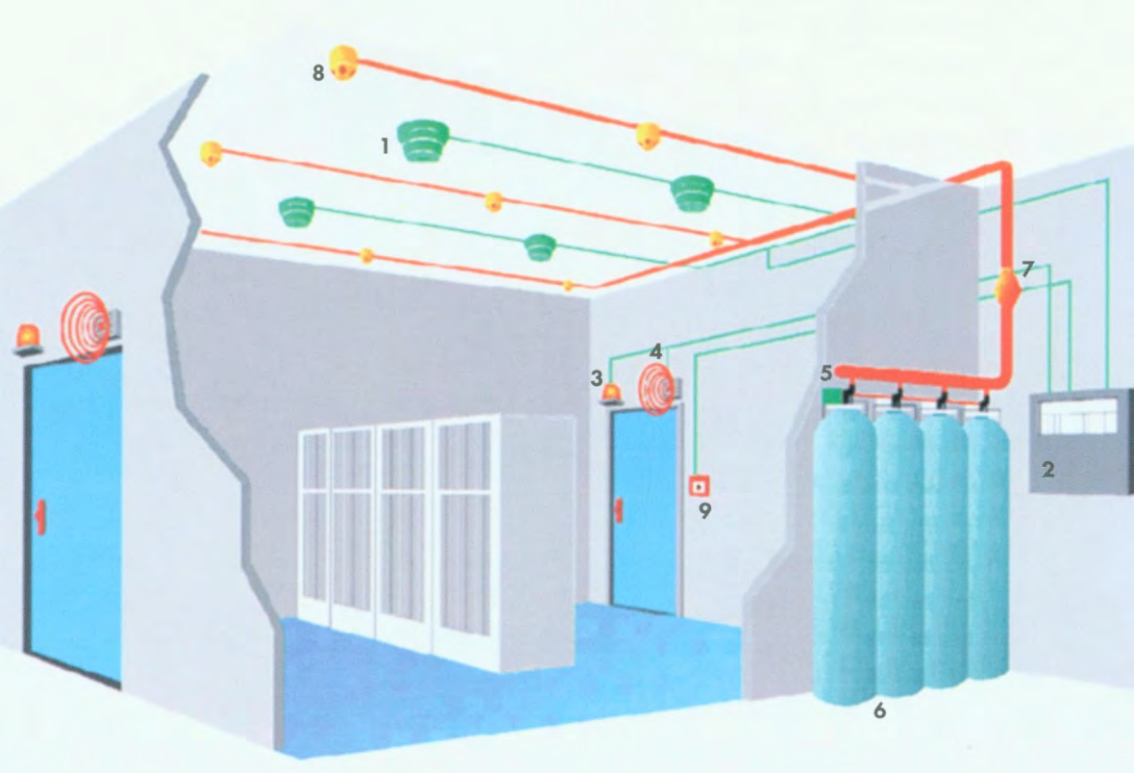
Hasební systémy pracující s Halonem 1211 a Halonem 1301 jsou v současné době prakticky nepoužitelné. Jsou to deriváty z rodiny bromchlorfluoruhlovodíků, které byly staženy z trhu v roce 1996 vzhledem k jejich destrukčnímu účinku na zemskou ozonovou vrstvu – viz *kap. 3.4.1*. Podle EU Regulation 3093/94 hasební systém pracující s Halonem 1301 mohl být znovu naplněn tímto halonem pouze do 31. prosince 2002. Jestliže halon byl vypuštěn při hašení požáru po tomto datu, systém může být dále

používán pouze v případě, že je naplněn jiným, z hlediska poškození ozonové vrstvy neškodným, hasivem. Mimo to podle zmíněné regulace stávající halonové systémy musí být nahrazeny do 31. prosince 2003. Pod tlakem těchto dat chemické společnosti vyvinuly řadu plynných alternativ – inertní plyny a chemické sloučeniny – jako náhradu za Halon 1211 a Halon 1301.

Halonové SHZ sestávaly z následujících základních součástí:

- ocelové lahve sloužící jako zásobníky zkapalněných halonů,
- trubkový systém sloužící k rozvodu halonů do chráněných prostor,
- trysky umožňující rozptýlení halonu při hašení požáru.

Systémy byly přirozeně vybaveny příslušnou detekční, signalizační a řídící technikou a svým přístrojovým vybavením se blížily INERGEN*ovému* systému znázorněnému na *obr. 3.17*.



Obr. 3.17 **Požární ochrana rozvodny INERGEN*ovým* SHZ[14].** 1 – detektor požáru, 2 – ústředna, 3 – výstražný maják, 4 – výstražný klakson, 5 – vypouštěcí ventil na lahvi, 6 – baterie vysokotlakých lahví s INERGEN*em*, 7 – tlaková redukce, 8 – vypouštěcí trysky, 9 – spouštěcí tlačítko.

Z uvedeného výčtu je zřejmé, že pořizovací náklady na halonové systémy byly poměrně vysoké a je proto vyvíjena snaha, aby pro nově navržené alternativní hasební prostředky bylo možno použít převážnou část původního systému.

Z tohoto hlediska se jeví pro použití v prostředí archivů jako nadějné systémy pracující s následujícími **alternativními prostředky** – viz *též kap. 3.4.1*:

- 1,1,1,2,3,3,3 heptafluorpropanem – FM-200,
- trifluormethanem – FE-13
- INERGEN*em*,
- oxidem uhličitým (CO_2),
- vodní mlhou.

Jak již bylo řečeno *v kapitole 3.4.1 „Hasební prostředky používané v případě archivů“* jsou halony v současné době z ekologických důvodů nahrazovány „měkkými“ halony, nejčastěji 1,1,1,2,3,3,3 heptafluorpropanem – FM-200, případně trifluormethanem – FE-13. Výhodou je, že v případě obou plynů je možné použít v podstatě stejná zařízení jako v případě Halonu 1211 a Halonu 1301. Nevýhodný je nižší hasební účinek zmíněných prostředků a z toho plynoucí jejich vyšší spotřeba. Nepříznivá je rovněž jejich vysoká cena – viz *tab. 3.5* a *tab. 3.6*. Z toho vyplývá, že velikost nákladů na znovuuvedení hasebního systému do pohotovostního stavu po provedené hasebním zásahu je výrazně vyšší (cca 6x) proti systému INERGEN. S použitím FM-200 systémů je možné počítat v případě archivů k ochraně mimořádně vzácných sbírek v omezených prostorech.

3.4.3.2 SHZ pracující s inertními plyny

Pro ochranu archivů před požáry jsou vhodná SHZ pracující se **směsmi inertních plynů**. Tyto směsi běžně obsahují dusík a argon. V některých případech je přidáváno malé množství oxidu uhličitého. Možnost použití inertních plynů je známa již cca 50 let, ale o jejich využití se začalo znovu uvažovat až po objevení ekologických potíží při použití halonů. Ukázalo se, že i když takové směsi jsou bezpečnější pro lidi než pouhý CO_2, přesto i jejich použití musí zahrnovat opatření zajišťující bezpečnou evakuaci personálu z ohroženého prostoru.

Hasební systém pracující s **INERGEN*em***, tedy se směsí dusíku, argonu a oxidu uhličitého – *kap. 3.4.1*, hasí rychle, účinně, bezpečně a je zcela nezávadný pro prostředí. Důležitá je čistota hasebního prostředku, který nezanechává zbytky, které by mohly poškodit materiály sbírek. Mimo to je relativně bezpečný pro osoby, které by zůstaly náhodně uzavřené v hašeném prostoru. V prostoru, kde byl použit INERGEN, lidé

mohou dýchat po určitou dobu téměř normálně, přičemž hoření již není podporováno kyslíkem.

Technické řešení vysokotlakého INERGEN*ového* SHZ je uvedeno na *obr. 3.17*. Směs dusíku, argonu a oxidu uhličitého je skladována v ocelových lahvích při tlaku 200 bar. Snaha o snížení počtu vysokotlakých lahví v nichž je skladován INERGEN vede v poslední době výrobce SHZ k tomu, aby plyn byl skladován při tlaku 300 bar. V redukčním zařízení se tlak plynu z lahví zredukuje na 60 bar a plyn pod tímto tlakem při hasebním zásahu proudí do trysek. Obsah plynů v lahvích je stanoven na základě tlaku. Při požáru vypuštěné množství plynu je vypočítáno tak, aby koncentrace kyslíku v hašeném prostoru poklesla na 10–15 %. Zároveň koncentrace CO_2 nesmí překročit pro zdraví bezpečnou hranici 5 %.

V zájmu toho, aby INERGEN mohl být použit i na zařízeních, která původně sloužila pro halony, byl vyvinut nízkotlaký systém – INERGEN (LPI), který pracuje při tlaku 25 bar. Znamená to, že tento INERGEN*ový* systém může použít původní halonovou rozvodnou trubkovou síť a je schopen dodržet jednominutovou kritickou vypouštěcí dobu. Při rekonstrukci zařízení je nezbytné vyměnit halonové zásobní lahve za tlakové zásobní lahve pro INERGEN a nahradit halonové trysky tryskami INERGEN (LPI). Tyto výměny je možno uskutečnit za běžného provozu instituce.

Místnosti, kde je používán INERGEN, musí být dostatečně těsné. Stěny, dveře, okna, větrací otvory atp. musí být upraveny tak, aby doba, po kterou INERGEN zajišťuje nízkou koncentraci kyslíku nezbytnou pro uhašení požáru, byla 20 minut. Okna se nesmí rozbít tlakovým nárazem, který vzniká při vypuštění INERGEN*u*. Pokud dveře chráněných místností jsou vybaveny elektromagnetickými zámky, musí být tyto zámky otevřeny při vyhlášení poplachu po celou dobu tzv. zpožďovacího času (cca 20–30 s). Toto zpoždění umožňuje evakuaci osob z chráněné místnosti. Po uplynutí zpožďovacího času a před vlastním vypuštěním INERGEN*u* musí být magnetické zámky opět uzavřeny až do příjezdu zásahové jednotky hasičů.

Požadavky na stavební úpravy místností chráněných SHZ INERGEN jsou následující:

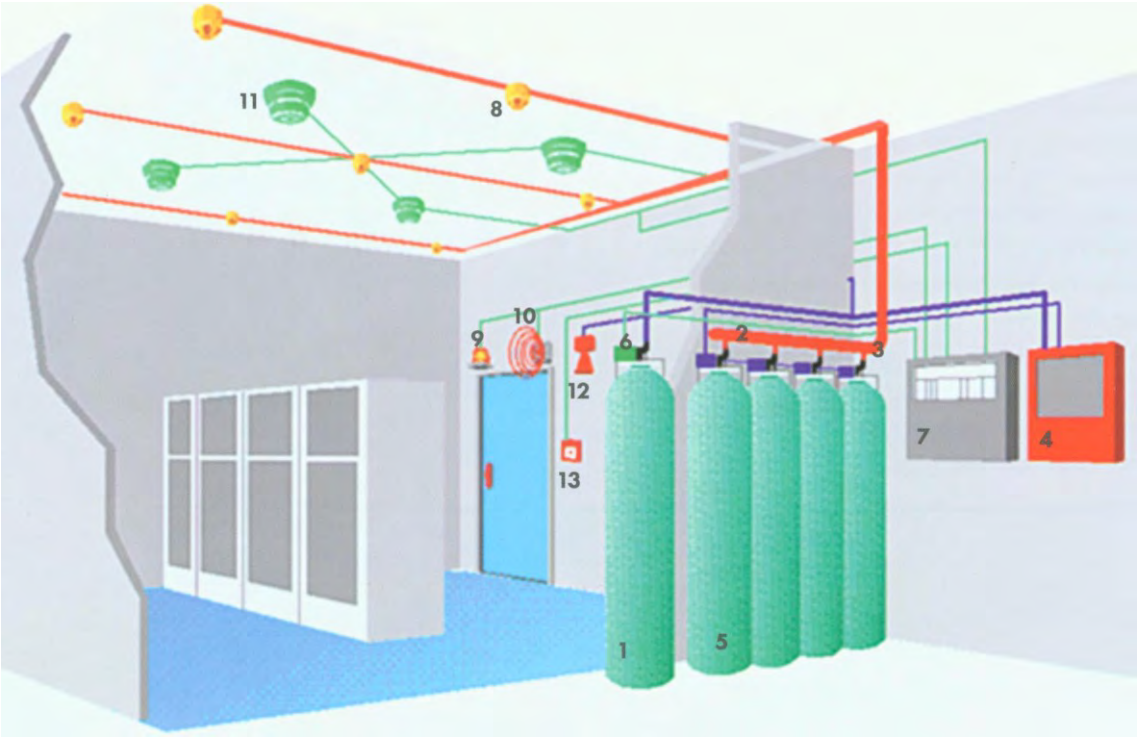
- místnosti nesmí mít neodůvodněné a nezajištěné otvory ve zdech, stropech a podlahách;
- případné netěsnosti (např. pod dveřmi do chráněných místností, průchod kabelové lávky stěnou, průchod potrubí stěnou) je nutno minimalizovat;

- místnosti musí být vybaveny přetlakovými klapkami, které umožňují odvod přetlaku plynu vzniklého vpuštěním INERGEN*u* při hasebním zásahu. Velikost klapek závisí na povoleném přetlaku v místnosti a na jejím celkovém objemu. Přetlak je odváděn mimo budovu klapkou umístěnou v obvodové zdi, kanálem, chodbami, přes jiné místnosti atp.;
- mají-li chráněné místnosti zdvojený strop, resp. zdvojenou podlahu, musí být nízkotlaký trubkový rozvod plynu s tryskami instalován rovněž v prostoru zdvojeného stropu či podlahy. V okamžiku hasebního zásahu je tlaková vlna vyvolaná vysokou vypouštěcí rychlostí plynu natolik razantní, že hrozí nebezpečí poškození pohledových, resp. podlahových desek v případě, že by plyn byl uváděn pouze na jednu stranu;
- zdvojené stropní či podlahové prostory musí být spojeny mříží v podlaze čí stropu s prostorem chráněné místnosti, což umožní odvod přetlaku z těchto prostor přetlakovou klapkou místnosti;
- systém vzduchotechniky musí být opatřen na vstupu a výstupu z chráněné místnosti uzavíracími klapkami. Jejich uzavření, ovládané řídícím systémem SHZ (případně ústřednou EPS), zamezí úniku INERGEN*u* mimo chráněnou místnost a tím zajistí potřebnou hasební koncentraci plynu po nezbytnou dobu (většinou 20 min.) – viz *kap. 3.2.2.3.1*.

K detekci požáru mohou být použity běžné systémy, které byly použity v případě halonů, a které byly diskutovány v *kap. 3.3.1*. U prostor s více místnostmi je možno použít sekční ventily, které propustí hasicí plyn pouze do místnosti, kde na základě údajů čidel byl identifikován požár.

Hasební systémy pracující s **oxidem uhličitým (CO_2)** využívají schopnosti tohoto plynu rychle naplnit rizikové místnosti a potlačit požár především snížením koncentrace kyslíku pod hranici, která již neumožňuje hoření. Jeho vysoká hustota podporuje rychlé a účinné proniknutí chráněným prostorem. Jako hasební prostředek je CO_2 skladován buď kapalný pod tlakem ve vysokotlakých lahvích při teplotě 20 ºC a tlaku 57 bar, nebo ve velkých nízkotlakých chlazených zásobnících při – 18 ºC a 21 barech. Příklad vysokotlakého hasicího CO_2 systému je uveden na *obr. 3.18*. Ke skladování CO_2 v ČR se používají vysokotlaké lahve o objemu 40 litrů s obsahem 30 kg CO_2. Každá láhev je zavěšena na vážícím zařízení, což umožňuje zaznamenat únik CO_2 z poklesu její

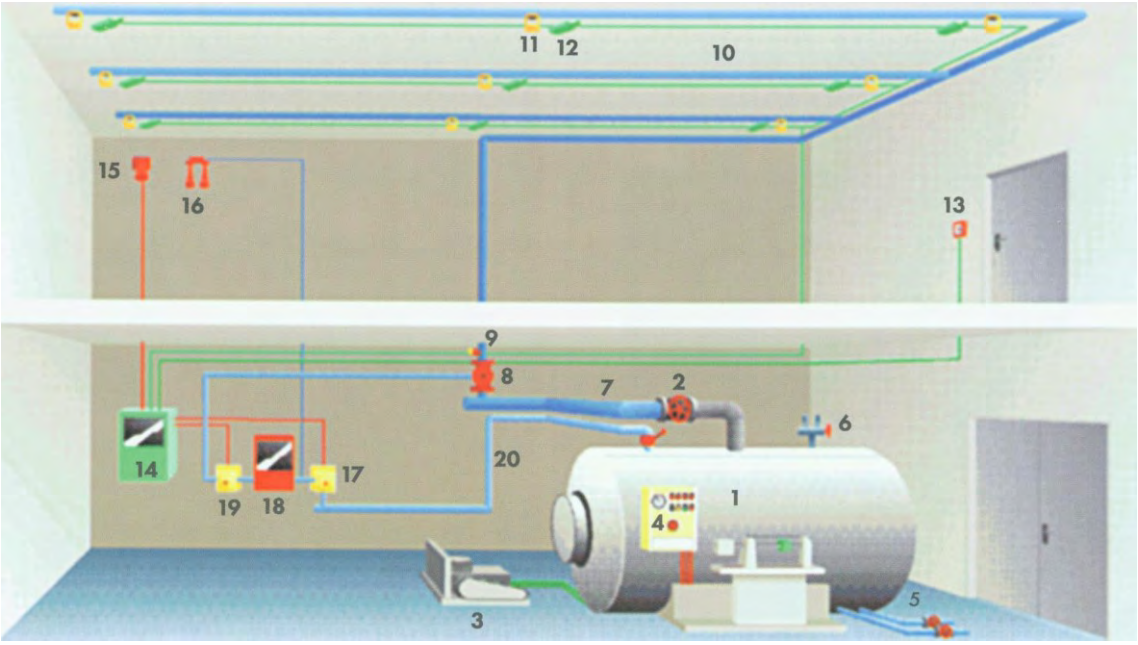
hmotnost. Pokles hmotnosti o 10 % vyvolá poplach v ústředně SHZ a láhev musí být vyměněna.



Obr. 3.18 **Požární ochrana rozvodny vysokotlakým CO_2 SHZ[13].** 1 – řídící láhev CO_2, 2 – rychlootvírací ventily, 3 – pneumatický píst, otevírající lahve, 4 – mechanický zpožďovač otevření lahví, 5 – láhev CO_2, 6 – elektrický spouštěč, 7 – ústředna, 8 – vypouštěcí tryska, 9 – výstražný maják, 10 – výstražný klakson, 11 – detektor požáru, 12 – pneumatický výstražný klakson, 13 – spouštěcí tlačítko.

Při CO_2 hasicích systémech, které vyžadují více než 1 500 kg CO_2 je hromadné skladování plynu v chlazených zásobnících finančně výhodnější než vysokotlakých lahvích. Kapacity nízkotlakých zásobníků se pohybují mezi 750–60 000 kg CO_2. Příklad nízkotlakého hasicího CO_2 SHZ je uveden na *obr. 3.19*. Plyn je do chráněného prostoru rozváděn systémem trubek, přičemž nastavením ventilů je možno určit, který prostor bude v případě požáru zaplaven. Trubkový systém je zakončen vypouštěcími tryskami. Ochlazení způsobené rozpínáním stlačeného CO_2 vede k vzniku mlhy v okolí trysek, která i při nízké vlhkosti vzduchu významně snižuje viditelnost.

SHZ pro ochranu archivních dokumentů musí být navrženy tak, aby byly schopné vytvořit koncentraci CO_2 v chráněném prostoru minimálně 34 %, při čemž tuto hladinu musí být schopné zajistit po 30 minut. Veškeré otvory budovy musí být, stejně jako u INERGEN*u*, v období vypouštění a působení CO_2 zavřené, čímž se zabrání ztrátám plynu.



Obr. 3.19 **Nízkotlaký hasicí CO_2 SHZ[13].** 1 – nízkotlaký chlazený zásobník CO_2, 2 – hlavní uzavírací ventil, 3 – chladící agregát, 4 – kontrolní panel, 5 – plnící potrubí, 6 – pojistný ventil, 7 – rozdělovací potrubí, 8 – sekční ventil, 9 – náplň aromatizace plynu, 10 – rozváděcí potrubí, 11 – hasicí trysky, 12 – detektor požáru, 13 – spouštěcí tlačítko, 14 – ústředna, 15 – elektrický klakson, 16 – pneumatický klakson, 17 – řídící ventil poplachu, 18 – zpožďovací zařízení, 19 – řídící ventil hašení, 20 – řídící plynové vedení.

Pro účinné zvládnutí požáru je nezbytné, aby aktivace systému oxidu uhličitého byla automatická a aby řízena vhodně navrženým a instalovaným systémem detekce požáru – viz *kap. 3.3.1*. Ústředna SHZ (příp. EPS) vyhodnotí signály přicházející z požárních detektorů, varuje přítomné osoby v chráněných prostorech, aktivuje zpoždění vypouštění a konečně iniciuje vypouštění plynu. Zpožděné vypouštění plynu (20–30 s) vytváří časový prostor, v němž přítomné osoby mohou bezpečně opustit chráněné prostory.

3.4.3.3 Cenové srovnání SHZ pracujících s plynnými hasicími prostředky

Jak bylo již dříve uvedeno, jedním z důvodů rozšíření Halonu 1301 byla nízká cena systému používajícího tento prostředek. Přijatelná cena, spolu s bezpečností Halonu 1301 ve srovnání s oxidem uhličitým, byla prvotním důvodem proč oxid uhličitý byl prakticky úplně ve většině aplikací nahrazen Halonem 1301.

Výhoda nízké ceny se však neuplatňuje u nových alternativních prostředků, které mají nahradit „tvrdé“ halony po jejich zákazu. Všechny systémy používající tyto

prostředky jsou dražší než systémy pracující s „tvrdými“ halony. Výsledky srovnání některých SHZ pro podmínky trhu USA jsou uvedeny v *tab. 3.5*. Ceny jsou založeny na ceně zařízení a ceně hasiva schopného chránit zkušební místnost o objemu 500 m^3. Za základ byly brány prodejní ceny zařízení systému u výrobce. Nezahrnují cenu práce, materiálu a dalších nákladů nezbytných k instalaci systému a neobsahují ani cenu EPS a řídící ústředny.

Tab. 3.5 **Srovnání cen plynných SHZ (USA).**

Typ hasicího systému	**Celková hmotnost hasiva (kg)**	**Objem tlakové lahve (litry/láhev)**	**Počet lahví**	**Celková cena hasiva (US $)**	**Cena hasiva (US $/kg)**	**Cena zařízení systému (US $)**	**Celková cena systému (US $)**
Halon 1301*	200	141	2	1544	7,72	4345	5889
HFC-23	322	68	7	4960	15,4	7687	12647
FM-200	347	141	3	11833	34,1	5845	17678
INERGEN**		80	19			22897	22897
Oxid uhličitý**	900	68	18	nevýznamná		11345	11345
Vodní mlha***		47	15	nevýznamná		21015	21015

Pozn. k tab. 3.5:

* Údaj o ceně Halonu 1301 je z doby před zastavením výroby prostředku a je uveden jako referenční údaj o tomto typu SHZ před zrodem problémů poškození ozonové vrstvy.

** Cena INERGENU, oxidu uhličitého a dusíku nezbytného pro systém vodní mlhy je zahrnuta v ceně zařízení systému.

*** V případě systému vodní mlhy pro pohon jednotky vysokotlakého vodního čerpadla je nutno použít 15 lahví s dusíkem. Při použití v ČR dodávaného systému Micro Drop® cena zařízení je podstatně nižší – viz *tab. 3.6*.

Z *tab. 3.5* vyplývá cenová výhodnost systému pracujícího s CO_2, která je daná především levností vlastního hasicího plynu v podmínkách USA.

Pro podmínky trhu v ČR jsou ceny plynných SHZ, udávané společností TOTAL WALTHER – Stabilní hasicí zařízení, s. r. o. uvedeny v *tab. 3.6*:

Je nutno poznamenat, že ceny uvedené v *tab. 3.6* jsou orientační a při dodávce SHZ od jiných dodavatelů se mohou lišit. Překvapivá je vysoká cena lahví CO_2 v ČR, která neodráží nízkou výrobní cenu CO_2 ve srovnání s argonem. Znevýhodňuje tak SHZ pracující s tímto plynem proti s SHZ pracující s INERGEN*em*.

Tab. 3.6 **Srovnání cen plynných SHZ (ČR).**

Objem chráněné místnosti (m^3)	**Typ SHZ**	**Počet lahví (ks)**	**Plocha stanice (m^2)**	**Hmotnost hasiva (kg)**	**Cena hasiva (bez DPH) (Kč)**	**Cena zařízení (bez DPH) (Kč)**
100	INERGEN	4	4		24 000,-	525 000,- [6,7)]
200	INERGEN	8	6		48 000,-	675 000.- [6,7)]
400	INERGEN	16 [3)]	8		96 000,-	950 000.- [6,7)]
400	CO_2	24 [4)]		720	144 000,-	950 000,- [6,7)]
400	FM-200	2 [5)]		294	588 000,-	850 000,- [6,7)]
400	Sprinkler [1)]				nevýznamná	120 000,-
400	Micro Drop [2)]				nevýznamná	550 000,- [7)]

Pozn. k tab. 3.6:

[1)] Při výšce místnosti do 3 m a při napojení na stávající rozvod vody či vodovod.

[2)] Při napojení na stávající rozvod vody či vodovod.

[3)] Jsou používané 80litrové lahve INERGEN*u*, při čemž každá poskytuje 22 m^3 hasicího plynu; cena jedné lahve je 2 000, Kč, včetně nákladů spojených s dopravou, demontáží, instalací, odzkoušením atp.

[4)] Pro vysokotlaké systémy CO_2 jsou v ČR používány 40litrové lahve o obsahu 30 kg CO_2; cena jedné lahve je 2 000,- Kč, včetně nákladů spojených s dopravou, demontáží, instalací, odzkoušením atp.

[5)] Jsou používány lahve obsahující 147 kg FM-200; cena jedné lahve je 294 000,- Kč; cena 1 kg FM-200 je 2 000.- Kč. Hasební koncentrace je 0,6 kg FM-200 na 1 m^3 chráněného prostoru.

[6)] Cena hasiva je zahrnuta v ceně zařízení.

[7)] Cena detekční a řídící části SHZ je zahrnuta v ceně zřízení.

Z *tab. 3.6* a dále ze vzorové nabídky na SHZ pracující s FM-200 firmy Siemens Building Technologies A. G., Cerberus Division z roku 2002 je zřejmé, že cena SHZ je výrazně závislá na velikosti chráněného systému. Dle údajů zmíněné firmy při velikosti chráněného prostoru 20 m^3, je cena SHZ 275 000.- Kč (bez DPH). V tom případě cena za 1 m^3 chráněného prostoru je 3 750,- Kč Je-li ale objem chráněného prostoru 370 m^3, je cena SHZ 670 000.- Kč (opět bez DPH). Cena za 1 m^3 v tomto případě činí 1 811.- Kč. Toto cena je v poměrně dobrém souhlasu s cenou 1 956.- Kč na 1 m^3 vypočítanou z *tab. 3.6* pro SHZ pracující s FM-200.

Poznámka: *V ceně firmy Siemens Building Technologies A. G., Cerberus Division nejsou zahrnuty investiční náklady spojené s dodávkou EPS a řídící ústředny. Tyto náklady při chráněném prostoru 20 m^3 činí orientačně 260 000.- Kč.*

3.4.4 Souhrn

Porovnání hasicích systémů je možné na základě celé řady faktorů. Nejdůležitější jsou: potenciální ohrožení budovy a sbírkových materiálů požárem, počáteční investiční náklady, spolehlivost, cena hasebního prostředku, náchylnost k falešné operaci, typ a velikost prostoru chráněného systémem, předpokládané poškození dokumentů požárem a hasebním prostředkem a důsledky selhání SHZ. Základní porovnání jednotlivých systémů umožňuje *tab. 3.7*.

Tab. 3.7 **Porovnání výhod a nevýhod základních hasicích systémů.**

Hasební prostředek	Hlavní výhody	Hlavní nevýhody
Proud vody hasičských proudnic	**Vysoká účinnost, velký dosah,** zdravotně a ekologicky nezávadné	**Nýznamné poškození sbírek přebytkem a tlakem vody**
Sprinklery – mokré potrubí	**Vysoká účinnost**, zdravotně a ekologicky nezávadné, menší spotřeba vody než u proudu vody, automatické spuštění, limitovaná plocha zásahu	Poškození vodou, riziko náhodného spuštění, **nebezpečí zamrzání**
Sprinklery – suché potrubí	Vysoká účinnost, menší spotřeba vody než u proudu vody, zdravotně a ekologicky nezávadné, automatické spuštění, limitovaná plocha zásahu, **systém nezamrzá**	Poškození vodou, riziko náhodného spuštění
Sprinklery – suché potrubí, předstihové řízení	Vysoká účinnost, zdravotně a ekologicky nezávadné, menší spotřeba vody než u proudu vody, limitovaná plocha zásahu, automatické spuštění, **riziko náhodného spuštění je významně potlačeno**, systém nezamrzá	Poškození vodou
Mlhové systémy	Vzhledem malým částicím vody vysoká hasIcí účinnost, **menší spotřeba vody než u sprinklerových systémů,** limitovaná plocha zásahu, **malé poškození**, možnost bočního, horizontálního hašení, automatické spuštění, riziko náhodného spuštění je významně potlačeno, systém nezamrzá, zdravotně a ekologicky nezávadné	Nadějné systémy, které nebyly dosud vyzkoušeny v oblasti památkové péče.
INERGEN	Spolehlivost, čistý hasicí prostředek, **při hasební koncentraci umožňuje přežití v prostoru „zapomenutých“ uzavřených osob**, zdravotně a ekologicky nezávadný	Vysoké investiční náklady, **cenově nákladné hasivo**
Dusík	Spolehlivost, čistý hasicí prostředek, **nízká cena**, ekologicky nezávadný	**Nezbytná vysoká koncentrace hasiva neumožňuje přežití v prostoru náhodně „zapomenutých“ osob**
Oxid uhličitý	Spolehlivost, čistý hasicí prostředek, **nízká cena**	**Nezbytná vysoká koncentrace hasiva (34 % obj.)neumožňuje přežití v prostoru náhodně „zapomenutých“ osob**, ekologicky závadný
Halony	Spolehlivost, za nižších teplot čistý hasicí prostředek, při hasební koncentraci umožňuje přežití v prostoru náhodně „zapomenutých“osob	**Ekologicky závadné**, výroba a použití zakázány dle Montrealského protokolu z roku 1987, při nadměrné expozici mohou vyvolat srdeční, dýchací a nervové potíže, rozkladné produkty mají korozní účinky na materiály památek
Halonové alternativy (např.1,1,1,2,3,3,3-heptafluorpropan, trifluormethan)	Spolehlivost, za nižších teplot čistý hasicí prostředek, při hasební koncentraci umožňuje přežití v prostoru náhodně osob	Ekologicky zatím nezávadné, **cenově velmi nákladná hasiva, nižší hasicí účinek než u halonů**, při nadměrné expozici mohou vyvolat srdeční, dýchací a nervové potíže, produkty tepelného rozkladu hasiva mají korozní účinky na materiály památek, především kovy; HF převádí železogalové inkousty do formy bezbarvých solí.

Z *tab. 3.7* plyne, že dosud nebyl vyvinut a především v archivní praxi vyzkoušen hasicí systém, který by beze zbytku splňoval všechny potřeby archivů z hlediska bezpečnosti personálu, z hlediska ekologie, z hlediska hasicí účinnosti, z hlediska poškození archivních materiálů a konečně z hlediska investičních a provozních nákladů. Základní informace o jednotlivých vlastnostech systémů je sice možné získat studiem literatury a kontakty s firmami, které zařízení vyrábějí, ale konečné stanovisko bude možno zaujmout pouze po experimentálním ověření SHZ, která firmy dodávají v situacích, které se budou blížit podmínkám požáru archivních materiálů uložených v depozitářích. Je nutné si uvědomit, že ochrana kulturních památek proti požáru vzhledem k omezenému trhu je pro výrobce SHZ komerčně nezajímavá, stojí na samém okraji jejich zájmu a proto se jí výzkumně nevěnují a s ochranou kulturních památek před požáry nemají ani významné zkušenosti.

3.4.5 Přenosné hasicí přístroje

Bez ohledu na typy automatických hasicích systémů, kterými jsou chráněny budovy a depozitáře archivů proti požáru, je nezbytné, aby tyto objekty byl vybaveny přiměřeným množstvím dobře umístěných přenosných hasicích přístrojů. Přístroje musí být vhodné pro hašení hořících archivních materiálů sbírkových předmětů – tedy většinou požáru typu A. Laboratoře mimo to musí být vybaveny hasicími přístroji vhodnými pro hašení hořlavých kapalin – požáru typu B. Je nutné, aby hasicí přístroj měl spouštěcí mechanismus, kterým obsluha může zahájit vypouštění proudu hasiva a případně jej i zastavit. Přítomnost vhodných hasicích přístrojů umožňuje zaměstnancům nebo členům ostrahy po odkrytí požáru nebo po poplachu vyvolaném detekčním systémem včasného varování, uhasit požár v počáteční fázi a zamezit tak větším škodám na archivních materiálech. Je důležité, aby personál byl náležitě poučen o použití malých přenosných hasicích přístrojů. Přenosné hasicí přístroje představují významnou složku požární ochrany. Včasným individuálním zásahem je možno zabránit škodám.

Přenosné hasicí přístroje mají celkovou hmotnost do 20 kg. Podle druhu hasiva a konstrukce mají dobu účinnosti v rozpětí od 6 do 20 sekund, vodní až do 70 sekund. Délka dostřiku je zpravidla od 1,5 do 10 m. Vnější povrch nádoby přenosných hasicích přístrojů je červený, u hasicích přístrojů s náplní oxidu uhličitého doplněný pruhem černé barvy širokým 80 mm a umístěným na horním okraji zaoblené části lahve

pod hrdlem. Přenosné hasicí přístroje jsou opatřeny držadlem umožňujícím jejich přenášení a jsou uzpůsobeny pro pohotovostní upevnění. Jejich konstrukce musí umožňovat opakované naplnění nádoby hasivem.

Přenosné hasicí přístroje dle druhu hasiva dělíme na:

- vodní,
- pěnové,
- práškové,
- CO_2,
- halonové.

Přenosné hasicí přístroje musí být opatřeny typovým štítkem, který kromě jiných údajů musí obsahovat vyobrazení, jak se hasicí přístroj uvádí do činnosti a dále pro jakou třídu požárů je vhodný. Na štítku je uvedeno, co se s daným přístrojem nesmí hasit a jaké podléhá kontrole.

3.4.5.1 Typy přenosných hasicích přístrojů

- **Vodní přenosné hasicí přístroje** jsou vhodné k hašení požárů třídy A, tj. hořících pevných látek organického původu. Mají většinou omezený rozsah pracovních teplot 0–60 ºC a nesmějí se používat k hašení požárů elektrických zařízení pod napětím.
- V poslední době se objevují na trhu přenosné hasicí přístroje pracující s **vodní mlhou**, které jsou schopné do značné míry nahradit halonové přístroje. Přístroje neznečisťují významně prostředí a jsou bezpečné. Vzhledem k tomu, že vodní mlha je elektricky nevodivá, přístroji je možno hasit i elektrické přístroje.
- **Pěnové přenosné hasicí přístroje** jsou vhodné pro hašení požárů třídy A a B, především pro hašení hořících kapalin nebo pevných látek. Mají většinou omezený rozsah pracovních teplot 0 ºC–60 ºC. Běžné typy pěnových přenosných hasicích přístrojů nejsou vhodné pro hašení polárních organických kapalin (alkoholů, acetonu atp.), pokud nejsou vybaveny speciální náplní. Nesmějí se používat k hašení požárů elektrických zařízení pod napětím.
- **Práškové přenosné hasicí přístroje** jsou určeny pro hašení požárů třídy A, B, C, (D). Konkrétní rozsah použití přenosného hasicího přístroje je vyznačen na typovém štítku v závislosti na použitém prášku. Těmito přenosnými hasicími přístroji je možno hasit i požáry elektrických zařízení pod napětím. Mají široký

rozsah pracovních teplot – 20 ºC až 60 ºC. Pro hašení požárů kovů se požívají přenosné hasicí přístroje naplněné speciálním práškem a jsou označeny symbolem třídy D. Práškové přenosné hasicí přístroje se nesmí používat k hašení požárů v prašných prostorech nebo k hašení sypkých hmot. Nejsou vhodné k hašení točivých strojů a k hašení elektronických zařízení. Jejich použití pro hašení sbírkových materiálů je sporné vzhledem k obtížné odstranitelnosti zbytků jemného hasicího prášku z povrchu předmětů.

- **Přenosné hasicí přístroje CO_2** jsou vhodné pro hašení požárů třídy B a C, zejména v uzavřených místnostech. Na volném prostranství dochází zejména při větru k rychlému snížení koncentrace CO_2 a tím k snížení hasebního účinku. Uvedené přenosné hasicí přístroje se nesmí používat při hašení v prašných prostorech nebo k hašení sypkých hmot. Uplatňují se při hašení elektrických zařízení pod elektrickým napětí. Při použití v uzavřených prostorech je nutné mít se na pozoru, neboť CO_2 sice vytěsňuje z těchto prostor kyslík a tím brání procesu hoření, ale zároveň vytváří atmosféru s nízkou koncentrací kyslíku, která je nepřijatelná pro pobyt lidí. V důsledku nedostatku kyslíku může dojít k nevolnosti, ztrátě vědomí a případnému úmrtí.
- **Halonové přenosné hasicí přístroje** plněné „tvrdými“ halony byly vhodné pro hašení požárů třídy B a C, tedy požárů kapalin a plynů. Byly nákladné, ale měly široké použití. Nezanechávaly zbytky. Byly mírně zdravotně závadné. Výborně se uplatnily při hašení požárů počítačů a elektrických zařízení. Byly vhodné i pro hašení hořlavých kapalin. Byly jednou z nejlepších možností pro muzea, galerie a archivy, především pro menší místnosti obsahující vzácné objekty. Jejich použití bylo od 1. dubna 1994 vzhledem k poškozujícím vlivům halonů na ochrannou ozonovou vrstvu Země zakázáno – viz *kap. 3.4.1*. Je vyvíjena snaha, aby přístroje, kterým prošla záruční doba, mohly být znovu plněny recyklovanými halony. Přenosné hasicí přístroje, které používají halogenové alternativy neobsahující ve své molekule atomy bromu, jsou méně účinné. Jejich hasební účinek je obdobný jako v případě N_2 nebo CO_2, tzn. že hasí především dusivým efektem – viz *kap. 3.4.1*. V současné době se objevují na trhu přenosné přístroje plněné HALOTRON*em* I.
- Vzhledem k tomu, že základní sloučenina tohoto prostředku 2,2-dichlor-1,1,1-trifluorethan (CF_3CHCl_2) obsahuje atomy chloru, je hasicí účinek HALOTRON*u* jen o málo horší než „tvrdých“ halonů. Hasební

koncentrace je 6–7 %. Jako náplň hasicích přístrojů je v ČR používán i 1,1,1,3,3,3-hexafluorpropan ($CF_3CH_2CF_3$) pod označením FE-36, jehož hasební koncentrace je udávána překvapivě nízká (5,3–6,4 %).

Přenosné hasicí přístroje podléhají pravidelné **kontrole,** při níž se provádí povrchová prohlídka, kontrola značení, prohlídka vnitřku nádoby, zkouška pevnosti a těsnosti nádoby a zkouška těsnosti spouštěcí armatury nebo ventilu. Pro každý typ přenosného hasicího přístroje je stanoveno, za jakou dobu se má kontrola provádět. Kontrolu mohou provádět pouze oprávněné osoby podle postupů schválených výrobcem. O provedené kontrole vystaví kontrolující osoba záznam a přístroje, u nichž nebyla zjištěna závada opatří kontrolním štítkem a plombou.

Výběr vhodného typu přenosného hasicího přístroje a jeho velikost je závislý na druhu materiálu, který má být při požáru chráněn. Zaměstnance je nezbytné seznámit s umístěním přenosných hasicích přístrojů, s jejich použitím a s jejich omezením při hašení různých požárů.

I když byl přenosný hasicí přístroj použit k úspěšnému hašení požáru, je nezbytné o zásahu uvědomit příslušnou požární jednotku a evakuovat prostor. Povinností hasičů je zkontrolovat, zda požár byl úplně zlikvidován. Malý požár, který byl objeven a uhašen, může být pouze součástí většího požáru, který probíhá nepozorovaně uvnitř zdi a může se rozšířit později nekontrolovatelně do jiných prostor.

3.4.5.2 Použití přenosných hasicích přístrojů

Hašení požáru je vždy nebezpečná operace. **Jestliže zasahující osoba má nejmenší pochyby o tom, že situaci zvládne, nemá přistoupit k hašení požáru.**

A. Použití přenosných hasicích přístrojů je přípustné jen tehdy, když byly splněny následující požadavky:
   - požár je malý a nerozšiřuje se z výchozího místa, kde vznikl,
   - úniková cesta je volná a hasící osoba může hasit obrácená zády k východu z místnosti,
   - požár nemůže zablokovat jedinou únikovou cestu,
   - hasící osoba se může pohybovat při zemi a vyhnout se tak kouři,
   - hasící osoba má k dispozici vhodný přenosný hasicí přístroj, přečetla si návod k jeho použití a umí s ním zacházet.

Když není splněna kterákoliv z těchto podmínek, není přípustné se pouštět samostatně do hašení požáru. Je vhodné zavolat pomoc, vyhlásit požární poplach a opustit ohrožený prostor.

- Je vhodné, aby hasicí osoba při použití přenosného hasicího přístroje byla sledována jinou osobou. Když hasící osoba má pochybnosti o své osobní bezpečnosti nebo když dojde k názoru, že sama neuhasí požár, musí bezprostředně opustit prostor. Stejně učiní v případě, když přenosný hasicí přístroj spotřebuje hasivo nebo se ukáže neúčinným. Je třeba si uvědomit, že typický hasicí přístroj je schopen hasit cca 10 vteřin; může to být i méně když nebyl řádně udržován a pouze částečně naplněn. Při odchodu z místnosti ji zavře, ale **nezamkne** dveře. Po odchodu z prostoru požáru naváže kontakt z požárníky a sdělí jim informace o stavu požáru.

B. Je nutné, aby všichni zaměstnanci byli informováni o umístění přenosných hasicích přístrojů a aby byla zajištěna trvalá přístupnost těchto přístrojů.

C. Způsob použití přenosných hasicích přístrojů:

- Hasicí osoba v případě požáru sejme hasicí přístroj z držáku.
- Postaví se do bezpečné vzdálenosti od požáru a namíří hubici přístroje na spodek plamenů.
- Drží přístroj kolmo a zmačkne ventil.
- Kývá přístrojem ze strany na stranu a pokrývá místo požáru hasivem.

D. Při hašení je nezbytné dodržet následující zásady:

- Proud hasiva je nutné směřovat na zdroj ohně tak dlouho, až je požár zcela zneškodněn.
- Není vhodné odejít z prostoru v případě, že požár byl „uhašen“ a je nebezpečí, že se znovu vznítí.

E. Při zranění hasící osoby při zásahu je nezbytné, aby nemocnice, kam je zraněná osoba dopravena, byla informována o typu hasicího přístroje, s kterým pracovala.

F. Je nezbytné **okamžitě** znovu naplnit použitý hasicí přístroj, případně nahradit použitý přístroj naplněným přístrojem.

G. Je nutné, aby pracovníci archivů byli cvičeni v používání hasicích přístrojů.

3.5 VLIV HASEBNÍCH LÁTEK NA ARCHIVNÍ MATERIÁLY

O vlivu jednotlivých hasebních prostředků na archivní materiály je velmi málo konkrétních údajů. Množství údajů je k dispozici u vlivu vody, zatímco u ostatních hasebních materiálů jsou informace kusé a zjevně budou doplněny až zevrubným výzkumem této problematiky.

Vliv hasicí vody je obdobný jako vliv vody v případě záplav – viz *kap. 2.1*. Účinek vody bude závislý na množství vody, která se během hasebního zásahu zateče do materiálu, a na době, kterou voda bude působit na materiály. Z toho důvodu jsou nejškodlivější zásahy provedené hasičskými proudnicemi, vhodnější jsou sprinklery a optimální se jeví hašení vodní mlhou. Nezanedbatelný bude i vliv zvýšené teploty vody, která zateče do archivních materiálů. Je možno očekávat významné bobtnání papíru, rozpouštění razítkových barev, bobtnání pergamenu, poškození pojiv iniciál a miniatur, bobtnání želatinové vrstvy fotografického materiálu atp. Ve většině případů se může uplatnit hydrolytické působení vody, které bude podpořeno zvýšenou teplotou zatékající vody. Voda může vyvolat, nebo podpořit korozi kovových předmětů.

V případě hašení archivních materiálů je nezbytné dbát na to, aby byla používána čistá voda. Znečištěná hasicí voda, např. olejem, zvýší náročnost následného konzervačního zásahu. Stejně je nezbytné, aby sprinklerová potrubí byla vyrobena z materiálu, který nebude korodovat – viz *kap. 3.4.2.1.3*. Produkty koroze, např. hydratované oxidy železa usazené v potrubí, mohou znečistit archivní sbírky. Teplá voda zateklá do archivních materiálů podpoří růst mikrobů.

Hašení pěnami bude mít na archivní materiály obdobný vliv jako voda. Účinek samotné vody však bude výrazně menší, neboť při hašení archivů připadá v úvahu zaplavení místností depozitářů lehkou pěnou, která obsahuje pouze malé množství vody – viz *kap. 3.4.2.3* a *3.4.5.1*. Negativně se může projevit vliv pěnotvorných prostředků. Z chemické podstaty těchto látek vyplývá, že po vysušení budou vyvolávat trvale zvýšenou hydrofilitu povrchu archivních materiálů, které byly smočeny pěnou. Vzhledem k tomu, že pěnotvorné prostředky jsou vysoce polární bude velmi obtížné je odstranit. V případě, že jako pěnotvorný prostředek jsou použity sloučeniny na bázi hydrolyzovaných přírodních bílkovin je nutno počítat s tím, že se zhorší odolnost archivních materiálů vůči mikrobiologickému napadení.

Hasicí prášky uplatňují svůj vliv na archivní materiály podle svého složení. Mohou být alkalické nebo lehce kyselé – viz *kap. 3.4.1*. Alkalické prášky zřejmě

nebudou negativně ovlivňovat vlastnosti papíru. Je možno ale předpokládat, že budou mít korozní vliv na některé kovy, při čemž korozní účinnost prášků bude zvýšena přítomností vody. Hasicí prášky budou zejména negativně působit na elektronická zařízení, motory atp. Rozptýlení prášku v prostoru depozitáře je závislé především na způsobu hašení. Je-li prášek při hasebním zásahu je vnášen nezkušenou osobou pouze do plamenů, nastává vysoké rozptýlení prášku, které dělá později potíže při úklidu. Vzhledem k malým částicím hasicích prášků (cca 20 μm) je čištění archivních materiálů po hasebním zásahu obtížným problémem. K odstraňování prášků je možné použít účinné vysavače prachu.

Oxid uhličitý (CO_2) v případě, že bude dostatečně dlouho působit na archivní materiály, zvýší jejich kyselost. Vzhledem k tomu, že mohou vznikat pouze soli slabé kyseliny uhličité, celkovou alkalickou rezervu papíru to neovlivní. Vážnějším problémem je tepelný šok, který se projeví v případě, že oxid uhličitý je rozptylován přímo z přenosných hasicích přístrojů na archivní materiály (ať již ve formě plynu, či sněhu). Náhlá tepelná změna může ovlivnit kompozitní materiály, jako jsou iluminace, knižní vazby atp. Značná nevýhoda se projeví v případě, když je oxid uhličitý vypouštěn z přenosných hasicích přístrojů pod vysokým tlakem (cca 50 barů), což může vyvolat významný pohyb a mechanické poškození sbírek.

INERGEN nebude mít vliv na vlastnosti archivních materiálů. Je možno uvažovat pouze mechanický vliv, který může mít vysokotlaký INERGEN, obdobně jako CO_2, při rychlém zaplavování místnosti depozitářů.

Halony, pokud budou působit na archivní materiály za normální teploty, tedy ve formě plynu, nebudou mít významný vliv ani na papír, pergamen, inkousty či razítkové barvy. Je to možno odvodit ze skutečnosti, že jejich schopnost bobtnat nebo rozpouštět uvedené materiály bude obdobně nízká jako schopnost dichlordifluormethanu – Freonu 12, který ve směsi methanolem je součástí odkyselovacího roztoku methoxymagnesiummethylkarbonátu (metoda Wei T´o). Vliv na plasty v průběhu hašení je rovněž zanedbatelný. Je to z toho důvodu, že halony se teplem požáru rychle vypaří a doba působení je zanedbatelná. Pro úplnost je nezbytné dodat, že halony v kapalné formě jsou schopny některé plasty bobtnat, případně rozpouštět. Mezi nestálé plasty z tohoto hlediska patří např. změkčený polyvinylchlorid, polyethylen, polystyren, polykarbonáty a celuloid. Halony budou mít rovněž malý vliv na archivní materiály, pokud budou použity v počátečním stádiu požáru, tedy v podmínkách, kdy teploty plamenů jsou relativně nízké. Je to dáno tím, že jejich

radikálový rozpad, který je základním předpokladem hasebního účinku – viz *kap. 3.4.1* – na radikály bromu a další sekundárně vzniklé sloučeniny (halové prvky, fluorovodík HF, chlorovodík HCl a bromovodík HBr a halogenderiváty kyseliny uhličité), je poměrně nevýrazný. Kritičtější situace nastane, když halony jsou použity k hašení rozvinutého požáru, tedy za vyšších teplot, případně, když halony při hašení přijdou do kontaktu s rozžhavenými kovy. V tom případě je nutno předpokládat již masivní vývin kyselých plynů, především HBr, HCl a HF. Škodlivost těchto plynů se projeví v celkovém zvednutí kyselosti prostředí místností depozitářů a tedy i archivních sbírek a zvýšením rychlosti hydrolytických reakcí archivních materiálů. HCl a HF mohou mít korozní vliv na kovy, mohou rozkládat pigmenty a konečně HF může napadat emaily a sklo. Je známo, že fluorovodík je schopen vázat do komplexu ionty železa železogalových inkoustů, čímž je převádí do formy bezbarvé soli.

3.6 OBNOVA BUDOV A KONZERVACE SBÍRKOVÝCH PŘEDMĚTŮ PO POŽÁRU

Po úplném uhašení požáru by se měla pozornost soustředit především na stabilizaci stavby tak, aby nebyli ohroženi zaměstnanci provádějící ohledání požářiště a později i úklid. Bez ohledu na to, jaké škody byly způsobeny požárem nebo kouřem, zajištění bezpečnosti osob je základním požadavkem. Statici by měli ověřit do jaké míry byla narušena stabilita stavby, případně jejich prvků a z jejich nálezů by měly být vyvozeny příslušné důsledky. Při požáru se uvolnila celá řada jedovatých plynů, jako polychlorované bifenyly z transformátorových olejů, jedovaté chemikálie z laboratoří, asbest z izolací potrubí atp. – viz. kap. 3.7. Měly by být objasněny příčiny vzniku požáru, vzniklé škody by měly být podrobně zdokumentovány. Zaznamenán by měl být i postup záchranných prací a i jejich výsledky. Požární jednotka se musí přesvědčit, že požár byl skutečně uhašen, a že možnost znovuvznícení byla zcela potlačena. Měla by být vyvinuta snaha minimalizovat možnost vzniku dalších škod, např. dočasným pokrytím poškozených střech nepromokavými plachtami tak, aby bylo zabráněno vniknutí dešťové vody. Budova musí být zajištěna před vniknutím nepovolaných osob, vandalů a zlodějů.

Je třeba si uvědomit, že při hasebním zásahu je často použito velké množství hasicí vody a tu je nutno odstranit. Pro ilustraci je vhodné zmínit, že např. při požáru Windsorského zámku v roce 1992 bylo do budov vneseno sedm a půl milionu litrů

vody. Odstranění hasicí vody je mimořádně významné v případě kostelů a středověkých budov, které mají cihlové klenby. Váha neodstraněné vody může vyvolat zhroucení klenby. Z toho důvodu všechny klenby musí mít na svém spodku průchodné odvodňovací kanálky. Zbylá hasicí voda v místnostech a sklepech musí být odstraněna mechanickými nebo fyzikálními metodami (čerpadly, houbami, hadry atp.). V případě, že se tak nestane, adsorbovaná voda bude mít negativní vliv na zdivo stavby, především v zimě. Budova by měla být dále vysoušena vyhříváním a zlepšením proudění vzduchu. Je vhodné použít i odvlhčovače. Měla by být trvale sledována vlhkost vzduchu uvnitř budovy a vlhkost zdiva.

Místo požáru by mělo být urychleně opatřeno varovnými tabulkami a zábranami. Je nezbytné co nejrychleji uvést do provozu požární poplašný systém a automatické hasební systémy. Stejně je nezbytné obnovit co nejrychleji činnost bezpečnostního systému, neboť budova je v období po požáru mimořádně přístupná pro zloděje.

Postup záchranných prací na budově je přirozeně závislý na stupni poškození. V lehčím případě je možné saze a chemikálie zbylé po použití přenosných hasicích přístrojů – viz. kap. 3.4.5 – odstranit účinným vysavačem s účinným HEPA filtrem (HEPA – high efficiency particulate arrestant). Je účelné (v případě, že nejsou ohroženy sbírky) otevřít okna budovy a použít ventilátory k odstranění kouře a kouřového zápachu.

Záchrana historických budov po požáru představuje řadu složitých a nesnadno řešitelných problémů. Všechny architektonické zbytky by měly být shromážděny – nic by nemělo být vyhozeno. Mnohé předměty by měly být očištěny a znovu nainstalovány. Jiné, např. sádrové ornamenty, mohou mít nepoškozené části, které později mohou sloužit k výrobě forem pro kopie. Dlažky a kachlíky i tehdy, že nejsou znovu použitelné, mohou sloužit jako vodítko při jejich pozdějším nahrazení. Spálené a ožehnuté dřevěné panely a obložení stěn je vhodné zachovat, neboť mohou sloužit jako modely pro kopie a nebo samy mohou být později restaurovány.

K odstranění sazí z hladkých povrchů, např. z latexem natřených stropů a stěn, je vhodné použít suché houby, zhotovené vulkanizací přírodního kaučuku. Při jejich použití vzniká velké množství žmolků obalených sazemi, které je nutno odstranit vysavačem. Pro povrchy opatřené nátěry na bázi vysychavých olejů nebo akrylátových polymerů a pro vinylové tapety je vhodné pro odstranění mastných sazových nánosů použít vodné roztoky detergentů aplikované běžnými houbami.

Je pravděpodobné, že podlahy chodeb a mnohých místností po požáru budou pokryty chaotickou směsí ohořelých trámů, různých rozbitých a zuhelnatělých materiálů a skla a břečkou sazí a vody. Zuhelnatělé zbytky na požářišti by měly být pečlivě prozkoumány tak, aby byly nalezeny cenné předměty. Ty by měly být označeny a zároveň by mělo být zaznamenáno místo jejich nálezu. V případě sbírkových předmětů by měl být zaznamenán jejich stav po požáru, především fotograficky. Později by měly být předměty vyneseny pod odborným dozorem kvalifikovaných konzervátorů z požářiště k nezbytným záchranným konzervačním zásahům na bezpečném místě.

Je vhodné sbírkové předměty roztřídit podle stupně poškození, což umožňuje základní orientaci při jejich následné konzervaci. Jako příklad bude dále uveden způsob klasifikace papírových dokumentů poškozených ohněm:

Stupeň 1 a 2 představuje dokumenty pokryté v různém stupni sazemi. Jejich očištění je poměrně snadné a mohou je uskutečnit běžní, pouze poučení členové personálu instituce. Dokumenty skupiny 3 jsou vysušené, ožehnuté, ale ne spálené. To vyžaduje vzhledem k vysoké křehkosti materiálu opatrné čištění; často takové materiály musí být podloženy pevnou podložkou, např. lepenkou. Do skupiny 4 jsou zahrnovány materiály částečně spálené, ale které utrpěly malou nebo žádnou ztrátu informací. Takové materiály je nezbytné okamžitě zkopírovat. Záchrana spálených míst a částečně spálených dokumentů by měla být svěřena kvalifikovanému konzervátorovi. Dokumenty skupiny 5 jsou spálené a ztratily všechen, nebo téměř všechen informační obsah.

Personál by se neměl dotýkat předmětů poškozených ohněm holýma rukama. Na povrchu předmětů mohou být usazeny produkty požáru, které mohou být korozivní, dráždivé a potenciálně karcinogenní – viz. kap. 4.6. Stejně by se zasahující personál měl chránit účinnými respirátory.

Je pravděpodobné, že většina materiálů poškozených ohněm bude poškozena i vodou. V případě, že materiál byl poškozen pouze ohněm nebo kouřem a je **suchý**, jeho konzervace není tak urgentní vzhledem k tomu, že je potlačena jeho náchylnost k sekundárnímu poškození, např. plísněmi.

Sbírkové materiály, které byly poškozeny pouze kouřem a špínou, je možno opatrně očistit vysavačem, případně vodným roztokem tenzidu a houbou. Materiály, které byly vážněji poškozeny ohněm a vodou, je vhodné pečlivě zabalit, označit a co nejrychleji dopravit do konzervátorského oddělení.

Jako směrnice pro ošetření ne příliš poškozených předmětů mohou složit následující poznámky:

- **Koberce** pokud jsou pokryty vodou nebo jinými zbytky, je nutné je zbavit těchto zbytků smetením nebo vysavačem, srolovat je a přenést na bezpečné místo, kde mohou být rozbaleny a opláchnuty nízkotlakou vodou, kupř. zahradní hadicí. Při operaci je nezbytné zachovat opatrnost, neboť textil je zatížen vahou vody. Většinou je nutno koberce dodatečně vyčistit vodným roztokem vhodného neionogenního tenzidu s opakovaným opláchnutím. Koberce je dále nezbytné usušit na roštu zhotoveném z nerezavějící ocele či plastu s oky o velkosti cca 5 cm.
- **Oděvy** je vhodné rozdělit do dvou skupin: na takové, které je možno dát do komerčních čistíren a na takové, u nichž to není možné. Zkoušky na moderních materiálech ukázaly, že detergenty s bělícími přísadami se ukázaly nejúčinnější k odstranění kouře a zápachu. Tento razantní přístup je možno použít při čištění moderních materiálů, ale ne u sbírkových materiálů. Bezpečnější přístup, vhodný pro bavlnu a polyestery, volí použití roztoku teplé vody a neionogenního tenzidu. Pro úplné odstranění kouře a zápachu je nezbytné až pětinásobné praní. Suché čištění je většinou méně účinné při odstraňování kouře a zápachu než mokré čištění vodnými roztoky detergentů. Některé čistírny pracující se suchým čištěním odstraňují zápach působením ozonu. To je pro sbírkové předměty zcela nevhodné – viz *dále*. Špína a saze z jemných textilií mohou být odstraněny vysátím vysavačem. V tom případě musí být podloženy jemnou síťkou, čímž se zabrání tomu, aby malé fragmenty textilu byly nasáty hubicí vysavače.
- **Dřevěný nábytek** je většinou čištěn smotkem vaty namočeným do čistého technického benzinu. Potom by mělo být dřevo vyleštěno měkkým textilem. Pracovat se musí opatrně, aby nebyly poškozeny uvolněné dýhy (tyto by měly být znovu přilepeny), nebo bronzem zlacené kovové ozdoby (tyto by měly být čištěny ethanolem).
- **Bronzové plastiky** by měly být čištěny smotky vaty namočenými roztoku destilované vody a neionogenního tenzidu. Měly by být vzápětí vyleštěny suchým textilem.
- **Závěsné obrazy** většinou musí být vyjmuty z rámu tak, aby mohly být čištěny samostatně bez rámu. U každého je nezbytné zjistit zda není ztracená nebo

uvolněná barevná vrstva. V případě, že je stabilní a obraz v podstatě nebyl poškozen požárem, většinou je možno jej očistit mírnými rozpouštědly, jako je roztok destilované vody a neionogenního tenzidu, případně technický benzin. Tím je možno odstranit saze, aniž by byla poškozena laková vrstva. Zlacený rám bude většinou vyžadovat očištění technickým benzinem, ale opět je významné, aby nebyly odstraněny fragmenty sádry z rámu.

- **Čalouněný nábytek a jiné textily** mohou být čištěny různými technikami. Jednou z možností je použití obkladu aktivovaného rozpouštědlem v případě, že objekt nemůže být vyprán. Jako sorbent může být např. použit aerosil dispergovaný v těkavém rozpouštědle (heptanu). Složky obkladu jsou smíchány, naneseny v tenké vrstvě na textil a zakryty polyethylenovou fólií. Po 45 až 60 minutách je fólie odstraněna, obklad se nechá vyschnout a suchý aerosil je odstraněn vysátím vysavačem.
- **Knihy a papír** je možno zbavit sazí vysátím vysavačem nebo očištěním suchou čisticí houbou. Zvláštní pozornost by měla být věnována hřbetu knihy, kde se saze mohou snadno usadit. Při čištění musí být kniha pevně zavřena, aby saze nebyly do ní vtlačeny. Jednotlivé papírové dokumenty vyžadují individuální oboustranné čištění suchými čisticími houbami nebo purusem. Po vyčištění je nezbytné odstranit žmolky houby nejlépe odsáním vysavačem. V případě fragilního dokumentu je vhodné použít při operaci podpůrnou síťku.
- **Stříbrné a skleněné objekty** mohou být omyty roztokem teplé vody a neionogenního tenzidu. Později je nezbytné stříbro pečlivě opláchnout nejprve destilovanou vodou, později ethanolem. Alkohol urychluje uschnutí předmětu a zajišťuje, že vlhkost nezůstala uzavřená v prasklinách. Je nezbytné se ujistit, že stříbrný předmět nebyl vyplněn sádrou. Takový objekt by neměl být nikdy namočen do vody. U skla by neměly být uvolněny předchozí opravy.

Je nezbytné zdůraznit, že uvedené návody čištění sbírkových předmětů se týkají **pouze v podstatě nepoškozených objektů**, které byly povrchově znečištěny usazením sazí. Když při požáru došlo k vážnému poškození objektu, k jeho částečnému spálení, deformaci, dílčímu roztavení atp. je nezbytné, aby nevyhnutelnou opravu objektu provedl kvalifikovaný konzervátor nebo restaurátor. Je však nutné, aby zmíněný pracovník byl průkazně vzdělaný v oblasti konzervace a restaurování požárem poškozených památek. Měl by vedení instituce předložit reference o pracích, které

v minulosti v této oblasti provedl. Stejně by měl předložit objednateli návrh materiálů a technologie, které budou při konzervaci či restaurování použity tak, aby objednatel měl možnost si dát posoudit návrh nezávislou laboratoří či odborníkem.

Dalším závažným problémem, který se týká likvidace škod po požáru, je odstranění **zápachu požáru.** Tato operace je velmi obtížná**.** V podstatě existují dva způsoby používané komerčně, a to termální dezodorizace a dezodorizace vyvolaná působením ozonu.

Termální dezodorizace využívá vysoké teploty k odstranění zápachu. Pro sbírkové předměty není metoda vhodná, neboť působením zvýšené teploty by se dále prohloubily škody vyvolané požárem (např. nadměrné vysušení, zkřehnutí). **Ozonová dezodorizace** využívá ozonové generátory, které vyvíjejí velká množství ozonu (O_3). Ozon je velmi účinný oxidační prostředek, který napadá nejen organické látky obsažené v kouři vyvolávající nepříjemný zápach, ale ve skutečnosti napadá všechny organické materiály. V případě, že ozonu je vystaven člověk, může to vyvolat podráždění plic, očí a kůže. Nadměrným působením ozonu mohou být poškozeny sbírkové předměty – např. zkřehne useň a papír, změní se odstín barev a vybledne inkoust. Z toho plyne, že ozon by neměl být použit k odstranění zápachu kouře v budovách, které obsahují sbírky.

Hlavním požadavkem účinného zásahu je, aby z budovy a ze sbírek byly pokud možno odstraněny všechny zdroje zápachu. Místnosti, koberce, nábytek, závěsy atp., a rovněž sbírkové předměty musí být především dokonale zbaveny sazí. Je nezbytné si uvědomit, že zdroje zápachu mohou být velmi různorodé a chemicky složité. Např. u nábytku zapáchající sloučeniny mohou být prostě naadsorbovány na saze zbylé na jeho povrchu. Dehtovité látky mohou být také absorbovány povrchovým lakem, což může být usnadněno změknutím laku teplem. Mohou být rovněž nasáknuty do pórů dřeva, což bylo podpořeno tím, že nábytek byl vystaven vysoké vlhkosti během hašení. Proto některé předměty jsou schopné zadržovat zápach velmi dlouho. Objektivně posouzeno však tento zápach je pro sbírky méně škodlivý než je odstranění zápachu provedené zvýšenou teplotou nebo ozonem.

Z uvedeného plyne, že prakticky jediným způsobem, jak je možné odstranit zápach kouře z historických budov a sbírek je intenzivní větrání velkými objemy čerstvého a čistého vzduchu, které se uskutečňuje až po úplném odstranění sazí a dehtovitých látek.

3.7 ZDRAVOTNÍ OHROŽENÍ PERSONÁLU ARCHIVŮ PRODUKTY HOŘENÍ

Při spalovacím procesu, který probíhá při požáru vznikají nejrůznější reakční produkty

spalování, dýmání (při nedostatku kyslíku), rozkladu a pyrolýzy (za nepřítomnosti kyslíku). Výčet těchto reakčních produktů zahrnuje mnohé látky zdraví nebezpečné, které mohou být obsaženy v kouřových plynech, v sazích, v popelu a v ostatních zbytcích po požáru.

Kouř vzniklý při požáru obsahuje vždy zdravotně závadné látky, které mohou vniknout do těla ústy, dýchací cestou nebo kůží. Bylo zjištěno, že 80 % úmrtí, která byla zaznamenána v souvislosti s požárem, byla způsobena kouřem. Pro ochranu hasičů před těmito škodlivými látkami během požárního zásahu a po ukončení hasebních prací je nezbytné dodržovat určitá bezpečnostní pravidla. Profesionální hasiči jsou v této oblasti poučeni a jsou i technicky vybaveni pro požární zásah při toxikologicky nebezpečném požáru. V rámci této příručky není možné se detailně zabývat problematikou toxikologie požáru. V následující kapitole budou pojednány pouze otázky, které se týkají zaměstnanců archivu, kteří musí po uhašení požáru vstoupit na požářiště, provést úklid a nezbytné opravy a vytvořit tak podmínky pro obnovení funkce archivu. Jak vyplyne z dalšího, tyto práce mohou provádět pracovníci bez profesionální kvalifikace pouze v případě menších požárů, kde hořlavé látky neposkytly významné množství jedovatých zplodin.

Pro hodnocení požárního ohrožení byly definovány 4 rozsahy:

Rozsah ohrožení 0 definuje požáry, při nichž byly spálena pouze malá množství hořlavin, např. požár v odpadkovém koši na papír, požár v kuchyňce, tedy požáry s prostorově omezeným rozsahem a se znečištěním omezeným na místo požáru.

Rozsah ohrožení 1 definuje rozsáhlejší požáry v oblasti bydlení, např. požáry kuchyní, obývacích pokojů, sklepů a střešních prostor. Sem patří i požáry kanceláří, veřejných budov, škol, skladů, hostinských podniků a dílen a další požáry, při kterých nejsou spalována větší množství látek obsahujících chlor nebo brom. Zdrojem halogenů mohou být např. svazky elektrických kabelů vyrobených z PVC, podlahoviny, příp. potahové materiály sedacího nábytku. Při těchto požárech se nepředpokládá významná kontaminace požářiště škodlivými látkami.

Rozsah ohrožení 2 zahrnuje požáry, kterých se zúčastní větší množství látek obsahujících chlor a brom, především PVC, a u kterých se předpokládá významná koncentrace škodlivých látek na požářišti.

Rozsah ohrožení 3 se týká obchodních a průmyslových oblastí, kde se vyskytují velká množství dále uvedených kritických látek (kupř. suroviny, pomocné a provozní látky) spolu s nebezpečnými nebo velmi nebezpečnými látkami jako:

- polychlorované bifenyly (PCB), které mohou být dosud obsaženy v elektrických zařízeních jako jsou transformátory a kondenzátory,
- pentachlorfenol (PCP) jako složka ochranných a impregnačních prostředků dřeva, pokud se nachází ve větších množstvích,
- herbicidy a suroviny k jejich výrobě, pokud se vyskytují ve větším množství.

Pro sanaci požářiště rozsahu nebezpečí 2 a 3 je nezbytné nasadit specialisty obeznámené s pracemi tohoto typu s příslušným technickým vybavením. Na požářištích rozsahu nebezpečí 0 a 1 mohou provádět úklid zaměstnanci archivu, ale pouze za předpokladu, že byla specialisty vyhodnocena možná nebezpečnost produktů požáru. Vzhledem k tomu, že většinou nejsou k dispozici analytické rozbory přítomných plynů, sazí a popele, je nutno se často omezit na informaci, která se odvíjí od znalosti materiálů, které byly původně na místě požáru a které shořely. Při rozboru situace specialisté vycházejí z odborné literatury a určují ze složení materiálu, které látky se mohly vyskytnout v produktech požáru s jistotou, s vysokou pravděpodobností, pravděpodobně a to i při různých fázích požáru. Zároveň z těchto údajů určují toxikologickou nebezpečnost zmíněných produktů.

Při požáru vznikají jedovaté a částečně i silně korozní plynné zplodiny, jako oxid uhelnatý (CO), oxid uhličitý (CO_2), oxidy dusíku (NO_x), oxidy síry (SO_2, SO_3), halogenvodíky (HCl, HBr) a kyanovodík (HCN). Mimo to vznikají organické škodliviny, které jsou většinou vázány na saze vzniklé při požáru, a jejich složení je silně závislé na spálených materiálech a podmínkách požáru. Mezi tyto škodliviny jsou zahrnovány polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU), a halogenované organické sloučeniny, jako polychlorované bifenyly (PCB) a polyhalogenované (polychlorované, příp. polybromované) dibenzodioxiny (PCDD příp. PBDD) a dibenzofurany (PCDF příp. PBDF).

Plynný CO a CO_2 a na saze vázané PAU vznikají prakticky při každém požáru. Např. i při spalováni polyethylenu a polypropylenu potencionálně vznikají

kancerogenní PAU. V případě, že hořlavina obsahuje mimo uhlík a vodík další prvky, jako dusík (kupř. polyurethany, polyamidy, polyakrylonitril), síru (ropa, vulkanizovaný kaučuk), chlor (např. PVC), brom (např. brom obsahující retardéry hoření), vytvářejí se podmínky pro vznik dalších škodlivých látek. Při tom z některých polymerů, jako z polystyrenu, polymethylmethakrylátu, polyakrylonitrilu, polyvinylchloridu, případně z polyurethanu, termickou depolymerací mohou vznikat jedovaté monomery, případně zdraví škodlivé nízkomolekulární sloučeniny. Základní představu o látkách, které vznikají spálením různých hořlavin poskytuje *tab. 3.8*.

Tab. 3.8 **Závislost mezi hořlavinou a možnými škodlivinami vzniklými při jejím hoření [30].**

Hořlavá látka	CO CO_2	PAU	HCN NO_x	HCl PCDD PCDF	HBr PBDD PBDF	Další škodliviny
Organické látky	ano	ano				
Dřevo	ano	ano				
Polyolefiny (PE, PP)	ano	ano				
Polystyren	ano	ano				styren, benzen
PVC	ano	ano				
Pryž (pneumatiky)	ano	ano		ano		SO_2, SO_3
Polyurethany	ano	ano	ano			diisokyanáty
Polyakrylonitril (PAN, ABS, SAN)	ano	ano	ano			akrylonitril
Polyamidy (Nylon, Silon)	ano	ano	ano			
Polymery chráněné proti ohni (obsahující brom)	ano	ano	(ano)		ano	
Polymery chráněné proti ohni (sloučeninami obsahujícími fosfor)	ano	ano	(ano)			sloučeniny fosforu
Chlorované uhlovodíky	ano	ano		ano		
Pentachlorfenol	ano	ano		ano		
Benzin	ano	ano				

Pozn. k tab. 3.8:
PAU – polycyklické aromatické uhlovodíky.
PCDD – polychlorované dibenzodioxiny.
PCDF – polychlorované dibenzofurany.
PBDD – polybromované dibenzodioxiny.
PBDF – polybromované dibenzofurany.

V archivech se vyskytují přírodní materiály, jejichž základní složkou je celulóza (papír, dřevo, buničina, deriváty celulózy). Při jejich spalování vznikají CO_2, CO, voda, aldehydy, PAU, alkoholy, kyselina octová a uhlovodíky. Přírodní bílkoviny, jako kůže, useň, pergamen a hedvábí se rozkládají na CO_2, CO, vodu, HCN, aminy, aromáty, PAU a uhlovodíky. Přírodní bílkoviny obsahující ve své molekule síru, jako vlna, vlasy, se

rozkládají na CO_2, CO, vodu, SO_2, H_2S, aromáty, PAU a uhlovodíky. Složení spalin je závislé především na fázi požáru. Podíly s vyšším bodem varu jsou po ochlazení požářiště zachyceny především na povrchu sazí a popela.

Z uvedeného je patrné, že požárem běžných archivních materiálů (především papíru) nevznikají látky, které by mohly poškodit zdraví pracovníků archivu. Vzniklý CO a CO_2 jsou odstraněny odvětráním místností a většina PAU je adsorbovaná na zbytky sazí, s kterými jsou při sanaci rovněž odstraněny. Je nutné, aby pracovníci provádějící úklid měli chráněny ruce rukavicemi a dýchací cesty příslušnými respirátory.

Složitější situace nastane, když požár zachvátí pracovny badatelů, studovny, čítárny, místnosti s počítači atp. Tyto místnosti jsou většinou vybaveny nábytkem, který je polstrovaný polyurethanovou pěnou, okna mohou být vybavena závěsy či záclonami z polyamidových či polyakrylonitrilových vláken, podlaha může být kryta podlahovinou PVC. Mimo to závěsy mohou být chráněny proti ohni různými retardéry hoření, které mohou obsahovat chlor, brom a fosfor. Rovněž nátěry stěn mohou obsahovat polymery, které při namáhání ohněm budou uvolňovat kyselinu octovou, methylmethakrylát atp. Při požáru těchto místností může shořet množství elektrických kabelů, které jsou většinou zhotoveny z PVC. Je zřejmé, že při požáru uvedených místností může vznikat široká paleta zdravotně závadných škodlivin, které mimo zmíněný CO a CO_2 a PAU mohou obsahovat HCN, HCl a širokou paletu polyhalogenovaných dibenzodioxinů a dibenzofuranů. Z hlediska sanace je výhodné, že posledně zmíněné látky představují sloučeniny s vysokým bodem varu a tedy s nízkou tenzí par, a proto dioxinové páry se nacházejí ve významném množství pouze v horkých plynech. Pro představu nejznámější a nejtoxičtější TCDD tj. 2,3,7,8-tetrachlordibenzodioxin (2,3,7,8-TCDD) je pevná látka s bodem tání 322 ^{o}C. Je důležité, že i tyto látky jsou vázány na saze, které vznikly při požáru a ukládají se na stěnách místností a vnitřního vybavení. Bylo prokázáno, že dokonalým odstraněním sazí, příp. dalších nečistot (prach, pevné zbytky po požáru) je významně potlačena koncentrace polyhalogenovaných dibenzodioxinů a dibenzofuranů. Základním cílem sanace je snížit koncentraci škodlivin na přijatelnou míru a to jak z hlediska toxicity jednotlivých produktů, tak z hlediska přijatelných ekonomických nákladů. V případě shora uvedených místností, kde trvale pracují lidé, by měla být koncentrace nejvýznamnějších škodlivin stanovena analyticky. V archivních podmínkách se bude

většinou jednat o nízké koncentrace škodlivin a při jejich odstranění budou dostačovat již dříve uvedená bezpečnostní patření.

Nejsložitější situace nastane při požáru chemické a konzervační laboratoře a především jejich skladů chemikálií – rozpouštědel. Za těchto podmínek bude hořet celá paleta různých chemikálií a to většinou intenzivním požárem. Vznikne rozsáhlá skupina škodlivin, která může poškodit zdraví personálu, který bude provádět sanaci. Vzhledem k tomu, že se jedná většinou o rozsáhlý požár, je vhodné v tomto případě svěřit sanaci požářiště kvalifikované sanační firmě.

3.8 ZÁVĚR

Základním předpokladem účinné požární prevence je vypracování a plnění plánu požární prevence. Je nutné s plánem seznámit personál instituce, vyžadovat jeho plnění a pravidelně nacvičovat úkoly, které z něho plynou.

Z hlediska možných požárních rizik nejnebezpečnější jsou laboratoře, konzervátorská pracoviště, kuchyňské kouty, prostory technických služeb, jako jsou dílny elektrikářské a instalatérské údržby a prostory, kde jsou umístěny boilery a kotelny ústředního vytápění. Pro tyto prostory platí ve zvýšené míře dříve uvedené požadavky na ochranu proti ohni, ale pro určité části vybavení mohou platit speciální požadavky.

Největším problémem detektorů požáru je skutečnost, že tato zařízení jsou většinou vyráběna pro použití v jiných oblastech (letištní, tovární, výrobní haly, hotely, sklady a provozovny hypermarketů atp.) a musí být většinou upravena pro použití v historických budovách. Jsou hledány nejen detektory, ale i způsoby jejich napojení na ústřednu elektrické požární signalizace, které by nenarušovaly vzhled interiéru stavby a které by byly přijatelné pro vedení, příp. majitele budovy. Vzhledem k tomu, že trh detektorů požáru v oblasti kulturních památek je poměrně omezený, jenom malý počet firem je ochotný vyrábět detektory uzpůsobené pro tuto oblast.

Automatické sprinklery často představují jednu z nejvýznamnějších možností ochrany památek proti ohni. Úspěšné použití sprinklerů závisí na pečlivém projektu a instalaci vysoce kvalitních součástí schopnými inženýry a firmami. Dobře vybraný, navržený a instalovaný systém nabízí vynikající spolehlivost. Součásti sprinklerového systému by měly být vybrány v souhlase s cíly instituce. Systémy mokrého potrubí nabízejí nejvyšší stupeň spolehlivosti a jsou nejvhodnějším typem systému pro ochranu

většiny památek před ohněm. S výjimkou prostorů v nichž panují mrazové podmínky systémy suchého potrubí nenabízejí v historických budovách výhody proti systémům s mokrým potrubím. Sprinklery s předstihovým řízením je účelné instalovat tam, kde jsou shromážděny sbírky s mimořádnou citlivostí na vodu a kde je vyžadováno i mimořádné zajištění proti náhodnému spuštění sprinklerů. Vlastní hasicí úspěch systému závisí na výběru vhodných hasicích a detekčních součástí a na jeho správné údržbě.

Porovnání automatických hasicích systémů pracujících s vodou je možné na základě celé řady faktorů. Nejdůležitější jsou: potenciální ohrožení budovy a sbírkových materiálů požárem, typ a velikost prostoru chráněného systémem, počáteční investiční náklady, cena hasebního prostředku, spolehlivost (odolnost k vyvolání falešného poplachu a k nežádoucímu spuštění hasicí operace), předpokládané poškození sbírkových materiálů hasebním prostředkem a důsledky selhání zařízení. Automatické sprinklerové systémy s mokrým potrubím jsou velmi spolehlivé a ekonomicky přijatelné prostředky k zvládnutí požáru v depozitářích. Odborně navržené sprinklery tohoto typu, s dostatečným přísunem vody a s pravidelně kontrolovanými sprinklerovými hlavicemi a ventily, jsou spolehlivé a neporuchové. Jejich zásadní výhodou je, že v případě požáru jsou aktivovány pouze sprinklery nacházející se v bezprostřední blízkosti požáru. Sprinklerové systémy pracující se suchým potrubím, systémy s předstihovým řízením a konečně systémy s opakovanou funkcí umožňují vyšší ochranu před poškozením vodou, ale zavádějí do systému možnost selhání. Mohou snižovat rychlost hasební reakce systému, což může mít za následek, že je nutno hasit rozvinutější požáry. Jsou také podstatně dražší než sprinklerové systémy s mokrým potrubím.

Uplatnění v ochraně kulturních památek proti ohni velmi pravděpodobně najde nedávno vyvinutý systém hašení vodní mlhou. Technologie byla navržena k ochraně norských dřevěných kostelů a její větší rozšíření lze očekávat až po důkladném ověření v oblasti památek. Potenciálně její použití zahrnuje místa, kde neexistuje spolehlivý zdroj vody, kde i sprinklery spotřebovávají příliš velké množství vody nebo kde činnost běžných sprinklerů může vyvolat poškození památky, např. nástěnné malby. Při použití vodní mlhy je možno rovněž očekávat minimální poškození hašených objektů.

Automatické systémy pracující s vysoce napěněnou lehkou pěnou mají schopnost překonat již rozvinutý požár a tento faktor je výraznější než u hašení inertním plynem. Všechny materiály v depozitárním prostoru jsou při hašení vystaveny stejnému

působení hasebního prostředku. Pěna během zásahu navlhčí všechny sbírkové předměty, které jsou lehce poškozeny a musí být vysušeny.

Hašení inertními plyny zaručuje nejmenší poškození sbírkových předmětů v případě, že všechny prvky systému jsou pečlivě provedeny tak, jak byly navrženy. Automatická činnost systému a automatické zavření otvorů je nezbytná pro úspěšnou činnost těchto systémů. Není možno očekávat, že systémy pracující s halonem nebo oxidem uhličitým budou účinné za podmínek rozvinutého požáru, které nastanou v budově v případě, že se umožní výrazné rozvinutí požáru před nasazením hasicího plynu. Selhání systému v tomto případě může být vyvoláno ztrátami plynu způsobenými např. zablokovanými otevřenými dveřmi, rozbitými okny, případně otvory a trhlinami vzniklými vlivem požáru. Všechny materiály v depozitáři jsou stejně vystaveny působení plynu bez ohledu na to, zda jsou blízko nebo daleko od požáru. Konečné uhašení ohně je většinou uskutečněno hasiči za použití hadicových proudů.

V současné době je k dispozici řada systémů umožňujících detekci požáru a na ně navazujících poplašných a hasebních systémů. Vybraný systém a jeho součásti budou záviset na konstrukci budovy a na její hodnotě, jejím použití, počtu a typu osob v ní pobývajících, na předpisech, kterým zařízení podléhá, hodnotě obsahu a na citlivosti společenského poslání. Nejlepším způsobem, jak nalézt optimální systém, je kontaktovat specializovanou firmu, která má **prokazatelné** zkušenosti a znalosti s požární ochranou a s projektováním a výstavbou detekčních a poplašných systémů v oblasti kulturních památek.

Spolehlivost a účinnost požární prevence je významně ovlivněna kvalitou projektu systému detekce požáru a systému SHZ. Stejně významná je i kvalita použitých prvků zařízení a kvalita instalace systémů. V současné době existuje velké množství firem, které dodávají systémy detekce požáru, bezpečnostní systémy a systémy SHZ. Proto je naprosto nutné, aby vedení instituce velmi bedlivě volilo firmu, které svěří dodávku systému. Vybraná firma by měla své zkušenosti s instalací detekčních a hasebních systémů ve specifických podmínkách kulturních zařízení doložit seznamem institucí, kde již zařízení úspěšně instalovala. Vzhledem k tomu, že firmy si většinou samy nevyrábějí prvky systémů, ale nakupují je, je nutné, aby firma doložila od kterého výrobce prvky nakupuje. Podle výrobce odborník může odvodit předpokládanou kvalitu prvků. Je nutné také vzít v úvahu, že levné zařízení nemusí být kvalitní. V celku je účelné nechat si posoudit předložený projekt detekčního systému a systému SHZ kvalifikovanými odborníky dříve než je uzavřena smlouva.

Bez ohledu na typy automatických hasicích systémů, kterými jsou chráněny budovy a depozitáře proti požáru, je nezbytné, aby tyto objekty byly vybaveny přiměřeným množstvím vhodně umístěných přenosných hasicích přístrojů. Přítomnost hasicích přístrojů umožňuje zaměstnancům nebo členům ostrahy po odkrytí požáru nebo po poplachu vyvolaném detekčním systémem včasného varování, uhasit požár v počáteční fázi a zamezit tak větším škodám na sbírkových materiálech. Je důležité, aby personál byl náležitě poučen o použití přenosných hasicích přístrojů a aby byl i vycvičen v jejich používání. Přenosné hasicí přístroje představují významnou složku požární prevence. Včasným individuálním zásahem je možno zabránit rozšíření požáru a tedy i významným škodám.

3.9 LITERATURA: OHROŽENÍ ARCHIVNÍCH MATERIÁLŮ POŽÁREM A OCHRANA PROTI NĚMU

1. Anonym: Air Sampling VESDA Early Wraning Systém. http://www.reliablefire.com/vesdafolder/vesda.html.
2. Anonym: Disaster Preparadness. Guidelines for Archives and Libraries. Scottish Region of the Society of Archivists (1996).
3. Anonym: Effective and environmentally fiendly: the fire extinguishing systém MX-200. http://www.minimax.de/en/produkte/feuerloeschanlagen/argotec-systém/index.html.
4. Anonym: Fine Water Spray Systems. http://www.minimax.de/en/produkte/feuerloeschanlagen/feinsprueh/index.html.
5. Anonym: FM-200 (FM200) Fire protection Systems. Materiály Reliable Fire Equipment Company (2001). http://www.reliablefire.com/fm200/fm200.html.
6. Anonym: Foam Systems. Materiály Reliable Fire Equipment Company (2001). http://www.reliablefire.com/foamfolder/foamsystems.html.
7. Anonym: Material safety data sheet; FM-200; 04/20/2001. Great Lakes Chemical Corporation, West Lafayette, Indiana, USA.
8. Anonym: Material safety data sheet; Halocarbon 23 (trifluormethan); leden 1995. AGA GAS, Inc., 6055 Rockside blvd., Cleveland, Oh, USA.
9. Anonym: Profil firmy. Zajistíme vaše bezpečí. Materiály Siemens Building Technologies, s. r. o. Divize Cerberus.(2002).

http://www.cerberus.cz.html.

10. Anonym: Protipožární protiexplozní prevence. Materiály firmy RSBP, spol. s r. o., Ostrava Radvanice 2003.
11. Anonym: Safety data sheet; FM-200; 22. 08. 2001. Great Lakes (UK) Limited. Halebank, Widnes, Cheshire WA8 8NS, UK.
12. Anonym: Třídy požárů a hasicí přístroje. http://www.markl.cz/fireclass.html.
13. Anonym: Tyco, Fire & Security, Total Walther. Hasicí systémy CO2; vysokotlak–nízkotlak. Materiály firmy Total Walther – Stabilní hasicí zařízení, s. r. o., Praha 2003.
14. Anonym: Tyco, Fire & Security, Total Walther. INERGEN – hasicí systém. Materiály firmy Total Walther – Stabilní hasicí zařízení, s. r. o., Praha 2003.
15. Anonym: Tyco, Fire & Security, Total Walther. Sprinklery; sprchové hasicí systémy. Materiály firmy Total Walther – Stabilní hasicí zařízení, s. r. o., Praha 2003.
16. Anonym. Wormald Unveil World´s First „Drop In“ Replacement for Halon 1301. http://inergen.com/I+NERGEN_news/pres-releases/LPI_dropin_jan01.html
17. Artim N.: An introduction to fire detection, alarm, and automatic fire sprinklers. http://www.nedcc.org/plam3/tleaf32.htm.
18. Balog K., Zapletalová – Bartlová I.: Základy toxikologie. Edice Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství Spektrum, **15**, Ostrava 1998.
19. Balog K., Kvarčák M.: Dynamika požáru. Edice Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství Spektrum, **22**, Ostrava 1999.
20. Bebčák P.: Požárně bezpečnostní zařízení. Edice Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství Spektrum, **17**, Ostrava 1998.
21. Berthold R.: Rauch – die eigentliche Gefahr beim Feuer. VFDB-Zeitschrift (Forschung, Technik und Managment im Brandschutz), No. 4, 165 (2001).
22. Brain M.: How Smoke detectors Work. http://www.howstuffworks.com/smoke1.htm.
23. Brain M.: How Smoke detectors Work. http://www.howstuffworks.com/smoke2.htm.
24. Bulewicz E. M.: General considerations on the use of fire retardants and chemical fire suppressants in places of special interest. Proceedings of the second

international symposium on Fire protection of ancient monuments. Cracow, Poland, 1994, str. 145.

25. Dohnal J., Lošák J.: Technické prostředky požární ochrany I. Edice Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství Spektrum, **9**, Ostrava 1998.
26. Dudáček A.: Automatická detekce požáru. Edice Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství Spektrum, **26**, Ostrava 2000.
27. Eberl U.: Siemens R&I/All Fired Up About Intelligent Detectors. http://w4.siemens.de/FuI/en/archiv/zeitschrift/heft1_99/artikel03.htm.
28. Hamilton R. M.: Everything You Wanted to Know about FIRE SAFETY (But Were Afraid to Ask). Police notebook. University of Oklahoma police department, 1997. http://www.ou.edu/oupd/fireprim.htm.
29. Helmestine A. M.: How Do Smoke Detectors Work? Photoelectric &Ionization Detectors. http://chemistry.about.com/library/weekly/aa07140a.htm.
30. Hosseinpour J.: Gefährdungsabschätzung als Grundlage bei der Brandschadensanierung. VFDB-Zeitschrift (Forschung, Technik und Managment im Brandschutz), No. 4, 154 (1998).
31. Christianson T.: What chemicals are used in a fire extinguisher? How do they work to put out fires? http://www.sciam.com/askexpert/chemistry/chemistry16/chemistry16.html.
32. INERGEN Gaseous Fire Suppresion Systém. http://www.inergen.com/about/about_inergen.html.
33. Kabat S.: Kulturschutz als Schutzziel des Brandschutzes. VFDF, No. 1, 16 (1998).
34. Kalousek J.: Základy fyzikální chemie hoření, výbuchu a hašení. Edice Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství Spektrum, **4**, Ostrava 1999.
35. Kuhn-Matysiak U., Lang F., Moritz F., Sommer M.: Erkenung von Aerosolen nach dem Extinktionsprincip auf kurzen Meßdistanzen. VFDB-Zeitschrift (Forschung, Technik und Managment im Brandschutz), No. 1, 23 (1998).
36. Marzi T., Beard A., Feldhaus R., Löwenthal G.: Schadstoffe bei Bränden: Ein Expertensystem zur Abschätzung möglicher Brandprodukte. VFDF, No. 186 (1999).

37. Meland Ø., Jensen G.: Water mist to protect wooden historic structures. Proceedings of the second international symposium on Fire protection of ancient monuments. Cracow, Poland, 1994, str. 169.
38. Minimax: Extinguishants. http://www.minimax.de/en/produkte/loeschmittel/index.html.
39. Minimax: Sprinkler Systems http://www.minimax.de/en/produkte/feuerloeschanlagen/sprinkler/index.html
40. Orlíková K.: Hasební látky. Edice Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství Spektrum, **1**, Ostrava 1995.
41. Orlíková K., Štroch P.: Chemie procesů hoření. Edice Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství Spektrum, **18**, Ostrava 1999.
42. Orlíková K., Štroch P.: Hasiva klasická a moderní. Edice Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství Spektrum, **29**, Ostrava 2002.
43. Roßmann G.: Sanierung von Brandschäden. Teil I: Gefahrstoffe nach Bränden. VFDB-Zeitschrift (Forschung, Technik und Managment im Brandschutz), No. 4, 148 (1996).
44. Roßmann G.: Sanierung von Brandschäden. Teil. II: Gefährdungseinschätzung kalter Brandstellen. vfdf, No. 1, 2 (1997).
45. Schneider V.: Auswirkung der Ausbreitung von Rauch und Wärme auf Personenheit. VFDB-Zeitschrift (Forschung, Technik und Managment im Brabdschutz), No. 3, 94 (2002).
46. Schwarck T.: Brandschutz in Biblioteken. ABI-Technik (Wiesbaden), **18**, No. 3, 248 (1998).
47. Schwenkedel S.: Textilien als Baustoffe. VFDB-Zeitschrift (Forschung, Technik und Managment im Brandschutz), No. 4, 154 (1995).
48. Shepilova I. G.: Main principles of fire protection in libraris and archives: A RAMP study. http://www.unesco.org/webworld/ramp/html/r9214e/r9214e01.htm.
49. Siepelmeyer L.: Brandschutz-Konzepte gemäß Industrialbau-Richtlinie und DIN 18230 – ein Praxisbericht. VFDB-Zeitschrift (Forschung, Technik und Managment im Brandschutz), No. 4, 163 (2002).
50. Spindler E.-J.: Toxisch priotäre Rußinhaltsstoffe: eine Bilanzierung. VFDF, No. 2, 51 (1998).

51. Šťáva P., Kozubková M., Zavřel J., Voříšek V.: Zásobování hasivy. Edice Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství Spektrum, **20**, Ostrava 1999.
52. Świetnicki J.: Fixed extinguishing systems (devices) in prevention of cultural heritage. Proceedings of the second international symposium on Fire protection of ancient monuments. Cracow, Poland, 1994, str. 161.
53. Trinkley M.: Fire extinguishers. http://palimpsest.stanford.edu/byform/mailing-list/cdl/1998/0640.html.
54. vfdb-Richtlinie 10/01. Bewertung von Schadstoffkonzentrationen im Feuerwehreisatz. vfdf, No. 3, 99 (1997).
55. vfdb-Richtlinie 10/03. Schadstoffe bei Bränden. VFDB-Zeitschrift (Forschung, Technik und Managment im Brandschutz), No. 3, 102 (1997).
56. Vohlídal J., Julák A., Štulík K.: Chemické a analytické tabulky. Grada Publishing, Praha 1999.
57. Wackerhahn J., Cimolino U., Hőlemann H.: Űberlegungen zur Bevorratung von Sonderlőschmitteln der Feuerwehr einer deutschen Großstadt am Beispiel Dűsseldorf. VFDB-Zeitschrift (Forschung, Technik und Managment im Brandschutz), No. 3, 114 (1996).
58. Wackerhahn J., Cimolino U., Hőlemann H.: Überlegungen zur Bevorratung von Sonderlőschmitteln der Feuerwehr einer deutschen Großstadt am Beispiel Dűsseldorf. Teil II. VFDB-Zeitschrift (Forschung, Technik und Managment im Brandschutz), No. 4, 172 (1996).
59. Wickham R. T.: Status of industry efforts to replace halon fire extinguishing agents.(2002). http://home.attbi.com/~wickham/downloads.htm.
60. Wichterlová J.: Chemie nebezpečných anorganických látek. Edice Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství Spektrum, **27**, Ostrava 2001.
61. Ziemba J., Waters S.: Halon. The Search for Alternatives. http://www.nafed.org/Halonalt.html.

DODATEK

3.10 OCHRANA STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ A TEXTILU PROTI POŽÁRU

V archivech při vzniku a rozšíření požáru hrají významnou roli nejen uložené archivní materiály (především papírové dokumenty), ale závažnou roli mohou hrát i další hořlavé látky, především dřevo a textil. Dřevo bývá součástí střešních konstrukcí budov archivů, je z něj vyroben nábytek studoven, poslucháren a kanceláří, police v depozitářích atp. Textil nachází použití především jako záclony, závěsy, koberce a čalounění nábytku. Oba materiály jsou vesměs hořlavé a v řadě případů byly příčinou rychlého rozšíření požáru. Snížení jejich hořlavosti různými protipožárními úpravami je významnou složkou požární prevence a pracovníci archivů by měli být informováni o možnostech zmíněných úprav. K tomu účelu mají sloužit následující kapitoly.

3.10.1 Ochrana stavebních konstrukcí zpěnitelnými protipožárními nátěry

3.10.1.1 Úvod

Dřevo je stavební materiál, který je používán lidmi ke stavbě domů od nepaměti. Má mnohé výhody, ale i nevýhody, z nichž za největší, mimo biodegradabilitu, může být považována hořlavost[1].

Již v dávných časech po velkém požáru Říma císař Nero přikázal, aby dřevo používané k rekonstrukci Říma bylo nasáknuto mořskou vodou. K zlepšení požární odolnosti dřeva byly používány i jiné sloučeniny, např. Gay-Lusac po velkém požáru Paříže v roce 1821 doporučil použití jednoduchých solí: amonium chloridu (NH_4Cl) a diamonium fosfátu ($(NH_4)_2HPO_4$ [2].

3.10.1.2 Působení protipožárních prostředků

V požární praxi existuje velká řada protipožárních prostředků a systémů sloužících k ochraně dřeva a lignincelulózových materiálů proti ohni, které je možno použít k ochraně historických budov a budov archivů.

Všeobecně protipožární ochranné systémy (retardéry ohně) a prostředky je možno rozdělit na dva typy:

- Prostředky pronikající do dřeva; jsou aplikovány rozpuštěné ve vodě nebo ve vodně-alkoholových směsích.
- Povrchově aktivní prostředky, které vytváří ochrannou vrstvu na povrchu dřeva, často zpěnitelné při vysokých teplotách, aplikované jako nátěry, laky, filmy, mezivrstvový materiál a tenké bariérové desky.

Mechanismus protipožárního působení těchto systémů je rozdílný. Systémy retardující požár mohou být dle mechanismu působení rozděleny do pěti hlavních skupin. Přehled retardérů hoření, včetně jejich výhod a nevýhod, poskytuje *tab. 3.9*.

Tab. 3 9 **Mechanismus protipožárního působení retardérů hoření [2].**

Protipožární prostředek	**Mechanismus protipožárního působení**	**Poznámka**
Amonné sloučeniny, halogenové sloučeniny (Br, Cl, F), sulfáty, organické halogenové deriváty, jako deriváty kyseliny 4-bromnaftalenové, HET kyseliny (6-chlor dicyklo 5,7,2,3-ftalové). V případě kombinace kovových oxidů (oxidu antimoničného) se účinek halogenu znásobuje (synergismus).	Vytváření ochranného obalu nehořlavých plynů při zvýšené teplotě. Prostředky inhibují spalování tím, že blokují volné radikály vznikající při hoření. Vytvářejí polymerní struktury, které se přetvářejí do formy retardérů hoření.	**Výhody**: účinné ochrana proti rozvoji proti rozvoji plamenů, snadno aplikovatelné. **Nevýhody**: snadno vymývatelné (s výjimkou organických sloučenin), malá stabilita, emise velkých objemů jedovatých plynů během spalování.
Sloučeniny boru (kyselina boritá, borax, boritan zinečnatý, methyl a ethylester kyseliny borité), polyfosfáty, kyselina wolframová, deriváty fosforu (minerální pojiva), např. fosforečnany hlinité, oxidy molybdenu.	Inhibují vzrůst teploty hořlavých materiálů, např. lignincelulózových, vlivem vysokého tavného tepla, rozkladem nebo schopností přejít při teplotě plamene do nehořlavé taveniny, která omezuje přísun kyslíku. Katalyzují reakce vedoucí při teplotě plamene k tvorbě ochranné uhlíkaté vrstvy a pěnové vrstvy.	**Výhody:** velmi účinná preventivní aktivita vyvolaná zvýšením teploty zapálení materiálu. **Nevýhody:** fosfáty mají významný vliv na vlastnosti chráněného materiálu a vyvolávají nežádoucí katalýzu spalovací reakce vedoucí k emisi jedovatého CO.
Fosforečnany amonné, polyfosfáty amonné, boritan amonný, soli kyseliny fosforečné s močovinou, melaminem, biuretem, dikyandiamidem atp., molybdenan amonný ve spojení s pentaerythritolem, melaminem, příp. hydratovaným oxidem hlinitým. Zpěnitelné retardéry hoření (IFR).	Aktivita zahrnuje vlastnosti dvou dříve zmíněných skupin.	**Výhody:** nejvýhodnější a násobné působení **Nevýhody:** snadno vymývatelné, emise velkého množství jedovatých plynů, zvláště v případě fosfátových systémů.
Minerální vlákna (asbest, skleněná vlákna, minerální vlna), granulované sklo, kaolin, diatomit a jeho deriváty (vermikulit), také pokrytý stříbrem, uhlíkatá vlákna, syntetická vlákna připravená z oxidu hlinitého, syntetická vlákna na bázi polymerů, včetně „žebříkových“ polymerů.	Snížení součinitele tepelné vodivosti, zvýšení odolnosti vůči ohni.	**Výhody:** významné zvýšení isolační schopnosti a zlepšení rozptýlení přísad. Přidané sloučeniny snižují emisi jedovatých plynů. **Nevýhody:** nejsou vhodné pro ochranu dřeva (velmi drahé), nepohlcují teplo vzniklé při požáru.
Zrcadla připravená z Al a Ag fólií, silikátových desek, zpěnitelných povlaků, včetně posledního řešení – pružná intumescentní mezivrstva – blokátory ohně (pro speciální aplikaci, tj. interiéry letadel, historické budovy).	Izolace lignincelulózových materiálů proti pronikání tepelné energie. Odstínění a odražení tepelné radiace.	**Výhody:** připravené k použití, relativně nízká cena ochrany, úplná inhibice růstu požáru povrchovou izolací hořlavých materiálů od zóny požáru. **Nevýhody:** pouze ochrana povrchu, zůstává riziko požáru. V případě dřeva zakrývá jeho přirozený vzhled.

Retardéry požáru aplikované penetrací dřeva většinou mají nižší ochrannou účinnost než retardéry, které na povrchu dřeva vytvářejí povlak. Penetrační nátěry mají nízkou účinnost zvláště v případě, že jsou nanášený štětcem nebo postřikem. Po jejich aplikaci není dosaženo významného zvýšení odolnosti proti ohni i v případě, že k impregnaci je použita vakuově-tlaková metoda. Tyto retardéry pouze omezují hořlavost a šíření plamene, což je v případě historických dřevěných konstrukcí většinou nedostatečné. Mimo to tyto retardéry mohou mít korozní účinky na některé kovy a ošetřené dřevo nebo jiné podobné materiály. Na druhé straně ale tyto retardéry na bázi ve vodě rozpustných solí nemění vzhled dřeva, což v případě historických budov je velmi důležité. Jejich hlavním nedostatkem je, že většinou nejsou pevně vázány na dřevo a mohou být vymývány v případě, že jsou vystaveny povětrnostním podmínkám. Vzhledem ke své povaze nemohou být používány k ochraně dřeva, které bylo dříve opatřeno olejovými nátěry nebo laky.

3.10.1.3 Použití zpěnitelných retardérů hoření

Zpěnitelné (intumescentní) retardéry hoření (dále IFR – intumescent fire retardants) jsou používány úspěšně již po několik desítek let v řadě oborů lidské činnosti, především ve stavebnictví, jako prostředky pro účinnou ochranu proti ohni. Při požáru je jejich hlavním účelem snížit rychlost šíření ohně a chránit nosné části stavby – především dřevěné a ocelové – před teplem rozvinutého požáru[1–3].

IFR chrání materiál proti působení ohně tím, že na jeho povrchu vytvářejí organickou či anorganickou nehořlavou pěnu[1,4–8]. Pěna s nízkou tepelnou vodivostí, přesněji řečeno plyn uzavřený ve struktuře pěny, tvoří ochrannou vrstvu. V současné době pojivo většiny nátěrů IFR tvoří organické polymery. Vyskytují se ale i IFR, ve kterých pojivo tvoří anorganická látka, např. křemičitan sodný. Ve všech případech je nezbytné, aby vytvořený systém měl vhodnou porositu a byl odolný vůči ohni.

Ochranné působení IFR je posilováno endotermním účinkem odpařující se vody z vhodných plniv (aluminium trihydrát, magnesium hydroxid, zeolity, jíl, atp.) a dále schopností povrchu pěny odrážet tepelné záření. IFR mohou být použity k ochraně spalitelných materiálů, jako je dřevo, plasty, papír či textil.

Jsou používány i na ochranu ocele, která je zjevně nehořlavá. Jejím nedostatkem v případě požáru je její relativně nízká schopnost vzdorovat tepelnému zatížení. Jestliže je zahřívána nad 500 ºC, rychle ztrácí pevnost. V případě, že je navrhována jako součást konstrukce, její selhání může vézt k zhroucení budovy. Je známo, že zhroucení ocelové

konstrukce za stejných podmínek požáru může nastat dříve, než zhroucení konstrukce z masivních dřevěných trámů.

Většina současně vyráběných IFR není transparentní. Většinou jsou bílé a je možno je barevně upravovat přidáním barevných past. Jestliže je nutné zachovat původní vzhled dřeva, je možné použít bezbarvé – transparentní – IFR. Tyto výrobky mají většinou nižší protipožární účinnost než výrobky netransparentní; rovněž jejich odolnost vůči prostředí –zvýšená vlhkost vzduchu a vyšší teplota – nedosahuje úrovně výrobků netransparentních.

3.10.1.4 Požadavky na IFR

Kvalitní IFR musí splňovat celou řadu požadavků:

a) Po vystavení teplu nebo plamenům musí vytvářet kompaktní, pevnou izolační uhlíkatou pěnu s homogenní strukturou, vykazující minimální tendenci k tvorbě prasklin při vypěňování.
b) Pevná isolační uhlíkatá pěna musí v co největší míře omezit proces hoření a potlačit povrchové šíření ohně.
c) Vzniklá uhlíkatá pěna musí mít dostatečnou mechanickou pevnost dostačující k tomu, aby odolala tlaku hořících plynů plamene, příp. tlaku vody z ručních hasicích přístrojů.
d) Vytvořená pěna nesmí během tepelného namáhání stékat nebo se odlupovat s povrchu chráněného materiálu.
e) Film IFR musí mít vhodné fyzikální vlastnosti, především pružnost a odolnost vůči obroušení.
f) Film IFR musí mít dobrou adhezi k chráněnému povrchu.
g) Nesmí ovlivnit fyzikální vlastnosti chráněného podkladu, případně jej korodovat.
h) Nátěr IFR musí mít vyhovující zpracovatelské vlastnosti.
i) Tloušťka nátěru nezbytná pro dosažení požadovaných protipožárních vlastností musí být co nejmenší.
j) Cena nátěru IFR vztažená na 1 m^2 chráněné plochy musí být přijatelná.
k) Nátěr IFR musí mít dobrou skladovatelnost.
l) Povrch zaschlého filmu IFR musí mít přijatelný vzhled.
m) Nátěr IFR musí být snadno barvitelný.
n) Pro ochranu povrchu ušlechtilého nebo historického dřeva (trámů) musí být k dispozici transparentní IFR.

o) Nátěr IFR musí obsahovat látky chránící jej proti napadení plísněmi a hmyzem.

p) Film IFR musí být odolný proti vlivu prostředí (především zvýšené relativní vlhkosti), světla (včetně UV záření) a běžných chemikálií.

q) Nesmí být jedovatý a při jeho kontaktu s ohněm se nesmí uvolňovat dým, případně jedovaté a korozívní zplodiny.

r) Nesmí zapáchat.

s) Nesmí obsahovat sloučeniny, jejichž použití je zákonem omezeno nebo zakázáno (např. azbest a halogeny).

t) Je výhodné, když neobsahuje těkavá organická rozpouštědla.

3.10.1.5 Mechanizmus tvorby pěny

Povlaky IFR jsou schopné při kontaktu s ohněm vypěnit a vytvořit tak mnohobuněčnou izolační pěnu. Základní přísady schopné vytvořit takovou pěnu jsou[1,4–8].

a. **Karbonizující materiál** – zdroj uhlíku. Z tohoto materiálu vzniká chemickou reakcí uhlíkatá pěna – koks. Zdroj uhlíku je většinou vybírán z polyfunkčních alkoholů nebo z polysacharidů. Bývá to většinou pentaerythritol nebo dipentaerythritol. V případě, že má být účinný, musí obsahovat hydroxylové skupiny a vysoké procentu uhlíku.

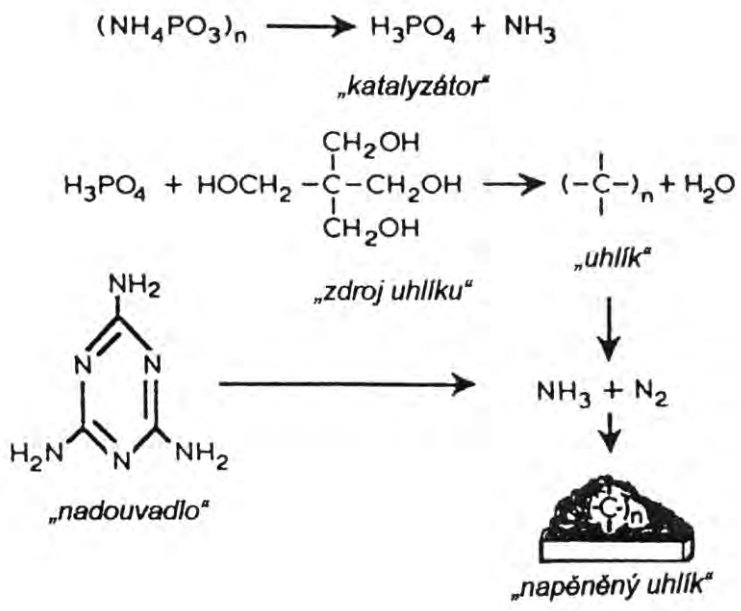
b. **Katalyzátor** vyvolává rozklad zdroje uhlíku na uhlíkovou pěnu a na plyny. Musí mít vysoký obsah fosforu a musí se rozkládat na kyselinu fosforečnou při teplotě nižší než se tepelně rozkládá samotný zdroj uhlíku.

c. **Nadouvací prostředek** – nadouvadlo – představuje zdroj nehořlavých plynů. Začíná se rozkládat zároveň s reakcí katalyzátoru se zdrojem uhlíku. Jako nadouvací prostředek pro IFR je používán melamin, dikyandiamid a močovina.

d. **Pojivo –** jeho úkolem je spojit všechny složky IFR v pevný film. Pojivo se zúčastňuje tvorby pěny a výrazně ovlivňuje její vlastnosti. Jako pojivo je většinou používán polyvinyl acetát, příp. jeho kopolymery, často v kombinaci s melomino-formaldehydovou, fenol-formaldehydovou, epoxidovou, či jinou síťovatelnou pryskyřicí.

e. **Další přísady** – jejich účelem je upravit vlastnosti nátěru IFR, jako např. jeho viskozitu, adhezi filmu IFR ke chráněnému povrchu, zvýšit ochranný účinek proti ohni, atp. Mezi tyto přísady patří zahušťovadla, tenzidy, koalescenční činidla, odpěňovací prostředky, fungicidy, plniva a vlákna.

Mechanizmus tvorby uhlíkové pěny je poměrně složitý a je ovlivněn mnoha proměnnými. Význam vlivu kyseliny fosforečné na rozklad polyhydroxylové sloučeniny, či obecně organické sloučeniny obsahující uhlík, je možno nejlépe demonstrovat na celulóze[6,13]. Zatím co při nekatalyzovaném termické rozkladu vzniká při teplotách 300–350 ºC převážně 1,6-anhydro β-D-glukopyranóza (levoglukozán), tedy hořlavina, za přítomnosti katalyzátoru – kyseliny fosforečné se inhibuje tvorba levoglukozánu a již za nižší teploty (cca 250 ºC) přednostně vznikají omezeně hořlavé karbonizační zbytky – koks. Stejně přítomnost kyseliny fosforečné omezuje transformaci polyfunkčních alkoholů na těkavé a hořlavé sloučeniny a usnadňuje jejich přeměnu na porézní uhlík.



Obr. 3.20 **Chemie tvorby napěněného uhlíku[9].**

Jednotlivé kroky tvorby uhlíkové pěny jsou následující[9–14] – *obr. 3.20*:

a) V případě, že nátěr IFR přijde do kontaktu s teplem plamenu, katalyzátor (např. amonium polyfosfát – APP) se rozkládá při 210 ºC a uvolňuje kyselinu fosforečnou.

b) Vytváří se kapalné viskózní prostředí, ve kterém kyselina fosforečná fosforyluje hydroxylové skupiny zdroje uhlíku (kupř. pentaerythritolu) za vzniku esterů kyseliny fosforečné. Při tom se uvolňuje voda, jejíž odpařením se systém ochlazuje. Viskozitu kapalného prostředí ovlivňuje i přítomný polymer – pojivo IFR.

c) Postupná fosforylace vede k tvorbě cyklických fosfátových esterů za dalšího uvolnění vody a amoniaku. Přesný charakter těchto produktů závisí na poměru APP a polyolu.

d) Při teplotách 280 až 350 ºC se polyolfosfát rozkládá, při čemž se uvolňuje kyselina fosforečná, voda a amoniak. Hmota maximálně pění a uvolněná kyselina fosforečná polymeruje na polyfosforečnou kyselinu za dalšího uvolnění vody.

e) Současně s rozkladem esterů kyseliny fosforečné nadouvací činidlo, jako melamin, těká a při teplotách 270–430 ºC se rozkládá a podporuje napěnění uhlíkatého zbytku, čímž vznikne izolační napěněná vrstva – koks.

f) Při teplotách 430–560 ºC probíhají chemické změny, které vedou ke vzniku stabilního koksu s polyaromatickou strukturou[17]. Tento koks neobsahuje pouze uhlík, ale obsahuje značný podíl (až 50 %) fosforečných sloučenin. Tyto sloučeniny představují tepelně stabilní sesíťovaný polymer, který významně podporuje konečnou tepelnou odolnost koksu[8].

g) Při vyšších teplotách (< 800 ºC) dochází k postupnému opalování povrchu pěny a tím i k postupné ztrátě její ochranné schopnosti.

3.10.1.6 Vliv jednotlivých složek IFR na jeho vlastnosti

Základní složení dusíkato-fosforečných IFR musí splňovat následující klíčové požadavky:

a) Musí mít vysoký obsah dusíkatých sloučenin. Tím je zaručena vysoká produkce nehořlavých nebo málo hořlavých plynů. Mezi ně především patří amoniak, oxid uhličitý a oxid dusnatý. V menší míře oxid uhelnatý, oxid dusičitý a kyanovodík.

b) Musí mít vysoký obsah fosforu. Ten vyvolává účinnou dehydrataci polyolových sloučenin a tedy i tvorbu stabilní a isolující vrstvy koksu.

V detailním pohledu jednotlivé složky IFR ovlivňují jeho vlastnosti následujícím způsobem:

Karbonizující materiál – zdroj uhlíku. Jako zdroj uhlíku jsou požívány organické sloučeniny, které obsahují větší množství hydroxylový skupin. Nejčastěji je používán pentaerythritol, dipentaerythritol či tripentaerythritol. Je možno použít i xylitol, d-sorbitol, manitol či glukózu [17,18]. Nevýhodou všech těchto sloučenin je jejich vysoká rozpustnost ve vodě.

Zdrojem uhlíku mohou být i polymery, které se používají jako pojiva IFR. Výhodné jsou polymery obsahující kyslíkaté skupiny schopné reakce s kyselinou fosforečnou a schopné podstoupit dehydratační reakci vedoucí k tvorbě koksu. K nejčastěji používaným polymerům patří polyvinylacetát (PVAC), příp. jeho kopolymery a ze síťovatelných pryskyřic melamin-formaldehydová a fenol-formaldehydová pryskyřice, případně polyurethany.

Katalyzátor. Jako katalyzátor fosforylační a dehydratační reakce se používají většinou amonné soli kyseliny fosforečné, případně polyfosforečné. Nevýhodou monoamonium-orthofosfátu, diamonium-orthofosfátu, monoamonium-pyrofosfátu či diamonium-pyrofosfátu je jejich značná rozpustnost ve vodě. Z toho důvodu jsou v poslední době stále častěji, zvláště pak v případech, kdy je IFR uvažován pro vnější použití, používán amonium polyfosfát (APP)[1,4,7,19,20]. Polyfosfáty amonné tvoří značný podíl IFR (cca 30 %). Vzhledem k tomu, že je jejich výroba poměrně náročná, především z hlediska mletí, tvoří i významnou položku ceny IFR. Určitou nevýhodou amonium polyfosfátu je, že jeho počáteční nízká rozpustnost (1,5–2,0 g/100 g H_2O při 20 ºC) se mění působením horké vody. Amonium polyfosfát se za těchto podmínek nevratně hydrolyzuje na amonium orthofosfát, který je rozpustný a jeho roztok vykazuje výrazně kyselé pH.

V zájmu tvorby pěny s jemnou a pravidelnou strukturou je nezbytné, aby APP byl jemně umlet. V současné době kvalitní APP mají 96 % částic menších než 44 μm (Phos-Chek P/30, výrobce Solutia, USA)[19,20], případně 89,7 % menších než 53 μm (Amgard MC, výrobce Albright & Wilson UK Limited, UK [21].

V poslední době se stále častěji používají jako katalyzátory soli kyseliny fosforečné s melaminem[4,7]. Tyto fosfáty mohou do značné míry současně plnit roli nadouvadla, katalyzátoru a zdroje uhlíku. Z fosfátů se používá melamin fosfát, melamin orthofosfát, dimelamin fosfát, dimelamin orthofosfát a melamin pyrofosfát. Uvedené fosfáty se navzájem liší nejen chemickým složením (obsahem fosforu a dusíku), ale liší se i v distribucí velikosti částic, v krystalické morfologií a v schopností uvolňovat vodu a amoniak. Významná je nízká rozpustnost těchto sloučenin ve vodě, např. ve srovnání s amonium polyfosfátem. Nejčastěji používaný melamin fosfát má rozpustnost < 0,25 g/100 g H_2O při 20 ºC [21].

V některých případech se ukázalo jako výhodné použít jako katalyzátor směs melamin fosfátu a APP.

Nadouvadlo. Jako nadouvadlo se většinou používá melamin. Tato sloučenina sublimuje přibližně při 250 ºC a později při teplotách 250–380 ºC uvolňuje amoniak. To vytváří plynulou nadouvací aktivitu v oblasti teplot v níž vzniká koks. Nevhodně uvolňuje plynné produkty např. močovina, která se rozkládá při rozsahu teplot 150–240 ºC, tedy dříve než započne tvorba koksu.

Jako nadouvadlo, jak již bylo řečeno, jsou úspěšně používány i melamin fosfáty[2,5]. Z thermogravimetrických křivek je možno odvodit, že melamin fosfát a melamin pyrofosfát vykazují vyšší tepelnou stabilitu v počáteční fázi rozkladu pod 350 ºC než melamin. Při teplotách nad 350 ºC oba fosfáty rovnoměrně ztrácejí hmotnost až do 800 ºC. Hmotnost konečného zbytku cca 30 % dobře odpovídá přeměně melamin fosfátu na sloučeniny se sumárním vzorcem $(PNO)_x$, kde fosfor je limitujícím prvkem určujícím množství vzniklé sloučeniny. $(PNO)_x$ je velmi stálý síťovaný polymer a pravděpodobně je i příčinou dobrého protipožárního účinku těch IFR, které obsahují melamin fosfáty. Schopnost tvorby síťovaného polymeru nemají amonium fosfáty a amonium polyfosfáty , které tvoří za zvýšené teploty polyfosforečnou kyselinu, která se při teplotách 500–560 ºC rozkládá a do značné míry těká[4].

V některých případech výrobci nátěrů IFR používají směs nadouvadel. Umožňuje jim to lépe sladit uvolňování nadouvacího plynu s tvorbou taveniny, s její viskozitou, a tedy s tvorbou koksu o optimální struktuře. Jako nadouvadlo je možno i použít sloučeniny, které jsou běžně používány k nadouvání plastů, jako 1-fenyl-5-hydroxytetrazol.

Pojivo. Úkolem pojiva je spojit všechny složky zpěnitelného protipožárního nátěru v pevný film. Průběh napěňování a kvalita vzniklé pěny (velikost bublinek) jsou závislé na typu polymeru, který tvoří pojivo zpěnitelného nátěru. Polymer musí být volený tak, aby jeho tavenina při počáteční teplotě rozkladu nadouvadla byla poměrně málo viskózní a umožnila tak plné rozvinutí rozkladu nadouvadla, tedy tvorbu bublinek. Na druhé straně viskozita se vzrůstem teploty taveniny musí rychle stoupat. Tím se zabrání úniku nadouvacího plynu ze struktury pěny a jejímu předčasnému splasknutí, případně tvorbě velkých interních dutin. Zvýšení viskozity taveniny polymeru zabraňuje i nežádoucímu stékání nebo separaci vytvořené pěny z povrchu chráněného materiálu. Rychlého vzestupu viskozity taveniny a jejího přechodu do pevného stavu se dosáhne nejlépe síťováním polymeru, tedy použitím síťovatelných lineárních polymerů, nebo častěji přidáním síťovatelných pryskyřic.

IFR se mohou připravovat jednak na bázi roztoků polymerů v organických rozpouštědlech a mimo to, a to především, na bázi vodných disperzí polymerů. Poměr rozpouštědla, příp. vody, k pevné fázi do značné míry rozhoduje o viskozitě IFR. Určuje, zda IFR bude použit jako zpěnitelný protipožární nátěr, stěrka či tmel.

Jako pojivo je možno použít celou řadu polymerů. V poslední době jsou z ekologických důvodů stále častěji používány vodné disperze polyvinylacetátu (PVAC), případně kopolymery vinylacetátu s ethylenem[24,34]. V řadě případů jsou používány i polyakrylátové vodné disperze[25]. Nevýhodou PVAC a jeho kopolymerů je jejich poměrně nízká odolnost vůči hydrolýze a proti biologickému napadení. Tento nedostatek se pochopitelně přenáší i na IFR a z toho důvodu nátěry pojené PVAC je možno použít pouze v interiéru. Pokud je nutno je použít v exteriéru, je nezbytné je chránit ochranným nátěrem např. z polyakrylátu či alifatického polyurethanu. Jak již bylo řečeno, PVAC se zřejmě účastní fosforylačního a dehydratačního procesu[34] a IFR jím pojené poskytují lepší výsledky než IFR pojené např. polyakrylátovými disperzemi. Polyakrylátové disperze se vyznačují vysokou odolností vůči povětrnostnímu stárnutí.

Vodné polymerní disperze se často kombinují se síťovatelnými pryskyřicemi. Mezi ně patří především melamin-formaldehydové a fenol-formaldehydové pryskyřice[26,27]. Do systému jsou přidávány jako vodné roztoky. Při jejich výběru je nutno dbát na to, aby svými vlastnostmi neovlivňovaly chování vodných disperzí polymerů, např. nevyvolaly jejich srážení. Jsou vytvrzovány teplem. Fenol-formaldehydové pryskyřice, ačkoliv jsou levnější a poskytují kvalitnější pěnu, jsou méně používány vzhledem k tomu, že zbarvují nátěr, do kterého byly přidány.

Analytické studie prokázaly, že struktura koksu má polyaromatický charakter a ve své podstatě je velmi podobná struktuře organických vláken odolných plamenu a teplu[11]. Není proto překvapením, že jako pojivo IFR je možno použít i samotné polyimidy a fenol-formaldehydové pryskyřice[28]. Oba polymery svou výchozí strukturou vytvářejí předpoklady pro tvorbu polyaromatické struktury koksu. Stejně úspěšně je možno použít jako pojivo samotnou močovino-formaldehydovou pryskyřici[29].

Mimo zmíněné polymery jsou pro výrobu IFR používány i další polymery chlorsulfonovaný PE, chloroprenový kaučuk, polyurethany, polyvinylbutyral[20] atp.

Zvláštní postavení mají epoxidové IFR, které se používají do extremních požárních podmínek.

Další přísady. ***Zahušťovadla*** se používají k úpravě viskozity nátěru IFR. Viskozita nátěru, příp. jeho tixotropie je velmi významná. Snahou je, aby byl připraven

nátěr o optimální viskozitě a tixotropii, který by umožnil nanést film IFR o co největší tloušťce. Nátěr přirozeně nesmí stékat z chráněného povrchu. Jako zahušťovadlo se používá hydroxyethylcelulóza, karboxymethylcelulóza, polyvinylalkohol, atp.

Do nátěrů IFR jsou přidávána různá aditiva upravující tokové vlastností nátěru. Tato aditiva jsou většinou multifunkční. Zlepšují vyrovnání povrchu filmu, zvyšují odolnost proti stékání a poškrábání. Omezují tvorbu kráterů a vyplouvání pigmentů.

Tenzidy a ochranné koloidy jsou látky, které umožňují emulgaci kapalných a dispergaci pevných přísad ve vodě. Zvyšuje se jimi stabilita nátěrového systému, ale i jeho pěnivost.

Odpěňovače jsou látky, které potlačují pěnivost nátěrů IFR při zpracování – míchání a natírání. Jsou většinou vyráběny na organo-křemičité bázi.

Koalescenční činidla jsou látky, které usnadňují tvorbu polymerního filmu z vodné disperze polymeru za nízkých teplot.

Fungicidy jsou látky, které chrání IFR před mikrobiologickým napadením, jak během skladování, tak po aplikaci v nevhodných podmínkách (zvýšená teplota, či relativní vlhkost).

Plniva jsou látky, většinou anorganického původu, které umožňují úpravu vlastností IFR. Velký význam mají endotermická plniva. Tato plniva endotermickým procesem – většinou odpařováním vody – snižují teplotu hořícího povrchu, případně plamenem namáhané uhlíkaté pěny. K endotermickým plnivům patří např. magnesium hydroxid $Mg(OH)_2$, aluminium trihydrát $Al(OH)_3$ [31–33]. Tato plniva mají povrch upravený silánem, což zaručuje jejich lepší propojení s organickou fází IFR. Mají velký povrch. Endotermní rozklad magnesium hydroxidu nastává při 330–350 ºC a aluminium hydrátu při 250–280 ºC. Výhodou těchto plniv je, že působí nejen jako prostředky pro potlačení ohně, ale významně potlačují tvorbu dýmu, především jeho kyselých složek. Zúčastňují se síťovacího procesu.

Některými autory je doporučováno plnění IFR zeolity[15,16,34]. Tyto aluminium silikáty obecného vzorce $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot mSiO_2 \cdot nH_2O$ hrají významnou roli v mechanismu tvorby uhlíkatého zbytku. Předpokládá se, že zpomalují oxidaci uhlíkatého zbytku a podporují degradaci IFR na teplotně stabilní alumino-siliko-fosfo-uhlíkatou strukturu, pokrytou „uhlíkatým povlakem“, sestávajícím převážně ze stabilních polyaromatických sloučenin[17].

Obdobně k plnění IFR jsou používán vermikulit[35]. Tento vrstevnatý křemičitan hořčíku, hliníku a železa svým vzhledem připomíná slídu a je schopen v případě, že je

zahřát, 8 až 12krát zvětšit svůj objem. To je zapříčiněno náhlým odpaření vody uložené mezi vrstvami minerálu.

V poslední době se objevily návrhy na použití dalších aluminosilikátových materiálů a to jílu, případně hlinek. Uvedené materiály mohou mít endotermický efekt, mohou podpořit stabilitu uhlíkatého zbytku a mimo to jako levné suroviny sníží cenu IFR.

Jako destičkové zpevňující plnivo se dále uplatňuje mleté sklo a slída.

Jako vlákenné zpevňující plnivo, které má významný vliv na pevnost nátěru a později na pevnost uhlíkaté pěny se uplatňují vlákna. V současné době jsou používána vlákna přírodního původu (wollastonit) a dále skleněná vlákna, keramická vlákna a grafitová vlákna[36]. Obecně lze konstatovat, že zpevňující plniva pomáhají ovládat napěnění ochranné vrstvy IFR před a během tvorby koksu tak, že výsledný koks je pevný a jednotný. Vliv skleněných vláken významně ovlivňuje jejich chemické složení a jejich povrchová úprava.

Významným plnivem, nebo spíše pigmentem, je titanová běloba TiO_2. Tento pigment upravuje nejen estetický vzhled nátěru, ale aktivně se zúčastní tvorby pevné povrchové vrstvy uhlíkatého zbytku[9].

Důležitým plnivem, s podobným působením jako vermikulit, je grafit[37]. V tomto případě je do IFR přidáván zvláštním procesem upravený grafit ve formě vloček, které při tepelném namáhání při 160–280 ºC, eventuálně při 230–280 ºC napěňují až o 600 %. Velikost částic grafitu je 177–300 μm. Napěněná vrstva grafitu využívá známé tepelné stability grafitického uhlíku a většinou je i při tepelném namáhání pevnější než analogická vrstva uhlíku vytvořená chemickou cestou. Vodní pára uvolňující se z vloček grafitu při napěňování vytváří tlak dostačující i k vypěnění síťující pryskyřice. Grafit se většinou používá jako plnivo pro tmely IFR.

Další významnou složkou IFR jsou sloučeniny zinku, boru a molybdenu.

Zinek přidávaný do směsi IFR většinou jako borát zinečnatý, příp. fosfát zinečnatý, podporuje vznik struktury uhlíkatého zbytku s malými buňkami[38,39]. Malé buňky koksu poskytují lepší izolaci, zajišťují vyšší pevnost koksu a zajišťují lepší adhezi koksu k chráněnému podkladu. Přídavek zinečnatých solí omezuje praskání koksu a jeho odlupování od podkladu.

Bor ovlivňuje rovněž kvalitu vzniklého koksu a především ovlivňuje pevnost povrchu koksu. Předpokládá se, že spolu s fosforem a dalšími prvky, vytváří na povrchu koksu kompaktní ochrannou vrstvu skla, které chrání koks jednak před mechanickým

namáháním a jednak před pronikáním kyslíku[14]. Bor je přidáván do IFR jako amonium pentaborát či borát zinečnatý[14,38,39].

Sloučeniny molybdenu podporují vznik koksu a zároveň se uplatňují jako prostředky pro potlačení kouře. Do směsi IFR se dodávají jako oktomolybdenan amonný, molybdenan zinečnatý a oxid molybdenový. Používají se v kombinaci s levnějšími plnivy, jako aluminium trihydrát, jíl, uhličitan vápenatý atp[39].

3.10.1.7 Vliv zplodin IFR na archivní materiály

Při požáru vzniká z IFR dým a řada plynných produktů, které mohou mít, jak již bylo řečeno v *kapitole 3.5*, negativní účinek na archivní materiály. Musí být tedy vyvíjena maximální snaha prostory depozitářů zabezpečit tak, aby v případě požáru do nich nepronikly zplodiny, které vznikají jak rozkladem IFR, tak i hořením dřevěné konstrukce. Je nutné, aby místnosti depozitářů byly vybaveny samostatným účinným systémem odsávacím kouř – viz *kap. 3.2.2.1*.

Vlastní složení plynů, které vznikají při zahřátí IFR na teplotu požáru, bude do značné míry závislé na složení IFR. Je možno předpokládat, že únik oxidu uhličitého a dalších kyselých degradačních produktů budou potlačovat plniva schopná s nimi reagovat, např. magnesium hydroxid $Mg(OH)_2$. Vzhledem k tomu, že výrobci IFR neposkytují detailní informace o složení jimi vyráběných IFR, je možno vyslovit pouze obecné zásady o vlivu produktů rozkladu na archivní materiály.

Při degradačním procesu, který probíhá při nadouvání IFR, vznikají a do prostředí se uvolňují následující hlavní produkty: oxid uhličitý a uhelnatý, amoniak, kyselina fosforečná, kyselina octová atp.

Oxid uhličitý okyseluje prostředí archivu a bude celkovým snížením pH papíru (zvláště za vyšší vlhkosti vyvolané použitím hasicí vody), urychlovat jeho degradaci. U oxidu uhelnatého se nepředpokládá významné ovlivnění papíru.

Hlavní nadouvací prostředek, plynný amoniak, který vzniká rozkladem melaminu či amonium polyfosfátu, celkově alkalizuje prostředí, zvyšuje dočasně alkalickou rezervu papíru a pravděpodobně nemá na něj významné negativní účinky.

Negativní účinky je možno předpokládat u kyseliny fosforečné. Při teplotách 280 až 350 ºC se polyolfosfát amonný rozkládá, při čemž se uvolňuje oxid fosforečný, kyselina fosforečná, voda a amoniak. Uvolněná kyselina fosforečná sice polymeruje na polyfosforečnou kyselinu, ale vzhledem k tomu, že má bod varu 255 ºC, je možno předpokládat, že její určitá část spolu s oxidem fosforečným unikne ve formě par

do okolního prostředí. Její negativní účinek bude spočívat v okyselení papíru a urychlení jeho degradace. Je možno rovněž předpokládat, že kyselina fosforečná, jako silná anorganická kyselina může negativně ovlivnit barevnost pigmentů.

Obdobně negativně bude působit kyselina octová, která vzniká tepelným rozkladem pojiva IFR – polyvinylacetátu.

Je zjevné, že dým pocházející z nadouvajícího se IFR vlivem požáru bude mít obdobné negativní účinky jako zmíněné plynné zplodiny. Je to dáno tím, že zmíněné zplodiny budou naadsorbované na povrch částic uhlíku a po usazení částic na archivní materiál budou působit korozně. Je proto pravděpodobné, že tyto negativní účinky budou výraznější než v případě dýmu vzniklého např. prostým hořením celulózy papíru.

Je možné předpokládat, že naznačené degradační reakce IFR budou probíhat i za nižších teplot než je teplota požáru, tedy i při teplotách, které běžně panují v depozitáři. Bude záviset na teplotě a relativní vlhkosti, při níž je daný IFR použit. Je možno se domnívat, že se hydrolytickými procesy bude uvolňovat amoniak a kyselina octová. Množství a složení zplodin bude opět záviset na typu výrobku a jeho složení.

3.10.1.8 Aplikace zpěnitelných protipožárních nátěrů

Je známo, že ochranný účinek IFR nezávisí pouze na jeho složení, ale je významně ovlivněn jeho aplikací na povrch chráněného materiálu, především ocele.

Očištění povrchu dřeva je nezbytné pro trvalé dokonalé zakotvení zpěnitelných protipožárních nátěrů na jeho povrchu. Film nátěru se po svědomitém provedení těchto operací neodloupne ani při mechanickém namáhání objektu, ani při dilatačních změnách, které nastanou kolísáním teplot[40]. Povrch dřeva musí být zbaven prachu a v případě potřeby odmaštěn.

Nanášení vlastního protipožární nátěru je možno provádět natíráním, válečkováním nebo stříkáním. Jednotlivé vrstvy nátěru je nutno nanášet postupně, vždy po zaschnutí spodní vrstvy. Doba zaschnutí je závislá na savosti chráněného povrchu, na teplotě a relativní vlhkosti vzduchu. V průměru činí 8–12 hodin. U nátěrů ředitelných vodou lze nanášení provádět pouze při teplotách > 5 ºC a při relativní vlhkosti vzduchu < 80 %. Většinou je možno v jedné operací maximálně nanášet nátěr o suché tloušťce 250–300 μm. Celková suchá tloušťka vrstvy nátěru pro určitou požární odolnost se určí dle dimenzační tabulky.

Vážný nedostatek běžných zpěnitelných protipožárních nátěrů, tj. jejich rozpustnost, příp. bobtnatelnost ve vodě, je nutno řešit ***krycím nátěrem***. Vodorozpustné

sloučeniny (pentaerythritol, melamin, případně dihydrofosforečnan amonný atp.), obsažené v IFR nátěrech, neumožňují jejich použití v exteriéru a ani v podmínkách vysoké relativní vlhkosti (RH < 80 %). Vodorozpustné složky nátěru mohou být vodními srážkami či kondenzující vodou vyplavovány, čímž je snižována protipožární účinnost nátěru. Mimo to nátěry bobtnají, stávají se lepkavými a ztrácejí svou mechanickou pevnost. Obdobně nevýhodou PVAC a jeho kopolymerů je jejich poměrně nízká odolnost vůči hydrolýze a proti biologickému napadení. Tento nedostatek se pochopitelně přenáší i na zpěnitelné protipožární nátěry a nátěry pojené PVAC je možno použít opět pouze v interiéru.

Určitého zlepšení odolnosti v interiéru a do určité míry i v exteriéru je možno dosáhnout použitím kvalitních krycích nátěrů na bázi alifatických polyurethanů a polyakrylátů[40]. Dvousložkové polyurethany poskytují velmi tvrdé filmy s vysokým leskem. Jsou používány v případě, že je vyžadována vysoká odolnost proti oděru, počasí a chemikáliím. Jsou používány většinou ve dvou vrstvách. Tloušťka filmu má být 0,05 mm. Akrylátové kopolymery mohou být rozpuštěny v organickém rozpouštědle nebo dispergovány ve vodě. Vyznačují se značnou odolností vůči stárnutí, především pak vůči UV záření. Rozpuštěné v organickém rozpouštědle poskytují pololesklé filmy, které se nanášejí o tloušťce 0,04 mm. V případě, že nátěr má být v exteriéru, je nutno použít dva nátěry. Vodné disperze akrylátových kopolymerů je možno použít pouze v interiéru. Pro vnější použití, vzhledem k vysokému hydrofilních látek (emulgátory, ochranné koloidy atp.), nejsou vhodné. Při zvýšené vlhkosti se zakalují a mění i barvu. Doporučená tloušťka bývá 0,05 mm. Všechny uvedené krycí nátěry je možno barvit.

Je nezbytné si uvědomit, že ani kvalitní krycí nátěry nechrání trvale běžné IFR proti vodě a vysoké relativní vlhkosti. Dříve či později dojde k jejich porušení a ztrátě protipožární účinnosti.

3.10.1.9 Zjišťování protipožární účinnosti zpěnitelných nátěrů

Účinnost zpěnitelných protipožárních nátěrů se projeví zejména ovlivněním stupně hořlavosti stavebních hmot a požární odolnosti stavebních konstrukcí.

Hořlavost stavebních hmot je hodnocena dle normy[45] podle vzrůstu teploty spalných zplodin, u hmot chráněných zpěnitelnými nátěry pak dle změny této normy[46], kde hlavním kritériem je úbytek hmotnosti vzorku v % a pomocnými pak doba žhnutí nebo uhelnatění zkoušené stavební hmoty. Uvedené normy umožňují dělit stavební hmoty do pěti stupňů hořlavosti, které se označují následovně:

A – nehořlavé,

B – nesnadno hořlavé,

C1 – těžce hořlavé,

C2 – středně hořlavé,

C3 – lehce hořlavé.

Materiály, především dřevo, chráněné kvalitním zpěnitelným protipožárním nátěrem by měly vyhovět požadavků stupně A, v krajním případě stupně B.

Je zřejmé, že pouhá informace o kvalitě samotného zpěnitelného protipožárního nátěru není dostačující pro hodnocení vlivu, který bude mít tento nátěr na požární odolnost celého chráněného systému za podmínek požáru. Dokonalejší informaci nám tedy poskytne hodnocení celé konstrukce chráněné zpěnitelným protipožárním nátěrem. ***Požární odolnost stavební konstrukce*** dle normy[47] je doba, po kterou je stavební konstrukce schopna odolávat teplotám vznikajícím při požáru aniž by došlo k porušení její funkce, tj. ke ztrátě únosnosti a stability, k porušení, resp. ztrátě celistvosti nebo překročení mezních teplot chráněného materiálu.

Jak vyplývá z definice, jde tedy v podstatě o to, aby konstrukce při požáru zabránila po stanovenou dobu destrukci objektu, respektive šíření požáru mimo prostor, který ohraničuje. Pro klasifikaci požární odolnosti se používá následujícího označení, které udává příslušný mezní stav (R – únosnost nebo stabilita, E – celistvost, I – teploty povrchu nebo W – hustotu tepelného toku na neohřívané straně konstrukce) a dobu jeho dosažení v minutách (15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240).

Požární odolnost stavebních konstrukcí se stanoví na základě výsledků zkoušek těchto konstrukcí provedených ve speciálních laboratorních pecích při daném tepelném namáhání, přetlaku, zatížení a podepření. Je určena dobou (v minutách) od začátku zkoušky až po vznik jednoho z mezních stavů požární odolnosti konstrukce (ztráta únosnosti a stability, překročení mezních teplot na neohřívaném povrchu, ztráta celistvosti).

V případě, že k ochraně ocelové konstrukce jsou použity zpěnitelné protipožární nátěry, je pro hodnocení jejich účinnosti rozhodující tloušťka suchého nátěru, poměr O/F (kde O je obvod použitého profilu vystaveného požáru a F je průřezová plocha) a konečně kritická teplota použité oceli. Se stoupajícím poměrem O/F (m^{-1}) klesá požární odolnost, neboť průřez s vyšším O/F se rychleji prohřívá a dosáhne rychleji kritické teploty. Vztahy mezi uvedenými veličinami pro jednotlivé zpěnitelné

protipožární nátěry jsou zpracovány do tzv. **dimenzačních tabulek**, které umožňují stanovení tloušťky suchého nánosu nezbytné pro zaručení příslušné požární odolnosti. Při použití tenkovrstvých zpěnitelných protipožárních nátěrů je možno dosáhnout požární odolnosti maximálně 60 min. V případě epoxidových zpěnitelných protipožárních nátěrů tato hodnota může být až dvojnásobná.

Je nezbytné si uvědomit, že stanovené hodnoty požární odolnosti jsou platné pouze v případě, že na konstrukci skutečně byl nanesen nátěr s příslušným platným certifikátem. Je nutné, aby byly dodrženy všechny technologické předpisy a aby nátěr byl proveden kvalifikovanými pracovníky odborné firmy. Je známo, že i kvalitní a atestovaný nátěr je možno nevhodnou aplikací znehodnotit.

Neuspokojivé je, že až dosud byl velmi málo prozkoumán problém dlouhodobé životnosti a protipožární účinnosti zpěnitelných nátěrů. U převážné části nátěrů nejsou k dispozici solidními experimenty podložené informace o jejich stárnutí vlivem prostředí, v němž jsou použity. Není tedy většinou známo, jaký protipožární účinek má nátěr po několika letech působení. Podobně je málo známo o tom jak se mění adheze nátěru k podkladu. Toto platí především v případě, že zpěnitelný protipožární nátěr byl použit v exteriéru (byť s krycím nátěrem) a v prostředí vysoké relativní vlhkosti či v chemicky aktivním prostředí. Ověřování, zda nátěr nanesený na konstrukci i po několika letech splňuje projektem požadované protipožární parametry je obtížné, ne-li nemožné. Z toho vyplývá, že je i obtížné rozhodnout, kdy je nezbytné zpěnitelný protipožární nátěr obnovit.

3.10.2 Ochrana textilních materiálů proti ohni

Textilní materiály jsou zhusta používány nejen jako prvky vnitřního vybavení místností archivů, např. studoven, kanceláří, poslucháren, ale v případě laboratoří, konzervátorských a restaurátorských pracovišť, je často jejich úkolem chránit pracoviště před slunečním světlem. Uplatňují se především jako závěsy, záclony, dekorační tkaniny, koberce a čalounění nábytku. Mohou být zdrojem požáru budov archivů a především jsou i příčinou jeho rychlého rozšíření. Ke zmíněným účelům je sice možné používat textily z nehořlavých materiálů, jako jsou skleněná a kovová vlákna, ale jejich použití z řady důvodů není většinou vyhovující. Častěji je vhodné použít k ochraně textilů úpravy protipožárními prostředky. Je přirozené, že použití protipožárních úprav je vhodné pouze u textilů, případně podlahovin, které nemají historickou cenu. Těžko je

možné si představit, že by někdo experimentoval s vlámskými tapiseriemi ze 17. století, případně s perskými koberci a nanášel na ně protipožární prostředky.

Při výrobě běžných textilních materiálů se nejčastěji vyskytují textilní vlákna z nativních a regenerovaných polymerů (bavlna, len, konopí, juta, vlna, hedvábí, viskózové hedvábí) a syntetických polymerů (polyamid, polyester, polyakrylonitril, polyolefiny (polyethylen, polypropylen), polyvinylchlorid, polyvinylidenchlorid atp. Tyto polymery, s výjimkou PVC a PVDC, jsou hořlavé. Anorganická vlákna (skleněná, asbestová, kovová atp.) sice odolávají ohni, ale jejich použití pro výrobu textilních materiálů, vzhledem k jejich ostatním textilně-technologickým vlastnostem, je minimální. Používají se především pro zhotovení ochranných oděvů a záclon (ze skleněných vláken).

Organické látky, a tedy i organická vlákna, se působením tepla rozkládají. Tento rozklad má velmi složitý, vícestupňový pyrolýzní mechanismus, který je ovlivněný řadou vlivů. Pro jeho průběh má rozhodující význam chemické složení materiálů vláken.

Materiál vláken se zahřívá přiváděnou energií v závislosti na specifickém teplu, tepelné vodivosti, tavném a výparném teple vzniklých produktů. Po dosažení teploty rozkladu vznikají různé pyrolýzní produkty jako: hořlavé plyny, nehořlavé plyny, kapalné produkty rozkladu a zuhelnatělé zbytky. Se stoupající teplotou se zrychluje odbourávání řetězců makromolekul. Vysokomolekulární materiál vláken je tepelně rozkládán, pyrolýza se zrychluje a konečně při teplotě vzplanutí vznikne směs plynů schopná hoření. Složení pyrolýzních plynů ovlivňuje vznětlivost materiálů vláken. Těžké nehořlavé plyny omezují přístup kyslíku, odvádějí tepelnou energii a ochlazují hořící materiál. Pevné zuhelnatělé zbytky vzhledem ke své schopnosti tepelně izolovat materiál vláken omezují jeho další termický rozklad. Je proto základním principem protipožární ochrany textilů snaha o podporu dehydratace, příp. zuhelnatění materiálu, na úkor vzniku hořlavých plynů.

Chování textilu při požáru je dále závislé i na dalších vlastnostech textilu, jako je způsobu tkaní, plošná hmotnost textilu, typ vlákna a nitě. Čím kompaktnější, uzavřenější, hustější a hladší je textilní materiál, tím má menší „vnitřní objem“, menší uzavřené množství vzduchu a tím i menší náchylnost k zapálení. Hustě utkané koberce jsou odolnější vůči ohni než volně visící, řídce utkané záclony ze stejného materiálu.

Textilní trh ovládala odedávna přírodní vlákna. Z toho důvodu byl vývoj prostředků snižujících hořlavost zaměřen především na tyto materiály. Působení jednotlivých protipožárních prostředků bylo vysvětlováno následujícími teoriemi:

1. Povlaková a tavná teorie. Snadno tavitelné anorganické soli (fosfáty, boráty, sulfáty atp.) vytvářejí pod vlivem tepla uzavírací povlaky, jejichž účinnost může být zvýšena vlivem pěnících prostředků. Povlaky vytvářejí bariery, které brání přívodu kyslíku a tím potlačují požár.

2. Plynová nebo dusivá teorie. Různé chemikálie uvolňují při termickém rozkladu nehořlavé plyny (amoniak, dusík, oxid siřičitý, oxid uhličitý), které vytvářejí nehořlavou atmosféru kolem požáru.

3. Endotermní reakce. Při zahřátí protipožárního prostředku dojde k jeho endotermnímu rozkladu. Pyrolýzním procesem je odčerpáno teplo požáru a tak je chráněn textilní materiál.

4. Tvorba radikálů. Při tepelném rozkladu protipožárního prostředku se vytvářejí volné radikály, které zachycují reakce schopné volné radikály vzniklé při procesu hoření.

5. Dehydratace. Na příkladu celulózových vláken bylo zjištěno, že podpora jejich totální dehydratace ve smyslu rovnice:

$$C_6H_{10}O_5 \rightarrow 6C + 5H_2O;\ \Delta H = +\ 630\ \text{kJ/mol},$$

spojená s potlačením energeticky bohaté oxidační reakce úplného spálení dle rovnice:

$$C_6H_{10}O_5 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 5\ H_2O;\ \Delta H = -\ 3270\ \text{kJ/mol},$$

je jedním z nejdůležitějších principů působení protipožárních prostředků. Je významné, že zuhelnatění vede ke vzniku nehořlavých plynných rozkladných produktů. To vede ke zpomalení až k zastavení spalovacího procesu.

Účinek většiny protipožárních prostředků spočívá většinou na kombinaci některých z jmenovaných pěti teorií. Jako souhrnný příklad několika různých mechanismů může být uvedeno působení diamonium fosfátu na celulózové materiály:

Diamonium fosfát se při teplotě 150 ºC štěpí za **endotermní reakce** na kyselinu fosforečnou a amoniak:

$$(NH_4)_2HPO_4 \rightarrow 2NH_3 + H_3PO_4.$$

Kyselina fosforečná katalyzuje **dehydrataci** celulózy za vzniku uhlíku a vody. Amoniak a vodní pára zřeďují jako inertní plyny atmosféru spalovacího procesu (**dusivá teorie**).

Při procesu potlačení hořlavosti vláken v podstatě jde o to, aby parametry jednotlivých stupňů procesu hoření byly chemickou nebo fyzikální cestou ovlivněny tak, aby jejich průběh (především v počáteční fázi požáru) byl zpomalen nebo zcela zastaven. Při spalování uvolněná energie musí být zásahem do procesu spalování zmenšena a naopak musí být zvýšeno její využití při pyrolýzních procesech (včetně pyrolýzy protipožárních prostředků).

Pohledávka po těžko zapalitelných textilních materiálech vedla v posledních dvaceti letech k nesmírnému rozvoji různých systémů s množstvím chemických sloučenin, které vzhledem k jejich počtu nemohou být jednotlivě diskutovány.

Současný stav techniky umožňuje základní možnosti ochrany textilií před požárem rozdělit do pěti skupin:

1. Povrchové apretury potlačující hoření jsou většinou soli, obsahující halogeny, dusík, fosfor, antimon, bor s částečným synergistickým účinkem; obsahují různá aditiva.
2. Impregnace nebo nánosy na bázi organických sloučenin, které obsahují chlor, jako chloroprenový kaučuk, chlorparafin, případně další chlorované polymery či kondensovatelné sloučeniny.
3. Úprava reaktivními ochrannými prostředky proti ohni, které jsou ve fixačním nebo roubovacím procesu pravými chemickými vazbami vázány na textilní materiál tak, že jsou odolné proti praní a chemickému čištění.
4. Vnesení retardačního systému do výchozího polymeru chemických vláken během spřádacího procesu.
5. Cílená synthesa těžko hořlavých vláknitých materiálů kopolymerací a kopolykondenzací.

Technologie protipožární úpravy textilních materiálů závisí na řadě různých faktorů, mezi které je možno zahrnout především požadavky na předpokládaný způsob použití, na trvanlivost ochrany, na vliv úpravy na mechanické a estetické vlastnosti, na cena výrobku a na druh chráněného materiálu.

Při nejčastěji používaném postupu následné povrchové úpravy se nanáší na textil protipožární retardační systém organického nebo anorganického původu a to nejběžněji

máčením a postřikem. Povrchovou úpravou se dosahuje poměrně účinného snížení hořlavosti chráněného textilu, ale v některých případech je úprava provázena zhoršením vlastností upraveného materiálu, jako je snížení mechanických vlastností, oděru, změna barevného odstínu a jeho brilance. Hořlavost je možno snížit především u celulózových vláken, která vzhledem ke struktuře svého povrchu zaručují dobrou adhezi ochranného prostředku k vláknům a tedy i jeho dobrou protipožární účinnost.

K ochraně celulózových materiálů proti požáru se většinou používají vodné roztoky hydrogenfosforečnanu amonného a močoviny. V případě, že dojde k fosforylaci celulózového vlákna, vytvořený celulózový ester má velmi dobré nehořlavé vlastnosti. Trvalé úpravy je možno dosáhnout použitím organofosfátů (např. triarylfosfáty, halogenované alkylfosfáty a fosfonáty), z nichž některé se za katalýzy kyselinou fosforečné vážou na celulózové vlákno. Odolnost úpravy proti vyprání je možno zajistit přidáním adheziva. K ochraně celulózových materiálů je používán i oxid antimonitý, který je dispergován spolu s chlorovaným parafinem nebo s chlorovaným kaučukem v organickém rozpouštědle nebo ve vodě. Převládá snaha dosáhnout trvalého snížení hořlavosti; jsou používány i úpravy, které jsou vypratelné a polovypratelné.

Syntetické polymery vyžadují vzhledem ke struktuře jejich povrchu chemické vázání retardéru na funkční skupiny polymeru, vzniklé např. roubováním. Pokud je polymer neobsahuje, je pevnost vazby retardéru na povrch vlákna snížena. V praxi to znamená, že retardér hoření je vymýván v případě, že textil je podroben chemickému čištění či vyprán ve vodě.

Úprava syntetických vláken přídavkem retardéru hoření přímo do hmoty polymeru při výrobě vlákna vychází z předpokladu, že při pyrolýze probíhá intenzivní exotermní oxidace polymeru za vzniku OH-radikálů (·OH). Retardační účinek prostředků spočívá v tom, že koncentrace OH-radikálů je snížena terminační reakcí podpořenou bromovodíkem nebo jinými halogenovými sloučeninami vzniklými rozkladem přidaných retardérů hoření:

$$OH + HBr \rightarrow H_2O + \cdot Br$$

$$Br + RH \rightarrow HBr + \cdot Br$$

$$R + \cdot R \rightarrow R–R$$

K těmto reakcím je nezbytná energie, která je odčerpána z procesu hoření.

Přídavek retardéru může vyvolat snížení mechanických vlastností syntetických vláken, změnu zpracovatelských a užitných vlastností atp. Z toho důvodu výroba vláken se sníženou hořlavostí je náročným technologickým problémem, kterým se zabývají především přední světoví výrobci textilních polymerů.

Výrobu syntetických vláken se sníženou hořlavostí podle stupně hořlavosti je možno rozdělit dle technologie do následujících skupin:

1. Modifikace konvenčních vláken; nehořlavá úprava může být uskutečněna v průběhu jejich výroby (spřádání) přidáním retardéru hoření (polyestery) nebo následným nanášením disperze retardéru hoření na vlákno tzv. termosol procesem, který se podobá procesu barvení. Při tom se uplatňují sloučeniny jako tris-(2,3-dibrompropyl)-fosfát.
2. Snížené hořlavostí polymerů, případně nehořlavosti, vhodných k přípravě syntetických vláken, je možno dosáhnout vytvořením polymerního systému, který obsahuje aromatické cyklické struktury obsahující co nejméně atomů vodíku, ale místo nich vhodné množství atomů dusíku, fosforu a halogenů.

Přímou výrobu vláken se sníženou hořlavostí možno rozdělit do několika skupin:

- Vlákna se sníženou hořlavostí na bázi polyvinylalkoholu a kopolymeru PVA–PVC, tzv. polychlalová vlákna.
- Vlákna na bázi polyakrylonitrilu modifikovaného vinylchloridem či vinylidenchloridem nebo vinylbromidem (modakrylová vlákna),
- Vlákna PES vznikající polykondenzací, kdy do řetězce polymeru je vnesen 2,5-dibromtereftalová kyselina nebo dibromdiol. Výroba těchto vláken nenašla významné uplatnění pro svou vysokou cenu.
- Vlákna na bázi aromatických polyamidů (aramidy). Tato vlákna pro svou vysokou cenu našla speciální uplatnění především při výrobě ochranných oděvů hasičů, leteckého personálu, automobilových závodníků atp.
- Do vláken se sníženou nehořlavostí je možno zařadit i uhlíková vlákna, která snášejí trvale teplotu 350 ºC na vzduchu a až teplotu 4 000 ºC v dusíkové atmosféře.

Při přípravě textilií se většinou jedná o směsi vláken, které při praktickém využití využívají předností přírodních a syntetických vláken. Syntetické materiály (polyamidy, polyestery) jsou z hlediska hořlavosti odolnější než celulózové materiály. Je to dáno

tím, že účinkem plamenu se zmíněné polymery taví a vytvořená tavenina se od nich odděluje, odkapává, aniž by textilie začala hořet. Teplo nahromaděné v odkapávající tavenině může ale způsobit těžké popáleniny.

V případě, že jsou termoplastická vlákna smíchána s netavitelnými vlákny, např. s vlákny celulózy, vzniká „kostrový efekt“ nebo „knotový efekt“. Oddělovaní taveniny od tuhého polymeru zůstává, ale roztavený polymer pokrývá celulózovou kostru, podléhá pyrolýze a plynné produkty se mohou se snadno vznítit. Je proto nezbytné, aby všechny složky textilních směsí byly chráněny retardéry hoření. V případě polyakrylonitrilových materiálů se vlákna rovněž taví, ale tavenina neodkapává. Vzniklé teplo se neodvádí a materiál hoří plamenem. Textilie vyrobené na bázi polyvinylchloridu či polyvinylidenchloridu patří mezi těžko hořlavé. Vzplanutí těchto textilií může ulehčit přítomnost změkčovadel, např. dibutylftalátu nebo jiných pomocných přípravků, jako jsou šlichtovací a apretační prostředky.

Je nezbytné, aby při použití textilních materiálů v archivech byla mimo základních užitkových a estetických vlastností požadována i jejich požární bezpečnost. Tyto požadavky většina textilních materiálů v současnosti nesplňuje. Z toho důvodu se textilní výrobky mohou stát primární příčinou požáru, případně při požáru mohou působit jako materiál, který požár urychluje, rozšiřuje jej do plochy (podlahové krytiny) a do výšky (záclony, závěsy). Nebezpečné mohou být i druhotné jevy požáru, jako je narušení textilií, odkapávání taveniny, tvorba dýmu a tvorba toxických zplodin hoření.

V současné době je značné množství zkušebních metod hodnocení hořlavosti textilií, které jsou založeny na různých principech. Z hlediska požárnětechnických vlastností pro první fázi požáru je významné především stanovení vznětlivosti textilních materiálů, rychlosti šíření plamene a příspěvku tepla pro rozvoj požáru.

Z hlediska požární praxe je nejdůležitější otázkou stanovit prostory, které vyžadují použití textilie se sníženou hořlavostí, jinak řečeno stanovit prostory, kde by se neměly používat textilie bez nehořlavé úpravy. V případě archivů takové prostory představují především výstavní místnosti a přednáškové sály, kde bývá vysoká hustota lidí. Úpravu textilií připravených z klasických materiálů (bavlna, len, konopí) i syntetických materiálů (polyakrylonitril, polyester, polyamid) je nutno uskutečnit tak, aby při jejich zapálení nedošlo k rychlému rozvoji požáru a aby příspěvek tepla k požáru, který vzniká hořením textilu, byl minimální.

LITERATURA: OCHRANA STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ A TEXTILU PROTI POŽÁRU

1. Zelinger J., Čížek J.: Zpěnitelné protipožární nátěry. Materiály pro stavbu, No. 3, 40 (1999).
2. 2. Kozłowski R., Małgorzata H., Wesołek D.: Fire retardants and special their application in historic buildings. Sborník přednášek druhého mezinárodního symposia Fire protection of ancient monuments. Cracow, Poland 1994, str. 149.
3. Atkins C.: Developments in intumescent coatings. PPCJ, March, 16 (1997).
4. Weil E., McSwigan B.: Melamine Phosphates and Pyrophosphates in Flame-Retardant Coatings: Old Products with New Potential. Journal of Coatings Technology, **66**, No. 839, 75 (December 1994).
5. Girtlová Z., Osvald A., Marková I.: Penotvorné retardery horenia. Zborník prednášok z II. medzinárodnej konferencie FIRECO ´96, 19–20. Jún 1996, Trenčín, Slovenská republika, str.119.
6. Košík M. a spol.: Polymerne materiály a ich požiarna ochrana. ALFA, Bratislava 1985(?),
7. Horacek H., Grabner R.: Advantages of flame retardants based on nitrogen compounds. Polymer Degradation and Stability, **54**, 205 (1996).
8. Novotný V.: Ochrana dřeva proti ohni – technologie jeho ochrany. Přednáška na cyklu přednášek pořádaných Státním ústavem památkové péče, Praha a Ústavem chemické technologie restaurování památek, VŠCHT, Praha, listopad 1994.
9. Scharf D., Nalepa R., Heflin R., Wusu T.: Studies of Flame Retardant Intumescent Char: Part I. Fire Safety Journal, **19**, 103 (1992).
10. Weil E. D., Weiming Zhu, Navin Patel , Mukhopadhyay S. M.: A systems approach to flame retardancy and comments on modes of action. Polymer Degradation and Stability, **54**, 125 (1996).
11. Horrocks A. R.: Developments in flame retardants for heat an fire resistant textiles - the role of char formation and intumescence. Polym. Degrad. Stab., **54**(2–3), 143 (1966).
12. Bourbigot S. Le Bras Michel, Gengembre L., Delobel R.: XPS study of an intumescent coating. Application to the ammonium polyphosphate/pentaerythritol fire retardant system. Appl. Surf. Sci., **81**(3), 299–307 (1994).

13. Kandola B. K., Hoorocks A. R.: Complex char formation in flame-retarded fiber-intumescent combinations-II. Thermal analytical studies. Polym. Degrad. Stab., **54**(2–3), 289 (1996).
14. Levchik S. V., Levchik G. F., Balabanovich A. I., Camino G., Costa L.: Mechanistic study of combustion performance and thermal decomposition behavior of nylon 6 with aded halogen-free fire retardants. Polym. Degrad. Stab., **54** (2–3), 217 (1966).
15. Bourbigot S., Le Bras M., Decressain R., Amoureux J.-P.: Synergistic effect of zeolite in an intumescence process. Study of the carbonaceous structures using solid-state NMR. J. Chem. Soc., Farraday Trans., **92**(1), 149 (1996).
16. Bourbigot S., Le Bras M., Delobel R., Trémillon J.-M.: Synergistic effect of zeolite in an intumescence process. Study of the interactions between the polymer and the aditives. J. Chem. Soc., Farraday Trans., **92**(1), 3435 (1996).
17. Bourbigot S., Le Bras M., Delobel R., Gengembre L.: XPS study of an intumescent couating II. Application to the ammonium polyphoshate/pentaerythritol/ethylenic terpolymer fire retardant system with and without synergistic efect. Applied Surface Chemistry, **120**, 15 (1997).
18. Le Bras M., Bourbigot S., Le Tallec Y., Laureyns J.: Synergy in intumescence-application to β-cyklodextrin carbonization agent in intumescent additives for fire retardant polyethylene formulations. Polym. Degrad. Stab., **56**(1), 11 (1997).
19. Anonym: Phos-Chek® Fire Retardants. Publ. No. 9189. Technical Bulletin, Solutia , St. Luis, USA.
20. Anonym: Coatings Performance Materials. Intumescent. http://www.coatings-solutia.com./docs/Markets/M18.htm. 21. 9. 1998.
21. Anonym.: Amgard MC. Technická informace fy. Albright &Wilson Uk Limited.
22. Kaplan B. B.: Weather resistant, fire retardant paint containing chlorine-containing organic polymer , and spumific. US Patent Office 2,984,640, May 16, 1961.
23. Kaplan B. B.: Fire retardant coating composition. US Patent Office 3,284,216, Nov. 8, 1966.
24. von Wulf B.: Intumescensmassen und deren Vervendung. BRD, DE 34 17 437 C2, 9.7.92.

25. Volker H.: Dämmschichtbildendes Feuerschutzmittel. EP 0 527 303 A1, přihlášeno 05.06.92.
26. Huggard M. T.: New intumescent phosphorus-based fire retardants. Plast. Eng. (Brookfield, Conn.), **49**(11), 29 (1993).
27. Anonym: Selection Guide to Resimene®. High Solids Melamine Croslinkers. Pub. No. 2028212A, Technical Bulletin, Solutia , St. Luis, USA. http:// www.coatings-solutia.com/docs/TechPubs/218a.htm, 21. 9. 1998.
28. Huff L.: C37 - Intumescent surface coatings for thermal and fire protection of vulnerble substrate materials. UDRI Web Development Center, Dayton, USA. Internet: http://www.udri.udayton.edu/techxfer/C37.htm, 3. 4. 1997.
29. Reshetnikov I., Yablokova M. Y., Khalturinkij N. A.: Influence of surface structure on thermoprotection properties of intumescent systems. Appl. Surf. Sci., **115**(2), 199 (1997).
30. Wigotski V.: Flame retardants. Plastics Engineering, October, 21 (1993).
31. Qin Wenqing, Li Feng: The Study and Application of LL Flame Retardant. Fire and Materials, Vol. 17, 201 (1993).
32. Anonym: Unikote™ Surface Modified Magnesium Hydroxide. Prospekt firmy United Minerals Corporation, Pompano Beach, FL, USA. http://www.ceramics.com/ıceramics/aim/dataath.html, 15. 12. 1997.
33. Anonym: Unikote™ Surface Modified Alumina Trihydrate. Prospekt firmy United minerals Corporation, Pompano Beach, FL, USA. http://www.ceramics.com/ıceramics/aim/datamag.html, 15. 12. 1997.
34. Bourbigot S., Le Bras M., Delobel R., Bréant P., Tremillon J.-M.: 4A zeolite synergistic agent in new flame retardant intumescent formulations of polyethylenic polymers – study of the effect of the constituent monomers. Polym. Degrad. Stab., **54**(2–3), 275 (1996).
35. Anonym: Mandoval Vermiculite Pruducts. Propreties of Vermiculate. Mandoval, USA. http://www.mandoval.com/vermiculite_properties.htm, 14. 12. 1998.
36. Kaplan B. J.: Method of applying fire-retardant coating materials to a substrate having corners or other sharp edges. US patent 3,915,777, Oct. 28, 1975.

37. Krassowski D. W., Hutchings D. A., Qureshi S. P.: Expandable graphite flake as an additive for new flame retardant resin. UCAR Carbon Company, Inc., Cleveland, USA.
http://www.ucar.com/ucarcarb/grafoil/ggpaper1.htm, 14. 9. 1998.
38. Nugent R. M., Jr., Ward T. A., Greigger P. D., Seiner J. A.: Flexibile intumescent coating composition. United States Patent, 5,070,119, Dec. 3, 1991.
39. Snyder C. A.: Smoke suppressants. Modern Plastics Encyklopedia. McGraw-Hill Publications Comp., New York 1985–1986, str. 172.
40. Anonym: System S Intumescent Coatings. Prospekt firmy Nullifire Ltd., Coventry, U. K.
http://www.nullifire.com/s.html, 7. 12. 1998.
41. Anonym: Nullifire Epoxy Coatings. Prospekt firmy Nullifire Ltd., Coventry, U. K.
http://www.nullifire.com/epoxy.html, 13. 10. 1998.
42. Anonym: The durable intumescent epoxy for fire protection in extreme conditions. Prospekt firmy Nullifire Ltd., Coventry, U. K.
http://www.nullifire.com/products/e.html, 7.12.1998.
43. Anonym: Mandoval Vermiculite Pruducts. Mandolite 990 System. Mandoval, USA.
Internet: http://www.mandoval.com/mandolite_990.htm, 14.12.1998.
44. Anonym: Firestore's protection materials coat buildings across UK. PPCJ, March, 18 (1997).
45. ČSN 73 0862:1980 – Stanovení stupně hořlavosti stavebních hmot.
46. ČSN 73 0862:1990 – změna b) – 2/1991 – Stanovení stupně hořlavosti stavebních hmot.
47. ČSN 73 0851: 1991 – Stanovení požární odolnosti stavebních konstrukcí.
48. Schwenkedel S.: Textilien als Baustoffe. VFDB-Zeitschrift (Forschung, Technik und Managment im Brandschutz), No. 4, 154 (1995).

4 OHROŽENÍ ARCHIVŮ KRÁDEŽÍ A VANDALISMEM A OCHRANA PROTI NIM

Prof. Ing. Jiří Zelinger, DrSc.

4.1 ÚVOD

Mnohé archivy si často neuvědomují, jak snadno mohou být jejich sbírky vystaveny poškození a ztrátám. Sbírky mohou být ohroženy nejen krádežemi a vandalismem, ale i katastrofami (tj. požárem nebo povodní) a mimo to mohou být poškozeny neopatrným zacházením a nevhodnými podmínkami prostředí, v kterém jsou uloženy. Každý archiv snažící se zajistit nejlepší bezpečnost pro své sbírky musí být veden koordinovanou strategií, která bere do úvahy všechna ohrožení. Vzhledem k tomu, že problematika ochrany archivů proti povodním a požáru byla probrána v předchozích *kap. 2.* a *3.*, tato kapitola se zaměří na problémy tradičně spojené s bezpečností sbírek: na krádež a na vandalismus.

Většina stálých pracovníků archivů slyšela vypravování popisující důvěryhodné badatele a jiné osoby přicházející z vnějšku, případně i vážené členy personálu, kteří ukradli sbírkové předměty (pro osobní zisk, jako příspěvek k soukromé sbírce a snad také pro politické, morální či etické důvody). Mnozí z nich ale nevěřili, že takové věci se mohou přihodit v jejich archivu. Vzhledem k tomu, že většina archivů má vypracovanou základní bezpečnostní strategii, vnucování univerzální strategie je obtížné a často i nevhodné. Někteří badatelé a ovšem i někteří členové stálého personálu pohlížejí na plány bezpečnosti a na navazující opatření jako na zbytečnou zátěž.

Jestliže bezpečnostní program má být účinný, musí být všeobecně chápána důležitost bezpečnosti pro plnění poslání archivu. Je zjevné, že neúplné a poškozené sbírky nemohou zcela plnit svou funkci. Situace se komplikuje tím, že vedení a personál často nezaznamená výskyt krádeže a vandalismu. Je důležité, že určitá poškození nebo ztráty mohou být zmírněny (např. ukradené časopisy mohou být nahrazeny nákupem, chybějící knihy v jednom archivu mohou být zapůjčeny z jiného archivu, nebo scházející stránky mohou být nahrazeny fotokopiemi nebo xerokopiemi), zatímco jiné materiály mohou být nenahraditelné (v případě, že materiál je jedinečný, vzácný nebo obtížně a nákladně nahraditelný).

V této kapitole budou diskutovány strategie, které vedou k zabránění krádeží a vandalismu v archivních sbírkách, dále budou řešeny problémy nedostatečné bezpečnosti, které se mohou objevit, a budou navrženy podmínky pro vytvoření účinného plánu bezpečnosti.

4.2 PLÁNOVÁNÍ BEZPEČNOSTI

V případě, že sbírky mají být chráněny proti ztrátám, vedení archivů musí považovat zajištění bezpečnosti za úkol vyžadující vážné investice. Plánování bezpečnosti musí být podpořeno z nejvyšších míst vedení archivu. Plán bezpečnosti sbírek bude nejúčinnější v případě, když je koordinován mezi různými odděleními nebo prostorami s různou činností, kterých se týká dodržování bezpečnosti. Aktivity, které mohou zahrnovat složku bezpečnosti, zahrnují vlastní skladování sbírek, katalogizaci a zpracování, cirkulaci, referenční služby, fotografické a konservační servisy, údržbu budov, výcvik personálu, pojištění atp.

4.2.1 Základní složky plánu bezpečnosti

1. Je nezbytné připravit písemný plán bezpečnosti. V případě, že je to vhodné, vytvořit skupinu plánu bezpečnosti, která pomůže vyvinout strategii a postupy. Vždy zajistit, aby strategie bezpečnosti byla schválena vedením archivu.
2. Jmenovat pracovníka zodpovědného za bezpečnost, jehož úkolem bude vyvinout a realizovat plán bezpečnosti.
3. Připravit přehled bezpečnosti, který by odhadl potřeby archivu.
4. Zahájit preventivní opatření:
   - Odstranit slabá místa a tím zajistit bezpečnost budovy.
   - Instalovat vhodný systém elektrické zabezpečovací signalizace (EZS).
   - Zajistit, aby skladování sbírek bylo bezpečné a aby o uložených sbírkách byly vedeny dobré záznamy.
   - Vypracovat a zavést do praxe bezpečnostní směrnice pro badatele a ostatní pravidelné návštěvníky archivu.
   - Vypracovat a zavést do praxe bezpečnostní směrnice pro personál archivu.
5. Určit možné krizové události a plánovat odezvu zaměstnanců archivu na každé porušení bezpečnosti. Sdělit personálu co má dělat, procvičovat plán odezvy a koordinovat plány s vnějšími pracovníky spoluodpovědnými za bezpečnost archivu.
6. Trvale sledovat a aktualizovat plán bezpečnosti.

Tyto základní složky plánu jsou dále diskutovány detailněji. Vzhledem k tomu, že podmínky bezpečnosti se mohou lišit od archivu k archivu v závislosti na velikosti

instituce a zdrojích, které jsou k dispozici, tento plánovací proces je nezbytný pro každý archiv.

4.2.2 Bezpečnostní strategie

Každý archiv by měl mít v písemné formě zpracovanou bezpečnostní strategii, čímž by zdůraznil svůj přístup k zvládnutí problémů bezpečnosti. Strategie by měla zahrnovat prohlášení vedení archivu podporující plánování bezpečnosti, způsob prevence případů narušení a konečně zpracování předpokládané odezvy personálu v případě, kdy dojde k narušení. Návrhy personálu ve všech odděleních instituce by měly být využity při zpracování hrubého návrhu strategie a postupů zajištění bezpečnosti. Důležitou částí plánu bezpečnosti je i pravidelná revize bezpečnostní strategie a její přizpůsobení současné situaci.

4.2.3 Pracovník zodpovědný za bezpečnost

Každý archiv by měl mít ustanoveného pracovníka zodpovědného za bezpečnost archivu. Náplní práce tohoto pracovníka je koordinace vytvoření a plnění plánu bezpečnosti. V malých institucích může být ustanoven z řad pracovníků personálu s tím, že tuto funkci bude plnit vedle dalších pracovních povinností. Ve velkých archivech to může být zařazení s plným pracovním úvazkem. Zvláště v případě pracovníka s částečným úvazkem by měla být jeho zodpovědnost ve vztahu k bezpečnosti jasně formulována a zahrnuta do jeho popisu práce. Určité množství času by mělo být vyčleněno pro osoby, které spolupracují na vypracování plánu bezpečnosti. Pracovník zodpovědný za bezpečnost by měl připravovat pravidelný odhad bezpečnostního ohrožení, pracovat na zlepšení bezpečnostního systému a nezbytných navazujících opatřeních.

Musí nezbytně spolupracovat se všemi členy personálu tak, aby měl kontakt se sbírkami. Musí mít přímý přístup k řiditeli instituce a dále musí mít dostatečnou autoritu k tomu, aby mohl koordinovat preventivní bezpečnostní opatření mezi personálem a účinně působit během bezpečnostního ohrožení.

4.2.4 Přehled bezpečnosti

Dříve než se přistoupí k tvorbě plánu bezpečnosti nebo k jeho přizpůsobení novým podmínkám, je nutno uskutečnit zhodnocení současných a navrhovaných potřeb. Pracovník zodpovědný za bezpečnost musí vypracovat systematickou studii bezpečnostní situace archivu a jeho operací – přehled bezpečnosti. Přehled musí vyhodnotit současnou bezpečnostní strategii a postupy, určit potenciální riziková místa a úroveň bezpečnostních hrozeb podle pravděpodobnosti výskytu. To umožní vedení archivu se soustředit v prvé řadě na nejvážnější problémy a bude podporovat dlouhodobé plánování a rozpočet.

Přehled bezpečnosti zpracovává následující otázky:

1. Snadno narušitelná místa vnějšího pláště budovy a vnitřních prostorů, které přinášejí zvýšená rizika narušení, nevhodná detekce a signalizace narušení, slabé osvětlení, omezené možnosti výhledu a nevhodné zámky.
2. Současná strategie a postupy při používání sbírek personálem a badateli, včetně registrace badatelů, postupů ve studovnách, přístupu personálu ke sbírkám a kontrola klíčů.
3. Ochrana sbírek v archivu při transportu a výstavách.
4. Všechny minulé problémy a úvahy týkající se bezpečnosti vznesené personálem či jinými osobami.

4.2.5 Příprava a aktualizace plánu bezpečnosti

Je řada zásad, které se uplatňují při přípravě plánu bezpečnosti. V případě, že dojde k jeho přípravě, prvním krokem je sestavení komise (v malé instituci může být jednočlenná) , která vypracuje přehled bezpečnosti, identifikuje nejvážnější rizika, stanoví co by se mělo s nimi dělat a později napíše plán bezpečnosti. Komise musí mít ke své činnosti plný souhlas a podporu ředitele archivu.

Plán bezpečnosti by měl zahrnovat: informace o bezpečnostním systému budovy, informace o rozdělení a kontrole klíčů k budově a k některým speciálním skladovacím prostorům (trezorům a trezorovým místnostem), kopie všech zásad a postupů souvisejících s bezpečností (použití sbírek badateli a personálem, zásady vedení sbírek atp.), seznam preventivních opatření, které je nezbytné učinit a konečně soupis postupů při porušení bezpečnosti (tj. krádež objevená během provádění, nebo později zjištěná). Je vhodné si uvědomit, že v některých případech nemusí být vhodné informovat

všechny členy personálu o všech bodech plánu (např. informace o EZS nebo o kontrole klíčů). Tyto informace mohou být omezeny na vedoucí pracovníky archivu. Všechny kopie plánu bezpečnosti musí být uloženy v bezpečných prostorech, nepřístupných veřejnosti. Osoba, která je pověřena napsáním plánu bezpečnosti, může být často překvapena množstvím úkolů, které je nutno vykonat zvláště v případě, že instituce nemá dosud vypracovaný systematický plán bezpečnosti. V tom případě je nejlepší rozložit proces psaní na malé úseky (tj. začít s psaním zásad pro použití sbírek nebo postupů reakce na krádež během jejího provádění). To udělá postup psaní méně odstrašující tím, že vznikne pocit úspěšného splnění úkolu vždy, když bude dokončena určitá část plánu.

Když je plán dokončen, není vhodné jej uložit trvale do zásuvky psacího stolu. Je nezbytné jej spolu s personálem pravidelně přezkoumat, aktualizovat jej dle nové situace, jestliže se stav instituce změnil a zlepšit jej tak, aby vhodně reagoval na všechny případy ohrožení bezpečnosti, které se mohou vyskytnout.

4.3 PREVENTIVNÍ OPATŘENÍ VEDOUCÍ K ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI ARCHIVNÍCH SBÍREK

Po zpracování přehledu bezpečnosti by měla být jasná nezbytná zlepšení v preventivních opatřeních vedoucích k zdokonalení bezpečnosti. Činnosti nezbytné k tomu, aby bylo zabráněno ztrátám a poškození, spadají do dvou kategorií: systém vnější a vnitřní bezpečnosti budovy a regulace činnosti personálu a badatelů.

4.3.1 Principy zajištění bezpečnosti budovy archivu

Budova a sbírky musí být zabezpečeny jak během normální pracovní doby, tak i po jejím uplynutí. Musí být zabráněno neoprávněnému vstupu do budovy a neoprávněnému přemístění sbírkových materiálů z budovy.

Vnější plášť budovy může být chráněn různými způsoby, počínaje použitím dveřních a okenních zámků a konče náročnějšími opatřeními, jako je umístění členů ostrahy nebo instalace automatického bezpečnostního systému (EZS).

Vnitřní bezpečnost budovy je důležitá jak během pracovní doby, tak po ní. Většina archivů by měla mít zvláště zabezpečenou trezorovou místnost určenou k ochraně cenných objektů po dobu, kdy nejsou používány. Tato místnost by měla být

chráněna i v době, kdy je archiv otevřen. Počet členů personálu, kteří mají přístup do místnosti, by měl být striktně omezen. Cenné materiály by měly být vždy skladovány v této místnosti i v době, kdy je archiv zavřen.

Automatické bezpečnostní systémy jsou diskutovány samostatně v následujících statích. Další strategie vedoucí k zlepšení bezpečnosti budovy zahrnují:

- Instalovat vnější dveře s vysoce kvalitními masivními zámky, pevnými závorami a nevysaditelnými závěsy.
- Instalovat mříže a sítě na okna v přízemí.
- Požadovat na badatelích a personálu, aby vstupovali do budovy a opouštěli ji jedněmi dveřmi, které jsou stále monitorovány.
- Instalovat systém bezpečnosti knihy do materiálů, které jsou běžně zapůjčovány. Toto opatření **není** vhodné pro vzácné a jedinečné materiály, jako jsou knihy mimořádné hodnoty nalezené v archivních a historických sbírkách,
- Jestliže jsou sbírky umístěny v archivu se snadným přístupem, je vhodné je umístit v uzavřené místnosti s omezeným přístupem ke klíči. V ideálním případě místnost by neměla mít okna, měla by mít pevné dveře otvírající se ven, minimálně 2,5 cm silné závory a nevysaditelné závěsy. Jsou doporučovány dveřní bzučáky a poplachová zařízení.
- Zaměstnat jednoho nebo více členů ostrahy ke střežení archivu po jeho zavření.
- Zajistit, aby požární poplachová zařízení byla vždy zabezpečena, chráněna proti narušení, umístěna mimo hlavní proud provozu tak, aby bylo zabráněno záměrnému vyvolání falešného poplachu, který by umožnil krádeže.
- Vytvořit podmínky, aby nebylo možno odnést klíče, kopírovat je a zajistit, aby klíče byly vráceny, když zaměstnanci opouštějí budovu. Je vhodné pravidelně vyměňovat zámky.
- Instalovat bezpečnostní osvětlení pro mimopracovní dobu.

4.3.1.1 Projekt budovy archivu z hlediska bezpečnosti

Následující doporučení jsou vhodná pro budovy archivů, v nichž jsou uloženy sbírky, které je nezbytné chránit proti krádeži. Základem rozhodnutí o zvolené strategii ochrany je údaj o tom, zda se předpokládá, že budova bude obsazena ostrahou 24 hodin denně. V tom případě jsou přijatelná určitá omezení rozsahu ochranných opatření. V opačném případě je nutno použít co nejúčinnější ochranu budovy.

Je pochopitelné, když budou dodrženy návrhy diskutované v tomto pojednání, není automaticky zaručena bezpečnost každé uvažované výstavy. Každá aplikace musí být posuzována individuálně, při čemž je nezbytné vzít v úvahu podstatu, hodnotu, přitažlivost, přenosnost a použitelnost materiálu, který je vystavován. V případě velmi rizikových výstav je často nutné přijmout další bezpečnostní opatření, jako je např. trvalé nasazení ostrahy po 24 hodin.

Systém elektrické detekce narušitele je schopen identifikovat narušení budovy, ale není schopen klást odpor vůči narušiteli. To je pouze možné při použití fyzické zábrany, která může zadržet narušitele nebo alespoň získat čas pro ostrahu nebo policii k uskutečnění odezvy na aktivaci poplachu. Z toho důvodu fyzická ochrana budovy tvoří základní kámen bezpečnostní strategie a musí být součástí projektu, který zpracovává zvolený architekt.

Podstata archivních sbírek, jejich hodnota a přenosnost bude ovlivňovat stupeň požadované ochrany, ale plášť budovy bude hrát ve všech případech rozhodující roli.

4.3.1.1.1 Nové budovy

Základní bezpečnostní opatření mohou být optimálně navržena a realizována v nové budově. Architekt musí být od počátku seznámen se souhrnem navrhovaných bezpečnostních opatření. Bezpečnostní požadavky vznesené v tomto stádiu projektování mohou nejen zabránit dodatečným bezpečnostním nárokům a následným stavebním úpravám, které mohou pokazit vzhled budovy, ale mohou zabránit i dodatečným finančním výdajům.

Začlenění požadavků na bezpečnost budovy do projektu v tomto úvodním stádiu umožňuje omezit nedostatky budovy, které mohou usnadnit narušiteli přístup do budovy:

- Při stavbě by měly být použity pevné materiály. Cihly, kámen a betonové materiály všeobecně zaručují nejlepší odolnost proti násilnému vniknutí.
- Vzhledem k tomu, že plášť budovy je většinou považován za bezpečnostní obvod, počet otvorů by měl být omezen na ty, které jsou nezbytné pro přístup, ventilaci a pro přirozené osvětlení. Zbývající otvory v plášti je nutné zpevnit tak, aby bylo zabráněno narušitelům vstoupit do budovy, nebo aby vstup byl obtížný.
- Dveře, okna a světlíky musí být chráněny tak, aby se snížilo riziko ztrát rozměrných předmětů během nočních hodin. Dále musí být schopné odolávat fyzickému napadení minimálně po dobu, než zasáhnou bezpečnostní síly.

- Dveře, okna a poklopy musí být zajištěny kvalitními, těžko překonatelnými zámky.
- Přítomnost okapových svodů, zemnicích drátů hromosvodů, říms, opěrných pilířů může usnadnit narušiteli překonat okna, světlíky a dveře.
- Příchod a odchod narušitele může být usnadněn vytvořením nedostatečně zajištěných nouzových východů.
- Dobrý projekt také snižuje zlodějům možnost se skrýt v budově během doby otevření a uskutečnit krádež během doby zavření. Pozdější (i násilný odchod) je z časových důvodů již relativně snadný. Měly by být omezeny nepoužívané prostory, slepé konce chodeb, nezajištěné šachty a prostory za výstavními panely tak, aby se v nich nemohl nikdo schovat.
- Měla by být učiněna opatření, která by zajišťovala rozdělení prostorů, které jsou otevřeny a zavřeny pro veřejnost. Toho je možno dosáhnout vhodně navrženým detekčním systémem, případně systémem kontroly vstupu.
- Měla by být věnována pozornost blízkému okolí budovy, především objektům, které umožňují schování narušitele, jako je vegetace, sloupoví, kryté vchody, případně sousední budovy.
- Riziko napadení ze sousedící budovy, která není chráněna do stejného stupně bezpečnosti, nemusí být bezprostředně zjevné. Zabezpečení však může vyžadovat zesílení společné zdi.

4.3.1.1.2 Existující budovy

Budovy, ve kterých mají být umístěny archivní sbírky musí splnit řadu předpokladů. Mnohé z nich nebyly postaveny pro tyto účely a bezpečnostní požadavky hrály velmi malou roli při jich projektování a stavbě. Zanesení budovy archivu do seznamu budov speciálního architektonického nebo historického zájmu, omezuje změny a přístavby bez získání souhlasu příslušných úřadů památkové péče. Doporučují se následující opatření:

- Kdykoliv je to možné, nepoužívané dveře a okna by měly být zazděny na stejnou strukturní pevnost jakou mají okolní zdi. Vzhled budovy je možné zachovat tím, že dveře nebo okna jsou ponechány na místě a otvor za nimi směrem do interiéru budovy je vyzděn.

- Světlíky, příp. střešní okna by měly být rovněž zrušeny, jestliže nejsou nezbytně nutné. To je těžko proveditelné ve výstavních místnostech, které jsou osvětleny horním přirozeným světlem.
- Zesílení odolnosti proti vloupání může být dosaženo i během údržby a oprav. Např. střecha pokrytá břidlicí či taškami uloženými na latích může být při generální opravě významně zpevněna tím, že je pokryta plechem uloženým na prknech.

Zajištění všech vstupů do existujících archivů může být náročný a nákladný problém. V některých případech je nejlepší řešení vytvořit malý, vysoce zabezpečený obvod, používaný k ochraně mimořádně cenných archivních materiálů a zbývající prostory považovat za nárazníkovou zónu, vybavenou pouze běžnou poplachovou signalizací.

4.3.1.1.3 Smíšené použití budovy

Mnohá muzea nabízejí prostory pro soukromé a komerční činnosti, buď během normální doby otevření pro veřejnost nebo po ní. Tyto činnosti vytvářejí následně vzrůstající rizika pro sbírky a vyžadují další nákladné zvýšení stavu personálu. Dobrý projekt může zajistit účinné fyzické oddělení těchto prostor s „vedlejší“ činností od místností sbírek a zajistit i přístup do místností občerstvení či toalet tak, aby nebyla narušena bezpečnost sbírek.

4.3.1.1.4 Depozitáře

V archivech jsou uloženy archivní materiály, které jsou často používány k aktivnímu studiu a výzkumu. Základním pravidlem bezpečnosti je umožnit přístup pouze tam, kde je to nezbytné. Z toho důvodu je výhodné rozdělit depozitáře na jednotlivá oddělení a umožnit návštěvníkům (v případě, že je to naprosto nezbytné) vstup pouze do oddělení jejich bezprostředního a zdůvodněného zájmu. Čím větší je přístup do sbírek, tím větší je pravděpodobnost krádeže. Návštěvníka v každém případě musí doprovázet zodpovědný člen personálu.

Pracovníci ostrahy, příp. pracovníci technického servisu, nemohou vstoupit do depozitářů, aniž by o tom byli zpraveni nadřízení. O výdeji klíčů, případně o povolení vstupu na základě identifikační karty, jsou vedeny záznamy – viz *kap. 4.3.1.2.1.2 „Klíče, jejich kontrola a uložení“* a *4.3.1.2.2.5 „Systémy kontroly vstupu (ACS)“*.

Sbírky jsou uloženy v depozitářích, které jsou umístěny do bezpečných prostor, oddělených od ostatních prostor budovy a vybavených poplašným zařízením. Zásady fyzické ochrany depozitářů jsou stejné jako při fyzickém zabezpečení budov a byly zmíněny v předchozích kapitolách. Je přirozené, že čím cennější jsou sbírky, tím větší pozornost musí být věnována jejich zajištění. Zvlášť cenné sbírky jsou ukládány do trezorů, případně do trezorových místností se zvláštním zajištěním.

4.3.1.1.5 Šatny, prodejny upomínkových předmětů, úschovny zavazadel a poštovní podatelny

Ostraha archivu by měla na kontrolním stanovišti při překročení bezpečnostního obvodu kontrolovat vnášená a vynášená zavazadla, tašky, balíky atp. Všechna zavazadla a balíky větší než 30 cm krát 40 cm by neměly být vpuštěny do bezpečnostního obvodu, pokud nejsou prohlédnuty ostrahou. Balíky, případně jiné materiály, by měly být vynášeny z budovy pouze na propustku, podepsanou zodpovědným pracovníkem. O propustkách je vhodné vést záznamy. Stejně by mělo být postupováno v případě, že jsou vynášeny sbírkové předměty. V každém případě je nutno počítat s tím, že kontrola zavazadel je obtížný úkol ze společenských, právních a pracovních důvodů.

Nedostatkem je, že šatny a obchody s upomínkovými předměty jsou často umístěny uvnitř bezpečnostního obvodu. V tom případě je velmi obtížné kontrolovat zavazadla. Návštěvníci vynášejí z archivu nadměrná zavazadla, jako reprodukce, sbalené plakáty a jiné věci nakoupené v obchodě. Vzhledem k tomu, že členové ostrahy většinou nemají kvalifikaci, aby mohli bezpečně rozhodnout, zda určitý objekt je originál nebo reprodukce, umístění obchodu uvnitř bezpečnostního obvodu vytváří předpoklady pro krádež.

Je-li šatna umístěna ve vnějším vestibulu, návštěvnici si mohou do ní uložit pláště a nadměrná zavazadla dříve než projdou kontrolním stanovištěm do bezpečnostního obvodu. Šatny by měly mít dostatečnou kapacitu a měly by být vybaveny samoobslužnými zamykatelnými skříňkami pro uložení aktovek a jiných zavazadel, případně fotografických přístrojů či jiných cenných věcí. Šatna by měla být v noci zavřená.

Dalším bezpečnostním problémem je umístění **poštovní podatelny**. Když je pošta umístěna uvnitř bezpečnostního obvodu, což je ve většině případů, zaměstnanci mohou odesílat balíčky, případně obálky jejichž obsah není kontrolován. Tím jsou vytvářeny podmínky pro krádež. Je vhodnější, když podatelna je umístěna mimo bezpečnostní

obvod a otevřené poštovní zásilky jsou zkontrolovány na kontrolním stanovišti při přechodu bezpečnostního obvodu. Stejně jako v případě zavazadel vynášených v ruce, i v případě, když zaměstnanec vynáší předmět do podatelny, je vhodné vyžadovat propustku.

4.3.1.2 Bezpečnostní systém budov archivu

Bezpečnostní systém budov archivu v základním provedení zajišťuje zranitelné přístupové body pláště budovy, jako dveře a okna a chrání vnitřní prostory budovy čidly, která monitorují pohyb uvnitř místností. Systém elektrické zabezpečovací signalizace (EZS) zahrnuje čidla, ústřednu (která vyhodnocuje signály čidel a rozhoduje, zda je či není vhodné aktivovat poplachový signál) a přenosová zařízení (která postupují poplachový signál na pult centralizované ochrany smluvní bezpečnostní společnosti nebo policie).

Bezpečnostní systém budov archivů tvoří tři základní prvky:

- fyzické zábranné systémy,
- zařízení elektrické zabezpečovací signalizace (EZS),
- organizační opatření – viz *kap. 4.3.2 „Vedení archivů a jejich bezpečnost“*.

4.3.1.2.1 Systémy fyzické zábrany

Účelem fyzických zábran (plotů, zdí, podlah, dveří, zámků, závor, mříží atp.) je z hlediska bezpečnosti vytvořit co největší časovou prodlevu mezi časem proniknutí narušitele do objektu a časem, kdy narušitel objekt opouští. Čím větší je tato prodleva, tím je větší pravděpodobnost, že zásahová jednotka bude mít dostatek času k zadržení narušitele. V praxi to znamená, že po vniknutí do střeženého objektu zaznamenaného čidly EZS, musí narušitel zvládnout fyzické zábrany, jejichž překonání jej zdrží co nejdéle. Pokud tomu tak není, je pravděpodobné, proniknutí narušitele do objektu se zdaří a účel narušení, většinou krádež, bude splněn. Z tohoto hlediska je sporné např. použití okenních venkovních mříží v kombinaci s vnitřními pohybovými čidly. Narušitel při proniknutí do objektu překoná mříže (někdy velmi obtížně), aniž by to systém EZS zaznamenal. Poplašný signál je vyslán teprve v okamžiku, když se narušitel pohybuje po místnosti a kdy uskutečňuje plánovanou krádež. Útěk z místnosti s kořistí vzhledem k tomu, že mříž byla již dříve poškozena, je otázkou krátkého času. Z uvedeného plyne, že celková zaznamenaná doba pobytu narušitele v objektu je krátká a je tedy malá pravděpodobnost, že ostraha či policie bude mít dostatek času k zadržení

narušitele. Zlepšení v tomto případě může přinést zabudování mříží nebo pevných dveří uvnitř objektu, jejichž překonání prodlouží dobu pobytu narušitele po signalizaci jeho vstupu do objektu čidly EZS. Jiným řešením je instalace venkovních čidel, např. infračervených či mikrovlnných závor, které informují ostrahu o přítomnosti narušitele v těsné blízkosti budovy ještě před jeho pokusem o odstranění mříže. Toto řešení je ale poměrně náročné. Je vhodné jej kombinovat s kamerami průmyslové televize, čímž je možno omezit vznik falešných poplachů vyvolaných jinými vlivy, než pokusem o vloupání (mlha, sníh, námraza, výskyt zvířat atp.).

4.3.1.2.1.1 Fyzická ochrana dveří

Dveřím je možno poskytnout různý stupeň fyzické ochrany:

- Vnější dveře musí být vyrobeny přinejmenším z tvrdého dřeva nebo musí mít pevné jádro z tvrdého dřeva. Dalšího zpevnění je možno dosáhnout použitím ocelových dveří různé tloušťky, nebo použitím laminovaných bezpečnostních dveří s vložkou ze zpevněných plastů nebo ocelových plechů.
- Dveřní rámy musí být vždy schopné unést dveře a musí mít stejně vysokou pevnost.
- Bezpečnostní dveře musí být vybaveny dostatečně robustními a obtížně překonatelnými zamykacími systémy.
- Prosklené exteriérové dveře musí být z bezpečnostního hlediska považovány za slabé místo a musí být podpořeny sekundárním systémem, jako jsou ocelové rolovací mříže, ocelové zasouvací dveře nebo laminované bezpečnostní dveře. Toto řešení může být poměrně levné a esteticky přijatelné.

Slabým místem dveří je **zamykací systém**. Z toho důvodu musí být jeho výběru věnována péče, především z hlediska předpokládaného ohrožení. Je nezbytné konsultovat kvalifikované odborníky. Na trhu je mnoho různých typů, při výběru je nezbytné volit vhodnou velikost a kvalitu systémů. Závěsy pomáhají držet dveře v rámu během napadení a je účelné, aby byly dostatečně masivní a aby byly zajištěny proti vysazení. Je nezbytné vytvořit podmínky uložení klíčů, které by zabraňovaly jejich zneužití.

4.3.1.2.1.2 Klíče, jejich kontrola a uložení

V každém archivu je nutno vybudovat účinný systém kontroly klíčů, jejich navrácení a uložení. Pravidla se zacházením s klíči musí být dána písemně.

Přístup ke klíčům mají zásadně pouze osoby, které nezbytně potřebují klíče ke své činnosti. Klíče mohou být vydány pouze proti podpisu.

Na všech venkovních dveřích nebo poklopech musí být kvalitní narušení odolné zámky a to bez ohledu na to, zda tyto dveře či poklopy jsou v přízemí nebo v prvém či jiném poschodí nebo na střeše. Okna by měla být zajištěna zásuvkou nebo zámkem, které nemohou být snadno otevřeny po rozbití tabulky skla. Dveře do depozitářů nebo do místností kde mohou být dočasně skladovány sbírky, musí být zamčeny kvalitním zámkem se závorami.

V případě zámků s cylindrickými vložkami by neměly být používány standardní vložky staršího typu, které jsou snadno překonatelné, např. tzv. vyhmatáním. Pro ochranu vnějších dveří, dveří trezorových místností atp. je vhodné používat cylindrické vložky s překrytým, eventuelně zvláštním profilem, které jsou odolné vůči vyhmatání, případně proti odvrtání či roztržení. Klíče musí být takového typu, že jejich kopie je schopen vyrobit pouze kvalifikovaný zámečník. Výhodné je rovněž používat registrované vložky, k nimž kopie klíčů může zhotovit pouze výrobní závod. Zámky, nebo vložky musí být vyměněny vždy, když klíče schází nebo, když je známo, že byly ztraceny nebo ukradeny. Číselné kódy dveřních modulů, případně nekódovaná čísla místností nesmí být vyražena na klíčích.

Archiv musí mít vypracovaný systém péče o klíče, který zaručuje, že všechny klíče jsou vráceny, když zaměstnanci opustí budovu archivu. Klíče musí být uloženy na bezpečném místě, nebo ve zamykatelné skříni, odkud nemohou být vyjmuty bez oprávnění. Za kontrolu klíčů, jejich vydávání a navracení musí být odpovědna pouze jedna osoba. Když je to možné, kontrola klíčů a jejich uložení musí podléhat pravomoci bezpečnostního oddělení.

4.3.1.2.1.3 Ochrana nouzových východů

Vzhledem k tomu, že únikové cesty jsou při ohrožení, např. požárem, pro veřejnost významné, je důležité zajistit, aby se nestaly snadnou únikovou cestou pro zloděje s jejich kořistí. To platí bez ohledu na to, zda archiv je otevřený pro veřejnost či není. Bezpečnostní požadavky mohou být zdánlivě v rozporu s požadavky na zabezpečení nouzových východů.

V době, kdy je archiv otevřený, může zloděj celkem snadno cosi ukrást a utéci vedlejším nouzovým východem. Tomu může být zabráněno tím, že dveře jsou zajištěny elektromagnetickým zámkem, který je spojen se systémem elektrické požární signalizace a je otevřen pouze v případě bezprostředního ohrožení požárem. V jiné situaci může být do zámkového systému nouzového východu zařazeno zpožďovací zařízení, které zpozdí otevření dveří na krátkou dobu dostačující k tomu, aby ostraha mohla zkontrolovat důvod požadavku otevření.

V noci, kdy v archivu nejsou přítomni členové stálého personálu, badatelé či návštěvníci, mohou být dveře nouzových východů uzavřeny některým typem zámků se závorou, ale je nezbytné, aby tyto zámky byly z důvodu požární bezpečnosti otevřené v období, kdy v budově je přítomen personál. Členům personálu zodpovědným za otevření budovy nutnost otevření zámků může být připomenuta tím, že na panelu elektrické zabezpečovací signalizace „zavřený“ stav zámků u nouzových východů je hlášen vizuálním nebo zvukovým signálem.

4.3.1.2.1.4 Fyzická ochrana oken

Okna a světlíky budou vždy největším problémem bezpečnosti archivu. V některých případech i okna umístěná velmi vysoko mohou být dosažena z přilehlých střech a říms. K ochraně oken je výhodné použít následující opatření:

- Při stavbě světlíků použít skleněné cihly zasazené do ocelových nebo betonových rámů.
- Používat okna se zamykatelnými ocelovými rámy s tabulkami s rozměry maximálně 23x18 cm.
- V případě úzkých oken by jejich účinná šířka neměla být větší než 18 cm.

I když některá okna mohou být zajištěna naznačeným způsobem, skutečná ochrana oken a světlíků spočívá v sekundárních ochranných opatřeních, která mohou být následující:

- Zabudování ocelových rolet.
- Vložení ocelových tyčí.
- Použití padacích mříží.
- K zasklení použít laminovaná bezpečnostní skla např. laminát sklo/fólie polyvinylbutyralu /sklo, příp. laminát sklo/fólie polyetylénterefталátu/sklo, případně desky polykarbonátu.

- Použít poplachové zařízení EZS.

4.3.1.2.2 Zařízení elektrické zabezpečovací signalizace (zařízení EZS)

Většina systémů ochrany archivů proti narušení kombinuje ochranu pláště budovy s vnitřní ochranou pomocí EZS.

Ochrana pláště zahrnuje zařízení aktivovaná narušením nebo násilným útokem na plášť budovy, který většinou představuje bezpečností obvod. Musí být zajištěny otvory ve zdivu budovy, jako dveře, okna, světlíky, ventilační šachty (včetně těch, které mají přístup z přilehlých budov mimo plochu muzea). Ochrana pomocí EZS zahrnuje zařízení, která jsou aktivována v případě, že narušitel vnikne do budovy, do bezpečnostního obvodu. Tato forma detekce se většinou opírá o identifikaci pohybu nebo tělesného tepla.

Automatický systém elektrické zabezpečovací signalizace slouží ke třem účelům. Za prvé sama přítomnost systému působí jako odstrašující prostředek zločinu. Za druhé, jestliže dojde k narušení, je toto včas odkryto. Konečně systém uvědomí o narušení vhodným signálem ostrahu či policii, což umožní zadržení vetřelce.

Systém má ještě další výhody: moderní poplachové systémy jsou relativně levné; na ústřednu EZS mohou být napojeny další poplachová zařízení (porucha vody, požár, výpadek elektrické energie, teplota atp.); poplachový systém umožňuje dvoucestnou komunikaci (otevření a zavření dveří, mříží atp.); zaznamená data mohou být použita vedením archivu k přípravě různých záznamů (stav zaměstnanců, stav přítomných v okamžiku poplachu, odchod a příchod návštěvníků atp.) a většinu systémů je možno rozšířit a tak je snadné z počátku začít pouze se základním vybavením.

Bez ohledu na tyto výhody, automatický systém EZS by neměl být jedinou ochranou instituce. Vzhledem k tomu, že většina krádeží se vyskytuje během pracovních hodin a je umožněna lidskými chybami, je důležité mít široce založený plán bezpečnosti, který zahrnuje strategii pro ochranu archivních sbírek během jejich použití – viz *kap. 4.3.2 „Vedení archivů a jejich bezpečnost“*.

Zařízení EZS je soubor čidel, tísňových hlásičů, ústředen, prostředků poplachové signalizace, přenosových, zapisovacích a ovládacích zařízení, jejichž prostřednictvím je opticky nebo akusticky signalizováno na určeném místě narušení střeženého objektu nebo prostoru. Doplňkem systému EZS je pravidelně systém průmyslové televise (CCTV – Closed circuit television).

Čidlo EZS je zařízení reagující na jevy související s narušením střeženého objektu nebo prostoru či s nežádoucí manipulací s předměty ve střeženém prostoru vytvořením předem určeného výstupního elektrického signálu.

Při ochraně budov archivů a archivních depozitářů se uplatňují čidla pro vnější použití, čidla ochrany pláště budovy, čidla prostorové ochrany vnitřních prostor budovy a čidla ochrany jednotlivých předmětů.

4.3.1.2.2.1 Čidla pro vnější použití

Čidla pro vnější použití pro ochranu budov archivů se uplatňují v malé míře. Je to dáno tím, že k dosažení plné účinnosti těchto čidel a především pak zamezení vyvolání falešného poplachu je nezbytné, aby budova byla oplocena. Bez fyzického zamezení přístupu nepovolaných osob vybudováním zdi nebo plotu může často dojít k nežádoucímu vstupu na území v těsné blízkosti archivu a k vyhlášení poplachu. Další okolností, která komplikuje použití vnějších čidel je, že tato čidla na rozdíl od čidel pro vnitřní použití, musí mít sníženou citlivost, aby nereagovala na různé vnější vlivy, jako pohyb listí a větví stromů a keřů, proudění vzduchu, vítr, sníh, déšť, případně pohyb různých zvířat atp. Jsou to pohyby, které se svým charakterem přibližují situaci narušení a komplikují řešení účinné ochrany.

Pro venkovní ochranu se v současné době nabízí řada zařízení, která pracují na různých fyzikálních principech. Každé z nich má své výhody a nevýhody. Jejich optimální výběr závisí na zkušenostech a znalostech projektanta a na charakteru objektu, který má být chráněn. V dalším budou probrány pouze základní a nejčastěji používané typy venkovních čidel.

Informaci o narušení oploceného prostoru kolem budovy archivu poskytuje **vibrační čidlo k ochraně drátěných plotů.** Jedna jednotka čidla může chránit plot o maximální délce 300 m jednoduchým kabelem nataženým mezi vyhodnocovací jednotkou a koncovou jednotkou na opačné straně kabelu. Kabel je propleten do pletiva plotu nebo je k němu přichycen plastovými příchytkami cca 1 m nad zemí. Vibrace kabelu vyvolané mechanickým namáháním vzniklým při narušení se převádějí na elektrický signál, který je digitalizován a dále zpracováván mikroprocesorem ve vyhodnocovací jednotce. Tato jednotka umožňuje nastavit čidlo na místní podmínky a eliminovat vliv povětrnostních podmínek (větru, sněhu, deště atp.). Čidlo signalizuje i narušení vzniklé přetržením drátu.

Mezi účinná a rozšířená zařízení vnější ochrany patří především **infrazávory.** Zařízení sestává z vysílače infračervených paprsků a z přijímače. V případě, že paprsky vysílané vysílačem jsou přerušeny narušitelem, dochází v přijímači k vyhodnocení tohoto jevu a k vyhlášení poplachu. Přijímače musí být vybaveny filtry, které je chrání před „oslněním“ cizími zdroji světla a vyvoláním falešného poplachu. Dalšími rizikovými faktory jsou sníh, mlha, atp. Dosah závor je 50–150 m.

Dalším poměrně často používaným zařízením je **mikrovlnná závora.** V tomto případě vysílá vysílač mikrovlnný paprsek o kmitočtech 2,5–12 GHz a přijímač zaznamenává a vyhodnocuje změny elektromagnetického pole, které nastanou při vstupu narušitele do chráněné zóny. Stejně jako v předchozím případě se v chráněném území nesmějí vyskytovat pohybující se předměty, jako listí, větve stromů, drátěný plot, atp. Výhodou mikrovlnných závor je značný dosah (200–300 m) a relativně vyšší odolnost vůči povětrnostním vlivům.

Je zřejmé, že venkovní čidla informují pouze o skutečnosti, že jimi chráněný prostor byl narušen nepovolanou osobou. Má-li ostraha v ústředně EZS podrobně vyhodnotit závažnost narušení, je nezbytné, aby systém čidel byl doplněn systémem průmyslové televize nebo kontrolou místa narušení členy ostrahy. Pouze taková opatření umožňují úplné vyhodnocení situace a posléze přijmutí konkrétních bezpečnostních opatření.

4.3.1.2.2.2 Čidla pro ochranu pláště

Z prvků ochrany pláště budovy se uplatňují **magnetické kontakty**, kterými je možno sledovat zda okna či dveře jsou otevřená či zavřená. Je nezbytné si uvědomit, že samotné magnetické kontakty nedostačují k dokonalé ochraně oken a skleněných dveří. Jednoduché rozbití skla narušitelem mu umožňuje prolezení vzniklým otvorem, aniž by byl vyvolán poplach. Ochranu skleněných ploch je proto nutno kombinovat s akustickými čidly nebo s PIR čidly – viz dále. Obdobnou službu poskytují **mechanické kontakty** zabudované do zámků, které sledují, zda zámek je či není uzavřen.

Významnou složku tvoří čidla, která se používají ke střežení **skleněných ploch** pláště, např. skleněných tabulí oken, dveří, světlíků atp. Rozbití skla může být detekováno různými způsoby. Nejstarší metoda používá **pásky kovové fólie** přilepené na okenní tabuli. Tyto pásky v případě, že sklo je rozbito, se přeruší a přeruší se zároveň

protékající elektrický proud. To je zaznamenáno ústřednou EZS. Nevýhodou kovových pásků je jejich obtížná instalace a jejich viditelnost na skle.

Novější způsob detekce rozbití skla využívá skutečnosti, že tříštění skla vyvolá charakteristický zvuk, který se šíří hmotou skla jako vlnění. Toto vlnění (vibrace) zaznamenává **vibrační čidlo** přímo připevněné (přilepené) ke chráněnému sklu. V případě rozbití skleněné tabule je vzniklé vlnění vyhodnoceno elektronikou čidla a je vyslán poplachový signál. Toto řešení má dvě základní nevýhody. Velmi snadno může vzniknout falešný poplach tím, že čidlo zaznamená vlnění vyvolané hlasitými okolními zvuky, jako skřípavé zvuky brzdících tramvají, zvuky rozbíjejících se lahví při vysypání do kontejneru, hlasitá hudba, zemětřesení atp. Další nevýhodou je, že při násobném zasklení musí být čidlo umístěno ke každé tabuli skla.

Modernější princip **akustického čidla** v jednoduché konstrukční variantě je založen na skutečnosti, že sklo při tříštění vydává charakteristický vysokofrekvenční zvuk (cinkot), který je vyhodnocen elektronikou čidla. Jestliže zvukové spektrum souhlasí s předpokládaným spektrem tříštěného skla obdobné tloušťky a velikosti, je podán impuls k vyhlášení poplachu. Výhodou těchto čidel je, že čidlo je schopno sledovat více okenních tabulí. I toto jednoduché řešení vyvolává falešné poplachy tím, že zamění zvuky vznikající při tříštění okenního skla se zvuky rozbíjeného skleněného stolního náčiní, se zvukem zvonů atp.

V zájmu omezení vzniku falešného poplachu vlivy pocházejícími z okolí vývoj detekce rozbití skla směřuje k čidlům s dvojitou funkcí. Tato čidla v prvé fázi sledují akustické vlnění o velmi nízké frekvenci vyvolané prohnutím skla nárazem těsně před jeho rozbitím. Následně vysokofrekvenční čidlo sleduje vysokofrekvenční zvuky vyvolané tříštěním skla. Vzhledem k tomu, že k vyhlášení poplachu je nezbytné zaznamenání obou zvuků, falešné poplachy jsou velmi omezené. Vyhodnocovací jednotka umožňuje nastavit čidlo tak, aby bylo imunní k zvukům, které běžně vznikají v okolí.

Při použití akustických čidel je třeba si uvědomit, že tato čidla ztrácejí svou účinnost v případě, že na okna či na skla výstavních vitrín jsou nalepeny filtrační fólie absorbující UV záření, příp. fólie, které zvyšují odolnost skleněných tabulí vůči rozbití. Vlivem těchto fólií se významně mění akustické charakteristiky tříštěného skla a elektronika čidla není schopna je vyhodnotit. Stejně neúčinná jsou tato čidla v případě, že na zasklení oken či výstavních vitrín budou místo tabulí silikátového skla použity desky např. polykarbonátu, či desky z vrstveného skla.

4.3.1.2.2.3 Čidla prostorové ochrany

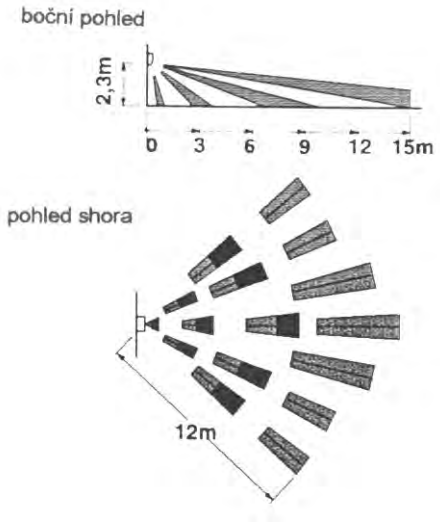
Z čidel prostorové ochrany se nejčastěji uplatňují **pasivní infračervená čidla (PIR)**, která umožňují zaznamenat pohyb osoby v místnosti. Činnost těchto pohybových čidel je založena na skutečnosti, že lidské tělo mající teplotu cca 35 ºC vyzařuje charakteristické infračervené záření v oblasti 930–940 nm. Tento jev je využit k zachycení pohybu osob v prostředí, které má odlišnou teplotu. Čidlo nezaznamenává stálou úroveň IR záření v místnosti (pozadí), ale zaznamenává změny úrovně záření dopadajícího na čidlo. Pohybuje-li se osoba v zorném poli čidla PIR, toto zaznamenává odchylky od vyzařování od normálního stavu pozadí, elektronika čidla vyhodnotí signál a vyšle poplachový signál.

Moderní PIR čidla mají pyrometrický senzor umístěný v ohnisku infračerveného zrcadla. Toto zrcadlo rozděluje detekovanou oblast na infračervené zóny stejné citlivosti a zajišťuje příjem silného signálu. Zrcadlo pracuje zároveň jako infračervený filtr. Jeho speciální povlak umožňuje, aby viditelné světlo a krátkovlnné IR záření, které je součástí bílého světla, prošlo zrcadlem. Na pyrosenzor zrcadlo odráží pouze IR záření vlnové délky, která je charakteristická pro pohyb člověka. Toto uspořádání zaručuje odolnost čidla proti bílému světlu, příp. proti změnám IR záření vyvolaným změnou teploty prostředí.

Účinnost PIR čidla je zvýšena tím, že celá pozorovaná oblast je rozdělena do detekčních zón – *obr. 4.1*. Pokud nějaká osoba vstoupí nebo opustí jednu nebo více detekčních zón, rozpozná čidlo změnu infračervené energie. Signály vysílané senzorem jsou digitalizovány a následně analyzovány. Tento proces zahrnuje kontrolu podle řady kritérií, jako je amplituda, časování, tvar, energie a frekvenční spektrum signálu. Jsou využívány statistické informace, které byly aktuálně zjištěny v sledovaném prostředí. Kritéria jsou zkoumána z hlediska věrohodnosti. Čidlo aktivuje poplach pouze v případě, že výsledkem vyhodnocení je pohyb člověka. Čidla jsou vybavena elektronickým zařízením, které vyvolá poplach v případě, že čidlo bylo zakryto.

Jiným typem čidla prostorové ochrany jsou **ultrazvuková čidla** (US). V tomto případě se jedná o aktivní čidla, neboť vysílač čidla (krystalový oscilátor) vysílá do střeženého prostředí neslyšitelné vlnění o stálém kmitočtu (např. 25,6 kHz). Přijímač naopak přijímá vlnění odražené od překážek. Čidlo pracuje na principu Dopplerova efektu, tzn., že v případě, že se ve sledovaném prostoru pohybuje osoba, mění se frekvence odraženého vlnění. Rozdíl frekvence vysílaných a přijímaných signálů je vyhodnocen čidlem a v případě, že překročí určitou hodnotu je vyhlášen poplach. Je

vhodné umístit US čidlo tak, že pravděpodobný směr narušitele povede ve směru k nebo od čidla.

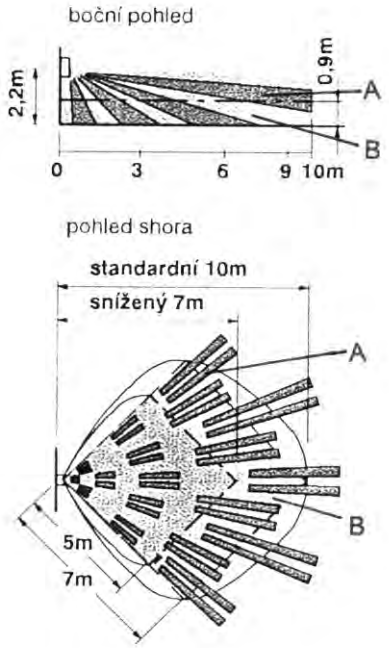


Obr. 4.1 **Oblast pokrytí pasivním infračerveným čidlem (PIR)[4].**

K prostorovému střežení je možno použít **mikrovlnná čidla (MW)**. Pracují na obdobném principu jako US čidla s tím rozdílem, že používají elektromagnetické vlnění v pásmu 1–10 GHz. Nevýhodou MW čidel je, že mikrovlny pronikají skleněnými plochami, tenkými stěnami, např. ze dřeva, tvrzeného papíru, plastů atp., což může způsobit, že i pohyby mimo střežený prostor mohou aktivovat čidlo. Z toho důvodu mohou se při instalaci MW čidel vyskytovat některé základní nedostatky. Např. mikrovlny špatně nasměrovaných mikrovlnných čidel pronikající sklem dveří výtahů mohou vyvolat falešné poplachy způsobené pohybem lan ve výtahové šachtě.

V současné době se uplatňují při ochraně místností prostorová čidla, která používají oba zmíněné nezávisle pracující detekční systémy – **pasivní infračervený a ultrazvukový (PIR/US)**, které jsou spojeny do společné vyhodnocovací jednotky. Pokud do některé detekční zóny chráněné PIR čidlem vstoupí nežádoucí osoba, zaznamená čidlo odpovídající změnu infračervené energie. Oblast pokrytí PIR/US čidla je znázorněna na *obr. 4.2*. Současně vyvolá jakýkoliv pohyb vetřelce v oblasti chráněné ultrazvukovým čidlem změnu frekvence odraženého signálu. Signály PIR a US systému umožňují odhalit vetřelce nezávisle v obou systémech. Vyhodnocovací jednotka provede u signálů senzorů analýzu amplitudy, rychlosti objektu a změny směru, porovná je se statistickými údaji a v případě odchylek od nastavených parametrů vyvolá poplach. Případný rušivý signál z okolí, který se může vyskytnout v jednom detekčním systému, může být zjištěn a potlačen. Komplexní pojetí ochrany zvyšuje odolnost čidla

proti nejrůznějším vlivům prostředí, např. proudění vzduchu, kolísání teploty, elektromagnetickým polím, přímému dennímu světlu a hmyzu.



Obr. 4.2 **Oblast pokrytí pasivním infračerveným a ultrazvukovým čidlem (PIS/US)[4].**

Čidla PIR příp. PIR/US jsou velmi významná a doplňují často jiná čidla, jako čidla na sklo, magnetické kontakty sledující otevření dveří či oken atp. Jsou častokrát významnější než čidla sledující narušení pláště budovy, protože zloději často dávají přednost ukrytí se budově během návštěvních hodin a provedení krádeže po pracovní době, než násilnému vloupání. Pohyb zloděje v budově po pracovní době bezpečně stanoví pouze zmíněná pohybová čidla.

Obdobně jako PIR/US jsou požívána **pasivní infračervená a mikrovlnná čidla (PIR/MW)**. I tato čidla, díky tomu, že využívají při své činnosti dva odlišné fyzikální principy detekce, vykazují vyšší odolnost vůči vlivům prostředí, než čidla pracující pouze na jednom principu.

Každý archiv má kritické období činnosti mezi zavřením pro veřejnost a úplným zapojením EZS spojeným příchodem noční ostrahy. Je to období, kdy se po odchodu veřejnosti provádí úklid, zaměstnanci archivu vracejí materiály do depozitářů, opravují se různé závady zjištěné během dne, kontroluje se stav technických zařízení atp. V tomto období jsou vypnuta pohybová čidla EZS. Bezpečnost budovy zajišťují v tomto kritickém intervalu pouze dveřní a okenní magnetické kontakty a čidla rozbití skla.

V některých případech příčinou snížení účinnosti vnitřních čidel je jejich nevhodná aplikace. Pro mnohé architekty jsou stěny výstavních místností určeny především pro zavěšení uměleckých děl a stropy jsou věnovány závěsným konstrukcím osvětlovadel. Bezpečnostní čidla jsou dle jejich názoru rušícím prvkem a jsou často vybírána spíše pro svůj tvar, barvu a snadnost instalace, než pro jejich účinnost. Většinou se projevuje snaha pokrýt jedním čidlem co největší prostor. Bezpečnostní systém by měl být naopak předimenzovaný. Je to z toho důvodu, že výstavní místnost je při pořádání výstav často rozdělena různými příčkami, výstavními panely, závěsy, nábytkem, výstavními vitrínami na oddělené prostory, které mohou omezit výhled PIR čidel do všech prostorů. V takovém případě je nezbytné zajistit montáž dodatečných čidel, která by zajistila kontrolu i nově vytvořených prostorů, zákoutí atp.

Bezpečnost trezorů a trezorových místností mimo PIR čidel chrání **vibrační trezorová čidla**. Moderní čidla tohoto typu jsou schopna okamžitě reagovat na vibrace, které vyvolávají v materiálech trezorů, případně trezorových místností (především v oceli a betonu) všechny známé typy napadení trezorů, jako jsou výbuchy trhavin, údery kladivem, vrtání vrtáky s diamantovou hlavou, případně na vibrace, které vznikají při řezání ocelového pláště autogenem atp. Z toho důvodu má čidlo dav až tři detektory, které analyzují frekvence signálu, jejich trvání a amplitudy ve snaze odlišit od sebe běžné vibrace panující při provozu trezoru (pozadí) od vibrací, které vznikly skutečným napadením. Náročné elektronické zpracování signálů zaručuje vynikající citlivost čidel a jejich odolnost vůči falešným poplachům. Čidla jsou vybavena automatickým zařízením, které umožňuje sledovat jejich funkčnost, případně zaznamenává pokusy o jejich narušení. Případné závady jsou signalizovány do ústředny EZS.

4.3.1.2.2.4 Čidla předmětové ochrany

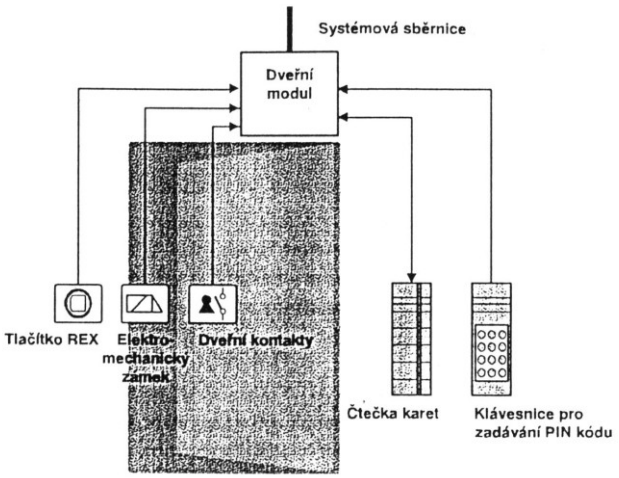
Bezpečnost **individuálních archivních objektů** ve výstavních místnostech, příp. ve výstavních vitrínách je zajištěna individuálními čidly – viz *kap. 4.3.1.2.2.9 „Bezpečnost výstav“* a *kap. 4.3.1.2.2.10 „Bezpečnost výstavních vitrín“*.

4.3.1.2.2.5 Systémy kontroly vstupu (ACS)

Pokroky v elektronice v posledních letech umožnily vznik různých metod kontroly vstupu zaměstnanců, badatelů, návštěvníků a dalších osob do budovy nebo do části budovy. Použití těchto systémů vyžaduje pečlivé vypracování strategie jejich použití. Aplikace identifikačních karet s magnetickým záznamem může být poměrně

levné. V poslední době se objevují další zařízení, která pracují s kartami s mikročipem, s klávesnicemi pro zadání PIN kódu či s biometrickými prvky (otisky prstů, dlaně, sítnice oka atp.) Systém kontroly vstupu může být použit velmi účinně k sledování přístupu různých osob do prostor, kde jsou uloženy objekty mimořádné hodnoty, ale nemůže být primární metodou zabezpečení sbírek.

K bezpečnému ovládání dveří slouží **dveřní moduly** – viz *obr. 4.3*. Dveře v tom případě jsou uzavírány elektromechanickým zámkem. Zámek je možno otevírat pomocí již zmíněné čtečky karet s magnetickým záznamem, bezkontaktní čtečky pro čtení karet s mikročipem, případně bezkontaktní čtečky s klávesnicí pro zadávání PIN kódu, případně čtečky, která vyhodnocuje biometrické prvky vstupujících osob. Otevření/zavření dveří je signalizováno do ústředny EZS dveřními kontakty. Při odchodu z místnosti je možno použít tlačítko pro uvolnění dveří (tlačítko REX). Dveřní modul, čtečka a jejich vedení jsou chráněny proti sabotáži kontakty narušení. S poplachovými signály kontroly vstupu, které zasílají dveřní moduly do ústředny EZS, je zacházeno stejně jako se signály, které vysílají ostatní čidla EZS. Mezi poplachové události je možno zařadit: násilné otevření dveří, zadání PIN poplachového kódu prostřednictvím klávesnice za situace, kdy zaměstnanec je cizí neoprávněnou osobou nucen k otevření dveří a tři nesprávná zadání PIN kódu na klávesnici.



Obr. 4.3 **Schematické znázornění ochrany dveří dveřním modulem[4].**

4.3.1.2.2.6 Tísňové hlásiče

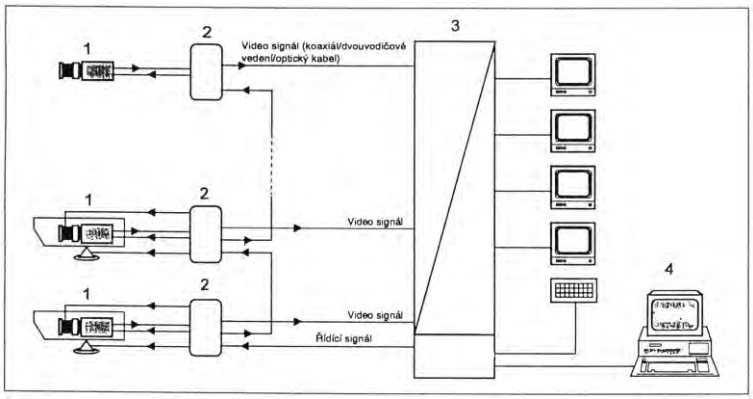
Veřejné tísňové hlásiče slouží zaměstnancům a návštěvníkům archivu k vyvolání tísňového signálu. Mají být umístěny na viditelných místech objektu na schodištích, chodbách v halách tak, aby je každý, kdo se nachází v nouzové situaci mohl použít. Bez ohledu na to, jak kvalitní poplašný systém je používán, ztrácel by účinnost v případě, že členové ostrahy provádějící kontrolu místností by nebyli do určité míry chráněni tím, že mohou zavolat pomoc **skrytým tísňovým hlásičem**. Tísňové hlásiče by měly být mimo to umístěny u pokladen a na dalších kritických místech, jako jsou místnosti stálé ostrahy. Tyto místnosti by měly být upraveny tak, aby chránily ostrahu při napadení minimálně před útokem krátkou palnou zbraní. To dává ostraze dost času, aby stiskla tísňový hlásič a přivolala pomoc. Zařízení by mělo být umístěno tak, aby je ostraha mohla aktivovat aniž by to narušitel mohl zpozorovat. Jako doplněk těchto hlásičů, především při pochůzkách, mohou sloužit **osobní tísňové hlásiče**, které pracují bezdrátově. Moderní hlásiče s radiovým přenosem umožňují poměrně přesně určit místo, odkud byl tísňový signál vysílán. Tísňovým hlásičem vyvolaný poplach by neměl aktivovat zvukový signál, ale měl by informovat o poplachu ostrahu mimo napadený prostor nebo policii.

4.3.1.2.2.7 Systém průmyslové televize (Closed Circuit Television – CCTV)

Použití uzavřeného okruhu průmyslové televize k potírání zločinné činnosti je v současné době běžné. Její použití musí být ale pečlivě uvážené, má-li být dosažena maximální efektivita. Je zřejmé, že archivy, které přechovávají velmi hodnotné objekty a nejsou vybaveny systémem průmyslové televize, podstupují mimořádné riziko.

Systém CCTV zvyšuje účinnost práce ostrahy, působí jako odstrašující prostředek a podporuje účinnost vstupní kontroly. Záznamy systému CCTV umožňují rekonstrukci napadení objektu a usnadňují jeho pozdější vyšetřování. Mimo to CCTV archivu poskytuje všeobecné informace o pohybu návštěvníků a zaměstnanců v prostorech archivu a usnadňuje řízení celé instituce. Kamery CCTV jsou umístěny na strategických místech objektu. V situaci, že jsou bezdůvodně otevřeny dveře nouzového východu nebo protipožární dveře, je na to obsluha ústředny EZS okamžitě upozorněna zvukovým signálem a systém automaticky přepne monitor ústředny EZS na kameru, která je zaměřena na příslušné dveře. V případě, kdy budova není střežena ostrahou 24 hodin denně, systém CCTV může být přepnut na monitorovací ústřednu bezpečnostní služby umístěnou mimo budovu.

V současné době jsou k dispozici kamery CCTV vybavené digitálními transfokátory, ovládanými přímo na kameře nebo dálkově. Toto uspořádání umožňuje detailní pohled na sledované prostory. I když jsou k dispozici kamery s černobílým obrazem a barevným obrazem, většinou jsou používány černobílé kamery, které poskytují jasnější obraz i při nízké intenzitě osvětlení běžném v depozitářích nebo v výstavních místnostech během noci. Videosignál lze přenášet po koaxiálních kabelech, na větší vzdálenosti jsou používány přenosové systémy používající symetrické vedení, optické kabely nebo digitální telefonní síť. Schéma pokročilého uspořádání systému CCTV je patrné na *obr. 4.4*. Snímky z jednotlivých kamer jsou prostřednictvím propojovacího převodníku přenášeny do videoústředny. Hlavní funkcí videoústředny je umožnit propojení libovolných vstupů na libovolné výstupy. Na výstupech videoústředny jsou připojeny zobrazovací černobílé nebo barevné monitory. Pomocí obslužných terminálů je možno volit monitor, na kterém je zobrazen snímek snímaný určitou kamerou. V případě, že je k dispozici menší počet monitorů než je počet kamer, sekvenční přepínač umožňuje postupné zapojování jednotlivých kamer na monitor. V poslední době se uplatňují multikamerové záznamové systémy (multiplexery), které umožňují přenos a současné zobrazení až 16 kamer na jedné obrazovce. Zařízení pracuje s digitálním videozáznamem. Některé systémy CCTV umožňují automatickou detekci pohybu u všech připojených kamer a poplachovou signalizaci pomocí e-mailu nebo SMS zpráv do ústředny CCTV, která je mimo budovu archivu. Je možné řešení, kdy i samotná kontrolní místnost ostrahy je sledovaná kamerou CCTV a pracovník zodpovědný za bezpečnost archivu může odkudkoliv a kdykoliv sledovat činnost ostrahy v ní po zadání příslušného hesla pomocí internetu.

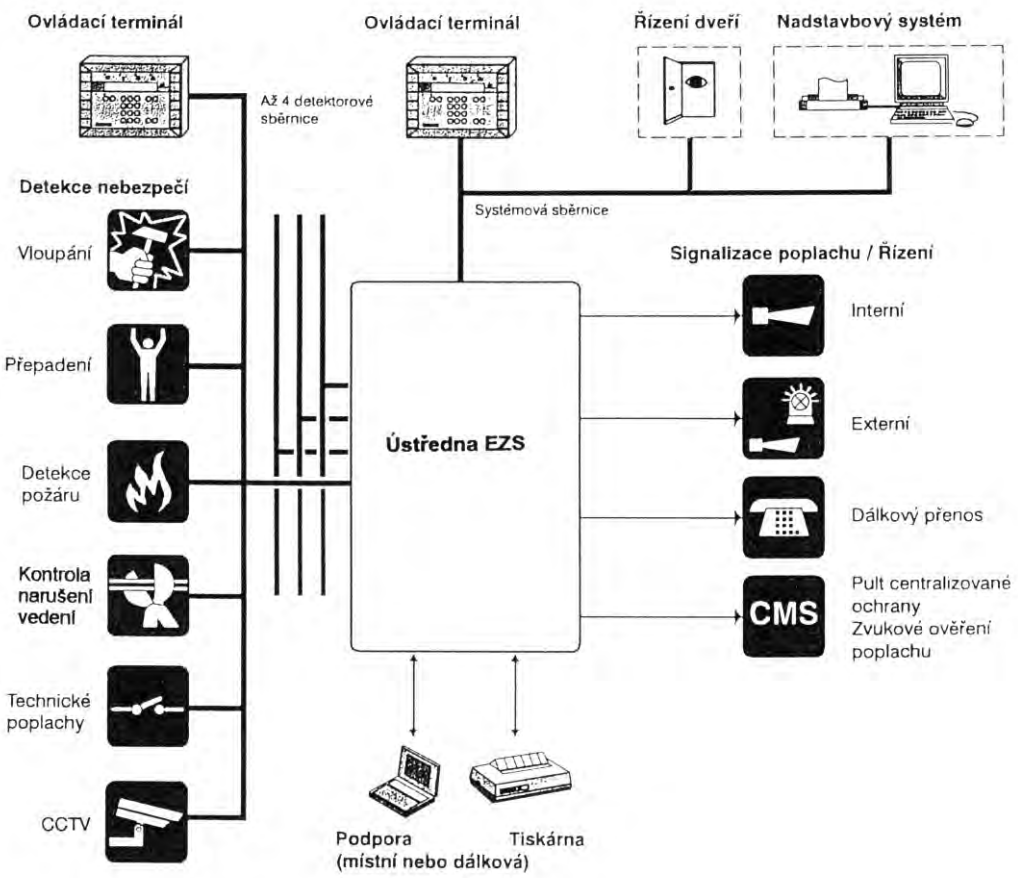


Obr. 4.4 **Schematické znázornění uspořádání systému průmyslové televize (CCTV)[4].**
1 – televizní kamera, 2 – propojovací převodník, 3 – videoústředna, 4 – obslužný terminál.

Monitorovací ústředna systému CCTV střeží celý objekt tím, že postupně vybírá kamery, jejichž obraz je promítnut na monitor. Je-li kamerový systém součástí kontroly vstupu, může vytvořit detailní záznamy o všech vstupujících a odcházejících návštěvnících. Kontrola a monitorování prostor instituce v ústředně CCTV umožňuje snížení počtu členů ostrahy. V případě ochrany větších významných objektů, kde je nezbytné zachovat videozáznam místa narušení, příp. požáru, je monitorovací ústředna CCTV spojena s ústřednou EZS, příp. s ústřednou EPS. Všechny činnosti sledované CCTV systémem mohou být zaznamenány a uloženy na DVD nebo CD-ROM. Záznamy videa jsou uloženy a katalogizovány pro případné použití u soudu.

4.3.1.2.2.8 Ústředny elektrické zabezpečovací signalizace

Z předchozího je zjevné, že jednotlivá čidla nepracují samostatně, ale jsou propojena do ústředen EZS. Ústředna EZS je tedy zařízení určené k příjmu a vyhodnocení výstupních elektrických signálů čidel a tísňových hlásičů a k vytvoření signálu o narušení. Základní schéma ústředny EZS je patrno na *obr. 4.5*. Je zřejmé, že takový systém zahrnuje nejen zařízení EZS, ale umožňuje i kontrolu vstupu do budovy, dálkové ovládání dveří, zařízení technické kontroly a signalizace chyb a narušení, poplachový systém a dálkový přenos poplachového signálu. Moderní ústředna umožňuje dle potřeby přidělení adres čidlům na sběrnici, umožňuje snadné přizpůsobení místním požadavkům, případně změnám požadavků, umožňuje rozšíření po etapách a umožňuje použití v různé škále aplikací: od malého archivu po archivy zahrnující komplex budov. Propojení čidel s ústřednou EZS v případě individuálních objektů se v současné době provádí pevnými vodiči – **kabely**. Je to výhodné především z toho důvodu, že porušení vodiče (ať náhodné, či úmyslné) je možno relativně snadno nalézt. V některých případech se k přenosu poplachového signálu používají čidla s **bezdrátovými vysílači.** Děje se tak především u samostatně stojících výstavních vitrín a u vitrín umístěných v prostorech, kde pro vedení kabelů by bylo nezbytné vysekat drážky v omítce (často s cennou nástěnnou malbou) nebo vyvrtat otvory ve zdi. V případě historických budov by použití kabelů celkově narušilo vzhled omítek, nástěnných maleb, štuků atp. Bezdrátová čidla jsou ideální pro ochranu závěsných obrazů vzhledem k tomu, že není praktické, aby ke každému obrazu byly vedeny kabely, což komplikuje i pravidelnou obměnu obrazů. Nevýhodou bezdrátových čidel je možnost rušení přenosu signálu vnějšími vlivy. V zájmu omezení vlivu rušení pracují vysílače čidel na dvou frekvencích.



Obr. 4.5 **Schematické znázornění ústředny elektrické zabezpečovací signalizace (EZS)[4].**

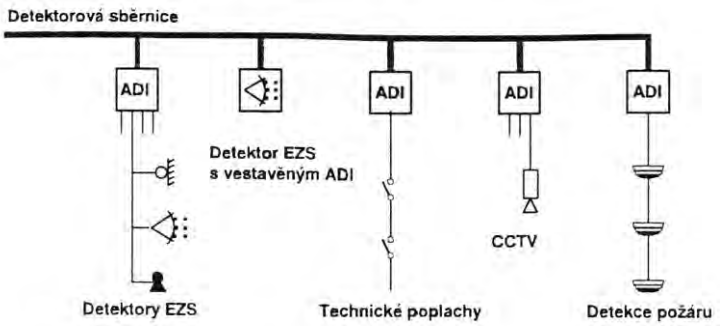
Signál zaznamenávající narušení musí být bezpečně přenesen do ústředny EZS, případně na **pult centralizované ochrany (PCO**) hlídací agentury nebo policie. V zájmu toho, aby byla zajištěna včasná a účinná odezva na poplach, je nezbytné mít bezpečnostní systém monitorovaný 24 hodin denně. K přenosu signálu je nutné používat telefonní linky zabezpečené proti narušení. U modernějších systémů se používá paralelní bezdrátový přenos na několika utajených frekvencích.

Náklady na monitorovací systém normálně zahrnují měsíční poplatky za monitorovací službu plus poplatky za telefon. I když existuje celá řada společností, které instalují systém EZS a později i monitorují bezpečnostní situaci, je mnohem více společností, které instalují systém a monitorování zajišťují smluvně u jiné monitorovací společnosti.

V případě, že v ústředně EZS není trvalá ostraha, nebo není-li signál veden na pult centralizované ochrany, je nezbytné vybavit objekt **akustickou nebo optickou signalizací.** Většinou se jedná o sirény, které jsou umísťovány na nedostupná místa

na fasádě objektu. Sirény musí být umístěny v masivním krytu a musí být chráněny proti přerušení vodičů, kterými jsou napojeny na ústřednu EZS, a proti demontáži jejich krytu, příp. proti odstranění z fasády. V každém případě je nezbytné se spojit se sousedy a požádat je, aby zavolali policii v případě, že zazní akustický signál. Na základě negativních zkušeností s touto sousedskou výpomocí se archivy v současné době nespoléhají na systémy, které spustí sirénu na vnější stěně budovy v naději, že zloděj se poděsí nebo že veřejnost zavolá policii.

Systém EZS je běžně napájen síťovým napájecím zdrojem o stabilizovaném napětí 12,0–13,8 V. Protože zmíněný systém musí být funkční i při výpadku napájecí sítě, je napájecí zdroj ústředny zálohován náhradním zdrojem elektrického proudu, většinou bezúdržbovými plynotěsnými olověnými akumulátory. Výpadek síťového napájecího zdroje a přechod na náhradní napájení je signalizován na ovládacím pultu ústředny.



Obr. 4.6 **Schematické znázornění adresovatelných zařízení (ADI) napojených na detektorovou sběrnici[4].**

Bezpečnostní systém musí být pravidelně testován, aby byla ověřena jeho trvalá funkčnost. Systém musí být denně kontrolován ostrahou pochůzkovým testem, při kterém se provede kontrola zda fungují všechna čidla, zda nebylo narušeno vedení a zda některá čidla nebyla zakryta. Jestliže byly nalezeny nedostatky, je nezbytné, aby byly okamžitě odstraněny. Když některé čidlo není funkční, je nutné je vyměnit, příp. opravit. Když to není možné, je nezbytné nechráněné místo střežit mimořádnou hlídkou ostrahy. Hledání poškozeného čidla usnadňuje použití ústředen EZS s přímou adresací čidel – viz též *kap. 3.3.2.2 „Adresovatelné systémy“*. Zjednodušené schéma **adresovatelných zařízení** (ADI) napojených na detektorovou sběrnici je uvedeno na *obr. 4.6*. Na detektorovou sběrnici lze připojit pomocí ADI následující zařízení: čidla

EZS, hlídání dveří (dveřní moduly), CCTV, hlásiče požáru, prvky technického vybavení budovy. ADI mají pevnou adresu a slouží k ukládání poplachových zpráv připojených detektorů a k jejich přenášení do ústředny EZS pomocí sběrnice.

Některé místnosti vyžadují zajištění mimořádné bezpečnosti. Patří mezi ně trezorové místnosti, fotografická studia, konzervační laboratoře, místnosti zpracování fondů, místnosti přípravy archivních materiálů k transportu atp. V těchto místnostech jsou archivní materiály často zanechávány přes noc. Proto by uvedené místnosti měly být vybaveny čidly pohybu a dalšími vhodnými čidly, právě tak jako CCTV. Je možno zajistit do nich obtížnější přístup, např. přístupovými kartami.

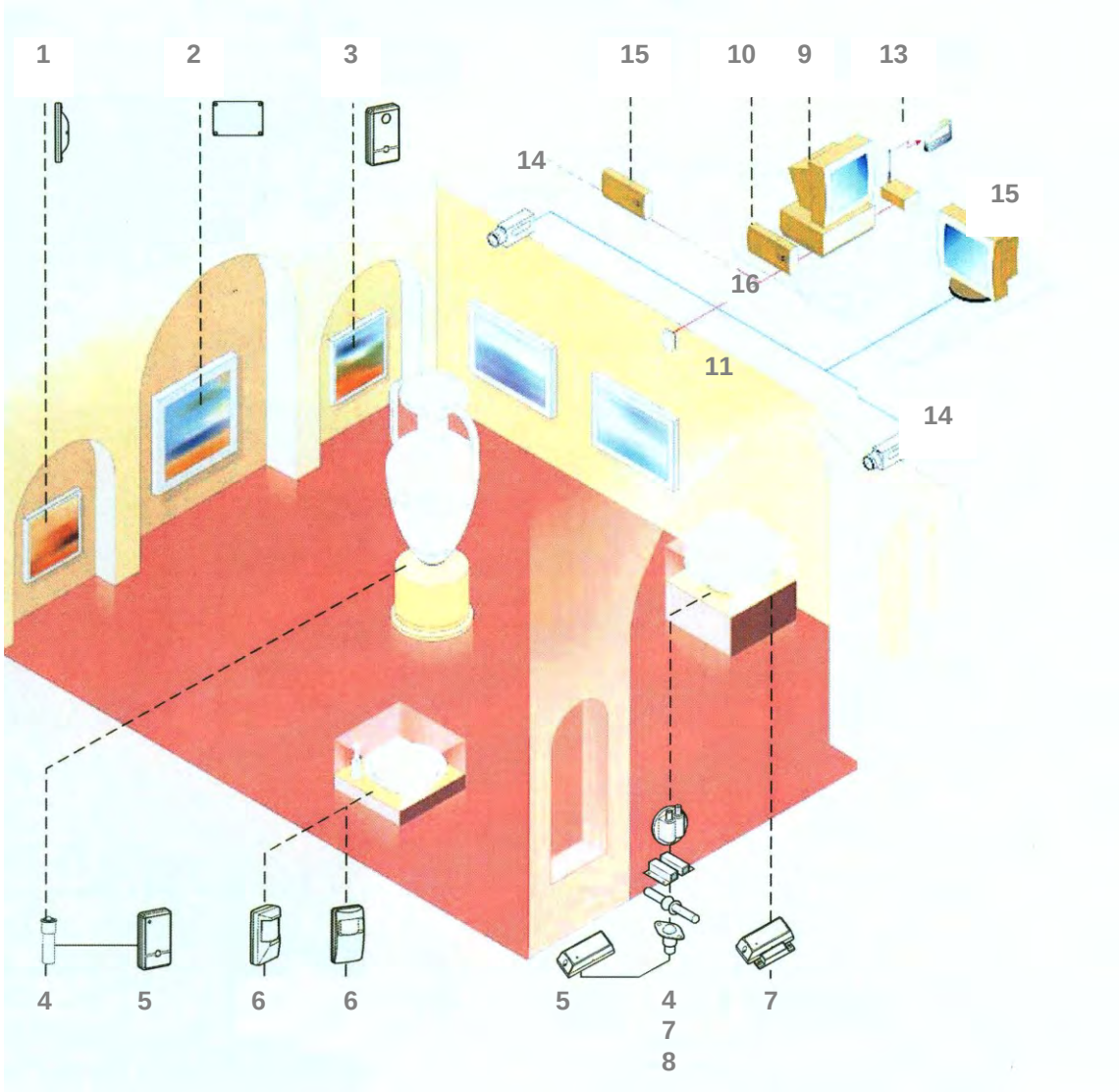
4.3.1.2.2.9 Bezpečnost výstav

Uspořádání výstav a okruhy cest návštěvníků výstav mohou být uspořádány tak, aby zajišťovaly maximální ochranu sbírek, aniž by byla narušena jejich presentace. Takové uspořádání musí zajistit plynulý pohyb návštěvníků za normální i výjimečné situace. Výstavy, které jsou uspořádány ve větší vzdálenosti od vnějších stěn a ve vyšším poschodí, jsou méně snadno narušitelné a jsou tak i bezpečnější. V případě plánování uspořádání výstavy musí být brán zřetel na následující:

- Pohledové linie ve výstavní místnosti musí umožňovat dozorcům co nejlepší pohled na objekty výstavy. Nesmějí vznikat zakryté kouty, kde narušitelé mohou působit bez dozoru.
- Objekty musí být vystaveny takovým způsobem, aby bylo zabráněno jejich přemístění příležitostnými nebo cílevědomými zloději.
- Závěsné obrazy a podobné objekty by měly být přiměřeným způsobem pevně přichyceny ke stěnám.
- Velmi cenné obrazy by měly být dále chráněny samostatným poplachovým čidlem. Je účelné je uložit do závěsných vitrín.
- Objekt, který může být snadno přemístěn, by neměl být umístěn blízko dveří, kterými je možné snadno opustit budovu.

Představu o moderním řešení bezpečnostního systému, který zaručuje ochranu objektů v místnosti muzea, představuje *obr. 4.7*. Zmíněný systém umožňuje individuální ochranu uměleckých děl zavěšených i volně stojících, a to jak v době návštěvních hodin, tak během doby, kdy výstavní prostory jsou zavřeny. Systém je vybaven jak bezdrátovými, tak drátovými bezpečnostními zařízeními pro ochranu

různých uměleckých děl před krádeží a napadením. V případě, že dojde k narušení, zmíněnými opatřeními se významně snižuje čas odezvy ostrahy či policie.



Obr. 4.7 **Schematické znázornění ochrany muzejních objektů**[5]**.** 1 – magnetické bezdrátové čidlo pohybu obrazu, 2 – optické bezdrátové čidlo prostorové pozice obrazu, 3 – IČ bezdrátové čidlo odstranění obrazu, 4 – mikrospínač, 5 – vysílač, 6 – PIR čidlo, 7 – bezdrátový magnetický kontakt, 8 – vibrační čidlo, 9 – ústředna EZS, 10 – kontrolér, 11 – přijímač, 12 – zesilovač, 13 – systém pagingu, 14 – kamera průmyslové televize, 15 – monitor průmyslové televize, 16 – sběrnicový kabel.

Výstavní prostory jsou otevřeny široké veřejnosti. I když většinou není veřejnosti Výstavní prostory jsou otevřeny široké veřejnosti. I když většinou není veřejnosti návštěvník z nejrůznějších důvodů se pokusí se dotknout díla, nebo je odstranit. Diskutovaný systém EZS je schopen reagovat na náhodné zloděje stejně jako na profesionální plánované loupeže. Je vybaven čidly, která nepoškozují umělecké dílo

a která jsou citlivá na pohyb nebo odstranění díla. Čidla je možno montovat na rámované a nerámované závěsné obrazy a jiná zavěšená díla, na volně stojící plastiky i plastiky ve vitrínách. Výhodou bezdrátových čidel je, že mohou být skrytá a tedy i nesnadno objevitelná, že nejsou připojená nevzhlednými dráty k ústředně EZS a jsou stejně bezpečná jako čidla propojená dráty. Takto získaná vysoká flexibilita je ideální pro putovní výstavy. Systém je možné snadno přizpůsobit různým uspořádáním. Složky jsou spojeny s panelem ústředny EZS, který zpracovává došlé poplachové signály a v případě potřeby vyvolává poplach.

Složky bezpečnostního systému – *obr. 4.7*:

1) – **Magnetické bezdrátové čidlo pohybu obrazu**; zaznamená změnu magnetického pole, která nastane kdykoliv je obrazem pohnuto; za takové situace vyšle poplašný signál; čidlo je vhodné pro díla zachycená na zdi; je připevněno na zadní stranu díla oboustrannou lepící páskou nebo do rámu vruty.

2) – **Optické bezdrátové čidlo prostorové pozice**; čidlo je připevněno za rám obrazu a „naučí se“ svou počáteční polohu v okolním prostoru; čidlo signalizuje čtyři stavy: dotyk, posun, odstranění a testování; každý pohyb obrazu je signalizován do ústředny EZS; v případě, že se obraz vrátí do původní polohy, je vyslán příslušný signál do ústředny EZS a poplachové hlášení je zrušeno.

3) – **IČ bezdrátové čidlo odstranění obrazu**; jedná se o pasivní infračervené čidlo; zařízení je připevněno na stěnu za obrazem; každý pokus o odstranění obrazu vystaví čidlo IČ záření prostředí, které je detekováno a je vyslán poplachový signál.

4) – **Mikrospínač**, je vhodný pro ochranu volně stojících objektů, jako plastiky, vázy, nábytek, koberce atp.; bývá pevně připevněn ke spodku objektu; může být použit ke kontrole otevření dveří výstavní vitríny.

5) – Uvedená čidla jsou bezprostředně spojena s **vysílači**, které předávají poplachové signály do přijímače (pozice 11), který je dále postupuje k vyhodnocení do ústředny EZS (pozice 9); výhodou použití radiových vysílačů je především možnost jejich nenápadného uložení tak, aby nebyl narušeno estetické působení vystaveného díla; vysílače musí být dostatečně malé a použitelné pro různá čidla.

6) – **PIR čidlo**; funkce tohoto čidla byla již popsána v předchozích odstavcích; i když se většinou používají k prostorové ochraně místností a chodeb, je možno je použít i k ochraně vitrín.

7) – **Magnetický kontakt**; obsahuje jazýčkové relé a trvalý magnet; v uzavřeném nebo zatíženém stavu je kontakt jazýčkového relé sepnut magnetickým polem permanentního magnetu. Při otevření dveří vitríny se kontakt rozepne a tím vyvolá poplachové hlášení předané bezdrátovým vysílačem ústředně EZS; pro zajištění větších objektů je vhodné použít více kontaktů zapojených na vysílač.

8) – **Vibrační čidlo** je používáno jako ochrana výstavních vitrín; jeho elektromechanický měnič s příslušnou vyhodnocovací elektronikou je schopen posoudit neobvyklé vibrace, vzniklé např. násilným rozbitím skla vitríny a pomocí bezdrátového vysílače předat poplachový signál ústředně EZS.

9) – **Ústředna EZS** zpracovává hlášení jednotlivých čidel, vyhodnocuje je pomocí vloženého softwaru a v případě nutnosti vyvolává poplach.

10) – **Kontrolér**; zařízení sledující stav sítě pro sběr dat, čidlových sběrnic a počítačového rozhraní.

11) – **Bezdrátový přijímač** je rozhraním mezi bezdrátovými vysílači (pozice 5) a sběrnicovými kabely (pozice 16); uspořádání umožňuje identifikaci, které čidlo vyslalo poplachové hlášení a kde došlo ke krizové situaci ; upozorní obsluhu v případě, že bylo narušeno bezdrátového spojení.

12) – **Zesilovač** je používán v případě, že jsou používány dlouhé sběrnicové kabely (pozice 16); umožňuje snadnější rozšíření a kontrolu systému.

13) – **Paging**; tato část systému umožňuje zaslat nositeli přístroje zprávu o krizové události a o jejím místě. Systém zahrnuje software pagingu, místní vysílač pagingu a alfanumerické pagery pro ostrahu.

14) – **Kamery průmyslové televize** (CCTV).

15) – **Monitor průmyslové televize**.

16) – **Sběrnicový kabel**.

Při ochraně uměleckých předmětů zavěšených na stěně (např. závěsných obrazů) je možno dále použít **čidel na principu elektronických vah**, která trvale sledují hmotnost zavěšeného objektu. Elektronický systém zaznamenává změny hmotnosti a je-li tato vyvolána např. pokusem o sejmutí střeženého objektu a vyšle poplachové hlášení.

Některá umělecká díla jsou chráněna **protidotekovým poplašným zařízením**. Toto zařízení může být napojeno na ústřednu EZS nebo může pouze upozornit dozorce na místní narušení. Typickým zařízením tohoto typu je již zmíněná **infrazávora**. Jako

v případě vnějších čidel vysílač vysílá jeden nebo více infračervených paprsků podél řady obrazů zavěšených na stěně. Při přerušení některého z paprsků přijímač vyhodnotí situaci a vyhlásí poplach. Infrazávoru je vhodné kombinovat s nízkým zábradlím umístěným ve vzdálenosti asi 80 cm od stěny a vlastní infračervené pole široké 10 cm infrazávory je umístěno v těsné blízkosti řady obrazů. Toto uspořádání umožňuje publiku se přiblížit poměrně blízko k obrazům a sledovat bez problémů rukopis autora, tahy štětce atp. Každý, kdo se přiblíží k dílu tak, že zasáhne rukou (případně nožem nebo žiletkou v případě vandalismu) do infračerveného pole, vyvolá zvukový poplach, který dozní až po odtažení ruky. Vyhodnocení závažnosti narušení provede dozorce, který je přivolán zvukovým signálem.

4.3.1.2.2.10 Bezpečnost výstavních vitrín

Výstavní vitríny jsou skříně, v nichž archivy vystavují cenné objekty, jako obrazy, rukopisy, iluminace, kodexy, knižní vazby, významné listiny, fotografie, grafiky atp. Hlavním úkolem vitrín je chránit objekty před krádeží a vandalismem a před vnějším prostředím, tj. před prachem, plynnými polutanty atp. a především pak před nadměrným kolísáním relativní vlhkosti vzduchu a teploty. Kolísání RV lze omezit použitím vhodných tlumicích materiálů, jako jsou silikagel (ArtSorb) nebo nasycené roztoky vhodných anorganických solí (např. RV nad nasyceným roztokem dusičnanu hořečnatého je trvale 55 %). Tak vzniká stabilnější mikroprostředí, než je běžné ve výstavních místnostech. Některé mimořádně významné exponáty mohou být chráněny před napadením hmyzem a mikroorganismy tím, že jsou uloženy ve vitrínách s dusíkovou atmosférou. Stejným způsobem mohou být chráněny kovy před oxidací (nabíháním) a papír před žloutnutím.

Vitríny musí být konstruovány s velkou pečlivostí. Při konstrukci a výrobě výstavních vitrín mohou být použity jen materiály, které jsou k vystaveným předmětům inertní, tedy především sklo a kovy. Řada materiálů uvolňuje zplodiny či látky, které vyvolávají ztrátu lesku u kovů (nabíhání), např. u stříbra a mědi, nebo které mohou významně změnit barvu pigmentů. Mezi takové materiály patří např. některé druhy dřeva a různé kompozitní materiály ze dřeva (překližky, laťovky, dřevotřískové desky atp.), dále různá lepidla, tmely, barvy, laky, textilní apretury, některé plasty (PVC) a některé kaučuky (polychloropren, sírou vulkanizovaná pryž) atp. Všechny materiály používané ke konstrukci vitrín by měly být z tohoto hlediska odzkoušeny.

Vnitřní vybavení (police, úchyty) musí být bezpečně spojeno se skříní. Způsob uchycení má chránit předměty jak proti sklouznutí z poličky (s následným poškozením), tak proti vibracím. Dále by měly být vitríny dostatečně prostorné (zaručit snadné uložení předmětů), jednoduše otvíratelné (bez rizika pro předměty), prachotěsné a v náročnějších případech vzduchotěsné. Jejich konstrukce musí dovolit vkládání tlumícího materiálu, např. silikagelu, do spodku vitríny tak, aby nebyla narušena těsnost vitríny (vnikání prachu). Podobně je třeba počítat s vkládáním materiálů schopných zachycovat korosivní látky, např. uhlíkatých filtrů.

Velkou pozornost si zaslouží osvětlení vitrín. Návštěvníkovi by mělo umožnit bezproblémové pozorování objektů a současně upoutávat pozornost na jejich zajímavé detaily, jeho intenzita by ale měla být citlivě regulována tak, aby vystavené předměty nepoškozovala. Při vnějším osvětlení je možno zvolit dvě varianty. V případě, že se jedná o větší vitríny s poměrně jednoduchými vystavenými předměty, je vhodné osvětlit je stropními osvětlovadly – použít úzkoúhlé stropní reflektory (otočné a výkyvné) zavěšené na konzole nebo zářivky uložené v krytech. Zdroje vnějšího osvětlení lze také umístit v osvětlovacím krytu nad vitrínou, jejíž je součástí. Odděluje ho však od ní sklo nebo deska polymethylmethakrylátu či polykarbonátu, příp. vhodná mřížka. Kryty v zájmu zaručení bezpečnosti umožňují vyměnit zdroj světla, aniž by bylo nutné otevřít vlastní vitrínu. K vnějšímu osvětlení vitrín se používají především zářivky a halogenové žárovky. Vnitřně osvětlené výstavní vitríny vytvářejí zajímavé kontrasty k okolnímu světelnému prostředí a tak lépe upoutávají pozornost návštěvníků. Základními problémy vnitřně osvětlených výstavních skříní je nadměrné teplo vyvíjené světelnými zdroji a poměrně obtížná výměna těchto zdrojů, ohrožující bezpečnost vystavených předmětů. Problém tepla lze řešit volbou zdroje světla. Pro své malé rozměry a malý příkon se uplatňují halogenové žárovky (především v bodových reflektorech); vysoký měrný světelný výkon nabízejí zářivky. Pro tento účel byly vyvinuty zářivky o malém průměru trubice (8 mm). V poslední době jsou k osvětlení výstavních skříní stále častěji používána optická vlákna (světlovodné kabely). Světlo je pak vedeno k vystaveným objektům ze světelného generátoru umístěného mimo výstavní skříň, a to optickými vlákny – skleněnými nebo polymethylmethakrylátovými. Generátor uložený mimo prostor výstavní skříně ji nezahřívá. Optické koncovky kabelů umožňují dalekosáhlé úpravy v osvětlení objektu a vzhledem ke jejich malým rozměrům je lze snadno umístit do hran vitrín či do prohlubenin ve dně vitríny (tento typ osvětlení zůstává však zatím dost nákladný). Před UV zářením mohou předměty ochránit UV filtry, eventuálně

vrstvená skla, jejichž polyvinylbutyralová mezivrstva obsahuje UV absorbér(y). Vitríny, které jsou používány k ochraně závěsných obrazů, grafik, významných listin atp. je vhodné zasklít sklem s antireflexním povlakem.

Výstavní vitríny, jak již bylo naznačeno, jsou poslední linií bezpečnostní ochrany vystavovaných objektů. Zatím co velké vystavované objekty, jako jsou závěsné obrazy a sochy, mohou být chráněny vhodnou fyzickou nebo elektronickou barierou, již zmíněné, relativně malé, atraktivní a křehké objekty, které vystavují archivy, musí být umístěny do pevné a bezpečné výstavní vitríny. Je možné zajistit různé hladiny ochrany, čímž je sníženo riziko náhodného nebo úmyslného poškození či krádeže, ale konečná úroveň ochrany bude záviset na kvalitě systému EZS a na profesní úrovni členů ostrahy, kteří budou k dispozici ve výstavní místnosti. Je-li výstavní vitrína je dostatečně pevná a schopná odolat mechanickému narušení, mohou být do značné míry omezena ostatní bezpečnostní zařízení. Dveře vitrín jsou proti otevření chráněny zámky, většinou s cylindrickou vložkami, s výhodou chráněnými proti vyhmatání, případně proti odvrtání či roztržení. Pro zajištění dveří by neměly být používány jednoduché zástrčky – viz *též kapitola 4.3.1.2.1.2 „Klíče, jejich kontrola a uložení“*.

Výstavní skříně mohou být dále chráněny bezdrátovými bezpečnostními čidly i čidly připojenými kabely na ústřednu EZS. Vysílač čidel musí být umístěn ve spodku vitríny tak, aby jeho případná oprava či výměna mohla být uskutečněna bez otevření vlastní vitríny, která chrání díla. Přístup k vysílači musí být střežen magnetickým čidlem. Čidla chránící výstavní vitrínu většinou reagují na každý pokus získat do ní přístup, např. odstraněním vstupního panelu či dveří, eventuálně narušením osvětlovacího krytu nad vitrínou. Vhodná vibrační čidla jsou schopna zaznamenat pokusy o uvolnění šroubů nebo o řezání či rozbití skla. Výstavní vitríny, do nichž je zaveden elektrický proud, by měly být vybaveny detektory kouře, případně teplotními čidly. Velké výstavní skříně mohou být chráněny pohybovými čidly, případně kamerami CCTV. Tato zařízení je nezbytné umístit tak, aby je nebylo vidět. V některých případech je voleno řešení, že po zavření vitríny a po jejím připojení k bezpečnostnímu systému, nikdo (ani komisař výstavy či pracovník zodpovědný za bezpečnost archivu) ji nemůže otevřít bez vyvolání poplachu.

Vnější průhledný plášť vitrín bývá zhotoven z tabulí vrstveného skla či z desek vhodného polymeru (polymethylmethakrylátu a polykarbonátu). Vrstvená skla představují sendvičovou strukturu sestávající z tabulí plochého silikátového skla, mezi něž jsou vloženy folie měkčeného polyvinylbutyralu (PVB). Vrstvená skla, která se

běžně používají jako ochranná skla aut, touto úpravou získávají mimořádnou odolnost proti průrazu. Použití vrstvených bezpečnostních skel je účelné z několika důvodů:

- Ochrana před zraněním při náhodném rozbití skla (většinou skla s jednou vrstvou PVB). Při rozbití střepiny skla zůstanou přilepené na fólii PVB, čímž se sníží nebo zcela vyloučí zranění osob.
- Ochrana před násilným narušením v případě vystavení cenných objektů (většinou skla s několika vrstvami PVB).
- Ochrana před násilným narušením spojená se systémem EZS.

Při silném nárazu, např. kamenem či kladivem, sekerou atp. sice dojde k povrchovému rozbití skla vitríny, ale většinou nedojde k jeho proražení tak, aby bylo vzniklým otvorem bylo možné protáhnout ruku a zcizit objekt. Silné tabule vrstveného skla dosahují takové pevnosti, že jsou odolné proti střelám z krátkých palných zbraní, případně i proti střelám z vojenských pušek. Pro získání reálné představy je ale nutné si uvědomit, že v případě krátkých palných zbraní (např. pistole ráže 7,62 mm) je nezbytné použít vrstvené sklo o tloušťce 22–24 mm, o plošné hmotnosti cca 61 kg · m^{-2} a v případě vojenské pušky (ráže 7,62 mm) vrstvené sklo o tloušťce 76–78 mm o plošné hmotnosti cca 192 kg · m^{-2}. V případě výstavních vitrín jsou používaná vrstvená skla s jednou nebo dvěma foliemi PVB o tloušťce 8–12 mm, o plošné hmotnosti cca 20–30 kg kg · m^{-2}. I tak je nezbytné si uvědomit, že vrstvené sklo představuje jen pasivní překážku, kterou je nakonec možné v případě, že narušitel má k dispozici dostatek času, s vynaložením síly při použití vhodného nástroje překonat. Překážka tohoto typu musí být proto chápána pouze z hlediska časového zdržení narušitele, nikoliv jako absolutní, neproniknutelná fyzikální zábrana. Významné je, že desky vrstveného skla jsou odolnější proti ohni než desky plastů.

K zasklení výstavních vitrín jsou často používány desky polymethylmethakrylátu a polykarbonátu. Oba polymery jsou transparentní a mají vyšší odolnost proti rozbití než běžné silikátové sklo. Výhodou desek připravených z polykarbonátu, ve srovnání s deskami z polymethylmethakrylátu (organického skla), je vyšší teplota zeskelnění t_g výchozího polymeru (polykarbonát t_g = 145 ºC a polymethylmethakrylát t_g = 90–105 ºC). V praxi to znamená, že zatímco polymethylmethakrylátové desky se budou deformovat již při teplotách 60–90 ºC, u polykarbonátových desek se tak stane při teplotách až 120 ºC. Polykarbonátové desky jsou mimo to velmi pevné – odolnost vůči nárazu polykarbonátu je cca 25krát větší než polymethylmethakrylátu. Desky

polykarbonátu jsou ale podstatně dražší než desky polymethylmethakrylátu. Nevýhodou použití polymerních desek je, že při zahřátí na teploty vyšší než 200–300 ºC přecházejí v taveninu, která sama je hořlavá a mimo to může zatéci do vystavovaných objektů. Její odstranění je velmi obtížné.

K ochraně vitrín se používají i **tlaková čidla**, která sledují změny tlaku vzduchu ve vitríně probíhající během narušení. Ke stejnému účelu se používají i již zmíněná **vibrační čidla**, zaznamenávající vibrace skla vzniklé při použití kladiva či jiných nástrojů při pokusu vniknout do vitríny. Pro určitý typ skla je nezbytné zvolit odpovídající vyhovující čidla. K ochraně vitrín mohou být použita i skrytá **PIR čidla**.

4.3.1.2.2.11 Zabezpečení počítačů

I když hlavním cílem tohoto pojednání je upozornit na některé otázky související s ochranou archivních sbírek, vedení archivu musí věnovat zvýšenou pozornost i zajištění počítačů. Vzrůstající použití počítačů při výstavách a pro ukládání různých archivních záznamů je činí objektem krádeží. Počítače musí využívat stejně účinnou bezpečnostní ochranu jako ostatní archivní materiály a mimo to do nich uložené údaje musí být zajištěny proti krádeži systémem počítače, např. hesly.

4.3.1.2.3 Systém ostrahy a dozoru

Ve většině archivů je vhodné doplnit zabezpečení objektu a sbírek systémem ostrahy a dozoru. Všichni zaměstnanci instituce (včetně stálého personálu, vedení, dozorců, uklizeček a dobrovolníků) se trvale podílejí na zajištění bezpečnosti, ale ostraha musí být významným doplňkem této snahy personálu a její přítomnost sama může odstrašit pokusy o krádeže nebo vandalismus.

Je důležité, aby vedení archivu specifikovalo co nejpřesněji bezpečnostní nároky archivu, sdělilo je jasně ostraze a dohlíželo na precizní plnění dohodnutých požadavků. To je významné zvláště v případě, že smlouva na ostrahu je uzavřena se soukromou bezpečnostní společností. Je možné také zahrnout do smlouvy pobídky a pokuty v zájmu zajištění, aby služby ostrahy byly plněny na dohodnuté úrovni. Pracovník zodpovědný za bezpečnost musí stanovit jaké vybavení, instrukce a dohled dostane ostraha. Je důležité spolupracovat s ním na vývoji denního rozvrhu monitorování činnosti archivu a způsobu zpracování denních hlášení.

Vzhledem k tomu, že některé archivy jsou schopné zaměstnat pracovníky pouze jako dozorce, mnozí vedoucí pracovníci archivů jim ukládají povinnosti i v celé oblasti

bezpečnosti. V tom případě jsou základním prvkem při udržování bezpečnosti na dobré úrovni.

Je nezbytné, aby během noční směny byli v objektu přítomni minimálně dva členové ostrahy. Jeden musí trvale pobývat v místnosti ústředny EZS a druhý reaguje na nahlášené poplachy v prostorech archivu. První člen ostrahy neopouští místnost ústředny EZS a zajišťuje její bezpečný provoz.

Druhý pochůzkový člen ostrahy (případně členové ostrahy v případě velkých archivů) uskuteční minimálně šest bezpečnostních pochůzek za noc. To zahrnuje pečlivé provedení pochůzkového testu, při němž je kontrolováno nejméně jednou za noc každé přístupné čidlo pohybu a kontakt vnitřních dveří. Člen ostrahy provádí především vizuální kontrolu, která má odhalit např. zakrytí čidel reagujících na rozbití skla materiálem tlumícím zvuk, případně zakrytí čoček pohybových čidel vazelínou, papírem, kloboukem atp. Dále sleduje, zda každé čidlo po aktivaci předává příslušný signál do ústředny EZS. Kontroluje, zda jsou všechny dveře zamčené, prověřuje trezory, trezorové místnosti, registratury, právě tak jako místnosti depozitářů. Pochůzkový člen ostrahy se mimo to soustředí na podrobnou preventivní požární prohlídku. Kontroluje konvice na vaření kávy a další tepelné spotřebiče používané denně konzervátory, fotografy, knihaři, řemeslníky údržby a ostatními členy personálu. Zároveň pochůzkový člen ostrahy kontroluje, zda jsou zavřené protipožární dveře tak, aby šíření případného požáru bylo omezeno na minimum. Mimo to tento člen ostrahy kontroluje kuchyně, kanceláře, laboratoře a jiné prostory, kde je vysoké riziko vzniku požáru. Sleduje rovněž další jevy, které bezprostředně nesouvisejí s bezpečností, jako jsou netěsnosti na rozvodech vody, zbytečně svítící světla na chodbách a v místnostech, atp.

Hlavním úkolem člena ostrahy, který trvale zůstává v ústředně EZS, je reagovat na poplachové signály vyhodnocené touto ústřednou. I když většina poplachů je falešných, vyvolaných např. hlodavci, případně nevhodnými podmínkami prostředí, přesto **každý poplach vyžaduje reakci ostrahy představující bezpodmínečnou kontrolu hlídkovým členem ostrahy na místě přepokládaného narušení**. Není přijatelné, aby ostraha rozhodla v kontrolní místnosti, že poplach je falešný, a že není nutno jej zkontrolovat návštěvou místa narušení jenom z toho důvodu, že obraz na monitoru CCTV se zdá být v pořádku. V případě, že by budovu střežil pouze jeden člen ostrahy, místnost ústředny EZS po dobu kontroly příčiny poplachu nebude střežena a nikdo nebude reagovat na přicházející krizové signály. Zároveň člen ostrahy, který provádí kontrolu poplachu, bude vystaven zvýšenému riziku.

Některé archivy došly k názoru, že budovy není nutné střežit noční ostrahou v případě, že jsou vybaveny systémem moderní elektronické ochrany a systémem CCTV napojeným na trvale aktivní, často externí monitorovací ústřednu, případně na pult centralizované ochrany. Zásadně je to možné, i když s výhradami. Operátor monitorovací ústředny CCTV může sledovat okolí místa narušení a pozorovat přítomnost a pohyb narušitele pouze v případě, že je k dispozici dostatečné množství kamer schopných pracovat při minimální intenzitě bezpečnostního osvětlení depozitářů, která je cca 1–5 lx. Takové kamery jsou v současné době k dispozici. Např. kamera s objektivem s clonovým číslem F 1,4 v černobílém provedení vyžaduje minimální osvětlení 0,3 lx a v barevném provedení 1,5 lx. Tyto kamery jsou ale v současné době nákladné a pro většinu archivů ve větším množství nedostupné. Použití trvalého osvětlení výstav a depozitářů vysokou intenzitou osvětlení, vhodnou pro získání dostatečně kvalitního obrazu běžnými kamerami, je drahé a mimo to vede k nadměrnému poškození archivních materiálů světlem. Je otázkou ekonomické úvahy, zda je výhodnější použít kamery s dražším a kvalitnějším objektivem, či použít intenzivní přisvětlení snímaného prostoru.

4.3.1.2.4 Jak uzavřít smlouvu na bezpečnostní systém?

Kvalifikovaná firma by měla před uzavřením smlouvy uskutečnit prohlídku na místě a projednat individuální bezpečnostní požadavky objednatele. Každý archiv je jedinečný a systém musí být „šit na míru“, aby uspokojil požadavky objednatele v rámci jeho finančních možností. Firma by měla objednatele seznámit s vyhodnocením jeho požadavků, zdůraznit opatření, která je nutno uskutečnit v zájmu zlepšení bezpečnosti archivu pro podporu elektronického bezpečnostního systému.

Značný podíl informací o firmě dodávající bezpečnostní zařízení je možno získat od obchodních representantů. Tito representanti by měli mít znalosti o všech oblastech technologie poplachových zařízení. Je v pracovní náplni pracovníků dodavatelské firmy „ušít na míru“ systém, který zaručí požadovanou úroveň bezpečnosti s co nejmenším narušením budovy a zařízení archivu. To může být obecně zajištěno kvalitním projektem systému.

Základním předpokladem dobrého vztahu mezi vedením archivu a dodavatelskou firmou je požadavek, aby úvodních jednání vypracování projektu a vlastní realizace systému EZS, případně budoucích oprav v budově archivu se zúčastnil jediný odpovědný pracovník firmy, eventuelně minimální počet jejich pracovníků. Informace

o způsobu uložení archivních materiálů a o způsobu jejich zabezpečení v nepovolaných rukou vytváří nebezpečí zneužití a ve svých důsledcích i podporuje nebezpečí narušení.

V případě, že jsou srovnávány jednotlivé dodavatelské firmy, při hodnocení projektu je nezbytné se ujistit, že jsou srovnávány stejné typy a počet zařízení, které mají být instalovány.

Je nutné si uvědomit, že většina firem, které dodávají poplachová zařízení, se soustřeďuje na ochranu v noční době, aniž by brala v úvahu zranitelnost archivů během návštěvních hodin. V případě, že archiv má zpracovaný přehled bezpečnosti a bezpečnostní požadavky byly již zahrnuty do plánů instituce, je snadnější zformulovat specifické požadavky na projekt pro diskusi s dodavatelskou firmou.

4.3.2 Vedení archivů a jejich bezpečnost

Vedení archivů má významný vliv na bezpečnost archivních sbírek. Je obtížné ověřit, zda nějaký archivní objekt schází, když sbírky nejsou správně katalogizovány. V krajním případě katalogové záznamy a identifikační značky mohou pomoci prokázat identitu objektu a potvrdit jeho správné vlastnictví. Detailní záznamy o sbírkách mohou také pomoci archivářům oddělit významně cenné objekty vyžadující speciální uložení a nebo speciální ošetření. Mimo to pravidelná inventarizace sbírek může identifikovat scházející objekty, jejichž absence může být jinak přehlédnuta.

Následující činnosti vedení archivů podporují účinné zajištění bezpečnosti sbírek:

- Pravidelná inventarizace sbírek archivu.
- Zajistit, aby skladovací prostory byly uspořádány tak, aby umožnily rychlou a snadnou inspekci. Jakmile materiály přijdou do archivu, je nezbytné je identifikovat, oddělit cenné nebo významné materiály (peněžní nebo specifické vnitřní hodnoty). Je nejlepší uložit tyto objekty samostatně v trezorových místnostech a uvažovat nahrazení originálů fotokopiemi nebo xeroxkopiemi pro výpůjční účely.
- Když cenné a dobře prodejné objekty nemohou být skladovány odděleně, je vhodné umístit je do oddělených regálů ve sbírkách tak, aby mohly být snadno kontrolovány členy personálu. Je nezbytné vytvořit postupy, které by zajišťovaly, aby sbírky (archivní krabice) byly kontrolovány na úplnost před a po zapůjčení badatelům.

- Záznamy a fyzický popis cenných materiálů mohou pomoci při zpětném získání objektu a jeho pozitivní identifikace může odkrýt krádež. Cenné materiály je vhodné pojistit.
- Je účelné uvažovat o zavedení vhodné formy identifikačních značek pro sbírky. **To nemusí být vhodné pro materiály s uměleckou hodnotou**, ale může to být v některých situacích účelné.
- Je vhodné používat žádanky, záznamy do badatelských listů, smlouvy o zápůjčce, interní záznamy o předání do konzervace či na mikrofilmování atp. k záznamu pohybu sbírkových předmětů během výzkumu, pronájmu, výstavy, konzervace, mikrofilmování atp. K registraci těchto pohybů je vhodné používat počítačové systémy.
- Není žádoucí dovolit badatelům přístup do inventárně nezpracovaných sbírek.
- Je nezbytné si uvědomit, že různé vnitřní pomůcky (inventární záznamy, plány budov, plány ostrahy atp.) mohou poskytnout významné informace pro přístup do sbírek. Jsou proto také ohroženy krádeží a možností ztráty. Je proto vhodné pravidelně pořizovat aktualizované kopie a tyto ukládat na odlehlém místě.

4.3.2.1 Přístup vedení archivu k badatelům

Skutečnost, že vedení archivu prosazuje bezpečnostní pravidla a postupy, neznamená, že musí být narušeny jeho dobré vztahy s badateli. Je tragické, že se vyskytují mnohé dokumentované případy zcizení kmenovými členy personálu a váženými badateli využívajícími privilegovaný přístup ke sbírkám. Pokud je badatelům dovoleno pracovat bez dohledu, bez pravidelné osobní kontroly a bez kontroly materiálů, které při svém výzkumu používají, je čistě otázkou času, kdy se v archivu objeví příznaky ztrát, často nejcennějších objektů. Je významné si uvědomit, že zajistit bezpečnost sbírek je prvořadou povinností vedení archivu. Většina badatelů pochopí účel určitých omezení a bude dodržovat bezpečnostní pravidla a postupy, když se jím důvod těchto omezení řádně vysvětlí.

Jedním ze základů bezpečnosti archivních sbírek je dozor nad badateli. Dozor pomáhá vytvořit preventivní ochranu před krádežemi a vandalismem a záznamy o použití dokumentů mohou být cenné při objasnění krádeže. Je nezbytné ukládat záznamy dokumentující použití jednotlivých materiálů. Americký národní archiv běžně uchovává tyto záznamy po 25 let. Je nevyhnutelná kontrola tašek badatelů a sbírkových

materiálů (před a po použití). V případě, že všechny tyto činnosti jsou prováděny pravidelně, záznamy o použití materiálů badateli mohou být dobře vedeny i v malých archivech.

Jsou doporučovány následující postupy při použití sbírek v archivech se samostatnými studovnami:

1. Všichni badatelé musí být registrovaní.
   - Každý badatel musí vyplnit registrační dotazník, který obsahuje informace o osobních údajích badatele a informace o jeho výzkumných zájmech. Každý badatel by měl tento dotazník podepsat.
   - Všichni badatelé se musí při registraci prokázat průkazem totožnosti s fotografií (občanskou legitimací, cestovním pasem). Členové personálu musí sledovat registraci a ujistit se, že jméno na identifikačním průkazu souhlasí s jménem udaným v registračním dotazníku.
   - v případě nezbytnosti je účelné zadržet průkaz totožnosti badatele do doby než je materiál vrácen. Průkaz totožnosti by měl být připojen k vyplněnému registračnímu dotazníku a musí být uložen na bezpečném místě. Ve velkých archivech mohou být pro pravidelné návštěvníky vydávány vnitřní návštěvnické průkazky.
2. Uskutečnit informační pohovor.
   - Zaznamenat zájem každého badatele.
   - Diskutovat hlavní cíle jeho výzkumu a vyhodnotit jeho požadavky.
   - Na základě odhadu badatelových potřeb stanovit množství materiálu, které mu bude zpřístupněno.
   - Pečlivě posoudit badatelovy záměry.
   - Vysvětlit vyhledávací pomůcky, katalogy a služby.
3. Vysvětlit pravidla pro používání materiálů.
   - Připustit, aby do studovny byl vnášen pouze nezbytný výzkumný materiál. Archiv by měl být vybaven zamykatelnými skříňkami nebo jinými bezpečnými úložnými možnostmi pro osobní věci badatelů (kabáty, tobolky, aktovky, nadměrné kabelky atp.).
   - Nepřipustit, aby badatelé ukládali na stoly osobní věci, které jsou přípustné v studovně.

- Opatřit studovnu psanými návody pro správné zacházení s materiály (tj. nepoškozovat vazby, používat při práci tužku namísto pera atp.).
- Připomínat badatelům, aby udržovali materiály v takovém stavu v jakém je nalezli.
- Omezit počet archivních krabic, který je možno používat najednou.
- Požadovat od badatelů, aby odkládali papíry vždy, když opouštějí studovnu.
- Vysvětlit badatelům jak se používají badatelské listy. Všechny sbírkové materiály, které byly vyhledány a zapůjčeny, musí být zaznamenány v badatelských listech.
- Požadovat na badatelích, aby podepsali formulář potvrzující, že porozuměli pravidlům pro zacházení se sbírkovými materiály a s jejich použitím a že souhlasí s tím, že budou dodržovat tato pravidla.

4. Zajistit, aby v studovně byl přítomen vždy přiměřený počet personálu. Ideálně by měli být přítomni dva pracovníci studovny, přičemž jeden vyhledává materiál a druhý provádí dozor nad badateli.
5. Kontrolovat archivní krabice na úplnost před použitím a po použití badateli.
6. Kdykoliv badatel opustí studovnu je nezbytné zkontrolovat archivní materiály, které byly zanechány v místnosti.
7. Před opětným uložením do regálů zkontrolovat zda ukládané archivní materiály jsou kompletní a zda bylo zachováno pořadí dokumentů.
8. Měl by být stanoven způsob, jak budou uloženy registrační dotazníky a badatelské listy, aby v případě potřeby byly k dispozici pro objasnění krádeže. Stanovit, na jak dlouho budou tyto záznamy ukládány.

4.3.2.2 Přístup vedení archivu k badatelům v malých archivech

Doporučení, která jsou uvedena v předchozí stati se mohou zdát nesnadná, ne-li nepoužitelná pro malé archivy s několika členy personálu, jako jsou historické společnosti (kde pracují často dobrovolníci), podnikové archivy atp. Při vyvinutí určitého úsilí a s podporou vedení instituce je i zde možné zajistit rozumnou bezpečnost, i když v situaci, kdy počet personálu je omezen, je trvalá kontrola badatelů nesnadná.

Bez ohledu na to, jak je instituce malá a jak je nízký stav personálu archivu, badatelé by se měli zapisovat do presenční knihy a měly by být vedeny záznamy o materiálech, které používali. Často je užitečné ukládat záznamy do doby než je

výzkum ukončen. Omezí se tím pravděpodobnost, že badatelé budou opouštět budovy s objekty ze sbírek. Doklady o zapůjčení objektů musí být uloženy v bezpečně zamykatelné skříni.

K zajištění účinného dohledu je velmi důležité, aby byla k dispozici studovna, kde badatelé mohou být sledováni během studia a kterou je obtížné opustit nepozorovaně. Badatelé by měli pracovat u stolů, které jsou v dohledu pultu pracovníků studovny.

V situaci, kde nemůže být zajištěn trvalý dozor, je nezbytné kontrolovat osobní věci badatelů při jejich odchodu z budovy a kontrolovat archivní materiály před a po použití. To se může zdát trapné a nedůstojné, ale je to snadnější uskutečnit, jestliže důvody těchto opatření jsou badatelům jasně předem vysvětleny. Vedení archivu by si mělo zajistit právní konsultaci, zda uvedená opatření jsou v souladu s právními předpisy, především pak těmi, které se týkají lidských práv. Pro sbírky historických knih, které neobsahují jedinečné a vzácné objekty, může být užitečné také použit elektronický systém ochraňující knihy proti zcizení.

Je nezbytné si uvědomit, že účelem uvedených postupů není způsobovat nepříjemnosti badatelům, ale především chránit sbírky a ukázat badatelům, že tyto materiály jsou důležité pro jejich instituci.

4.3.2.3 Přístup vedení archivu k personálu

Zapojení personálu archivu do příprav plánu bezpečnostních opatření je základním předpokladem jeho pozdější úspěšné realizace. Členové personálu, kteří pracují s veřejností jsou vynikajícím zdrojem podnětů jak zlepšit bezpečnostní postupy. Z toho důvodu by měli být podporováni v tom, aby sdělovali své náměty vedení archivu.

Výcvik personálu v realizaci plánu bezpečnosti je důležitý. V případě, že nejsou vysvětleny primární důvody existujících bezpečnostních opatření, personál je pokládá za trapné a nepříjemné.

Personál musí být veden k tomu, aby uskutečňoval bez výjimky všechna bezpečnostní pravidla, nařízení a postupy. V případě, že jsou běžně udělovány výjimky, uvolněná atmosféra vede k vytvoření podmínek, které vedou ke krádežím a vandalismu. Personál by měl být cvičen v technikách pozorování. Osoba provádějící dozor by neměla sedět. Je důležité, aby se pohybovala pravidelně po místnosti studovny při čemž sleduje a zároveň pomáhá badatelům. Všechna sedadla v studovně by měla být obrácena

k pultu pracovníka studovny, pověřeného dozorem a uspořádána tak, aby umožňovala snadný výhled. Sedadla na obou stranách stolů ztěžují pozorování.

I když je důležité, aby personál byl veden k vyžadování plnění bezpečnostních předpisů, je rovněž významné, aby personál byl cvičen jak řešit situace, kdy je obtížné prosazovat bezpečnostní předpisy. Co má dělat personál v případě, že badatel odmítne poskytnout registrační informace? Jak se má zachovat, když badatel odmítne kontrolu jeho osobních věcí, případně, když zachází nevhodně se sbírkovými předměty během své práce? Stanovisko vedení archivu k řešení těchto otázek je vhodné probrat s personálem na seminářích a to především v případě, že archiv nemá profesionální ostrahu.

Jiným problémem vedení archivu, který se bohužel vyskytuje, je ochrana sbírek před samotnými členy personálu. V toto směru by měla být přijata některá základní preventivní opatření.

Před přijetím nového zaměstnance do archivu by měla být prověřena minulost žadatele. Přístup personálu k hodnotným a vzácným sbírkám by měl být omezen. Měla by být prováděna přísná kontrola klíčů. Osobní věci personálu by měly být kontrolovány při odchodu z budovy. Mělo by být požadováno, aby personál zapisoval dobu příchodu a odchodu z budovy a to i během pracovní doby – viz *též kapitola 4.3.1.2.2.5 „Systémy kontroly přístupu (ACS)“*.

4.3.2.4 Reakce vedení a personálu archivu na bezpečnostní problémy

Vzhledem k tomu, že přes veškerá bezpečnostní opatření není možné vyloučit krádež a vandalismus, je velmi důležité zahrnout do plánu bezpečnosti postupy reagující na porušení bezpečnosti. Může to být ztráta, která je objevena pozdě po jejím uskutečnění, nebo je to zcizení, které je zaznamenáno v jeho průběhu, či to může být podezřelé chování badatele či člena personálu. Ve všech případech cílem je nalézt chybějící materiál a zadržet osoby, které se prohřešily proti pravidlům bezpečnosti archivu. Úspěch této snahy závisí na rychlosti akce.

Některé všeobecné směrnice jsou uvedeny dále. Je nutné, aby osoba, která se bude případem krádeže zabývat, byla dokonale seznámena se zákony týkajícími se krádeží a poškození archivů, dříve než navrhne vlastní postup.

Když členové personálu podezřívají z krádeže badatele, je nutno zajistit, aby žádná akce nebyla podniknuta dříve než členové personálu skutečně krádež uvidí, nebo dokud neodhalí, že materiály zmizely v době kontroly před zapůjčením a po navrácení.

V takovém případě pracovník studovny požádá badatele, aby přešel do kanceláře nebo do jiné místnosti mimo studovnu. Je žádoucí, aby je doprovázel druhý pracovník studovny jako svědek. Je důležité se nedotýkat badatele nebo ho násilně nutit. Když badatel souhlasí se zadržením, je nezbytné oznámit událost ostraze nebo policii a vyčkat jejího příjezdu. Když badatel trvá na odchodu z budovy, jeden člen personálu oznámí událost vedení archivu a druhý doprovodí badatele ke kontrolnímu stanovišti ostrahy, která zajistí prohlídku jeho zavazadel, příp. osobní prohlídku. V každém případě personál by měl co nejdříve zapsat všechny významné informace o sporné záležitosti pro případné využití při budoucím soudním jednání.

Jako varovné signály, které naznačují, že mezi členy personálu je zloděj, je možno shrnout takto: určitá osoba opakovaně hlásí ztrátu objektů a často najde chybějící materiál; pokusila se o záměnu sbírkových předmětů; člen personálu často žádá výjimku z pravidel a řádu archivu; zdá se, že člen personálu má životní styl, který neodpovídá jeho finančním zdrojům. Když z krádeže je podezírán člen personálu, je nezbytné jej sledovat dříve než je obviněn. Podezřelé osobě by měla být dána možnost vysvětlit svou činnost vedení archivu. Když byly potvrzeny krádeže, je účelné dočasně vyloučit podezřelou osobu z kontaktu se sbírkami nebo oznámit událost policii.

Je ale pravděpodobnější, že krádež bude odkryta později, po jejím dokončení a bude obtížnější určit narušitele. V tom případě pracovník pověřený bezpečností musí především stanovit co schází (to může vyžadovat provedení inventury v případě, že krádež se týká více objektů), potom případ oznámí policii, pojišťovně, případně organizacím, které se zabývají dohledáním ukradených sbírkových předmětů. Veškerá činnost týkající se určení chybějících materiálů a identifikace zloděje musí být pečlivě dokumentována.

Je nezbytné, aby personál by cvičen tak, aby byl připraven odpovědět na případy bezpečnostního ohrožení. Je nutné se ujistit, že všichni členové personálu mají kopii plánu bezpečnosti, že procvičují postupy odezvy na krádež, a že plán bezpečnosti je koordinován s personálem ostrahy či s policií.

4.4 ZÁVĚR

Je nepříjemnou a pro mnohé pracovníky nedůstojnou skutečností, že archivy se musí zabývat bezpečností svých sbírek. Je doporučováno, aby všechny archivy vedly přehled bezpečnosti a vypracovaly plán bezpečnosti. I když mohou používat různé typy

automatických bezpečnostních systémů, archivy by neměly být při ochraně svých sbírek závislé pouze na těchto systémech. Jejich plány bezpečnosti zahrnují zásady a postupy regulující přístup personálu a badatelů do sbírek, mechanismus identifikace scházejících objektů a postupy reakce při narušení bezpečnosti. Je důležité, aby vedení archivu znalo potíže členů personálu, kterým musí čelit při prosazování bezpečnostní strategie a zajistilo výcvik, který by podpořil důležitost bezpečnostní činnosti a poskytlo členům personálu dovednosti, které potřebují při účinném plnění těchto důležitých povinností.

LITERATURA

1. Anonym: Connex. Bezpečnostní sklo vrstvené. Materiál Glavunion, a. s., Teplice.
2. Anonym: Guidelines for the Security of Rare Books, Manuscripts, and Other Special Collections. Association of College and Research Libraries.(2002). http://www.ala.org/acrl/guides/raresecu.html.
3. Anonym: Museum and Gallery Security: Advice for Architects and Planners. (2001). http://www.resource.gov.uk/information/advice/secure03.asp.
4. Anonym: Profil firmy. Zajistíme vaše bezpečí. Materiály Siemens Building Technologies, s. r. o. Divize Cerberus.(2002). http://www.cerberus.cz.html.
5. Anonym: SpiderAlert Artwork Security System – Visonetix. (2000). http://www.visonetix.com/s_art.html.
6. Anonym: Suggested Guidelines for Museum Security as Adopted by The Standing Committee on Museum, Library and Cultural Property Protection of the American Society for Industrial Security and The Museum Association Security Committee of the American Association of Museums. (1997). http://www.asisoline.org/museumsecurity.html.
7. Brown K. E., Patkus B. L.: Collection security: Planning and Prevention for Libraries and Archives. (1999). http://www.nedcc.org/plam3/tleaf312.htm.
8. Comstock L.: Secure Storage. Keeping a facility safe and suitable. (2002). http://www.insideselfstorage.com/articles/261feat5.html.
9. Keller S. R.: The most Common Security Mistakes That Most Museum Architects Make. Deltona, Florida, S. R. Keller and Associates, Inc.(1988, 1994).

http://www.horizon-usa.com.

10. Keller S. R.: Security requirements and Current technologies for Collections. Deltona, Florida, S. R. Keller and Associates, Inc. (1989, 1994).
http://www.horizon-usa.com.
11. Securing Historic Houses and Buildings. Deltona, Florida, S. R. Keller and Associates, Inc.(1989, 1994).
http://www.horizon-usa.com.
12. Keller S. R.: Transporting Works of Art. Deltona, Florida, S. R. Keller and Associates, Inc.(1989, 1994).
http://www.horizon-usa.com.
13. Keller S. R.: Museum Security: The Art of Alarms. Deltona, Florida, S. R. Keller and Associates, Inc.(1993,1994).
http://www.horizon-usa.com.
14. Keller S. R.: Most Museum Security Managers Lack. The Basic Skills to be Completely Effective. Do You? Deltona, Florida, S. R. Keller and Associates, Inc. (1993, 1994).
http://www.horizon-usa.com.
15. Křeček S.: Ochrana majetku systémy průmyslové televize. Grada Publishing, Praha 1997.
16. Skřivan Z. a kol.: Nebojte se zlodějů. Zabezpečovací technika v praxi. Grada, Praha 1994.

5 METODY STABILIZACE ARCHIVNÍHO MATERIÁLU

PhMr. Bronislava Bacílková
Roman Straka

5.1 SUŠENÍ

Matematicko-fyzikální popis sušení se skládá z:

a) bilancí hmotnosti a tepla,

b) údajů o fázové rovnováze (sušený materiál – vlhkost – sušicí plyn),

c) rychlostní rovnice odevzdávání látky (vlhkosti).

Z **bilance hmotnosti** se určuje potřebný průtok vzduchu sušicím prostorem, poměr recirkulovaného a čerstvého vzduchu (částečná recirkulace vzduchu je důležitým momentem tepelné ekonomiky, má však význam i při regulování rychlosti sušení). Tepelná bilance udává spotřebu tepla. Obě bilance jsou vzájemně závislé a řeší se proto společně.

Fázová rovnováha mezi vlhkým materiálem a vzduchem se vyjadřuje graficky jako experimentálně získaná závislost parciálního tlaku vlhkosti, kterým působí materiál do okolí, na obsahu vlhkosti v materiálu při stálé teplotě a stálém tlaku. Obsah vlhkosti v materiálu se vyjadřuje nejčastěji relativním hmotnostním zlomkem, tj. poměrem hmotnosti vlhkosti a sušiny. Vlhký vzduch obklopující materiál je s ním v rovnováze, když se parciální tlak vody ve vzduchu rovná parciálnímu tlaku vlhkosti materiálu. Průběh rovnovážné křivky závisí na způsobu vazby vody v materiálu (sypké anorganické, organické látky, hygroskopické látky, houbovité, porézní látky, rostlinný, živočišný materiál apod.). Pro všechny případy je charakteristický bod, kdy křivka přechází do rovnoběžky s osou vlhkosti materiálu. Této rovnoběžce přísluší hodnota rovnovážného parciálního tlaku nasycené páry vody při teplotě měření. Vlhkost materiálu, která odpovídá tomuto bodu, tzv. kritická vlhkost, znamená nasycení adsorpční schopnosti sušiny. Vlhkost v materiálu může i nadále růst, jde však o pouhou kondenzaci a materiál se v takovém případě chová jako volná hladina vody (nevázaná vlhkost).

Rychlost sušení, vyjádřená jako hmotnost odpařené vody za jednotku času na jednotkové ploše, závisí na součiniteli přestupu látky (vlhkosti) v sušicím vzduchu, parciálním tlaku vody na povrchu materiálu a parciálním tlaku vody ve vzduchu. Hodnota součinitele přestupu látky závisí na difúzním koeficientu vody ve vzduchu, na viskozitě vzduchu a na podmínkách pohybu vzduchu (aerodynamický režim). Přitom je třeba rozlišit dvě situace. V oblasti nevázané vlhkosti se materiál chová jako hladina vody a parciální tlak vody na povrchu materiálu je rovný parciálnímu tlaku nasycené

páry vody (nezávisí tedy na obsahu vlhkosti v materiálu). Naopak při nižší vlhkosti, než je kritická vlhkost, se tlak na povrchu materiálu mění (postupně klesá) s obsahem vlhkosti. Časem se voda musí dostávat difúzí z vnitřku materiálu na povrch a hodnotu tlaku tak ovlivňuje nejen obsah vlhkosti, ale i podmínky sušení.

Při sušení je tedy třeba jednak přimět vodu v materiálu k odpařování (případně k sublimaci), jednak ji odvádět z bezprostředního okolí sušeného předmětu. Přitom k přeměně vody v páru dochází, přivádí-li se potřebná energie, a to buď tak, že se voda zahřívá až na bod varu (zvyšujeme tenzi par v materiálu oproti okolí), takže pára samovolně odchází z materiálu, nebo se sušený předmět zahřívá na teplotu nižší než bod varu a současně se tenze par v okolí nuceně snižuje, takže rovněž dochází k vysoušení.

Potřebná energie se přivádí buď jako teplo (proudění vzduchu, vedení nebo sálání), nebo jako infračervené záření, anebo se využívá vlastní teplo sušeného předmětu (sublimace). Přivádí-li se teplo jen **prouděním** vzduchu, může teplota mokrého předmětu vystoupit až k hodnotě, kterou by v sušárně ukazoval vlhký teploměr psychrometru. Po ustálení rovnováhy zůstává tato teplota konstantní a teprve při dosoušení, kdy už materiál neobsahuje volnou vodu, se přibližuje teplotě sušicího vzduchu (suchého teploměru na psychrometru). V této konečné fázi sušení by mohl příliš horký vzduch velice poškodit termolabilní látky sušeného předmětu.

Přivádí-li se teplo **vedením** (dotykem sušeného materiálu s vyhřívacím tělesem), může dosáhnout teplota materiálu, obsahující ještě volnou vodu, bodu varu. Bod varu lze snížit evakuací sušárny. Jakmile se však volná a labilně vázaná voda odpaří, zahřeje se sušený materiál (bez ohledu na evakuaci) rychle až na teplotu ohřívacího tělesa a může být rychle znehodnocen.

5.1.1 Sušení vzduchem

Při běžném sušení se zpravidla pracuje s mírně ohřátým plynným médiem, které proudí kolem sušených předmětů, přejímá jejich vlhkost a odvádí ji. Tímto médiem bývá obvykle vzduch. Vlhkost, kterou vzduch proudící kolem sušeného materiálu odnímá z jeho povrchu, se stále doplňuje z mnohem vlhčího vnitřku materiálu. Proces pokračuje, dokud se převážná většina předmětů nevysuší na žádoucí stupeň. Vzduch s převzatou vodní párou se odvádí. Materiál by měl být rozložen v nepříliš vysoké vrstvě tak, aby jeho plocha vystavená vzduchu odpovídala požadovanému odparu vody.

Rychlost sušení se za konstantních podmínek s pokračující dobou sušení nejprve stupňuje. Jakmile teplota vlhkého materiálu dosáhne přibližně teploty vlhkého teploměru psychrometru, stabilizuje se i rychlost sušení a zůstává stálou, dokud se z materiálu neodpaří volná voda. Pak opět klesá, až se přiblíží nule.

Vzhledem k povaze archivního materiálu je třeba rychlost sušení regulovat. Její počáteční vzestup nesmí být příliš strmý, aby povrchové vrstvy nevysychaly nepřiměřeně rychle. Zpočátku by měl být sušící vzduch sice spíše teplý, ale ne příliš suchý, naproti tomu dosoušení by mělo probíhat za použití vzduchu chladnějšího a co nejsuššího.

5.1.1.1 Sušení volně na vzduchu

je ve většině případů nejdostupnější metoda. Je však účinná pouze za předpokladu, že archiválie byly vystaveny pouze účinkům vlhkého vzduchu nebo byly jen minimálně namočeny. Další podmínkou je co nejnižší vzdušná vlhkost v místnosti, kde sušení probíhá, a dobrá cirkulace vzduchu. Doporučované klimatické podmínky – relativní vzdušná vlhkost do 50 % a teplota 19 až 21 °C. Vysoušení lze urychlit použitím vysoušečů, ventilátorů, větráním apod.

Sušení volně na vzduchu je vhodné pro většinu archivních, knihovních nebo uměleckých sbírek (včetně některých fotografických materiálů), určitou opatrnost je nutné zachovat u natíraných papírů, které se často slepují. Nevýhodou je riziko napadení plísněmi v průběhu sušení.

5.1.1.2 Sušení v sušárnách s ohřátým vzduchem

Z hlediska technického uspořádání sušáren jsou nejjednodušší typy využívající **jednorázově ohřátý vzduch**. Mohou být uspořádány jako komorové, pásové nebo tunelové a v podstatě se skládají z prostoru, ve kterém jsou pohyblivě nebo nepohyblivě umístěny předměty určené k sušení, a z části, ve které se ohřívá vzduch. Ten je potom vháněn do sušícího prostoru. Ohříváním získává vzduch jednak potřebné teplo a jednak lepší jímavost pro vodní páry. Ve vlastním sušárenském prostoru se však vzduch částečně znovu ochlazuje, protože teplo, které nese, se spotřebovává k odpaření vody, a proto se snižuje využitelná jímavost vzduchu.

Nevýhodou tohoto systému je tedy nutnost ohřevu vzduchu na poměrně vysokou teplotu (až na 90 °C). Pak ale sušené předměty nestejnoměrně prosychají, takže je třeba

sušit je kvůli vlhkým středům ještě v době kdy je již povrch zcela suchý. Přitom vlhký předmět je svým horkým okolím méně ohrožen, protože se neustále ochlazuje díky intenzivně se odpařující vodě (zahřeje se maximálně na 50 °C). Naproti tomu vyschlé části dosáhnou rychle teploty svého okolí a horký vzduch je může znehodnotit. Proto by se v takovémto případě mělo sušit vzduchem ohřátým na nižší teplotu – proces sušení se ale pak neúměrně prodlužuje a prodražuje.

Výhodněji jsou uspořádány sušárny využívající **přihřívaný vzdušný proud**. V tomto případě vstupuje do sušárny vzduch zahřátý jen na takovou teplotu (asi 45 °C), jaké je zapotřebí k tomu, aby byl dostatečně jímavý pro vodní páry. Jeho úkolem však není přivádět do prostoru výparné teplo. Sušárenský prostor je totiž vybaven přihřívacím zařízením. To dodává sušeným předmětům potřebné výparné teplo jednak přímým sáláním, jednak prostřednictvím proudícího vzduchu. Topnými tělesy bývají trubky, duté kovové desky vytápěné párou či horkou vodou nebo infračervené zářiče.

5.1.2 Sušení přímým zahříváním

V tomto případě je úplně vyloučen vzduch, popřípadě jiný sušící plyn, jako přenašeč výparného tepla. Teplo zde přechází na sušený předmět přímým dotykem s plochou ohřívacího zařízení a vzduch nanejvýš jen odvádí uvolněné vodní páry. Přímým vedením tepla však může dosáhnout teplota sušeného předmětu až teploty varu tekutého podílu a ve vyschlých částech až teploty zahřívací plochy. Aby nedošlo k poškození archiválií, musela by být vyhřívací plocha vytápěna jen velmi málo – tak by se ale stala účinnost sušení velmi nízkou.

5.1.3 Sušení infračerveným a mikrovlnným zářením

K sušení některých typů materiálů se využívá elektromagnetického záření o délce vlny ležící v rozmezí $7{,}6 \cdot 10^2$ nm až 1 mm (**infračervené záření**). Vychází se přitom ze skutečnosti, že některé části spektra infračerveného záření procházejí bez značnější absorpce jak plyny, tak suchou hmotou, kdežto vlhkou hmotou jsou pohlcovány a ohřívají ji. Pronikavost záření do materiálu je přitom závislá na vlnové délce emise (čím kratší vlnová délka, tím lepší pronikavost). Tloušťka ozařované vrstvy je ovšem vždy omezená a v mohutnějších sušených vrstvách dochází k nerovnoměrnému ohřevu – může vzniknout teplotní gradient až 250 °C/cm.

Další možností je využití **mikrovlnného záření** o větších vlnových délkách (1 mm až 1 m). V Evropě je k těmto účelům vyhrazena frekvence 2450 MHz, která odpovídá vlnové délce 12,3 cm. Při vhodně zvoleném příkonu dochází k velmi rychlému vysušení materiálu (řádově v minutách), přitom teplota nepřesáhne 50 °C. Přesto je sušení archivních a knihovních materiálů pomocí mikrovln považováno za velmi rizikové a doporučuje se jen ve velmi výjimečných případech.

5.1.4 Vakuové sušení

Určitou možností vylepšení tepelných metod je tzv. vakuové sušení. Celé zařízení je umístěno v evakuované komoře a odsušené vodní páry se odsávají do kondenzátoru. Teplota varu tekutého podílu se v evakuovaném prostoru podstatně sníží (např. za tlaku 13 330 Pa ≈ 100 Torr vře voda přibližně při 50 °C) a riziko poškození sušeného materiálu je tak minimalizováno. Vzhledem k nižším teplotám používaným k sušení jsou také topné plochy méně vytápěny. Tím se snižuje pravděpodobnost poškození suchých částí materiálu.

Pro sušení archiválií byla vyzkoušena celá řada různě uspořádaných vakuových sušáren. Jejich společným znakem je snížení tlaku na takovou hodnotu, aby teplota varu vody byla co nejnižší, ale aby přitom zůstala v kapalném stavu (nejméně 611 Pa). Složitějším příkladem může být úprava, kdy je nejdříve v komoře s mokrým materiálem snížen tlak na 6 kPa a ponechán tak po dobu jedné a půl hodiny. Pak je dovnitř vháněn teplý suchý vzduch (vlhkost menší než 1 %, teplota přibližně 60 °C, doba trvání dva a půl dne). Následuje opět evakuace a celý cyklus se ještě jednou opakuje. Tento systém je tedy kombinací vakuového sušení se sušením vzduchem.

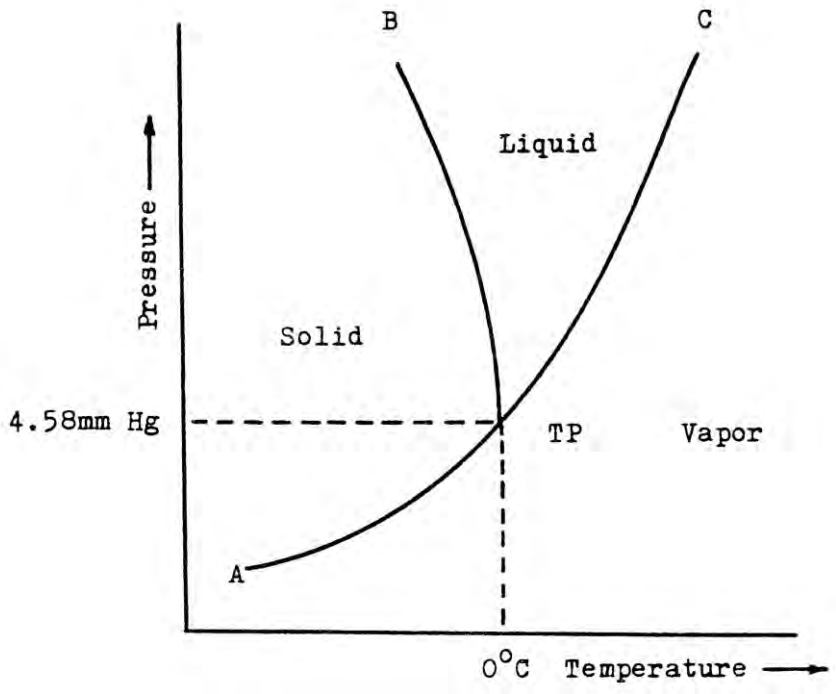
Pro některé archivní materiály je vakuové sušení vysloveně nevhodné, protože dochází k jejich poškození. Například knihy, pokud nejsou dobře fixovány, bývají silně deformované, klížené papíry a fotografie se slepují. Použití je možné u aktového materiálu nebo i u jiného materiálu, pokud je pouze mírně zvlhčený a nikoliv zcela nasycený vodou.

Zvláštní modifikací této metody je sušení pomocí **vakuové baličky**. Knihy nebo svazky dokumentů jsou jednotlivě umístěny do obalů z plastové fólie (nahrazují komoru) a poté evakuovány. V tomto případě nelze odvádět vlhkost mimo evakuovaný prostor, a proto je pohlcována savým materiálem, např. filtračním nebo jiným papírem,

kterým se obalují mokré knihy nebo archiválie. Tento postup se musí několikrát zopakovat, přičemž vždy musí být vyjmuty vlhké filtrační papíry a nahrazeny suchými. Nespornou výhodou této metody je fakt, že během sušení dochází zároveň k vyrovnávání nejzávažnějších deformací, takže v mnohých případech není třeba po vysušení provádět žádné další restaurátorské zásahy. Nevýhodou je kromě velké pracnosti a časové náročnosti i riziko slepování některých typů papíru, případně vznik otisků písma nebo obrázků.

5.1.5 Sublimační sušení (lyofilizace)

Tato konzervační metoda se používá k šetrnému sušení choulostivých biologických materiálů. Je založena na existenci vody v různých skupenstvích v závislosti na teplotě a tlaku. Při teplotě nižší než 0 °C a tlaku nižším než 611 Pa přechází totiž voda ze skupenství pevného (led) přímo do skupenství plynného (vodní pára); je tedy vynechán přechod přes kapalnou fázi. Tento proces se nazývá **sublimace**.



Obr. 5.1 **Fázový diagram vody.** (Podle McCLeary, 1987.)

5. 1.5.1 Mražení

Sušený materiál musí být nejprve vystaven působení nízkých teplot, aby se veškerá vymrazitelná voda převedla v led (nejlépe – 25 až – 30 °C), přitom mražení může probíhat mimo sušárnu nebo přímo v ní. Je však třeba brát v úvahu, že určité malé množství vody zůstává v kapalném stavu (kapilární voda, vázaná voda). Mohou tak vzniknout roztoky s postupně rostoucí koncentrací, které obsahují rozpuštěné proteiny, sacharidy a další látky přítomné v materiálu. Mohou tu také probíhat různé chemické reakce, jejichž rychlost je však vlivem nízkých teplot většinou snížena. Výjimkou je například oxidace lipidů, která probíhá dobře i při nízkých teplotách a nízké vodní aktivitě – výsledkem je vznik velmi destruktivních peroxidů.

Dalším negativním faktorem je tvorba ledových krystalů během mražení. Voda v materiálu přeměněná v led dále zvětšuje svůj objem (asi o 8,5 %) a vznikají poměrně velké hexagonální krystaly s ostrými hranami. I když je zmražení provedeno co nejrychleji s cílem vytvořit velké množství drobných krystalků, dochází časem k rekrystalizaci, jejímž výsledkem mohou být opět tytéž velké krystaly. Pokud tento děj proběhne uvnitř živých buněk, dojde k poškození buněčných membrán a organel a následnému usmrcení buňky. Tímto způsobem je zmražením podstatně sníženo množství živých mikroorganismů, přítomných v zaplaveném materiálu, ale některé organismy bez problémů přežívají. Jsou to zejména neaktivní formy plísní a bakterií (spory, konidie), které obsahují velmi malé množství vody a jsou tedy mnohem odolnější.

K ochraně materiálu před poškozením ledovými krystaly se v některých oborech (potravinářství) používají tzv. kryoprotektory (roztoky glycerolu nebo sorbitolu, které způsobují ztuhnutí na amorfní sklovitou hmotu - zeskelnatění, vitrifikace). Podobného efektu je dosaženo velmi rychlým zmrazením v tekutém dusíku. Tyto metody však nejsou pro archivní, knihovní nebo muzejní sbírkové předměty příliš vhodné.

5.1.5.2 Sublimace

Po zmražení nastává další fáze – přeměna vody z pevné fáze na páru a její odstranění. Zmražené předměty se umístí do lyofilizační komory, která se evakuuje až na tlak nižší než 611 Pa. Dále se k sušeným předmětům přivádí teplo, ale jen v takovém množství, aby zledovatělá voda plynule a co nejrychleji sublimovala, avšak aby led netál. Neustále musí být udržován tak nízký tlak, aby trvaly podmínky pro existenci

vody jen v pevném a plynném skupenství a aby voda sublimovala (nižší tlak než tenze páry při dané teplotě). Dosahuje se toho buď parními ejektory, nebo spojením sušicí komory s prostorem, kde jsou umístěny kondenzátory, na kterých se sráží vodní pára.

Tab. 5.1 **Závislost tenze par na teplotě v soustavě voda/led.**

° C	kPa	° C	kPa	° C	kPa
100	101,31	0	0,61	– 24	0,070
60	19,92	– 2	0,52	– 26	0,057
50	12,33	– 4	0,44	– 30	0,039
40	7,37	– 6	0,37	– 32	0,030
30	4,24	– 8	0,31	– 34	0,025
20	2,34	– 10	0,26	– 36	0,020
10	1,23	– 12	0,22	– 38	0,016
5	0,87	– 14	0,18	– 40	0,013
4	0,81	– 16	0,15	– 42	0,010
3	0,76	– 18	0,13	– 44	0,008
2	0,71	– 20	0,10	– 50	0,004

Základní součásti zařízení k vakuové sublimaci jsou tedy sublimační komora, kondenzátory, vakuová pumpa a chladící jednotka. Komora má obvykle válcovitý tvar a je konstruovaná tak, aby odolávala vnějšímu tlaku 1,033 kg na 1 cm^2 a musí být hermeticky uzavíratelná. Se sublimační komorou je spojen kondenzátorový prostor tak, aby vzniklé vodní páry mohly volně procházet a kondenzovat ve formě ledových krystalků. Přitom kondenzátory musí být vychlazeny na mnohem nižší teplotu, než jakou má sušící se předmět (obvykle je to méně než – 40 °C), čímž je zajištěn teplotní i tlakový spád, podmiňující sublimaci a odvádění par. Z praktických důvodů bývají u sublimačního zařízení dva nezávislé kondenzátory, které umožňují plynulé sušení. Zatímco v jednom probíhá kondenzace, druhý je odpojen od komory a odstraňuje se z něj led. Poslední součástí sušicího zařízení je vakuová pumpa, která musí být schopna udržet tlak obvykle mezi 4 až 40 Pa.

Sublimační sušení lze doporučit pro většinu papírových objektů, včetně některých natíraných papírů. Metoda byla vyzkoušena i pro fotografické materiály – v tomto případě však může někdy dojít k mírnému poškození povrchu citlivé vrstvy. Rizikovější jsou také kolagenové materiály, zejména kůže; za určitých okolností může dojít i k částečnému rozkladu některých lepidel, hlavně škrobu a metylcelulózy. Stejně tak barevná vrstva iluminací může být poškozena vlivem změn vlastností pojiv. I přesto je

mražení a následná sublimace jednou z nejšetrnějších metod konzervace vodou poškozených archiválií.

Tab. 5.2 **Srovnání výhod a nevýhod tří metod sušení zmražených archiválií a knih.**

	Sušení volně na vzduchu	**Sušení pomocí vakuové baličky**	**Sušení pomocí lyofilizace**
Výhody	Možnost sušení přímo na místě. Během sušené mohou být zároveň prováděny některé restaurátorské zásahy (praní, lisování). Vhodné pro sušení zpracovatelného množství materiálu. Relativně levná metoda (nevyžaduje žádné drahé zařízení). Možnost třídění materiálu během sušení. Možnost citlivější manipulace s více poškozeným materiálem. Snadné monitorování klimatických podmínek.	Během sušení mohou být zároveň prováděny některé restaurátorské zásahy (praní, lisování). Doba sušení srovnatelná se sušením volně na vzduchu, ale papír je méně zranitelný během manipulace. Dochází jen k minimálním deformacím.	Menší pravděpodobnost slepování natíraných papírů. Rozpustné látky se během sušení nerozpíjejí. Méně časté rozměrové a barevné změny, deformace a vznik bloků. Po usušení snadnější odstraňování nečistot z povrchu. Doba sušení je konstantní (např. 4 týdny) – lze dobře naplánovat postup dalších prací.
Nevýhody	Vyžaduje velké plochy k rozložení materiálu. Obtížné sledování průběhu sušení. Natírané papíry se mohou slepovat. Nutné zajištění vhodných klimatických podmínek (nízká vlhkost vzduchu, dobrá cirkulace). Vodorozpustné látky se mohou rozpíjet, otiskovat nebo slepovat. Velká spotřeba filtračního papíru. Dochází k deformacím.	Dražší metoda (náklady na provoz baličky závislé na množství sušeného materiálu). Velká spotřeba filtračního papíru a balicích fólií. Pokud jsou společně baleny objekty různých rozměrů, vznikají deformace. Větší nároky na pracovní plochu. Natírané a silně klížené papíry se mohou slepovat. Povrchové nečistoty pronikají dovnitř struktury papíru, obtížně se odstraňují.	Dražší metoda (náklady na provoz zařízení a obsluhy závislé na množství sušeného materiálu). Obtížnější dostupnost vhodných lyofilizačních zařízení. Omezený přístup k materiálu během sušení. Při dalších restaurátorských postupech se papír znovu zvlhčuje (praní, lisování). Po ukončení procesu je papír přesušený. Vysocenasáklivé materiály mají zhoršené mechanické vlastnosti.

5.1.6 Literatura

1. ARRIBAS, À. *Cold comfort: flood recovery project of the Eduardo Paolozzi Archive*. *The Conservator,* 2002, no. 26, s. 3–13.

2. BRANDT, A-C. – BERTEAUD, A.-J. *Einsatz der Mikrowellen zur Trocknung von Papier im Bibliotheks- und Archivbereich. Restauro,* 1990, no. 1, s. 48–57.
3. CHALABALA, M. *Technologie léků.* 2. přepracované vyd. Praha: Galén 2001.
4. HADGRAFT, N. – WELCH, S. *Vacuum packing and its implications for conservation and preservation of library, archive and related materials.* www.conservation-by-design.co.uk
5. KYZLINK, V. *Základy konzervace potravin.* 2. vyd. SNTL, Praha 1980.
6. McCLEARY, J. M. *Vacuum freeze-drying, a method used to salvage water-damaged archival and library materials: a RAMP study with guidelines.* Paris: UNESCO 1987. 63 p. General Information Programme and UNISIST.
7. SOBUCKI, W. – JARMIŃSKA, D. – RAMS, D. – WOŹNIAK, M. Suszenie zamoczonych książek metodą liofilizacji. *Notes Konserwatorski*, Warszawa: Biblioteka Narodowa, 2000, no. 4, s.–115–125.
8. THOMAS, D. – FLINK, J. M. *Rapid drying of water soaked books using a microwave tunnel dryer*. *Restaurator,* 1975, vol. 2, no. 2, s. 105–119.

5.2 ODVLHČOVÁNÍ

5.2.1 Úvod

Jedním z úkolů pracovního týmu, který se pokouší o úspěšnou záchranu vodou zasažených dokumentů, je zajistit klimatickou stabilizaci prostředí, a to jak v místě bezprostředního postižení (viz *kap. 6 „Sanace vodou zaplaveného zdiva“*), tak zejména v místech, která byla vyčleněna pro navazující práce: balení, sušení archivních dokumentů apod. Klíčovým bodem je snížení relativní vlhkosti vzduchu pod hranici 65 % a teploty pod 18 ºC a zajištění dostatečné cirkulace vzduchu. Tyto podmínky totiž mohou předejít rozsáhlému plísňovému napadení, které se v podobných krizových situacích, zejména za horkého a vlhkého prostředí dá očekávat v době do 48 hodin. **Vlhké až mírně mokré dokumenty** bývají zpravidla rozloženy na policích, případně je lze ponechat i v obalech (archivních krabicích).

5.2.2 Základní pojmy

Suchý vzduch je směsí přehřátých plynů s malou hustotou molekul při běžných atmosférických tlacích. Svými vlastnostmi se blíží ideálnímu plynu.

Vzduch může obsahovat také určité množství vody, a to ve formě syté nebo přehřáté vodní páry, mlhy nebo jinovatky. Tuto směs pak nazýváme **vlhkým vzduchem**. Jestliže vzduch obsahuje maximální množství vodní páry, které při dané teplotě vůbec může obsahovat – je vodní párou nasycen – hovoříme o nasyceném vzduchu.

K jednoznačnému určení daného stavu vzduchu je nezbytná znalost dvou základních stavových veličin a jedné veličiny, která určuje obsah vzdušné vlhkosti. Bývá to zpravidla celkový tlak vzduchu (není-li znám, stanovuje se jako normální tlak podle odpovídající nadmořské výšky) a jeho teplota.

K veličinám, které určují vlhkost vzduchu, mimo jiné patří: absolutní vlhkost vzduchu, parciální tlak vodních par ve vzduchu, relativní vlhkost vzduchu, měrná vlhkost vzduchu a teplota rosného bodu.

Absolutní vlhkostí vzduchu (ρ_D) se rozumí hmotnost vodních par obsažených v objemové jednotce vzduchu. Vyjadřuje se v gramech na metr krychlový a zjišťuje přímým měřením absorbce vodních par z přesně definovaného objemu vzduchu a jejich zvážením.

S absolutní vlhkostí je svázán **parciální tlak vodních par ve vzduchu** (p_D). Pakliže nedojde ke změně tlaku, zůstává při změně teploty stálý. Zjišťuje je nejčastěji nepřímou cestou, a to z prováděných psychrometrických měření.

Běžně užívanou veličinou je tzv. **relativní vlhkost vzduchu** (φ), daná poměrem absolutní vlhkosti k vlhkosti vzduchu nasyceného parami za téže teploty a tlaku. Udává, do jaké míry je vzduch nasycen. Relativní vlhkost vzduchu se vyjadřuje v procentech. (Vzduch o 100% relativní vlhkosti je vodní párou nasycen. Naopak 0 % má absolutně suchý vzduch).

Měrná vlhkost vzduchu (x) udává hmotnost vodní páry (v gramech nebo kilogramech), která připadá na jeden kilogram suchého vzduchu. Zjišťuje se za použití stavových rovnic pro vodní páru a suchý vzduch.

Rosný bod (t_r) je určen teplotou, kterou získá vlhký vzduch, je-li izobaricky ochlazen do úplného nasycení. Pro teploty nižší než 0 °C je stanoven pojem bod ojínění. (Voda se vylučuje ve formě ledu nebo podchlazené vody.) Je-li znám rosný bod (bod

ojínění) a teplota vzduchu, lze podle tabulky maximálních tenzí vypočítat parciální tlak vodní páry a relativní vlhkost vzduchu.

5.2.3 Možnosti odvlhčování

5.2.3.1 Vytápění

Vytápění je jeden z možných způsobů, jak zajistit snižování relativní vlhkosti vzduchu sledovaného prostoru. Spočívá ve zvýšení teploty pomocí různých typů infračervených vysoušečů, teplovzdušných agregátů, nebo standardních těles ústředního topení. Je přitom třeba dbát na to, aby v žádném případě nedocházelo k prudkému ohřevu, který by mohl uškodit jednak citlivějším typům zdiva, zvláště když se jedná o prostory památkově chráněné, jednak samotným vysušovaným dokumentům.

5.2.3.2 Provětrávání

Snížení vzdušné relativní vlhkosti je také možné tzv. řízeným větráním, přesněji provětráváním, spočívajícím ve větrání okny nebo větracími otvory. Ne vždy je takový systém dostatečně účinný, protože závisí na vzájemné kombinaci vnějších a vnitřních klimatických podmínek. Má-li být výsledkem snížení relativní vlhkosti k hranici 60, respektive 50 %, neměla by být venkovní teplota příliš vysoká a naopak teplota odvlhčovaného prostoru příliš nízká. Účelnost provětrávání lze při znalosti hodnot vlhkosti vzduchu a teploty vně a uvnitř budovy stanovit pomocí pychrometrických tabulek a vypracovaných grafů, uvedených například v publikaci F. Martinka a R. Bartáka *Využití grafů při větrání pro účely upravování relativní vlhkosti vzduchu v archivních depozitářích* (Státní ústřední archiv v Praze, 1988).

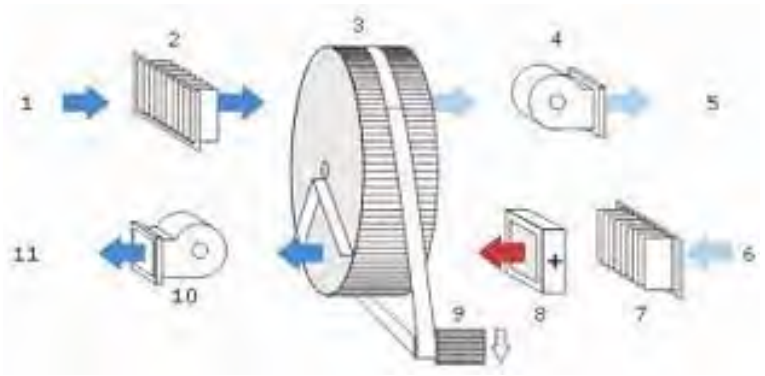
Efektivnost provětrávání je možné výrazně zvýšit kombinací s vytápěním (viz *kap. 5.2.3.1*) a pomocí větracího, přetlakového systému s nuceným oběhem vzduchu za použití elektrických ventilátorů umístěných zpravidla v oknech či zabudovaných ve zdi. Je třeba zdůraznit, že ne všechny typy dokumentů snesou výraznější cirkulaci vzduchu, která sebou strhává i prachové nečistoty. Jedná se zejména o fotografické materiály a všechny typy magnetických a optických médií. Některé vstupy vzduchu bývají běžně osazeny protiprašnými filtry. Pokud by šlo o využití různých ventilátorů či teplovzdušných zařízení, je dobré, aby proud vzduchu nebyl přímo namířen na shora uvedené a vysoušené dokumenty.

5.2.3.3 Strojové odvlhčování vzduchu

V „popovodňových“ podmínkách se poslední dobou osvědčily mobilní přístroje na snižování relativní vlhkosti vzduchu, tzv. odvlhčovače. Existují dva základní typy: adsorpční (vysoušecí) a kondenzační (vymrazovací).

5.2.3.3.1 Adsopční odvlhčovač

Adsorpční odvlhčovač odebírá vodu ze vzduchu pomocí vysoušecího materiálu (nejčastěji silkagelu). Tento materiál musí být neustále regenerován (vysušován). To je zajištěno konstrukcí odvlhčovače, kdy přístrojem předehřátý vzduch (zhruba na teplotu 120–140 ºC) odnímá silikagelu vlhkost a zvlhčený je vyváděn mimo přístroj, zpravidla mimo odvlhčovaný prostor.

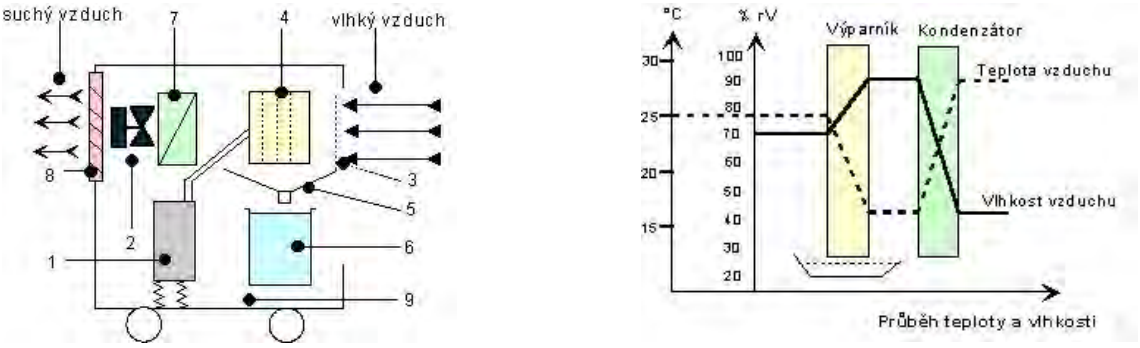


Obr. 5.2 **Schéma adsopčního odvlhčovače**[9]**.** 1 – procesní vzduch „on-vstup“, 2 – filtr, 3 – rotor, 4 – ventilátor procesního vzduchu, 5 – procesní vzduch „off-výstup“ (suchý vzduch), 6 – regenerační vzduch „on-vstup“, 7 – filtr, 8 – topné prvky, 9 – pohonný motor, 10 – ventilátor regeneračního vzduchu, 11 – regenerační vzduch „off-výstup“ (mokrý vzduch)

Využití adsorpčního odvlhčovače určují sorpční schopnosti vysoušecího materiálu. To tento typ předurčuje k využití i při nízkých teplotách a nízké úrovni relativní vlhkosti vzduchu, tedy za podmínek, při kterých zásadně klesá výkon kondenzačního odvlhčovače. Mezi jeho výhody vysoká výkonnost (uvádí se až 2 000 litrů za 24 hodin), vysoká kapacita a dobrá provozní spolehlivost. Využití vysoušecího odvlhčovače se nedoporučuje všude tam, kde se pracuje s médii citlivými na jemné abrazivní částice, jako jsou fotografické materiály, magnetická média apod. Podmínkou takového použití je osazení přístroje filtry, které jsou schopny zachytit částice o průměru větším než 0,3 μm.

5.2.3.3.1 Kondenzační odvlhčovač

Kondenzační odvlhčovač nasává vlhký vzduch přes prachový filtr. Poté jej vede k chladicímu výparníku, jehož povrchová teplota je pod rosným bodem nasávaného vzduchu a kde přebytečná voda kondenzuje a odkapává do sběrné nádoby nebo je odváděna přímo do odpadu. Průchodem kondenzátorem chladicího systému je vzduch opětovně ohříván na původní teplotu místnosti a vrací se do ní zpět. Tato neustále se opakující cirkulace vzduchu vede ve svém důsledku k poměrně rychlému, ale vcelku šetrnému způsobu odvlhčování.



Obr. 5.3 **Schéma kondenzačního odvlhčovače**[11]**.** 1 – kompresor, 2 – ventilátor, 3 – filtr, 4 – výparník, 5 – kondenzační vana, 6 – zásobník na kondenzát, 7 – kondenzátor, 8 – výpustní mřížka, 9 – pojistka proti přetečení kondenzátu, 10 – přední deska s hygrostatem a signálními kontrolkami.

Kondenzační odvlhčovač je vhodnější pro teplejší prostory. Provozní teploty pod 10 ºC jsou provázeny výrazným snížením výkonu přístroje, který je způsoben tvorbou námrazy na výparníku. Jeho mezičasové odmražování má za následek pravidelné přerušování odvlhčovacího procesu. Za těchto podmínek je třeba zajistit přitápění. Efekt odvlhčování je také snižován nepřetržitě obnovovanou vlhkostí zvnějšku. Aby se docílilo ekonomicky uspokojivého provozu, musí být odvlhčovaný prostor uzavřen.

Trh nabízí velké množství různých typů odvlhčovačů, lišících se výkonem a k tomu odpovídajícímu využití, počínaje drobnými odvlhčovači určenými pro domácí využití a konče vysokokapacitními odvlhčovači určenými pro stavebnictví (např. Lübra, Erac, Kroll, Ariagel, Hygromatik, Flipper-dry, AQP, EBAC, Benko apod.).

V krizových situacích je příjemná i nabídka řady firem na nezbytně nutnou dobu odvlhčovače pronajmout. Cena pronajmutí se liší podle typu a výkonu odvlhčovače.

5.2.3.4 Klimatizační zařízení

K odvlhčování lze samozřejmě využít i mobilní klimatizační jednotky, stejně jako instalované klimatizační zařízení, obstarávajícího mimo výměny vzduchu i jeho úpravu, tedy čištění (zbavení prachových a plynných nečistot), ohřívání, chlazení, sušení a vlhčení, a to za předpokladu, bude-li krátce po proběhlé živelní pohromě provozuschopné.

Klimatizační zařízení se sestává z ústřední jednotky, z níž je upravený vzduch rozváděn potrubím do všech klimatizovaných prostor. Vlhkost vzduchu je regulována průchodem vodními sprchami s předehřátím. Je samozřejmě možné i odnímání nadbytečné vlhkosti k chladiči přiváděnou ledovou vodou. Systém pracuje obvykle v uzavřeném cirkulačním okruhu. (Většinou je přisáváno pouze 10 % nového vzduchu, a to ještě z vnitřních prostorů objektu.) Náročné zařízení musí být obsluhováno kvalifikovanými osobami a řízeno kontrolním systémem měření a regulace s nainstalovanými a pravidelně kalibrovanými teplotními a vlhkostními čidly.

V budovách instalovaná klimatizační zařízení jsou často rozdělena na samostatné klimatizační okruhy, přičemž klimatický režim některého z nich by bylo možné přizpůsobit pracím spojeným se záchranou vodou postižených dokumentů.

5.2.3.5 Hygroskopické látky

U těchto látek se využívá jejich schopnosti uvolňovat vodu, pokud klesne vzdušná relativní vlhkost, a naopak ji adsorbovat, pokud relativní vlhkost poklesne. Při ochraně archivních památek je používán silikagel (gel oxidu křemičitého). Velmi dobře totiž splňuje všechny požadavky kladené na tlumicí materiál: je schopný přijmout dostatečné množství vody (např. při 60% relativní vlhkosti vzduchu přibližně 30 % vlhkosti), má rychlou odezvu na změnu vlhkosti a je chemicky inertní. K vysoušení vzduchu a jeho úpravu na požadovanou relativní vlhkost je doporučován silikagel s malou pórovitostí (velikost zrna asi 1-6 mm).

Využití silikagelu při snižování relativní vlhkosti vzduchu v souvislosti se záchrannou vodou postižených archivních dokumentů je limitováno jednou podstatnou skutečností. Je jí poměrně zdlouhavé vysoušení nebo časově náročné kondicionování na příslušnou relativní vlhkost. Navíc je silikagel určen především pro menší a co nejvíce utěsněné prostory, jako vitríny, skříně apod. Svou úlohu by tak mohl sehrát

při převozu či transportu významných a zvláště citlivých dokumentů, na které budou i za složitých podmínek živelní pohromy uplatňovány zvýšené nároky.

5.2.4 Metody měření a sledování vlhkosti

5.2.4.1 Měření relativní vlhkosti a teploty vzduchu

Jednou z nejběžnějších metod měření vlhkosti vzduchu je tzv. **psychrometrická metoda**, která spočívá ve využití tepelných změn při vypařování vody. Přístroj, tzv. psychrometr, je tvořen dvěma teploměry: jeden (tzv. mokrý) je opatřen punčoškou z jemné tkaniny smočenou ve vodě a druhý (tzv. suchý) udává teplotu měřeného vzduchu. Čím nižší je relativní vlhkost, tím více se odpařuje voda z vodou smočeného teploměru, jeho teplota klesá, a tím větší se ustavuje rozdíl mezi údaji obou teploměrů. Z hodnoty tohoto rozdílu se poté dá určit vzdušná relativní vlhkost. Pro operativní vyhodnocování klimatické situace se nejčastěji používají aspirační psychrometry (podle Assmanna), ať už ve standardním mechanickém provedení, nebo modernější s digitálním snímáním naměřených hodnot. Psychrometry mohou sloužit i ke kalibraci některých typů měřicích přístrojů (hygrografy, termohygrografy apod.).

Dilatační vlhkoměry pracují na sorpčním principu. Využívají přitom změny fyzikálně chemických vlastností různých materiálů, ke kterým dochází při změně množství sorbované vody. Nejstarším materiálem dilatačních vlhkoměrů byl odmaštěný lidský hlas, který, který se při změně relativní vlhkosti z 0 % na 100 % dokáže prodloužit asi o 2,5 % své délky.

Pramen preparovaných vlasů tvořil donedávna základ každého **vlasového vlhkoměru (hygrometru)**. Změna délky vlasu nebo svazku vlasů se přenáší na ukazatel pohybující se před stupnicí. Vlasový vlhkoměr je bývá často v kombinaci s teplotním čidlem a případně i spínacím kontaktem pro připojení signalizačního zařízení nebo zařízení pro regulaci vlhkosti vzduchu. Je třeba zdůraznit, že slouží pouze k orientačnímu stanovování vzdušné relativní vlhkosti v malých prostorech. V současnosti bývají lidské vlasy nahrazovány některými syntetickými materiály, např. upravenými nylonovými pásky.

Podobně jako vlasové vlhkoměry pracují některé starší typy hygrografů, kdy se změny délky vlasového svazku přenášejí citlivým převodovým ústrojím na měřicí rameno přístroje zakončené snímatelným záznamovým perem. Toto registrační pero

doléhá vlastní vahou na registrační buben opatřený vyměnitelnou registrační papírovou páskou. Tak se může nepřetržitě zaznamenávat chování klimatu sledovaného prostoru s hodinovou citlivostí po dobu jednoho týdne (asi 176 hodin, což je doba jednoho otočení registračního válce kolem své osy).

U novějších typů hygrografů bývá vlasové čidlo nahrazeno kruhovou živočišnou blánou, jejíž obvod je pevně a nastavitelně uchycen k čelu rámu přístroje a střed kruhu je opět spojen přes převodové ústrojí se záznamovým ramenem. Přístroje jsou často konstruovány tak, aby umožňovaly souvislý záznam relativní vlhkosti i teploty, tzv. **termohygrografy**. Oba typy čidel jsou dva nezávisle na sobě pracující elementy umístěné nad sebou. Teplotní čidlo bývá bimetal ve tvaru rovnoramenného trojúhelníku svinutého do prstence. Při změně teploty se pohyb volného konce bimetalového pásku přenáší na registrační záznam.

V současnosti jsou i tyto typy hygrografů nahrazovány systémy s instalovanými čidly a centrálním sběrem dat, umožňující nastavit jak periodu registrace hodnot relativní vlhkosti a teploty, tak požadovat okamžité, třeba grafické výstupy chování klimatu.

5.2.4.1 Měření obsahu rovnovážné vlhkosti materiálu

Při sušení vodou zaplavených archiválií je žádoucí kromě vzdušné relativní vlhkosti sledovat také obsah vlhkosti samotných dokumentů. Z výsledků takovýchto měření lze mimo jiné uspokojivě předvídat celkové chování klimatu, než bude ustaven rovnovážný stav mezi vlhkostí materiálu a ovzduším. Vyráběné přístroje jsou vesměs založeny na měření změn povrchové vodivosti při střídavém nebo stejnosměrném měřicím napětí. Metoda je nejvíce citlivá v oblasti od 3 do 13 % vlhkosti, plně postačující pro zjišťování vlhkosti většiny archivních dokumentů.

5.2.5 Literatura

1. WALSH B. Salvage Operations for Water Damaged Archival Collection: A Second Glance. *Waac Newsletter,* 1997, Volume 19, Number 2. http://palimpsest.stanford.edu/waac/wn/wn19/wn19-2/wn19-206.html
2. CHYSKÝ, J. *Vlhký vzduch.* Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p., 1977.

3. PŮLKRÁBEK, J. *Větrání.* Praha: Státní nakladatelství technické literatury, n. p., 1954.
4. KOPECKÁ, I. *Vysoušení zatopených historických objektů*. Praha: Národní památkový ústav. http://www.supp.cz/html/npu/povvys.htm
5. MARTINEK, F. *Zásady preventivní péče o fyzický stav archiválií*. Praha: Státní ústřední archiv v Praze, 1984.
6. ZELINGER, J. *Problémy degradace pergamenu a jeho uchování.* In. Sborník 8. semináře restaurátorů a historiků, 25.-27. 5. 1991, Železná Ruda. Praha: Státní ústřední archiv v Praze, 1992, str. 14.
7. Martinek, F.– Barták, R. *Využití grafů při větrání pro účely upravování relativní vlhkosti vzduchu v archivních depozitářích.* Praha: Státní ústřední archiv v Praze, 1988.
8. ĎUROVIČ M. a kol. *Restaurování a konzervování archiválií a knih*. Praha a Litomyšl: Ladislav Horáček – Paseka, 2002.
9. *Co je to kondenzační odvlhčování.* Perfektum Group, s. r. o., Praha. http://www.perfektum.cz
10. *Adsorpční odvlhčovače.* Sen – vysoušecí technika, s. r. o., Bechyně. http://www.odvlhcovani.cz/adsorp.htm
11. *Kondenzační odvlhčovače.* Sen – vysoušecí technika, s. r. o., Bechyně. http://www.odvlhcovani.cz/konden.htm
12. *Dlouhodobý i krátkodobý pronájem vysoušecích zařízení, horkovzdušných ventilátorů, čisticí techniky.* Eneko, spol. s. r. o., Praha. http://www.eneko.cz/service.htm
13. FEXA, J. – ŠIROKÝ, K. – *Měření vlhkosti*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p., 1985.

5.3 DEZINFEKCE

5.3.1 Obecné zásady při provádění dezinfekce

Cílem a smyslem dezinfekce je usmrtit a odstranit z životního a pracovního prostředí člověka mikroskopické houby, vyrostlé na předmětech nebo přítomné v ovzduší. Prvním krokem dezinfekčního postupu by tedy mělo být usmrcení

mikroskopických hub pomocí dezinfekčního prostředku a dále by mělo následovat jejich mechanické odstranění (tato fáze se někdy neprovádí).

Existují čtyři základní dezinfekční postupy: **postřik, namočení a otření, ponoření (pouze u menších předmětů) a expozice v atmosféře** vypařovaného **dezinfekčního prostředku**. Podle místa výskytu a velikosti kontaminace je možné použít i kombinaci uvedených postupů.

5.3.1.1 Postřik

Kontaminované místo je postříkáno dezinfekčním přípravkem (většinou v podobě roztoku. Provádí se rozprašovačem ze vzdálenosti udávané výrobcem dezinfekčního přípravku. Pokud tato vzdálenost není uvedena, pak se provádí postřik ze vzdálenosti 5 cm nad napadeným místem. Jsou-li napadeny rozsáhlejší prostory, pak je vhodné vystříkat i celý prostor. Místnost se nechá uzavřená po dobu 24 až 28 hodin a pak se vyvětrá. Podle rozsahu a množství kontaminace je možné celý postup zopakovat.

5.3.1.2 Otření

Napadené místo se stírá tkaninou namočenou v dezinfekčním přípravku až do vyčištění. Použité tkaniny se odkládají do PE sáčků, resp. sběrných nádob určených ke spálení.

5.3.1.3 Ponoření

Ponoření je použitelné pouze pro menší omyvatelné předměty (např. některé muzejní exponáty), pro zaplavené knihy a archiválie lze tento postup použít jen pod dohledem zkušeného restaurátora.

5.3.1.4 Expozice v atmosféře vypařovacího dezinfekčního přípravku, plynování

Tento postup se provádí zejména tehdy, jedná-li se o masivní kontaminaci velkého počtu předmětů, případně o kontaminaci vnitřních prostor a části předmětů, nebo se jedná o materiály, kdy riziko smočení nelze připustit (knihy, archiválie). Pro tyto případy lze použít dezinfekční skříně, komory či vaky a použitý evaporační dezinfekční přípravek je nutné volit podle vlastností dezinfikovaného materiálu (ethylenoxid, persteril, formaldehyd, butylalkohol aj.). Po ukončení dezinfekce je možné navíc otřít

kontaminovaná místa a plochy tkaninou nasycenou biocidním roztokem ve vodě nebo v alkoholu.

Pro archivy, knihovny a muzea připadá v úvahu nejvíce dezinfekce pomocí plynných látek, případně postřik. Otření dezinfekčním prostředkem se provádí pouze při lokálním napadení malého množství materiálu (otření hřbetů knih), ponoření jedině jako součást celkového restaurátorského zásahu. Při volbě způsobu dezinfekce je třeba brát v úvahu nejen druh přípravku a jeho vliv na ošetřovaný materiál, ale i další faktory. Například plynování zajišťuje usmrcení zárodků na materiálu, nikoli však dlouhodobou ochranu proti biologickým činitelům. Po vyjmutí předmětu z plynovacího prostoru je třeba ho uložit do nekontaminovaného prostředí, kde nejsou podmínky pro další napadení. Výhoda metody spočívá v tom, že nedochází k přímému styku ošetřovaného materiálu s rozpouštědlem. Naproti tomu postřik poskytuje dlouhodobější ochranu proti novému napadení, může však být destruktivnější (krátkodobé působení rozpouštědla a dlouhodobé působení účinné látky, která zůstává na ošetřeném předmětu).

5.3.2 Dezinfekční přípravky

K dezinfekci se používají vždy dezinfekční přípravky s fungicidním účinkem, které jsou schválené hlavním hygienikem České republiky. V seznamu a publikacích schválených dezinfekčních přípravků je tato účinnost vyznačena písmenem V, účinek proti mikroskopickým kvasinkovitým houbám je vyznačena písmenem A. Údaje o účinnosti musí být uvedeny rovněž na etiketě přípravku.

5.3.2.1 Plynování

5.3.2.1.1 Alkoholy

Způsob použití a vliv na mikroorganismy

Alkoholy (ethanol, propanol, isopropanol) se používají ve formě kapalné (50 až 80% vodný roztok) nebo ve formě par. Jako vypařovací biocidy byly zkoušeny zejména propanol, isopropanol, butanol a amylalkohol. Páry těchto alkoholů mají určitý účinek jak proti plísním, tak proti bakteriím. Z hlediska pracovní hygieny je nejpřijatelnější propanol, z hlediska účinnosti se doporučuje spíše butanol. Doporučená doba působení je 24 až 48 hodin v hermeticky uzavřené komoře při teplotě minimálně 24 °C. K dosažení účinku je nutná přítomnost vody, proto se do alkoholů přidává asi 5 % vody. Podle některých údajů lze účinek ještě zvýšit snížením tlaku v komoře.

Vliv na knihy a archiválie

Alkoholy neovlivňují významně odstín ošetřovaných písemností ani jejich fyzikální vlastnosti. Je však nutné věnovat zvýšenou pozornost inkoustům, razítkům a podobným látkám, které jsou v alkoholech rozpustné. Nelze sice předpokládat jejich úplné rozpití, ale přesto se doporučuje tato riziková místa během ošetření sledovat (výhodné jsou v tomto případě komory alespoň zčásti průhledné, s okénkem apod.). Dalším problematickým materiálem jsou listiny s pečetěmi. Bylo prokázáno, že páry alkoholů rozpouštějí některé látky, ze kterých jsou pečetě zhotoveny (nejvíce kalafunu, nejméně včelí vosk). I tyto materiály je tedy nutné během ošetření sledovat nebo raději rovnou zabezpečit zabalením do nepropustné fólie. Dále se doporučuje používat spíše butanol a nepřekračovat dobu působení 24 až 48 hodin.

Vliv na člověka

Propanol

Vysoce hořlavý. Nebezpečí vážného poškození očí. Páry mohou způsobit ospalost a závratě.

Isopropanol

Vysoce hořlavý. Dráždí oči. Páry mohou způsobit ospalost a závratě.

Butanol

Hořlavý. Zdraví škodlivý při požití. Dráždí dýchací orgány a kůži. Nebezpečí vážného poškození očí. Páry mohou způsobit ospalost a závratě.

5.3.2.1.2 Aldehydy – formaldehyd

Způsob použití a vliv na mikroorganismy

Formaldehyd je plyn, který se velmi dobře rozpouští ve vodě (formalin je 37% vodný roztok). Je to velice účinný dezinfekční přípravek, který působí jak na plísně, tak na bakterie. Lze ho použít v podobě par z formalinu nebo paraformaldehydu.

Vliv na knihy a archiválie

Pomocí formaldehydu se v minulosti poměrně často dezinfikovaly kontaminované prostory, dřevo a textil, ale také papír. Za nejvhodnější dobu expozice je považováno 24 hodin, látka však působí pouze povrchově. Účinnost lze zvýšit evakuací komory nebo zahřátím. Nevýhodou je, že formaldehyd nelze použít k dezinfekci pergamenu

a kůže, protože způsobuje jejich poškození (tvrdnutí a křehnutí) vlivem síťujícího účinku na strukturu kolagenu.

V současné době se formaldehyd příliš nepoužívá, bylo by však možné o něm uvažovat při výskytu rezistentních mikroorganismů, na které nepůsobí jiné dezinfekční přípravky.

Vliv na člověka

Způsobuje poleptání. Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití. Nedostatečně prokázané karcinogenní účinky. Může vyvolat senzibilizaci při styku s kůží.

5.3.2.1.3 Thymol

Způsob použití a vliv na mikroorganismy

Thymol je bílá krystalická látka, která sublimuje při teplotách kolem 20 °C. Dezinfekce se provádí tak, že se látka umístí ve vhodné nádobě přímo do spodní části dezinfekční komory a její páry pak působí na kontaminovaný materiál. V literatuře je však možné najít celou řadu doporučených dávek thymolu, teplot a doby působení (přitom některé údaje se dosti značně liší). Doporučené množství thymolu, které je potřebné k nasycení 1 m^3 prostoru, se pohybuje mezi 20 g až 125 g. K dostatečnému účinku by měla postačovat běžná pokojová teplota, někteří autoři doporučují periodické zahřívání thymolu až na 50 °C po dobu 2 hodin. Doba expozice by měla být 4 až 15 dní (čím je vyšší teplota v komoře, tím stačí kratší doba expozice).

Další možností, jak zlepšit účinek thymolu a zejména jeho průnik do knižního bloku, je použít pomocné listy papíru, které jsou předem impregnované 10% lihovým roztokem thymolu. Tyto listy se pak vkládají do knih nebo se jimi knihy obalují.

Po dezinfekci je nutné všechny ošetřené materiály (zejména pergamen a kůži) dobře vyvětrat.

Vliv na knihy a archiválie

Bylo prokázáno, že thymol může měnit odstín papíru a pergamenu – používá se tedy zejména tam, kde nejsou tyto případné změny na závadu. Podle některých studií dochází ke změnám zabarvení papíru teprve tehdy, jestliže je papír po ošetření vystaven působení světla. Může se rovněž projevit určitý vliv thymolu na lepidla používaná při vazbě knih nebo na některé inkousty a barviva.

Vliv na člověka

Zdraví škodlivý při požití. Způsobuje poleptání.

5.3.2.1.4 o-fenyl-fenol

Způsob použití a vliv na mikroorganismy

Používá se převážně v podobě lihového roztoku na papír, pergamen nebo kožené vazby. Při dezinfekci parami je nutná nejméně 48 hodinová expozice. Podle některých údajů je účinek pomalejší než u thymolu, proto se doporučuje ponechat ošetřované předměty v parách až 6 týdnů. Látka dobře působí proti aktivním plísním, účinek proti sporám není prokázaný.

Vliv na knihy a archiválie

Bylo prokázáno, že o-fenyl-fenol do určité míry degraduje celulózu, vlastnosti pergamenu a kůže ovlivňuje méně.

Vliv na člověka

Dráždí oči, dýchací orgány a kůži.

5.3.2.1.5 Ethylenoxid

Způsob použití a vliv na organismy

Ethylenoxid je od roku 1933 standardním dezinfekčním prostředkem archivních a knihovních fondů a muzejních sbírek s vysokou účinností proti plísním, bakteriím a hmyzu (ve všech vývojových stadiích). Účinek této látky je sterilizační, to znamená, že dokáže za dodržení určitých podmínek usmrtit veškeré živé mikroorganismy v materiálu, včetně spor. Působí jako alkylační činidlo, způsobuje celkovou zástavu biologických procesů. Nejzávažnější je účinek na dezoxyribonukleovou kyselinu v buněčném jádře (vznikají letální mutace) a na nejrůznější látky bílkovinné povahy, které jsou pro organismy nezbytné, zejména enzymy. Míra účinku ethylenoxidu je závislá na mnoha faktorech. Kromě koncentrace plynu je to také vliv teploty, vlhkosti, stupně vývoje mikroorganismu a rovněž přirozené rezistence jednotlivých druhů. Je rovněž nutné brát v úvahu, že někdy jsou mikroorganismy chráněny svým okolím před účinky plynu. Obtížnost sterilizace stoupá při ochraně mikroorganismů těmito látkami¨voda > tuky > syntetické látky > chemické krystaly. Ethylenoxid neposkytuje materiálu další preventivní ochranu, takže po odvětrání jeho posledních zbytků mohou

být knihy a archiválie při uložení v nevhodných podmínkách znovu napadeny mikroorganismy.

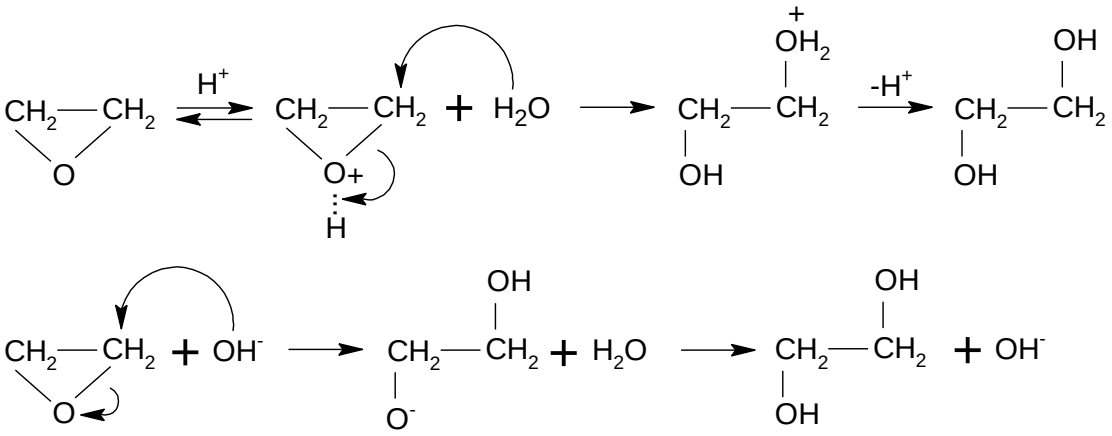
Ve Státním ústředním archivu v Praze je dezinfekce prováděna ve dvou komorách španělské firmy MATACHANA (typ 3.100 LGE-2) o celkovém objemu 6,4 m^3. Celé zařízení je maximálně automatizované, aby obsluha přicházela do styku s ošetřovaným materiálem co nejméně. Knihy a archiválie se ukládají do speciálních kontejnerů s drátěnými stěnami z nerezové oceli o rozměrech 1,1×0,8×1,1 m – tím je omezena velikost dezinfikovaných předmětů. Naplněné kontejnery jsou po válečkové dráze dopraveny do komor (každá ze dvou komor pojme najednou dva kontejnery s celkovou kapacitou asi 11 bm archiválií nebo knih). Dezinfekce se provádí směsí 10 % ethylenoxidu a 90 % oxidu uhličitého, který se prodává pod obchodním názvem ETOXEN, při tlaku 160 kPa, při teplotě nastavitelné v rozmezí 25 až 50 °C a při krátkodobém zvlhčení vzduchu v komoře před dezinfekcí asi na 80 % relativní vzdušné vlhkosti. Dezinfekční cyklus v komoře probíhá asi 16 hodin. Poté se odsává plyn vývěvou, na kterou je napojeno zařízení pro katalytickou oxidaci zbytkového ethylenoxidu Abator Donaldson. Z něj se po rekuperaci vypouští odpadní vzduch s obsahem ethylenoxidu maximálně 5 mg/m^3 (podle hygienických norem). Ošetřený materiál se v kontejnerech automaticky vysune z komory protilehlými dveřmi do odvětrávacího tunelu. Zde se kontejnery posunují po válečkové dráze po dobu 6 dní směrem k východu, přitom jsou neustále provětrávány protisměrným proudem vzduchu, ohřívaným přibližně na 30 °C. Sedmý den se kontejnery přemístí do měřicích komor, kde se podrobí konečnému měření koncentrace zbytkového ethylenoxidu, která nesmí přesáhnout 1 mg/m^3 vzduchu. Teprve potom se může sterilizovaný materiál přemístit na běžné vozíky a může s ním být dále pracováno. Celý průběh dezinfekce je sledován monitorovacím systémem ETO, který vyhodnocuje naměřené údaje o koncentracích ethylenoxidu a v případě havarijního úniku tohoto plynu vyhlašuje automaticky poplach, spíná havarijní větrání a může případně zastavit i probíhající dezinfekci.

Vliv na knihy a archiválie

Molekula ethylenoxidu – napnutý epoxidový kruh – je již za mírných podmínek snadno rozštěpitelná. Je proto pravděpodobné, že díky této reaktivitě může reagovat i s některými materiály archivních, knihovních nebo muzejních sbírek. K typickým reakcím ethylenoxidu patří:

Hydrolýza

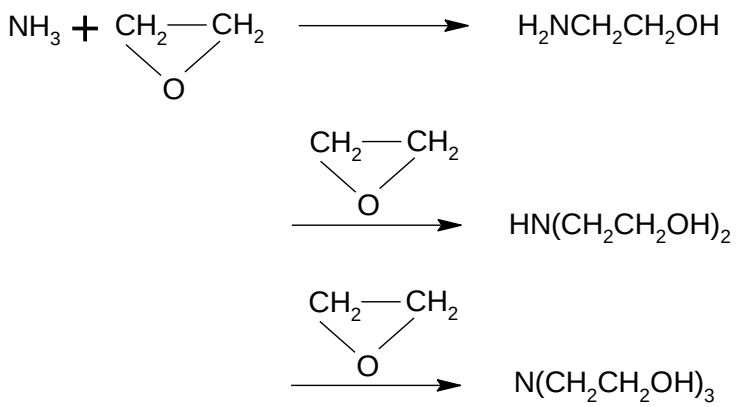
Probíhá jak v kyselém, tak i alkalickém prostředí za vzniku ethylenglykolu:



Tyto reakce probíhají také v průběhu dezinfekce. Může rovněž proběhnout polymerace vzniklého ethylenglykolu za vzniku nízkomolekulárního polyethylenglykolu (dokonce byly popsány dva případy exploze dezinfekční komory, způsobené exotermickou polymerací ethylenglykolu katalyzovanou ionty železa – v jednom případě byla zdrojem iontů železa pruská modř na dezinfikovaném obraze, ve druhém zkorodované železné knoflíky).

Reakce s aminy

Ethylenoxid snadno reaguje se čpavkem, primárními i sekundárními aminy:

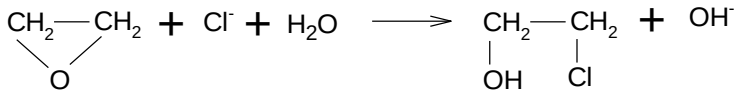


Reakce s proteiny

Ethylenoxid reaguje s aminokyselinami methioninem, histidinem a cysteinem (hydroxyethylace hydroxy-, amino- a thioskupin).

Reakce s chloridy

Ethylenoxid reaguje také s neutrálními chloridy, které mohou být přítomny v dezinfikovaných předmětech, na ethylenchlorhydrin:



Vliv etylenoxidu na konkrétní archivní a knihovní materiály byl studován na nejrůznějších pracovištích. Nebyl prokázán výrazný negativní vliv na papír, rovněž u některých kolaganových materiálů (teletinová, kozinková a beraninová useň) byly změny minimální. Nemění se také odrazová spektra zkoušených pigmentů ve viditelné oblasti (ultramarin, azurit, malachit, indigo, verdigris, realgar). Stejná zůstává viskozita vodných roztoků arabské gumy a živočišného klihu, mírně klesá adheze kaseinu a vaječného bílku. Určité opatrnosti je třeba u fotografických materiálů – v některých případech byly naměřeny mírné změny optické denzity obrazu.

Vliv na člověka

Účinky ethylenoxidu, jimž byla věnována značná pozornost, jsou mnohostranné. Má výrazné místní dráždivé účinky, narkotický účinek, celkový toxický účinek, pro který je charakterizován jako „protoplazmatický jed“, může být příčinou vzniku alergických chorob, je mutagenní a podezřelý z karcinogenity.

U starších typů dezinfekčních komor s nedostatečně vyřešeným odvětráváním mohou být nebezpečná rezidua ethylenoxidu jak přímo v komorách, tak v dezinfikovaném materiálu. Podle literárních údajů je ethylenoxid velmi dobře sorbován polyvinylchloridem (28 mg ethylenoxidu na 1 g hmoty), přírodním kaučukem (16 mg), silikonovým kaučukem (6 mg), teflonem (0,6 mg), polypropylenem (0,5 mg) a polyamidem (0,1 mg). Ostatní materiály sorbují ethylenoxid méně, ale zejména při větším množství dezinfikovaného materiálu není tato skutečnost zanedbatelná. Je tedy nutné provádět důkladné a účinné odvětrávání a zároveň monitorování zbytku ethylenoxidu v prostředí.

5.3.2.2 Postřik

Postřik je dezinfekční metoda, která je při intenzivní kontaminaci archivních, knihovních a muzejních sbírek po záplavách většinou nepříliš účinná. Slouží především

ke zmírnění nárůstu plísní během manipulace s mokrým materiálem, po usušení se doporučuje provést ještě jeden důkladnější dezinfekční zásah.

5.3.2.2.1 Kvarterní amoniové soli (KAS) – Ajatin, Septonex

Způsob použití a vliv na mikroorganismy

Ajatin a Septonex jsou tradiční přípravky, které se používají k dezinfekci zejména ve zdravotnictví již dlouho. V současné době je na trhu celá řada dalších podobných přípravků s obsahem kvarterních amoniových solí. Při výběru vhodného dezinfekčního prostředku je třeba dbát na jeho složení (může obsahovat buď samotné kvarterní amoniové soli, často označené jako KAS, nebo jejich směs s alkoholy nebo tenzidy) a jeho zabarvení (roztok by měl být čirý). V seznamu schválených dezinfekčních dezinsekčních a deratizačních přípravků lze rovněž ověřit účinek na plísně (symbol V). Při ředění je třeba dbát doporučení výrobce; pokud není uvedeno, používá se 2 až 5% vodný nebo lihový roztok účinné látky.

Postřik se provádí pomocí vhodného rozprašovače – přitom cílem je vytvořit co nejjemnější kapénky. Je nutné počítat s tím, že při ošetření velkého množství materiálu se podstatně zvýší relativní vzdušná vlhkost, prostory by tedy měly být dobře větratelné.

Kvarterní amoniové soli patří mezi kationové detergenty, mechanismus jejich účinku spočívá v rozpouštění lipidů obsažených v buněčné stěně buněk a denaturaci bílkovin. Tyto látky mají velmi silný účinek na grampozitivní bakterie, poněkud menší na gramnegativní bakterie, kvasinky a plísně, neúčinkují na mykobakterie a bakteriální spory.

Vliv na knihy a archiválie

Kvarterní amoniové soli ovlivňují mechanické vlastnosti papíru a jeho pH, neměly by tedy být používány k opakované dezinfekci (toto negativní působení lze eliminovat následným několikanásobným vypráním papíru ve vodě). Optické a další vlastnosti papíru se nemění. Bezproblémové je použití těchto přípravků např. k dezinfekci voskových pečetí – i tady by však mělo následovat omytí vodou.

Vliv na člověka

V roztocích s vyšší koncentrací než 1 % kvarterní amoniové soli silně dráždí, tento roztok může také poškodit oči. Dráždivý účinek je nejvíce patrný právě při dezinfekci postřikem, kdy je nutné důsledně používat pracovní ochranné pomůcky, zejména pro ochranu očí a dýchacího ústrojí.

5.3.2.2.2 Deriváty isothiazolinu

Způsob použití a vliv na mikroorganismy

Způsob použití je podobný jako u kvarterních amoniových solí, účinek na plísně je výraznější. Při dlouhodobé expozici nad pH 8 a teplotě nad 50 °C může dojít k rozkladu aktivních látek. Účinnost dezinfekce je snížena přítomností primárních aminů a redukčních činidel.

Vliv na knihy a archiválie

Isothiazoliny rovněž poněkud ovlivňují mechanické vlastnosti papíru, v některých případech bylo pozorováno i žloutnutí papíru, které však bylo způsobeno přídavkem hořečnatých solí v přípravku. Tyto látky jsou vhodné jako alternativní dezinfekční prostředek.

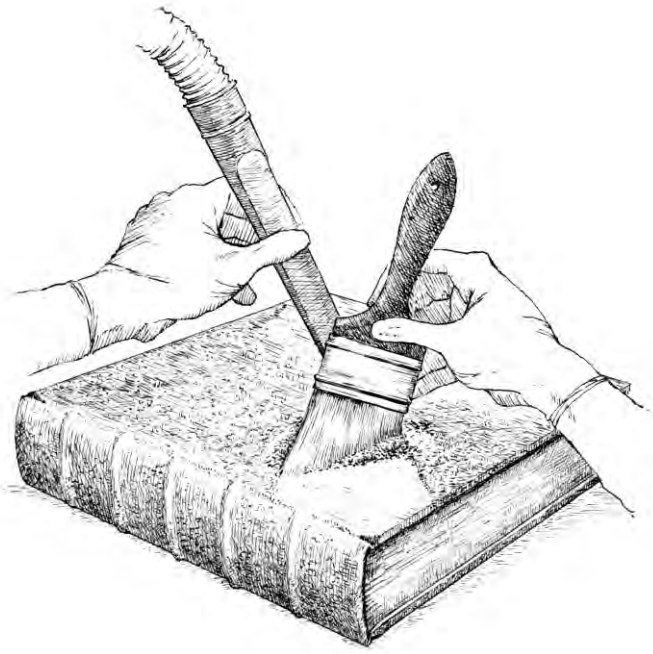
Vliv na člověka

Koncentrovaný přípravek může způsobit poškození pokožky.

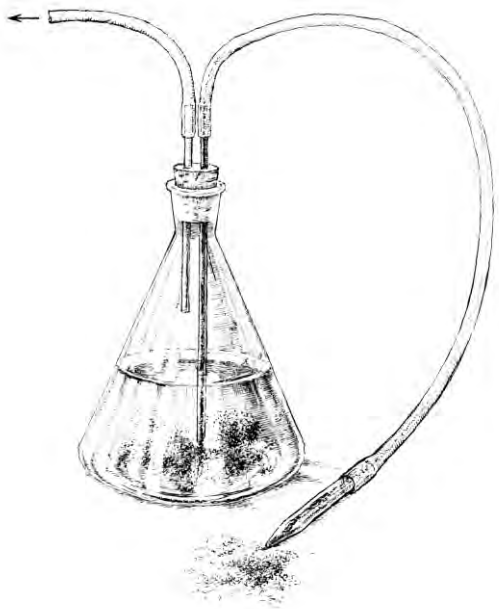
5.3.3 Další metody

Pro dezinfekci jsou použitelné ještě další metody, například fyzikální; je však nutné počítat s tím, že účinek nemusí být vždy dokonalý. Tímto způsobem může být podstatně snížen počet mikroorganismů v zaplavených knihách a archiváliích, které jsou zmraženy a následně sušeny lyofilizací nebo teplým vzduchem. Je tedy využit princip působení nízkých nebo vyšších teplot na organismy.

V některých zemích (zejména USA) se provádí mechanické odstraňování živých mikroorganismů z usušených materiálů pomocí odsávání. Obrovskou nevýhodou této metody je kontaminace celého prostředí vlivem proudění vzduchu při odsávání a vznik značných zdravotních rizik pro pracovníky. Tento problém je řešen používáním dokonalých vysavačů a digestoří s HEPA filtry a dokonalých osobních ochranných pomůcek. Po konzultacích s pracovníky hygienické služby **nelze tento postup v našich podmínkách doporučit!** Nejdříve musí být provedena účinná dezinfekce, teprve potom případně čištění pomocí odsávání. I v tomto případě musí být používány co nejlepší ochranné pomůcky, protože i neživé mikroorganismy mohou způsobit značné zdravotní problémy.



Obr. 5.4 **Hrubé čištění pomocí odsávání vysavačem.** (Kresba B. Bartl.)



Obr. 5.5 **Jemné čištění pomocí odsávání skleněnou nebo jinou trubičkou a vývěvou.** (Kresba B. Bartl.)

5.3.4 Literatura

9. BACÍLKOVÁ, B. – ĎUROVIČ, M. *Dezinfekce archivních a knihovních sbírek ethylenoxidem.* Sborník VŠCHT v Praze S 20. *Polymery – chemie, vlastnosti a zpracování.* 1991, s. 135–145.
10. BACÍLKOVÁ, B. *Přehled dostupných dezinfekčních prostředků pro konzervátory a restaurátory a jejich působení na organismus*. Sborník: *8. seminář restaurátorů a historiků,* Železná Ruda 1991, s. 268–283.
11. DANIELS, V. – BOYD, B. *The yellowing of thymol in the display of prints*. Studies in Conservation, Vol. 31 (1986), s. 156–158.
12. HANUS, J. – MINÁRIKOVÁ, J. – ĎUROVIČ, M. – BACÍLKOVÁ, B. *Influence of ethylene oxide sterilization on some properties of different types of paper*. In: Actes des troisièmes journées internationales d'études de l'ARSAG. *La conservation : Une science en évolution.* Paris 1997, s.–193–203.
13. HANUS, J. – RICHARDIN, P. M. – BONNASSIES-TERMES, S. *Influence of ethylene oxide sterilization on some photographic papers*. In: ICOM Committee for Conservation. Preprints of the 12th triennial meeting, Lyon 1999, s. 550–554.
14. HANUS, J. – RICHARDIN, P. M. – BONNASSIES-TERMES, S. – ĎUROVIČ, M. – KUBELKA, V. *Comparison of two different methods of head space gas chromatography for determination of residual ethylene oxide in sterilised papers*. In: ICOM Committee for Conservation. Preprints of the 12th triennial meeting, Lyon 1999, s. 507–512.
15. Kolektiv autorů: *Seznam dezinfekčních, dezinsekčních a deratizačních přípravků i přípravků pro dezinfekci vody schválených hlavním hygienikem ČR k 1. 1. 2002*, *AHEM,* č. 2. SZÚ Praha 1999. www.szu.cz/svi/ahem/obsah-2002-02.html
16. KOWALIK, R. *Microbiodeterioration of library materials*. Part 2, chapter 4. Microbiodecomposition of basic organic library materials. *Restaurator,* Vol. 4, Nr. 3–4 (1980), s. 135–219.
17. KUČEROVÁ, I. a kol. *Posouzení dezinfekce a dezinsekce historických materiálů metodou plynování.* Zpráva vypracovaná pro firmu ATF, s r. o. Ledeč nad Sázavou, 19 s.

18. McDONNELL, G. – RUSSELL, A. D. *Antiseptics and disinfectants: activity, action and resistance. Clinical Microbiology Reviews,* Vol. 12, Nr. 1 (1999), s. 149–179.
19. McGIFFIN, R. F. *A current status report on fumigation in museums and historical agencies.* Technical Report 4, American Association for State and Local History, 1984, s. 11–15.
20. NYBERG, S. *The invasion of the giant spore*. SOLINET Preservation Program, Leaflet Nr. 5, 1987.
21. ORLITA, A. *Devitalizace plísňových zárodků na archiváliích*. Sborník: *Pátý seminář restaurátorů a historiků,* 2. část, Strážnice 1983, s. 11–20
22. ORLITA, A. *Vypařovací biocidy v restaurátorské a konzervátorské praxi*. Sborník: *Šestý seminář restaurátorů a historiků,* Bratislava 1985, s. 74–85.
23. ORLITA, A. Dekontaminace plísní na pergamenech a jiných historických písemnostech. Sborník: *Nové metody muzejní konzervace,* 1987, s. 125–131.
24. ORLITA, A. *Nový systém devitalizace plísní na historických písemnostech*. Sborník: *8. seminář restaurátorů a historiků,* Železná Ruda, 1991, s. 258–267.
25. PAŘÍKOVÁ, J. a kol. *Metodický postup dezinfekce mikroskopických hub v pracovním a životním prostředí člověka.* SZÚ Praha 1997.
26. STANSFIELD, G. *Physical methods of pest control*. *Journal of Biological Curation,* Vol. 1, Nr. 1 (1989), s. 1–4.
27. STRASSBERG, R. *The use of fumigants in archival repositories*. *The American Archivist,* Vol. 41, Nr. 1 (1978), s. 25–36.
28. ŠIROKÝ, M. *Vliv alkoholových par na voskové pečeti*. Sborník: *8. seminář restaurátorů a historiků,* Železná Ruda 1991, s. 212–225.

6 SANACE VODOU ZAPLAVENÉHO ZDIVA

Doc. Ing. Petr Kotlík, CSc.
Ing. Viktor Heidingsfeld, CSc.

6.1 ÚVOD

Každý stavební objekt je v určité rovnováze s okolím. Týká se to hlavně jeho teploty a vlhkosti a znamená to, že je-li vystaven delší dobu okolnímu prostředí se stálou teplotou a vlhkostí, jeho teplota se s okolní vyrovná a vlhkost jednotlivých materiálů vyskytujících se ve stavbě dosáhne určité rovnovážné hodnoty a dále se nemění. Obsah této tzv. rovnovážné vlhkosti závisí na typu materiálu – jiný je u dřeva, jiný u silikátových materiálů apod.

6.2 VLHKOST STAVEB

Voda (vlhkost) patří mezi velice významné faktory, které ovlivňují vlastnosti prakticky všech materiálů staveb. Významných způsobem se podílí i na poškozování (korozi) stavebních materiálů. Organické látky bývají ve vlhku snadno napadány bakteriemi, řasami nebo houbami (plísněmi). Poškození dřeva jako nejdůležitějšího zástupce organických stavebních materiálů dřevokaznými houbami je obecně známé. Méně známé jsou případy mikrobiálního poškození asfaltových izolací proti vzlínající vlhkosti, některých přírodních nebo syntetických polymerů – např. součástí vnějších nebo vnitřních nátěrových systémů atd.

Voda se však významně podílí i na poškozování anorganických stavebních materiálů. V případě kovových součástí je určité množství vlhkosti podmínkou korozních procesů, ale ani běžné silikátové materiály – malty a omítky, kámen i keramické materiály (cihly, pálená krytina, dlažby a obklady apod.) nejsou při vyšším obsahu vlhkosti dlouhodobě stálé. Vlhký materiál má zpravidla horší tepelně izolační i mechanické vlastnosti (nižší pevnost), může být poškozován mrazem nebo ve vodě rozpustnými solemi. Voda je podmínkou existence živých organismů (bakterií, řas, hub i vyšších rostlin), které se přímo či nepřímo na korozi anorganických stavebních materiálů podílejí. Také chemické reakce vzdušných polutantů se silikátovým stavebním materiálem jsou podstatně rychlejší v přítomnosti vody.

Z uvedených důvodů je velice užitečné mít obsah vlhkosti ve stavebních materiálech „pod kontrolou“. Zpravidla se snažíme, aby vlhkost silikátových stavebních materiálů (zdiva) byla co možná nejnižší.

6.3 OBECNÉ PŘÍČINY ZVÝŠENÉHO ZAVLHČENÍ ZDIVA

Ke zvýšení obsahu vlhkosti ve zdivu může docházet několika základními způsoby:

1. vzlínáním vody (zpravidla vody obsahující vodorozpustné sole) z podzákladí v důsledku nefunkční vodorovné izolace,
2. sorbcí vodní páry hygroskopickými solemi přítomnými ve zdivu, které zde pak udržují vyšší rovnovážnou vlhkost, než by byla v jejich nepřítomnosti,
3. zatékáním vody do zdiva poškozenou střechou, okapy apod. při nedostatečné údržbě objektu,
4. z poškozených instalací (vodovodního resp. odpadního potrubí),
5. při hašení požáru,
6. při záplavách.

V případech ad 1 až ad 3 se jedná o situaci, kterou lze považovat za obvyklou nejen u většiny památkových objektů, ale i u mnoha objektů občanské výstavby. Pro její řešení byla vypracována řada postupů, které jsou shrnuty např. v ČSN P 73 0610 – Sanace zavlhlého zdiva. Na základě průzkumu konkrétního objektu lze proto zvolit metodu nebo kombinaci sanačních metod, která je v daném případě optimální z technického i ekonomického hlediska.

V případech ad *4* a zejména ad *5* a *6* se však jedná o netypický problém, který je charakteristický zejména masivním zavlhčením zdiva a omítek a možností následných statických poruch objektu. Pro jeho řešení nejsou k dispozici standardní postupy. V dalším textu se budeme věnovat především problematice objektů zatopených při záplavách, avšak některé zásady platí obecněji.

6.4 CHARAKTERISTIKA STAVU OBJEKTU (JEHO MOŽNÝCH POŠKOZENÍ) PO ZATOPENÍ VODOU

Pro objekty zaplavené při povodních, jaké naše země zažila opakovaně (i když v rozdílném měřítku) v roce 1997 a 2002, je charakterické, že dochází k zatopení objektu postupně – od sklepů a suterénních prostor k místnostem v přízemí, případně ve vyšších poschodích. Voda nemusí nutně přitékat přímo z rozvodněného potoku či řeky, ale jejím zdrojem může být např. vzedmutá hladina kanalizace apod. Do objektu

proniká dveřmi, okny, kanalizačním potrubím (např. z kanálků v podlaze), odvětrávacími kanálky, prostupy kabelů a instalací (pokud nejsou dobře utěsněny), byly zaznamenány i případy, kdy do stavby voda pronikla starým, „zapomenutým“ odvodňovacím potrubím apod. Je zřejmé, že se nejedná o vodu čistou, ale o vodu obsahující různé kontaminanty.

Zvýšená vlhkost stavebního materiálu se může projevit několika způsoby:

- estetickými projevy (vznik barevných skvrn, barevně odlišných ploch výkvětů solí nebo vegetace plísní apod.),
- zdraví ovlivňujícími projevy (kontaminace stavby nečistotami či organismy přinesenými vodou, rozvoj mikroorganismů – především bakterií a plísní – na povrchu stěn, v dutinách, větracích kanálech apod.).
- mechanickými projevy (snížení pevnosti materiálu či únosnosti podloží s případnou následnou destrukcí stavby).

Zatímco problémy uvedené v tomto přehledu na prvním a druhém místě zhoršují nebo znemožňují užívání zatopené stavby nebo její části, poruchy zmíněné ve třetím bodě ohrožují samu existenci objektu. Obtéká-li stavbu vodní proud, hrozí vedle prostého zaplavení i nebezpečí mechanického poškození zdí jeho účinkem nebo vodou nesenými předměty (stromy, trámy, neukotvenými plovoucími objekty apod.). Vztlak spodní vody může způsobit vydutí podlah (včetně dlažeb) v nižších poschodích nebo se může naopak podlaha propadnout jako následek zhutnění násypů zaplavených vodou. Zanedbatelná není ani možnost poškození podloží (odplavením jemných písků, změněnou únosností jílů, sesuvem půdy apod.). Dalším nebezpečím je porušení instalací – zejména elektrické (při prostém zaplavení), ale i vodovodní, odpadní nebo plynové při statickém porušení stavby.

Pro návrat objektu ke stavu před zaplavení je třeba především přiměřenou rychlostí snižovat obsah vody v materiálu stavby a současně odstraňovat nežádoucí změny, které se při nebo po zaplavení objektu objevily.

6.5 ÚVODNÍ KROKY PŘI SANACI OBJEKTU ZAPLAVENÉHO VODOU

V následujícím přehledu jsou heslovitě uvedeny jednotlivé kroky, které jsou nutné pro sanaci objektu zaplaveného vodou:

- odstranění vody z objektu,

- posouzení mechanických poškození objektu (praskliny, vzdutí či propad podlah), kontrola instalací vody, odpadu, elektřiny, plynu,
- vyklizení nečistot přinesených vodou, původního mobiliáře apod. ze zaplavených místností,
- odstranění vnitřních nátěrů či dřevěného obložení stěn,
- omytí povrchu stěn, oken, dveří apod. vodou, tlakovou vodou,
- odstranění nepropustných podlahových krytin (koberce, linoleum), dřevěných podlah (prkna, parkety, dřevěná dlažba),
- podle potřeby rozebrání dřevěných stropů či dřevěných konstrukcí v zatopeném objektu,
- vypláchnutí zatopeného vedení (kanálů) klimatizace, případně dalších nedostupných prostorů čistou vodou, nejlépe pod mírným tlakem,
- podle potřeby či nutnosti odstranění omítek v zavlhčené části zdiva,
- sanace povrchů proti plísním, desinfekce vedení (kanálů) klimatizace případně dalších nedostupných prostorů,
- zajištění co možná nejúčinnějšího větrání (přirozený průvan, ventilátory apod.), v první fázi není nutné přitápění,
- odstranění krytů vypínačů a zásuvek (při odpojení objektu nebo jeho zaplavené části od veřejné sítě),
- kontrola zavlhčení podlah (tepelné izolace, kanály s rozvody tepla či teplé vody apod.),
- kontrola vlhkosti zdiva (nedestruktivní metody měření nebo stanovení obsahu vlhkosti v odebraných vzorcích zdiva),
- opakovaná kontrola výskytu plísní (nezaměňovat s výkvěty solí ze zdiva), v případě nutnosti opakovat aplikaci dezinfekčního prostředku či volit jiný, účinnější prostředek,
- opakovaná a pravidelná kontrola statického stavu zděných konstrukcí.

V následující stati jsou podrobněji popsány jednotlivé kroky

6.5.1 Odčerpávání vody

Po opadnutí vody je obvykle započato s odčerpáváním vody ze suterénních prostor. Toto odčerpávání je třeba (v rozporu se snahou o rychlé vysušení objektu)

provádět pomalu, a to především tam, kde nelze vyloučit pronikání vody z okolního terénu do podzemních částí objektu. Při rychlém odstraňování vody ve zvláště nepříznivém případě hrozí v závislosti na stavu okolního terénu, hloubce založení objektu apod. destrukce části základového zdiva.

6.5.2 Vyklizení nečistot, mobiliáře atd.

Pro usnadnění vysýchání zaplaveného objektu i z hygienických důvodů je nutné co nejdříve odstranit vše, co bylo v objektu nasáklé vodou a co může vysýchání stavby zpomalovat. Při zaplavení místnosti jsou v prvních okamžicích předměty vodou nadzdvihovány (mohou i plavat) a po proniknutí vody do jejich nitra (skříně apod.), případně po nasáknutí vodou klesají „na dno“. Papír a papírové předměty přijímají velké množství vody, přitom zvětšují svůj objem a v důsledku toho mohou s překvapivou silou ničit nábytek (skříně, zásuvky apod.), v němž jsou uloženy. Lepené spoje dřevěných předmětů se rozlepují, může docházet k borcení dřevěných konstrukcí. Při vyklízení místností je vhodné zároveň jednotlivé věci rozdělovat do dvou skupin – co je možné a reálné zachránit a co je nutné či doporučené zlikvidovat (např. z důvodu hygienických či ekonomických).

Samostatným problémem je záchrana archiválií (papírových dokumentů, knih, fotografií, map, zvukových nosičů apod.). Největším nebezpečím je v tomto případě rychlý rozvoj plísní na vlhkých předmětech. Při nutnosti sanace většího množství papírových dokumentů, které je nutno zachránit, je vhodné vlhký papír zmrazit a v tomto stavu uchovávat až do doby, kdy je možno přistoupit k jejich čistění, sušení atd.

6.5.3 Odstranění vnitřních nátěrů, obkladů stěn, dřevěných stropů, podlah, koberců apod.

Velice důležité je co nejrychleji odstranit nátěry vnitřních stěn (hlinkové, latexové apod.). Obsahují pojiva, které jsou zdrojem živin podporujících růst plísní a mohou výrazně ztěžovat vysýchání zdiva. Samozřejmostí je odstranění linolea, koberců (i lepených) apod. Je vhodné rovněž odstranit z podlah zbytky lepidel, kterými byly podlahové krytiny přilepeny k podkladu.

Dřevěné podlahy (parkety, prkna, dřevěná dlažba) po ponoření do vody rychle zvětšují svůj objem a podlaha se „vyboulí“. Z prostorů zaplavených vodou je nutné je

co nejrychleji demontovat a odstranit ze zaplaveného objektu. S rozhodnutím o likvidaci dřevěných podlahových prvků je však možno počkat až po jejich vyschnutí. Ne vždy jsou po vysušení nepoužitelné, naopak, pokud nedošlo k jinému poškození, často je možné po vhodném ošetření je z podstatné části znovu použít.

Také montované obklady ze dřeva i obdobných materiálů je nutno rozebrat, protože by v uzavřených prostorech pod nimi mohlo docházet k růstu plísní, případně i hub.

Dřevěné špalíkové dlažby průjezdů a hal, které jsou obvykle impregnované, je možno po očištění opět použít. Předpokladem je dobrý stav podkladu.

Pokud došlo k zaplavení dřevěných stropů, je nutné jejich otevření. Nejvhodnější je odstranění hrubých podlah, záklopových i podhledových prken a ponechání volných trámů, aby mohly dobře vysychat. Také odstraněná prkna je možno po odborném uložení, vyschnutí a případném ošetření opět použít. Pokud jsou trámy v uložení zazděny, je vhodné vybourání zazdívek kapes. Je-li nutné chránit cenné omítky nebo záklopová prkna, je třeba, aby jejich horní plocha byla uvolněna, aby mohla vysychat. Stav dřeva stropů je nutno průběžně sledovat, při vzniku plísní je nutno dřevo neprodleně ošetřit vhodným biocidním prostředkem.

Obnova stropů i podlah je možná až po dokonalém vyschnutí dřeva i zdiva a po konečném ošetření. Toto rozhodnutí je velice důležité a nutně musí vycházet z odborného posouzení. Zvlášť opatrně je nutno posuzovat dřevěné stropy, které byly v minulosti napadeny houbou, nebo kde bude napadení houbou zjištěno při rozebírání. Stav dřevěných konstrukcí je nutno sledovat až do úplného vyschnutí (po dobu několika měsíců po povodni).

Vhodné je odstranění krytů elektrických zásuvek a vypínačů (při zajištěném odpojení objektu nebo jeho zaplavené části od veřejné sítě).

6.5.4 Instalační šachty a kanály

Zvláštním problémem jsou instalační šachty či kanály (podlahové topení). Jejich konstrukce vždy nepočítá s nutností odtoku vody a proto může být jejich „odvodnění“ a vysoušení obtížné. Zvláště problematické jsou tepelné izolace podlah, jež jsou zpravidla uzavřené, bez odvětrání. Drobnými poruchami však voda to těchto prostor zpravidla (zvláště při delší době zaplavení objektu) pronikne a jejich vysýchání je

bez otevření izolace prakticky nemožné. Z uvedeného důvodu je třeba existenci těchto prvků i stav jejich zatopení vždy třeba ověřit.

6.5.5 Zateplovací systémy

Velice důležitým stavebním prvkem současných i historických budov, které je třeba u zaplavených objektů sanovat, jsou zateplovací systémy. Mohou být dvojího druhu – kontaktní a odvětrané. Jejich chování v případě zatopení budov a okolí je odlišné.

Kontaktní tepelně izolační systémy (podle evropské legislativy označované zkratkou ETICS) podstatně lépe odolávají i několikadennímu zaplavení vodou ze strany svého vnějšího líce. Podmínkou je jejich správné a kvalitní provedení podle technologických předpisů výrobců jednotlivých certifikovaných systémů. Zejména musí být tepelně izolační vrstva přilepena s uzavřeným obvodovým pásem kvalitního lepicího tmelu na každé desce tepelné izolace, jak tyto předpisy uvádějí, a celé pole tepelné izolace musí být po obvodě těsněno. Kvalitní povrchová úprava (dimenzována tak, aby vzdorovala atmosférické vlhkosti), v níž nejsou významné trhlinky (předpokladem je kvalitní provedení a údržba), dokáže obvykle bez problémů „přežít“ i několikadenní zaplavení vodou. Kontaktní tepelně izolační systémy tak působí do jisté míry jako provizorní hydroizolace, chránící po omezenou dobu stěny objektu před nasáknutím vodou. Zůstanou-li neporušené, pak je stěna za nimi obvykle téměř suchá.

Paradoxně se v tomto případě nejlépe chovají nejlevnější systémy s tepelnou izolací z fasádního pěnového polystyrénu a s povrchovou úpravou z tenkovrstvých disperzních (akrylátových) omítkovin, které vykazují nejlepší vodovzdornost. Obdobně se chovají systémy s mozaikovou omítkovinou z barevných kamenných drtí. Při vnějším zaplavení je pak na tom hůře systém s minerální omítkovinou na tepelné izolaci z pojených minerálních vláken s nízkou hydrofobizací. V tomto případě je tepelně izolační systém chráněn zejména tmelicí vrstvou, jež spolu s výztužnou síťovinou (tzv. perlinkou) tvoří souvislou pružnou výztužnou vrstvu pod povrchovou omítkovou úpravou. Tato vrstva je poměrně tenká, jakkoliv je u systémů s tepelnou izolací z minerálních vláken obvykle silnější než u systémů s expandovaným polystyrenem. Systémy s minerální omítkou a minerálními vlákny jsou proto podstatně více ohroženy možným proniknutím vody do vrstvy tepelné izolace a následně

až do podkladu. Přesto je zatížení zdiva vlhkostí oproti přímému kontaktu vnější stěny s vodou i proti vlhkostnímu zatížení u odvětraných tepelně izolačních systémů stále velmi malé.

Je naopak zřejmé, že při porušení kontaktního tepelně izolačního systému je vysychání podkladu pomalejší. Tento problém je i u stěn, které byly zatíženy zatopením z opačné strany, než je izolace, tedy jejichž podkladová nosná stěna nasákla vodu z vnitřního prostoru budovy.

Ve všech těchto případech je však vhodné ponechat vnější tepelně izolační systém přes zimní období. Mohou totiž nastat jen dva případy. Buď zůstane tepelně izolační systém po jarním vyschnutí nadále funkční (pak by bylo zbytečné se ho zbavovat) nebo poslouží jako velmi potřebná provizorní tepelná izolace nosné konstrukce přes kritické zimní období a pak se lze rozhodnout pod menším časovým i finančním tlakem podle jeho skutečné kondice o jeho dalším osudu.

Odvětrané tepelně izolační systémy se chovají zcela odlišně. Jejich koncepce umožní snadný přístup vody až k nosnému podkladu (a tedy jeho nasáknutí z vnější strany), ale také rychlé odvedení vlhkosti po opadnutí vody (tedy snazší vysýchání). Problémem však může být dočasně extrémně vysoká relativní vlhkost vnějšího vzduchu po povodních. V důsledku toho probíhá přirozené odpařování z povrchu zdiva významně pomaleji.

Odvětrané tepelně izolační systémy lze obvykle s malými ztrátami demontovat, tepelnou izolaci (obvykle minerální vlákna) je možno sejmout a po vyčištění, vysušení a dezinfekci opět instalovat před mrazivými teplotami zpět na fasádu. Uvedený postup je výhodný i s ohledem na rychlejší vysušování odkryté stěny.

V případě dřevěných kotvicích a podpůrných prvků tepelně izolačního systému (rošty a nosníky) je třeba rozhodnout o jejich ponechání či demontáži na základě provedeného průzkumu a posouzení stavu.

Vnější obkladové prvky odvětraného tepelně izolačního systému, které nebyly mechanicky poškozeny, lze obvykle po očištění a dezinfekci znovu použít.

6.5.6 Omytí stěn, podlah atd.

Záplavová voda obvykle obsahuje množství nečistot včetně látek ohrožujících přímo či nepřímo zdraví. Proto je ještě před započetím vysoušení třeba důkladně omýt stěny, stropy, okenní a dveřní rámy apod. vodou, tlakovou vodou (např. s použitím

zařízení WAP), v případě režného kamenného či cihlového zdiva je možné použít i jemné abrazivní metody (JOS, torbo apod.).

Velice důležité je i vyčistění již zmíněných instalačních šachet, kanálů s rozvody vody, tepla, klimatizačních kanálů apod., pokud byly zatopeny. Jsou obvykle obtížně přístupné a často jedinou možností bývá propláchnutí vodou pod mírným tlakem. Problémem mohou být nasákavé materiály, např. tepelné izolace teplovodních potrubí jež nelze demontovat. jejich vysýchání je zpravidla velice pomalé.

6.5.7 Odstranění omítek

Pro další vysoušení objektu může být výhodné i odstranění omítek. S odstraněním omítek zpravidla nebudeme váhat tam, kde se jedná o omítky ve špatném stavu nebo v případě omítek silně kontaminovaných splašky či jinými nečistotami. Je však třeba vždy posoudit, zda jsou náklady s jejich odstraněním a následným znovunahozením adekvátní dosaženému účinku. Pokud skutečně chceme podpořit vysoušení objektu, je třeba odstranit omítky na obou lících zdiva a takto obnažené zdivo ponechat několik měsíců vysýchat. Předpokládáme-li, že omítky obnovíme již po několika dnech či týdnech, je jejich odstranění pro zlepšení vysýchání zdiva prakticky zbytečné, zvláště uvážíme-li, že nová omítková malta obsahuje značné množství vody, která opět načas vlhkost zdiva zvýší.

Zkušenosti po posledních povodních ukazují, že podstatná část objektů vysychala s dostatečnou rychlostí i bez sejmutí omítek, pokud byly odstraněny povrchové nepropustné vrstvy (viz *výše*). Častý argument, že obnovení omítek stejně pojišťovna uhradí je (nehledě na obecnou slušnost) mnohdy mylný, neboť zástupci pojišťoven brzy pochopili tyto snahy a náhradu staré omítky novou (často sanační – viz *dále*) kvalifikovali jako zhodnocení objektu a tedy nikoliv jako pouhé nutné odstranění škody.

6.5.8 Sanační omítky

Pro povrchovou úpravu zdiva na zaplavených objektech jsou často doporučovány sanační omítky. Jedná se o speciální vysoce porézní omítky používané na vlhké zdivo a zdivo poškozené solemi. Pro svůj vysoký objem pórů (více než 40 %) jsou schopné do sebe ukládat soli ze zdiva. Sanační omítky obsahují jako pojivo různé druhy cementu, které na vlhkém podkladu bezpečně vytvrdnou. To je příčinou dlouhodobé

odolnosti proti vlhkosti. Z čistého vzdušného (obyčejného) vápna nelze sanační omítku vyrobit, protože vzdušné vápno není odolné proti vlhkosti.

Sanační omítky se řadí svou hustotou < 1,4 kg/dm^3 mezi lehké omítky. Pevnost sanačních omítek je v porovnání s normálními cementovými omítkami silně snížena použitím látek, které vytvářejí vzduchové póry, a přísad na vylehčení. Proto se dnes sanační omítky používají v odůvodněných případech i na historické zdivo. Propustnost sanační omítky pro vodní páru je u srovnatelně vysoká jako u vápenných omítek. Jsou dodávány výhradně jako suché maltové směsi.

Technické požadavky na sanační omítky a způsob jejich aplikace jsou v Německu definovány směrnicí WTA 2-2-91 a tato směrnice je dostupná i v českém překladu. Protože neexistuje česká norma zabývající se sanačními omítkami, posuzuje se zpravidla podle uvedené směrnice kvalita sanačních omítek i u nás. Můžeme se setkat s označením sanační omítka WTA (jedná se o výrobek vyráběný a zkoušený podle podmínek daných uvedenou směrnicí, většinou v některé zahraniční zkušebně uznávané společností WTA) nebo s označením omítka, jejíž parametry odpovídají WTA (v tomto případě jde zpravidla o tuzemské výrobky, které jsou zkoušeny tuzemskou zkušebnou a jejichž vybrané vlastnosti odpovídající požadavkům uvedené směrnice).
Sanační omítka je zpravidla vícevrstvá, její navrhovaná celková tloušťka je ovlivněna především obsahem vodorozpustných solí ve zdivu. Na sanační omítku je možné používat pouze některý z fasádních nátěrů s dostatečnou propustností pro vodní páru (např. silikátový nátěr).

Protože cena sanačních omítek je podstatně vyšší než omítek standardních, i v tomto případě je třeba zvážit jejich účinnost versus finanční nároky.

Určitým finančně méně náročných a při tom často dostatečně účinným řešením mohou být omítky s obsahem provzdušňujících přísad, které rovněž usnadňují odchod vodní páry z vlhkého zdiva. Nejedná se však o skutečné sanační omítky.

Vysýchání zdiva omezují, ba i zcela potlačují nepropustné úpravy povrchu (keramické obklady, málo propustné fasádní nátěry, asfaltové nátěry apod.). Rovněž při úvahách o jejich odstranění je třeba porovnat předpokládaný účinek a finanční nároky na obnovení.

6.5.9 Sanace bakterií a plísní

Voda při záplavách přináší do objektů vedle bahna často i množství dalších nečistot včetně fekálií. To samozřejmě vyvolává spolu vysokou vlhkostí zdiva i vzduchu v zaplavených objektech velké riziko mikrobiálního napadení – bakteriemi a především plísněmi. Plísně, které potřebují ke svému životu především vlhko, se projevují známými barevnými povlaky na stěnách, na povrchu různých zařízeních uvnitř zaplavených budov i na uskladněných či „zapomenutých“ potravinách. Z těchto nárůstů – mycelií plísní se uvolňuje do ovzduší tisíce jejich rozmnožovacích výtrusů – spór. Spóry plísní jsou závažnými alergeny a u člověka způsobují onemocnění nazývaná mykoalergózy. Záleží na odolnosti – imunitním systému jedince a délce jeho pobytu v prostředí, kde se plísně vyskytují. Do napadených potravin uvolňují některé druhy plísní jedovaté látky, nazývané mykotoxiny. Podle množství mykotoxinu v potravinách, které člověk požije, může následovat buď chronické onemocnění - mykotoxikózy a nebo akutní onemocnění, které může končit i smrtí. Proto je zapotřebí na plísně myslet od začátku likvidace následků zatopení objektu. Nejen v době po opadnutí vody, ale i v období dalším, kdy se nárůsty plísní mohou objev. Snahou je, aby plísně byly odborně likvidovány a aby se tak omezil jejich rozvoji a šíření na minimum.

Proto je potlačení růstu plísní a bakterií na vlhkém zdivu jedním z nejdůležitějších kroků sanace. Existuje řada chemických přípravků různého chemického složení, které tyto organismy likvidují. Jejich aplikaci na stavební materiály je však nutné konzultovat s odborníky. Po prvním, zpravidla plošném ošetření protiplísňovým přípravkem je velice často nutné dezinfekci lokálně opakovat. Nejsou řídké ani případy, kdy je třeba následně použít jiný, v dané situaci vhodnější či účinnější přípravek.

Studium výskytu mikrobiálního napadení zaplavených objektů totiž ukázalo, že nízké koncentrace biocidů použité při postřiku a postupné ředění biocidů v pórech zaplaveného zdiva často přispívaly k rychlé adaptaci mikrobů na dezinfekční prostředky. Není proto překvapující, že i po opakovaném postřiku např. Dosilinem S (kvarterní amoniová sůl, tenzidy) nebo Savem (chlornan sodný) se na ošetřeném zdivu stále nacházelo množství aktivních mikrobů. Aplikace Sava nelikvidovala mikrobní zárodky na zdivu jako celek, pouze jejich počet přechodně snižovala.

Dále je třeba zdůraznit, že právě populární přípravky, jejichž aktivní složky obsahují chlor (Savo, Chloramin apod.), jsou zdrojem vodorozpustných solí (chloridů), které mohou ve větším množství způsobovat výkvěty a podporovat zadržování vlhkosti

v porézních materiálech. Působí rovněž silně korozívně na kovové materiály. Existují však i přípravky obsahující chlor vázaný v organické molekule. V tomto případě je nebezpečí vzniku chloridů i nebezpečí koroze kovů zanedbatelné.

V některých případech je možné dosáhnout dobrého biocidního efektu i postřikem technickým lihem. Má desinfekční účinky a zároveň podporuje vysoušení materiálu, na který byl nastříkán či natřen. Existují i komerční přípravky, jejich aktivními složkami jsou alkoholy. Aplikace některých přípravků (např. zmíněných alkoholů) však může představovat zvýšené riziko požáru.

Pro potlačení výskytu mikrobiálního napadení je možno v době, kdy v místnostech nepobývají osoby, používat zdroje UV světla (germicidní trubice), které má rovněž biocidní účinky.

V každém případě je třeba zdůraznit, že pouze laboratorní kultivace vzorků (stěrů) odebraných z povrchu stěn zaplavených objektů umožní cílenou aplikaci biocidů, tedy použití takového množství a takového typu chemické látky, jež dávají reálnou naději potřebné účinnosti při dostatečné šetrnosti vůči prostředí i lidem, kteří se v zaplavených objektech musejí pohybovat.

Někdy jsou za plísně považovány bílé chomáčky výkvětů solí vzniklé na povrchu zaplaveného zdiva. Přitom odlišení solných výkvětů od plísní je velice jednoduché. Stačí zkoumanou hmotu přenést do malého množství vody. Krystalky solí se na rozdíl od vláken plísní postupně rozpustí.

Při dezinfekci zaplavených objektů je třeba věnovat pozornost i již zmíněným instalačním šachtám a kanálům. Protože jsou zpravidla obtížně dostupné, jejich dezinfekce je obvykle obtížná a je možné ji provádět pouze plynováním (použitím vhodného prostředku v plynné nebo aerosolové formě). V ostatních případech však dezinfekční přípravky nikdy volně do vzduchu nerozprašujeme.

V případě dezinfekce většího rozsahu nebo cenných objektů je vhodné si vyžádat od výrobce či distributora ověření neškodnosti přípravku na materiály a celou záležitost konzultovat s příslušnými odborníky.

Pokud se jedná o dezinfekční zásah většího rozměru, je vhodné přivolat výkonnou firmu, která má osvědčení o odborné způsobilosti tyto práce (dezinfekce likvidace plísní) provádět.

6.5.10 Vysoušení

Vysoušení zaplaveného objektu je v každém případě záležitost dlouhodobá. Je třeba se s tímto faktem vyrovnat a jemu podřídit všechny prováděné kroky i režim využívání objektu v budoucnu.

Povodní zamokřené zdivo zůstane ještě po dosti dlouhou dobu vlhké, přestože se na povrchu může záhy jevit jako suché. Uvnitř zdiva však může být stále ještě vysoký obsah vlhkosti. Jestliže předpokládáme, že cihelné zdivo může mít při nasyceném stavu hmotnostní vlhkost cca 20 %, pak při měrné hmotnosti 1800 kg/m^3 může činit množství vody v 1 m^3 zdiva až 360 litrů. Jeden metr zdiva tloušťky 45 cm obsahuje cca 160 l vody. Pokud bychom chtěli odhadnout, za jak dlouho mokré zdivo vyschne do rovnovážného stavu (tj. na vlhkost cca 2 % hm.), lze užít Cadierguesova vztahu $T = k \cdot b^2$, kde T ve dnech je doba nutná k vyschnutí, k je koeficient odpařování (pro cihelné zdivo je užívána hodnota k = 0,28) a b je tloušťka zdiva v centimetrech. K vysušení stěny tloušťky 45 cm by tedy podle tohoto vztahu za běžných podmínek bylo třeba cca 1,5 roku, u stěny tloušťky 60 cm by vysoušení trvalo až 3 roky!
V této souvislosti je nutné připomenout, že voda ze zaplavené části zdiva (např. z přízemních částí budovy) bude částečně vzlínat do vyšších partií. Při vysoušení zaplavených objektů je třeba tedy počítat i s tímto faktem.

Voda proniklá do zdiva může ze zdiva odcházet zpravidla pouze do okolního vzduchu a odtud dále do okolí objektu. Transport vody ze zdiva do okolí roste s rostoucí velikostí odpařovací plochy (proto odstraňování nepropustných povrchových úprav), s rostoucí intenzitou proudění vzduchu v okolí vysoušených zdí (přirozený či nucený průvan) a s klesající vlhkostí vzduchu v okolí vysoušených stěn. Schopnost vzduchu přijímat odpařenou vodu (vodní páru) roste s rostoucí teplotou. Např. při teplotě 15 °C je vzduch schopen absorbovat 12,8 g vodní páry v 1 m^3, při teplotě 25 °C 23,0 g vodní páry v 1 m^3. Proto je užitečný ohřev vzduch, případně ohřev zdiva. Základní zásadou však je umožnit vlhkému vzduchu v dostatečném množství odcházet ze sušeného prostoru. Proto je zbytečné vytápění místnosti, pokud nemůže být vlhký teplý vzduch dostatečně intenzivně vyvětráván a nahrazován vzduchem sušším, byť i chladnějším. Nejjednodušším způsobem je přirozené větrání (průvan). Je však při němž nutné zajistit dostatečnou cirkulaci vzduchu v interiéru. To je důležité především v místnostech s vyššími stropy. Větrání je možné podpořit i nuceným pohybem vzduchu pomocí ventilátorů.

Větrání není třeba přerušovat ani v noci, kdy je povrch zdiva zpravidla teplejší než vzduch, což vysoušení podporuje. Není třeba je omezovat ani v chladu či za mrazu. Voda je schopna se odpařovat i pod teplotou mrazu (dochází k sublimaci). Naopak v zimě je obsah vody ve vnějším vzduchu nízký a po oteplení v místnosti snadněji vodní páru přijímá.

Naopak nikdy by neměl do vysoušeného prostoru pronikat vzduch, který je výrazně teplejší než povrch stěn uvnitř (situace, která snadno nastane na jaře či v horkém letě). V závislosti na teplotě a relativní vlhkosti vzduchu v takovémto případě totiž hrozí kondenzace vody ze vzduchu na chladných površích (dosáhne-li teplota povrchu např. zdiva tzv. teploty rosného bodu). Vodní pára při tomto ději předává své kondenzační teplo materiálu zdiva, který se ohřívá. Voda však při tom předchází ze skupenství plynného (páry) na kapalinu a tím se zvyšuje obsah vlhkosti ve zdivu a zhoršuje jeho vysoušení.

Je tedy zřejmé, že větrání zatopených místností musí být uvážlivé a v souladu s teplotními poměry objektu i vzduchu. Režim větrání tedy bude jiný v zimním období a jiný v jarních měsících či v letě.

V hladnějším počasí je vhodné vlhké místnosti kromě větrání i přitápět. Pro zvyšování tepoty je možno používat elektrické topení. Protože však v zatopeném objektu je zpravidla odpojen elektrický proud, jsou někdy jsou pro vytápění navrhovány např. plynové či naftové hořáky. Hořením uvedených paliv však vzniká nejen teplo, ale i voda. Ta uniká do vysoušeného prostoru. V nepříznivých podmínkách může dokonce kondenzovat na chladnějším povrchu zdiva. Efekt vysoušení se použitím uvedených zařízení snižuje. Někdy je upozorňováno na tento jev pouze v souvislosti s vysoušením sklepů apod. (např. Večerník Praha, 5. 9. 2002), ale samozřejmě to platí i pro místnosti nadzemní.

6.5.11 Odvlhčovače

Pro urychlené vysušování interiérů budov se mohou použít mobilní kondenzační nebo adsorbční odvlhčovače. Jejich uplatnění lze očekávat nejen v archivech, skladištích a podobných objektech, kde by hrozilo poškození v nich uchovávaného materiálu nadměrnou vzdušnou vlhkostí, ale i v některých domácnostech.

Kondenzační odvlhčovač je založen na principu tepelného čerpadla. Vzduch přiváděný ventilátorem do zařízení je ochlazován na výparníku chladícího agregátu,

zkondenzovaná voda jímána do zásobníku, případně odváděna hadicí přímo do kanalizace. Vysušený vzduch je veden zpět do interiéru. Teplo uvolněné při kondenzaci obvykle využíváno jeho pro ohřev. Neustálou cirkulací vzduchu se tak postupně vlhkost snižuje až na požadovanou hodnotu. Optimální výkon bývá při teplotách vyšších než 15 °C, udává se 10–50 litrů kondenzátu za 24 hodin. Maximální účinnost je limitována hranicí cca 35–40 % relativní vlhkosti vzduchu. Při nižších teplotách je vhodné používat přídavné vytápění a vzduch ohřívat. Poměrně vysokým výkonem disponují stavební odvlhčovače určené pro odstraňování technologické vlhkosti během hrubé stavby a navazujících prací. Tzv. interiérové přístroje mají praktické využití spíše při dosušování místností za běžného provozu. Výhodou jednotek je také velmi jednoduchá instalace. Je zřejmé, že při jejich aplikaci je nutno uzavřít okna a dveře místnosti, v níž jsou použity, jinak odebíráme vlhkost i ze vzduchu z okolí objektu.

Adsorpční odvlhčovače dosahují výkonů řádově vyšších (i 2 000 litrů vody za 24 hod.). Jejich konstrukce bývá masivnější. Vysoušení vzduchu se děje adsorpcí, tedy fyzikálním vázáním vodních molekul vhodným materiálem – v daném případě silikagelem (gelem oxidu křemičitého). Vzduch, který má být odvlhčen (tzv. procesní), je nasáván do přístroje ventilátorem. Přes filtr, kde se zachycují nečistoty, proudí pomalým rotorem se silikagelovým povrchem k výstupnímu otvoru, odkud lze potrubím přivádět suchý vzduch přímo na místa zatížená vlhkostí. Nadbytečnou vlhkost pak z rotoru odvádí samostatný proud vzduchu (tzv. regenerační) potrubím mimo objekt. Sorpční těleso může po regeneračním procesu znovu přijímat vlhkost. Oba postupy adsorbce i regenerace probíhají současně, takže vzduch je odvlhčován nepřetržitě. Ke spotřebě adsorbentu nedochází. Silikagel není rozpustný vodou ani parou, a proto nemůže unikat se vzduchovým proudem. Případné nečistoty v rotoru lze bez problémů odstranit vodou, parou nebo stlačeným vzduchem. Oproti kondenzačním jednotkám fungují tyto přístroje velmi spolehlivě i při nízkých teplotách a lze s nimi docílit extrémně nízkých hodnot vlhkosti.

Pro vysoušení zaplavených objektů je možno také využít např. dříve instalovaných klimatizačních jednotek zařízených na regulaci vlhkosti vzduchu, pokud nebyly povodní zasaženy a pokud je zachována dodávka elektrické energie.

Ve všech případech, kdy je z místnosti odsáván vlhký vzduch, je třeba si však uvědomit, že vlhký vzduch je zpravidla chladnější a tedy těžší než vzduch suchý a zdržuje se u podlahy místnosti. Jsou-li tedy ve vysokých prostorech otvory

pro odsávání vzduchu vysoko u stropu, je odstraňován vzduch s podstatně nižším obsahem vody, než má vzduch u podlahy a účinnost vysoušení klesá. V tomto případě je tedy třeba zajistit nejen horizontální, ale i vertikální provětrávání prostoru, nejlépe vhodným elektrickým ventilátorem.

Zůstalo-li nepoškozené centrální vytápění (ústřední topení), může být velice výhodně použito. Jeho použitím není do místnosti dodávána nežádoucí dodatečná vlhkost (ze zkušenosti víme, že vzduch v bytech s ústředním topením je až nepříjemně suchý) a proces sušení (kombinace přitápění a větrání) je velice účinný.

6.5.12 Mikrovlnné vysoušení

Vysoušení zdiva či jiných materiálů je možno podpořit i mikrovlnným ohřevem zdiva. Tento postup využívá elektromagnetické vlnění o délce vlny 12,5 cm a kmitočtu 2,45 GHz. Působením mikrovln ze zdroje – emitoru – dochází k rozkmitání polárních molekul vody ve hmotě zdiva, dřeva, papíru apod.. To je doprovázeno uvolňováním tepla, jež je příčinou přeměny vody ve vodní páru – tedy postupným odpařením vlhkosti. Mikrovlnná energie nejen rozkmitává molekuly vody, ale zároveň na ně vyvíjí radiační tlak. Pokud je to možné, pohybuje se voda ve směru mikrovlnného záření a je vytěsňována z materiálu ven. Tento poznatek vysvětluje skutečnost, že voda vytéká z materiálu i při nízkých teplotách.

Významné je, že při vysoušení touto metodou dojde zároveň k likvidaci veškeré mikroflóry a mikrofauny (rovněž ve hmotě těchto organismů dojde k uvolňování tepla kmitáním molekul vody), čehož lze samostatně využít při odstraňování biotických škůdců ve zdivu nebo v dřevěných prvcích.

U mikrovlnného vysušování je teplota ukazatelem správně prováděného postupu. Její vzestup nad 50 °C upozorňuje na zbytečně vysoký výkon emitoru, protože voda již nestačí odcházet a dodávaná energie se ve velké míře přeměňuje v teplo. Zároveň je možno sledováním teploty kontrolovaně prozařovat látky do doporučené úrovně teploty, vyhnout se poškozením provázejícím přehřátí a zároveň zachovat základní účinek.

Průměrná rychlost vytěsňování vody je 45 litrů za den pro jeden emitor, takže pracovní jednotka o deseti až dvaceti emitorech vytěsní 450 až 900 litrů za den to je 5–10 m^3 zdiva z vlhkosti 10 % na vlhkost4 % hm. Tato rychlost platí pro sílu zdiva do l m a pro vlhkost do 10–12 % hm. Při větší síle zdiva či vyšší vlhkosti se účinnost metody snižuje.

I když je aplikace mikrovlnné metody relativně nákladná, výhodou je značné urychlení procesu vysýchání. Metoda má však i svá rizika, především pro organické materiály. Nehomogenní materiály jsou zahřívány nerovnoměrně, např. kovové předměty absorbují energii mikrovln intenzivněji než silikátové materiály, dřevo apod. a zahřívají se silněji. V jejich okolí může tedy docházet k přehřátí sousedních materiálů, ve zvláště nepříznivých případech až ke vzplanutí.

Pro vysoušení zatopených objektů bývají někdy nabízeny i různé „zázračné“ vysoušecí nátěry (z osmdesátých let známý HORP), přístroje snižující vlhkost zdiva na bázi elektrokinetické energie atp. Zásadně chybné informace se objevují někdy i v denním tisku apod. Např. Večerník Praha 5. 9. 2002 uvedl v textu věnovaném možnostem vysoušení zaplavených objektů jako vhodný postup aplikaci penetračních nátěrů na vlhké zdivo. Jakýkoliv nátěr či obklad vlhkého zdiva prodlouží jeho vysoušení. Je třeba zásadně odlišit vytváření suchého prostředí v zavlhlých místnostech (tím, že zabráníme pronikání vlhkosti ze zdiva do prostoru) a vysoušení zdiva (odchodu vlhkosti ze zdiva do okolního vzduchu).

Doporučujeme před případným použitím nabízeného materiálu či před nákupem zařízení (byť s nabízenou zárukou funkčnosti) konzultovat odborníky v příslušném oboru. Je možno zodpovědně konstatovat, že neexistuje jiný jednoduchý, univerzální a levný způsob vysýchání zdiva než intenzívní větrání.

V souvislosti se sanací zaplavených objektů bývají nabízeny i takové způsoby sanace zdiva, jako jeho podřezání a vložení hydroizolace, nebo provedení chemické injektáže zdiva (infúzní clony), případně elektroosomotické metody. Tyto tři jmenované způsoby sanace jsou sice standardní, ale jejich aplikaci nelze paušalizovat. Obecně totiž není oprávněné tvrdit, že u povodní zasažených staveb je zásadně nutno obnovit hydroizolaci. To závisí zejména na stavu současných izolací, způsobu pronikání vlhkosti do konstrukce objektu a na charakteru jeho podzákladí. Sanačním doporučením musí vždy předcházet řádný průzkum objektu a prověření stavu veškerých stávajících izolací. Např. pokud je objekt založen na štěrkopíscích, mimo dosah spodní vody, nemá smysl provádět vodorovnou hydroizolaci, neboť takovým podložím voda vzlíná jen málo - ve skutečnosti je jím spíše odváděna jako drenáží.

6.5.13 Pravidelné kontroly vlhkosti zdiva, výskytu plísní a výkvětů solí

V průběhu vysoušení je vhodné kontrolovat jeho postup nedestruktivním měřením vlhkosti povrchu zdiva. Je-li nutné znát konkrétní stav zdiva v určitém místě, je třeba odebrat vzorek (nejlépe v několika vzdálenostech od povrchu - vrtačkou, odsekáním apod.) a stanovit obsah vlhkosti gravimetrickou metodou jako úbytek hmotnosti po vysušení.

Dále je nutné pravidelně kontrolovat výskyt plísní a v případě potřeby napadené místo lokálně dezinfikovat. Je vhodné rovněž sledovat i stav instalačních šachet, kanálů apod.

Pozornost je také třeba věnovat případným statickým poruchám – tedy vzniku prasklin, nově vzniklým poškozením zdiva, které se objevilo v průběhu vysoušení apod., a v případě potřeby konzultovat odborníka – statika.

Při vysoušení zdiva je pravděpodobný výskyt výkvětů solí. Očekávat lze zejména dusičnany z kanalizace a chloridy ze zimních posypů komunikací, ale následně i z masově používaných dezinfekčních prostředků obsahujících chlór (Chloramin, SAVO, chlórové vápno apod., viz dříve). Zdrojem síranových výkvětů může být i sádra používaná např. při elektroinstalačních pracích. Proto je vhodné tuto sádru podle možnosti z míst zaplavených vodou odstranit. Při vysušování vodorozpustné soli putují s vodou ve zdivu k povrchu a zde krystalizují. To spojeno s krystalizačními tlaky vedoucími někdy až k poruchám zdícího materiálu. Řešení problematiky solí je možno v první fázi vysoušení pominout a vrátit se k němu podle potřeby (indikované výkvěty solí na povrchu zdiva) později.

6.6 OPĚTNÉ POUŽÍVÁNÍ ZAPLAVENÉHO OBJEKTU

V ideálním případě je vhodné objekt nepoužívat až do doby dostatečného vysušení. V praxi je však obvykle žádáno, aby byl objekt používán co možná nejdříve. V takovém případě je nezbytné použití „razantnějších“ postupů sušení, vyhřívání místností na vyšší teploty, avšak doprovázené dokonalým větráním. Rychlejší odstranění vody ze zdiva umožňuje rovněž, jak bylo uvedeno výše, mikrovlnné sušení. Rychlé vysoušení však může být příčinou poškození některých stavebních materiálů (opuky apod.), které příliš rychlé změny obsahu vlhkosti ve své struktuře špatně snášejí.

V každém případě je vhodné při opětném zařizováním místností zachovat určité zásady. Je nezbytné ponechat dostatečný prostor mezi nábytkem (skříněmi atd.) a stěnami, aby vlhký vzduch z okolí zdí mohl volně odcházet. Nábytek je nutné podkládat tak, aby i prostor pod ním mohl větrat. Stěny i podlahu pod nábytkem je třeba pravidelně kontrolovat a případný růst plísní likvidovat vhodným dezinfekčním prostředkem. Pokud je třeba opatřit stěny nějakým nátěrem, je nezbytné volit takovou nátěrovou hmota, která zaručuje možnost průchodu vodní páry natřenou vrstvou. Vhodným nátěrem je obyčejné vápno. Nátěr má dostatečnou propustnost pro vodní páru a v prvním stadiu má i silně dezinfekční účinky. Dnes jsou v prodeji i komerčně vyráběné modifikované vápenné nátěry, které mají vyšší krycí schopnost než samotné vápno při dostatečné propustnosti pro vodní páru. Jinou možností je interiérové silikátové barvy. jejichž pojivem je draselné vodní sklo.

Rovněž podlahovou krytinu je třeba volit s ohledem na propustnost pro vodní páru. Použitelné jsou např. koberce z přírodních vláken, v horším případě koberce z vláken syntetických. Je vhodné, nejsou-li položeny pouze na celé ploše podlahy. V žádném případě nelze doporučit linoleum, koberce s potěrem rubové strany či dokonce koberce lepené na podklad.

6.7 DOČASNÉ ZATEPLENÍ VLHKÝCH OBJEKTŮ

Objekty, které po zaplavení nestačily před zimním obdobím dostatečně vyschnout, jsou za silných mrazů období ohroženy poškozením vodou mrznoucí v pórech stavebního materiálu. Jejich tepelně izolační vlastnosti jsou špatné (zhruba poloviční oproti zdivu s ustálenou vlhkostí) a proto se obtížně vytápějí. Vlhkostní stav obvodových konstrukcí přitom obvykle nedovoluje provést standardní vnější tepelně izolační systémy – proto je třeba od počátku přemýšlet o provizorním řešení pouze na nadcházející zimu.

Dodatečná tepelná izolace mokrých a vlhkých konstrukcí se provádí vždy z vnější strany (vnitřní tepelné izolace obvykle vedou k poruchám).

Provizorní tepelná izolace musí být provedena do výšky minimálně o tloušťku zdiva výše nad hranici vlhkého zdiva. Tuto provizorní tepelnou izolaci je výhodné provést co možná nejpozději před mrazivou zimou, aby se nechráněná konstrukce co nejdéle přirozeně vysušovala proudícím vnějším vzduchem. Ve většině případů se jedná o krátkodobé řešení, které slouží k zajištění stavby pouze po dobu mrazových teplot.

Cílem provizorního zateplení je na vnější straně zdiva zvýšit teplotu na teplotu mrazu a na vnitřní straně na teplotu rosného bodu.

Pro tento účel je možno použít např. dřevěného roštu, na kterém jsou upevněny desky polystyrenu, hydrofobizované pojené minerálně vláknité desky nebo plastová fólie, případně prkna či dřevotřískové desky. Při vhodné úpravě roštu zůstává mezi izolací a zdivem určitá mezera a vlhkost kondenzovaná na vnitřní straně obkladu, např. na fólii, po ní stéká k patě roštu. Další možností je obložit objekt do potřebné výšky balíky slámy.

Je-li provizorní zateplovací obklad proveden správně, jím chráněné vlhké zdivo zůstane i za nejvyšších mrazů mimo mrazové teploty. Na vnitřním povrchu ani uvnitř tohoto zdiva nebude docházet ke kondenzaci vodní páry a tím se urychlí jeho vysoušení a usnadní ochrana proti biotickému napadení.

Po zimě je třeba toto provizorní opatření opět odstranit a ponechat stěnu přirozeně vysychat.

6.8 ORIENTAČNÍ HODNOTY NĚKTERÝCH DŮLEŽITÝCH VELIČIN

V další části uvádíme vybrané hodnoty důležitých vlastností souvisejících s vlhkostním stavem stavebních objektů, jak je uvádění domácí normy.

Vlhkost a salinity zdiva

Tab. 6.1 **Vlhkost zdiva – ČSN P 73 0610.**

Stupeň vlhkosti	**Vlhkost zdiva w [% hm.]**
Velmi nízká	$w < 3$
Nízká	$3 \leq w < 5$
Zvýšená	$5 \leq w < 7{,}5$
Vysoká	$7{,}5 \leq w \leq 10$
Velmi vysoká	$w > 10$

Tab. 6.2 **Salinita zdiva – ČSN P 73 0610.**

Stupeň zasolení zdiva	**Obsah solí [mg/g vzorku] a [% hm.]**					
	Chloridy		Dusičnany		Sírany	
	[mg/g]	[% hm.]	[mg/g]	[% hm.]	[mg/g]	[% hm.]
Nízký	< 0,75	< 0,075	< 1,0	< 0,1	< 5,0	< 0,5
Zvýšený	0,75 až 2,0	0,075 až 0,20	1,0 až 2,5	0,1 až 0,25	5,0 až 20	2,0 až 5,0
Vysoký	2,0 až 5,0	0,2 až 0,5	2,5 až 5,0	0,25 až 0,50	20 až 50	2,0 až 5,0
Velmi vysoký	5,0	0,5	5,0	0,5	50	5,0

Tab. 6.3 **Vlhkost vzduchu ve vnitřním prostředí budov – ČSN P 73 0610.**

Vlhkost klima vnitřního prostředí	**Relativní vlhkost vzduchu [%]**
Suché	< 50
Normální	50 až 60
Vlhké	60 až 75
Mokré	> 75

Propustnost materiálů pro vodní páru a jejich nasákavost vodou

Tab. 6.4 **Klasifikace propustnosti pro vodní páru – ČSN EN ISO 7783-2.**

Třída	**Propustnost pro vodní páru V [g/m^2 · den]**	**Propustnost pro vodní páru V [g/m^2 · h]**	**S_d [m]**
I (vysoká)	> 150	> 6	< 0,14
II (střední)	15 až 150	0,6 až 6	0,14 až 1,4
III (nízká)	< 15	< 0,6	> 1,4

Tab. 6.5 **Klasifikace rychlosti pronikání vody v kapalné fázi – ČSN EN 1062-3.**

Třída	**Rychlost pronikání kapalné vody w [m^2 · h^{0,5}]**
I (vysoká)	> 0,5
II (střední)	0,1 až 0,5
III (nízká)	< 15

Tab. 6.6 **Přehled nejdůležitějších dodavatelů kondenzačních a absorpčních odvlhčovačů.** (Průzkum STOP, 2003).

AB Klimatizace, Brno	Acare, s. r. o., Brno
AIR-Matyáš, s. r. o., Pardubice	ABS & AWS, s. r. o., Liberec
AXO group s. r. o. divize AXO clima, Hranice	ECENA, s. r. o., Liberec
EKOPEK, Plzeň	ENEKO, spol. s r. o., Praha
Erik Pergl, Import Mechanics	Momat, s. r. o., Praha
NIVELCO Morava, Ostrava	PERFEKTUM Group, s. r. o., Praha
PRAGOCLIMA, s. r. o., Praha	PZP KOMPLET, a. s., Dobruška
Remko, s. r. o., Praha	SEN-vysoušecí technika, s. r. o., Bechyně
SOKRA, Praha	TOP SERVIS, Pardubice
TVG Č. R., s. r. o., Praha	

6.9 LITERATURA

1. Fára P, Gill R.: Průzkum mobilních jednotek pro regulaci vlhkosti a teploty vnitřního prostředí. STOP, Praha, 1997.
2. Gill R., Kotlíková O.: Průzkum odvlhčovačů. STOP, Praha 2003.
3. Kučerová I., Paříková J.: Průzkum prostředků pro likvidaci plísní. STOP, Praha 2000.
4. Paříková J., Kučerová I.: Jak likvidovat plísně. Grada, Praha, 2001.
5. Vaněček I., Kotlíková O.: Sanační omítkové systémy. STOP, Praha 1997.
6. Fára P., Gill R.: Průzkum mobilních odvlhčovačů. STOP, Praha 2003
7. Sborník semináře Statické poruchy historických staveb, STOP, Praha 2001.
8. Sborník semináře Ochrana staveb před vzlínající vlhkostí, STOP, Praha 2001.
9. Sborník semináře Mikrovlnné metody při ochraně památek, STOP, Praha 2003.
10. Sborník semináře Likvidace povodňových škod na stavebních objektech, STOP, Praha 2003.
11. Sborník semináře Sanace vlhkosti na stavebních objektech, STOP, Praha 2003.
12. Zpravodaj STOP – Povodně, 4, č. 3, 2002.
13. Zpravodaj STOP – Zkušenosti z povodní půl roku po té, 5, č. 4, 2003.

OBRAZOVÁ PŘÍLOHA

Obr. 6.1 **Mapa vlhkosti vzlínající nad keramický obklad fasády.** (Foto P. Kotlík.)

Obr. 6.2 **Mapa vlhkosti v interiéru druhého podlaží. Zatopený objekt Červeného mlýna v parku zámku Veltrusy – dnes domov důchodců – po opadnutí vody.** (Foto Cubus, s. r. o.)

Obr. 6.3 **Poškození pavilonu Marie Terezie v parku zámku Veltrusy po povodni 2002.** (Foto P. Kotlík.)

B PRAKTICKÁ ČÁST ZÁVĚREČNÉ ZPRÁVY

1 PRŮZKUM JEDNOTLIVÝCH RIZIKOVÝCH FAKTORŮ VE STÁTNÍCH ARCHIVECH ČESKÉ REPUBLIKY

Dr. Ing. Michal Ďurovič

Průzkum jednotlivých rizikových faktorů ve státních archivech České republiky byl zaměřen především na nebezpečí ohrožení archivních budov a archiválií povodněmi. Dále pak pomocí speciálně vypracovaného dotazníku byly zjišťovány další rizikové faktory týkající se kupříkladu konstrukce archivních budov a jejich zabezpečení proti požáru a krádeži.

Tyto informace by měly sloužit především vedením jednotlivých archivů, ale i samotnému Ministerstvu vnitra České republiky (resp. Archivní správě Ministerstva vnitra České republiky a Integrovanému záchrannému systému). Na základě této důkladné analýzy stavu by zjištěná rizika měla být postupně eliminována tak, aby se pravděpodobnost možného poškození Jednotného archivního fondu České republiky živelní pohromou, krádeží nebo vandalismem minimalizovalo.

1.1 ZAŘAZENÍ BUDOV STÁTNÍCH ARCHIVŮ DO ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ

Aby bylo zjištěno riziko poškození archivních budov státních archivů povodní, byly osloveny závody Povodí **Vltavy, Labe, Ohře, Odry a Moravy**, aby určily, zda budovy státních archivů se nacházejí v **záplavovém území** té které řeky, popřípadě s jakou pravděpodobností se povodně mohou v daném území vyskytnout – jedenkrát za 100 let (Q_{100}), jedenkrát za 50 let (Q_{50}). Pouze závod Povodí Labe jako jediný nereagoval na písemné žádosti o zařazení do záplavového území, proto archivy ležící v tomto povodí nejsou zatím zařazeny. Obdobně tak nejsou zařazeny některé archivní budovy, u kterých bylo správci povodí požadováno zaslání přehledných situací s označením daného místa.

Informace, které se podařilo shromáždit do konce roku 2003, jsou uvedeny v následujícím přehledu. Jednotlivé symboly znamenají:

+	Leží v záplavovém území.
+/ Q_{50}	Leží v záplavovém území s periodicitou povodně jedenkrát za 50 let.
+/ Q_{100}	Leží v záplavovém území s periodicita povodně jedenkrát za 100 let.
—	Neleží v záplavovém území.
0	Informace nebyly v době zpracování k dispozici.

1/ Státní ústřední archiv v Praze

Archivní 4, 149 01 Praha 4	—	
Milady Horákové 133, Praha 6	—	
Depozitář: Kamýk nad Vltavou	0	

2/ Státní oblastní archiv v Praze

Archivní 4, 149 01 Praha 4	—	

Státní okresní archiv Benešov

Pod Lihovarem 1, Benešov	—	

Státní okresní archiv Beroun

U Archivu 1633, Beroun (Poznámka: i když není v záplavovém území Q_{100}, v roce 2002 zaplaven byl.)	—	(!)

Státní okresní archiv Kladno

plk. Stříbrného 1443, Kladno	—	
Fričova 149, Slaný	—	
Severní 2952, Rozdělov – Kladno	—	

Státní okresní archiv Kolín

Zahradní 278, Kolín IV	0	
Poboří 45	0	

Státní okresní archiv Kutná Hora

Benešova 257, Kutná Hora	0	

Státní okresní archiv Mělník

Pod Vrchem 3358, Mělník	—	

Státní okresní archiv Mladá Boleslav

Staroměstské náměstí 70/I, Mladá Boleslav	0	

Státní okresní archiv Nymburk

Lysá nad Labem – zámek	0
Kostomlaty nad Labem 105	0
Hronětice 1	0

Státní okresní archiv Praha – východ

Přemyšlení 1, Zdiby	—

Státní okresní archiv Praha – západ

Podskalská 19, Praha 2	+
Pražská 728, Dobřichovice	0

Státní okresní archiv Příbram

Edvarda Beneše 337, Příbram VII	0

Státní okresní archiv Rakovník

Plzeňská 2493, Rakovník	—

3/ Státní oblastní archiv v Třeboni

Třeboň – zámek (Poznámka: zámek je pod hrází rybníka Svět v její těsné blízkosti!)	—
Rudolfovská 40, České Budějovice	—
Český Krumlov – zámek	—
Jindřichův Hradec – zámek	—

Státní okresní archiv České Budějovice

Rudolfovská 40, České Budějovice

Státní okresní archiv Český Krumlov

Plešivec 268,Český Krumlov	—

Státní okresní archiv Jindřichův Hradec

Václavská 37/III, Jindřichův Hradec	—
Jindřichův Hradec – Otín 87/3	—
Dolní Lhota 48	0

Státní okresní archiv Písek

Nádražní 2149, Písek	—
Čížová 16	0

Státní okresní archiv Prachatice

Vodňanská 329, Prachatice

Státní okresní archiv Strakonice

Smetanova 351, Strakonice	—

Státní okresní archiv Tábor

Pražská 155, Tábor	—
náměstí Mikuláše z Husi 44	—
Budějovická 805, Tábor	—

4/ Státní oblastní archiv v Plzni

Sedláčkova 44, Plzeň	—
Depozitář: Trnová, Hrušov	0
Masarykova 413/III, Klatovy	0
Poděbradova 408–410, Žlutice	—

Státní okresní archiv Domažlice

náměstí Republiky 10, Horšovský Týn	0
Horšov 3	—
Srby 58	0

Státní okresní archiv Cheb

Františkánské nám. 14, Cheb	—

Státní okresní archiv Karlovy Vary

náměstí 17. listopadu 2, Karlovy Vary	—
K lanovce 395, Jáchymov	0

Státní okresní archiv Klatovy

Mayerova 128, Klatovy 5	0

Státní okresní archiv Plzeň – jih

Branka 669, Blovice	0
Hradiště u Blovic 75	0

Státní okresní archiv Plzeň – sever

Stará cesta 558, Plasy	—

Státní okresní archiv Rokycany

Jeřabinová 96, Rokycany III.	0

Státní okresní archiv Sokolov

Jindřichovice 1 – zámek	0

Státní okresní archiv Tachov

Plánská 2037, Tachov	—

5/ Státní oblastní archiv v Litoměřicích

Krajská 1, Litoměřice	—
Zbrojnická 14, Děčín IV	—
Dělnická 16, Most	—
Žitenice – zámek	—
Terezín	

Státní okresní archiv Česká Lípa

Střelnice 3035, Česká Lípa 5	—

Státní okresní archiv Děčín

Dlouhá jízda 1253 – zámek, Děčín 1	—

Státní okresní archiv Chomutov

Boženy Němcové 68, Kadaň	—

Státní okresní archiv Jablonec nad Nisou

Turnovská 40 A, Jablonec nad Nisou	0
Nová Ves 429	0

Státní okresní archiv Liberec

Vilová 339/24, Liberec 10	0
Machnín 62, Liberec	0

Státní okresní archiv Litoměřice

Terezínská 909/59, Lovosice	—

Státní okresní archiv Louny

Mírové nám. 57, Louny	—
Hilbertova 70, Louny	—
Tyršovo náměstí 1970, Louny	—

Státní okresní archiv Most

Leoše Janáčka 1310/2, Most	—

Státní okresní archiv Semily

Archivní 570, Semily	0
Alej legií 520, Turnov	0

Státní okresní archiv Teplice

Školní 8, Teplice	—
Městský úřad Bílina	—

6/ Státní oblastní archiv v Zámrsku

Zámrsk – zámek	0
Pernerova 1490, Pardubice	0
Hostovlice u Čáslavi č. 53	0

Státní okresní archiv Hradec Králové

Škroupova 695, Hradec Králové	0
Třesovice 32	0

Státní okresní archiv Chrudim

Filištínská 37, Chrudim I	—

Státní okresní archiv Jičín

Raisova 533, Jičín	0

Státní okresní archiv Náchod

Dobenínská 96, Náchod	0

Státní okresní archiv Pardubice

Bělobranské náměstí 1, Pardubice	0
Pražská 5, Přelouč	0
Palachova 324, Pardubice	0

Státní okresní archiv Rychnov nad Kněžnou

Kolowratský zámek, Rychnov nad Kněžnou	0

Státní okresní archiv Svitavy

Litomyšl – zámek	0
Jízdárna	0

Státní okresní archiv Trutnov

Komenského 128, Trutnov	0
Náchodská 524, Trutnov 3	0

Státní okresní archiv Ústí nad Orlicí

Pivovarská 137/II, Ústí nad Orlicí	0
Vysoké Mýto 71/IV	0
Potoční 161/II, Ústí nad Orlicí	0
Potoční 474/II, Ústí nad Orlicí	0

7/ Moravský zemský archiv v Brně

Žerotínovo náměstí 3/5, Brno	—
Brno – Cejl	—
Brno – Joštova 8	—
Brno – Lesná, Halasovo náměstí	—
Brno – Koliště 13	—
Brno – Petrov	—

Kroměříž – zámek (Poznámka: zámecká zahrada v Kroměříži se však v záplavovém území nachází!)	—
Kunštát – zámek	—
Subakova 34, Třebíč	+/Q_{50} a +/Q_{100}
Měřín	+/Q_{100}
Velké Meziříčí	+/Q_{100}
Rajhrad	+/Q_{100}
Devět Mlýnů	0

Státní okresní archiv Blansko

Komenského 9, Blansko	—
Velenova 3, Boskovice	—

Státní okresní archiv Brno – venkov

Rajhrad – klášter	+/Q_{100}

Státní okresní archiv Břeclav

Pavlovská 2, Mikulov	—

Státní okresní archiv Havlíčkův Brod

Kyjovská 1125, Havlíčkův Brod	—
Havlíčkova 2034, Havlíčkův Brod	—

Státní okresní archiv Hodonín

Koupelní 10, Hodonín	—

Státní okresní archiv Jihlava

Fritzova 19, Jihlava	—
Telč – zámek	—

Státní okresní archiv Kroměříž

Velehradská 4259, Kroměříž	—

Státní okresní archiv Pelhřimov

Pražská 127, Pelhřimov

Státní okresní archiv Třebíč

Na Potoce 21/23, Třebíč (Poznámka: leží v blízkosti Stařeckého potoka.)	—
Tovačovského sady 186, Moravské Budějovice (Poznámka: leží v blízkosti toku Rokytná.)	0

Státní okresní archiv Uherské Hradiště

Velehradská třída 124, Uherské Hradiště	—

Státní okresní archiv Vsetín

ulice 4. května, Vsetín	+/Q_{100}

Státní okresní archiv Vyškov

Palackého náměstí 1, Slavkov u Brna	—
Lysovice (bývalá škola) (Poznámka: obcí protéká Lysovický potok!)	0
Koláčkovo nám. 215, Slavkov u Brna	—

Státní okresní archiv Zlín

Klečůvka – zámek, Zlín 11	—

Státní okresní archiv Znojmo

Divišovo náměstí 5, Znojmo	—
Jezuitské náměstí 4a, Znojmo	—

Státní okresní archiv Žďár nad Sázavou

U Malého lesa 4, Žďár nad Sázavou	—
Třebíčská 1540, Velké Meziříčí	—
Velká Bíteš	0
Doubravník	+/ Q100

8/ Zemský archiv v Opavě

Sněmovní 1, Opava	—
U Husova sboru 10, Olomouc (Poznámka: ulice zasahuje do záplavového území okrajově. Při menších povodních bude pravděpodobně mimo záplavové území.)	+ více než Q_{100}

Státní okresní archiv Bruntál

Zahradní ulice 44, Bruntál —

Státní okresní archiv Frýdek – Místek

Bezručova ulice 2145, Frýdek – Místek více +/Q_{100}
(Poznámka: řeka Ostravice je v této lokalitě ohrazena na Q100, avšak hráz je převýšena nad hladinu stoleté vody jen o 0,2 m, přičemž doporučená hodnota převýšení je 0,5 m!)

Státní okresní archiv Jeseník

Tovární 18, Jeseník —

Státní okresní archiv Karviná

Fryštátská 40, Karviná 1 —

Státní okresní archiv Nový Jičín

K Archivu 1, Nový Jičín —

Havlíčkova 12, Nový Jičín —

Státní okresní archiv Olomouc

U Husova sboru 10, Olomouc + více než Q_{100}
(Poznámka: ulice zasahuje do záplavového území okrajově. Při menších povodních bude pravděpodobně mimo záplavové území.)

Státní okresní archiv Opava

Lidická 2a, Opava —

Zámecká 81, Neplachovice —

Školní 54, Skrochovice – Brumovice —
(Poznámka: pouze malá část Skrochovic leží v záplavovém území Q_{100}.)

Státní okresní archiv Prostějov

Třebízského 1–3, Prostějov —

Státní okresní archiv Přerov

Sokolů 1, Přerov VIII – Henčlov 0

Státní okresní archiv Šumperk

Bratří Čapků 35, Šumperk 0

1.2 DOTAZNÍK PRO ZJIŠTĚNÍ RIZIK ŽIVELNÍCH POHROM A POŠKOZENÍ ARCHIVNÍCH FONDŮ ULOŽENÝCH VE STÁTNÍCH ARCHIVECH ČESKÉ REPUBLIKY

Pro doplnění informací o možném ohrožení archivních budov a archiválií povodněmi, byl vypracován a všem státním archivům rozeslán **„Dotazník pro zjištění rizik živelních pohrom a poškození archivních fondů uložených ve státních archivech České republiky“**. Otázky v dotazníku byly především zaměřeny na konstrukci budovy, způsob uložení archiválií, zabezpečení budovy proti požáru a krádeži:

Název a adresa archivu (centrály):

Adresa popisované archivní budovy nebo depozitáře (pro každou budovu zvlášť):

Jména osoby, která vyplňovala dotazník:

A Všeobecné informace o archivní budově (depozitáři)

A.1 Přibližné stáří budovy:

A.2 Počet pater nad zemí:

A.3 Počet pater pod zemí:

A.4 Je archiv jedinou institucí v budově? ☐ **ano**

☐ **ne**

A.5 Jestliže ne, o jaké instituce se jedná (název a kontakt)?

.....

.....

.....

A.6 Kolik procent plochy budovy (odhad) zabírá Váš archiv?

A.7 Jedná se o účelovou archivní budovu? ☐ **ano**

☐ **ne**

A.8 Byla budova archivu rekonstruována? Kdy? ..... ☐ **ano**

☐ **ne**

A.9 Kolik běžných metrů (km) archiválií je uloženo v budově? .....

B Umístění archivní budovy

B.1 Umístění budovy

- U řeky ☐
- U potoka ☐
- U jezera ☐
- U přehrady ☐
- U rybníka ☐
- V údolí ☐
- Na kopci ☐
- V blízkosti průmyslového komplexu (jakého?) ☐

.....

- V blízkosti skladů chemikálií nebo zemědělských hnojiv (název podniku) ☐
- V městské aglomeraci ☐
- V předměstské oblasti ☐
- Na venkově ☐

C Struktura a popis archivní budovy

Stavební materiál budovy

C.1 Jaký je hlavní stavební materiál, ze kterého je budova postavena?

- Dřevo ☐
- Cihla ☐
- Kov ☐
- Beton ☐
- Kámen ☐
- Jiný materiál ..... ☐

Střecha budovy

C.2 Je střecha plochá nebo sedlová? **sedlová** ☐

plochá ☐

C.3 Z jakého materiálu je zhotovena střecha?

- Plech ☐
- Pálená taška ☐
- Betonová taška ☐
- Asfaltové šindele ☐
- Asfaltová lepenka a štěrk ☐
- Jiný materiál ..... ☐

Jaký je stav střech? dobrý ☐

špatný (zatéká) ☐

C.4 Z jakého materiálu jsou zhotoveny krovy?

- Dřevo ☐
- Kov ☐
- Jiný materiál ……..... ☐

Jsou krovy chráněny protipožárním nátěrem? ☐ **ano**

☐ **ne**

Základy budovy, stěny a stropy

C.5 Jsou základy budovy izolovány od zemní vlhkosti? ☐ **ano**

☐ **ne**

C.6 Jsou zdi vlhké (viditelná vlhkost, výkvěty solí)? ☐ **ano**

☐ **ne**

C.7 Jsou na stěnách budovy viditelné praskliny nebo trhliny? ☐ **ano**

☐ **ne**

C.8 Z jakého materiálu jsou zhotoveny stropy a jaká je jejich povrchová úprava?

- Dřevo ☐
- Kovové „I“ profily ☐
- Hurdisky ☐
- Vápenná omítka ☐

- Dřevotříska
- Plastový (např. polystyrenový) podhled
- Jiné .....

C.9 Z jaké materiálu jsou zhotoveny podlahy depozitářů?

- Beton s dvousložkovým nátěrem
- Dřevo
- Dřevotříska
- Dlaždice
- PVC
- Jiné .....

C.10 Je v dané budově restaurátorské a konzervátorské pracoviště? **ano**

ne

C.11 Skladujete hořlaviny I. třídy (např. etylalkohol, aceton, toluen)? **ano**

ne

C.12 Skladujete tlakové láhve (propan-butan, oxid uhličitý, kyslík, acetylen)? **ano**

ne

D Uložení archiválií

D.1 Leží archiválie na podlaze? **ano**

ne

D.2 Jsou archiválie uloženy v podzemních podlaží a suterénu? **ano**

ne

D.3 Je depozitáři vedeno vodovodní potrubí? **ano**

ne

D.4 Je depozitáři vedeno odpadní potrubí? **ano**

ne

D.5 Je depozitáři vedeno plynové potrubí? **ano**

ne

D.6 Jak jsou depozitáře vytápěny?

- Nejsou ☐
- Ústřední topení ☐
- Elektrické přímotopy nebo akmulační kamna ☐
- Kamna na pevná paliva ☐
- Jinak ..... ☐

D.7 Měříte pravidelně teplotu a relativní vlhkost v depozitářích? ☐ **ano**

☐ **ne**

D.8 Jaká je průměrná teplota a relativní vlhkost v depozitářích?

- Teplota: ..... ºC
- Relativní vlhkost: ..... %

D.9 Vyskytují se ve Vašich depozitářích plísně? ☐ **ano**

☐ **ne**

D.10 Vyskytují se ve Vašich depozitářích hlodavci nebo hmyz? ☐ **ano**

☐ **ne**

E Protipožární ochrana archivní budovy

E.1 Byla archivní budova posouzena z hlediska požární bezpečnosti? ☐ **ano**

☐ **ne**

E.2 Pokud ano, kdy, kým a s jakými výsledky?

.....

.....

E.3 Má Váš archiv elektrickou požární signalizaci (EPS)? ☐ **ano**

☐ **ne**

E.4 Na koho je EPS napojena?

.....

E.5 Jaké detektory požáru Váš archiv používá?

- Kouřový hlásič ☐
- Tepelný hlásič ☐

E.6 Kdo a jak často hlásiče kontroluje?

.....

E.7 Je budova vybavena automatickým hasebním systémem? ☐ **ano**

☐ **ne**

E.8 Pokud ano, jakým? Jaká hasební látka je použita?

.....

.....

E.9 Kdo provádí kontrolu automatického hasebního systému? Jak často?

.....

.....

E.10 Jaké typy přenosných hasicích přístrojů má archiv k dispozici?

.....

.....

E.11 Kým a jak často jsou tyto přístroje kontrolovány?

.....

.....

E.12 Byli zaměstnanci archivu seznámeni s činností přenosných hasicích přístrojů?

☐ **ano**

☐ **ne**

E.13 Proběhlo školení i s praktickou ukázkou činnosti přenosného hasicího přístroje?

☐ **ano**

☐ **ne**

E.14 Jsou pravidelně vyhlašovány cvičné požární poplachy? ☐ **ano**

☐ **ne**

E.15 Kdy byl naposledy vyhlášen cvičný požární poplach s následnou evakuací objektu?

.....

F. Zabezpečení archivní budovy proti krádežím a vandalismu

F.1 Je Váš archiv dostatečně zabezpečen proti krádežím a vniknutí? ☐ **ano**

. . **ne**

F.2. Je budova archivu vybavena elektrickou zabezpečovací signalizací (EZS)? . . **ano**

. . **ne**

F.3 Jaký typ EZS je použitý a na koho je napojen?

.....

.....

F.4 Byla EZS vyzkoušena a s jakým výsledkem? . . **ano**

. . **ne**

.....

.....

F.5 Je zabráněno nepovolaným osobám nekontrolovanému pohybu po budově? . . **ano**

. . **ne**

F.6 Jsou vedeny záznamy o cizích osobách, které vstupují do budovy archivu? . . **ano**

. . **ne**

G. Závěr

G 1 Postihla Váš archiv živelní pohroma (záplava, požár, krádež většího rozsahu, vandalismus)?

. . **ano**

. . **ne**

G 2. Pokud ano, jaká a ve kterém roce?

.....

.....

G 3. Jaký je Váš názor na připravenost Vašeho archivu na živelní pohromy (záplava, požár nebo vandalismus)? Jaké jsou nedostatky a co by bylo zapotřebí zlepšit?

.....

.....

.....

.....

Vyhodnocení Dotazníku pro zjištění rizik živelních pohrom a poškození archivních fondů uložených ve státních archivech České republiky

Jako příklad možného vyhodnocení informací získaných z *Dotazníku* byly vybrány následující otázky:

A.7 Jedná se o účelovou archivní budovu?

A.8 Byla budova archivu rekonstruována?

B.1 Umístění budovy (město vs. venkov).

D.2 Jsou archiválie uloženy v podzemních podlaží a suterénu?

D.3 Je depozitáři vedeno vodovodní potrubí?

E.3 Má Váš archiv elektrickou požární signalizaci (EPS)?

E.7 Je budova vybavena automatickým hasebním systémem?

F.2 Je budova archivu vybavena elektrickou zabezpečovací signalizací (EZS)?

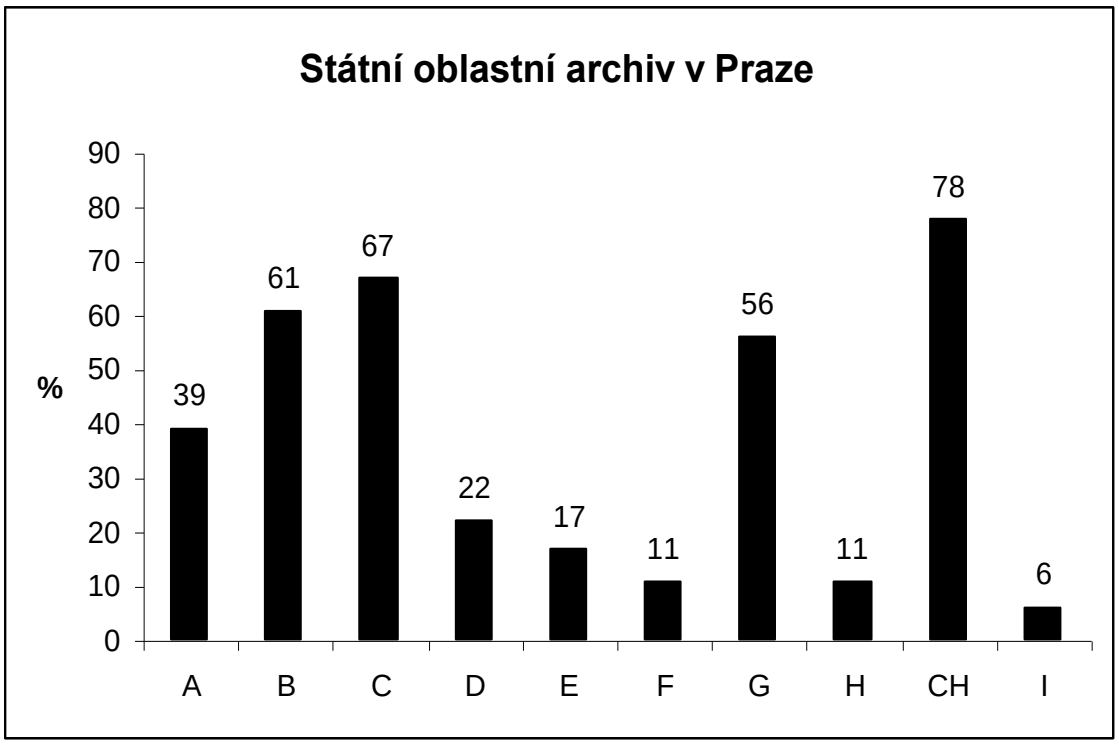
G.1 Postihla Váš archiv živelní pohroma (záplava, požár, krádež většího rozsahu, vandalismus)?

Zpracováním shora uvedených dotazů bylo možné zjistit, že v minulých letech bylo postaveno přibližně 30 % nových archivních budov. Výjimku tvoří Státní oblastní archiv v Plzni s pouhými 13 % a Státní oblastní archiv v Zámrsku s 65 %. Pozitivním zjištěním bylo, že 40–80 % archivních budov bylo rekonstruováno pro archivní účely. Většina archivních budov se nachází v městské aglomeraci (více jak 60 %). Umístění archivní budovy v městské aglomeraci přináší problémy se znečistěným ovzduším nebezpečnými polutanty (oxidy síry, dusíku, přízemní ozón).

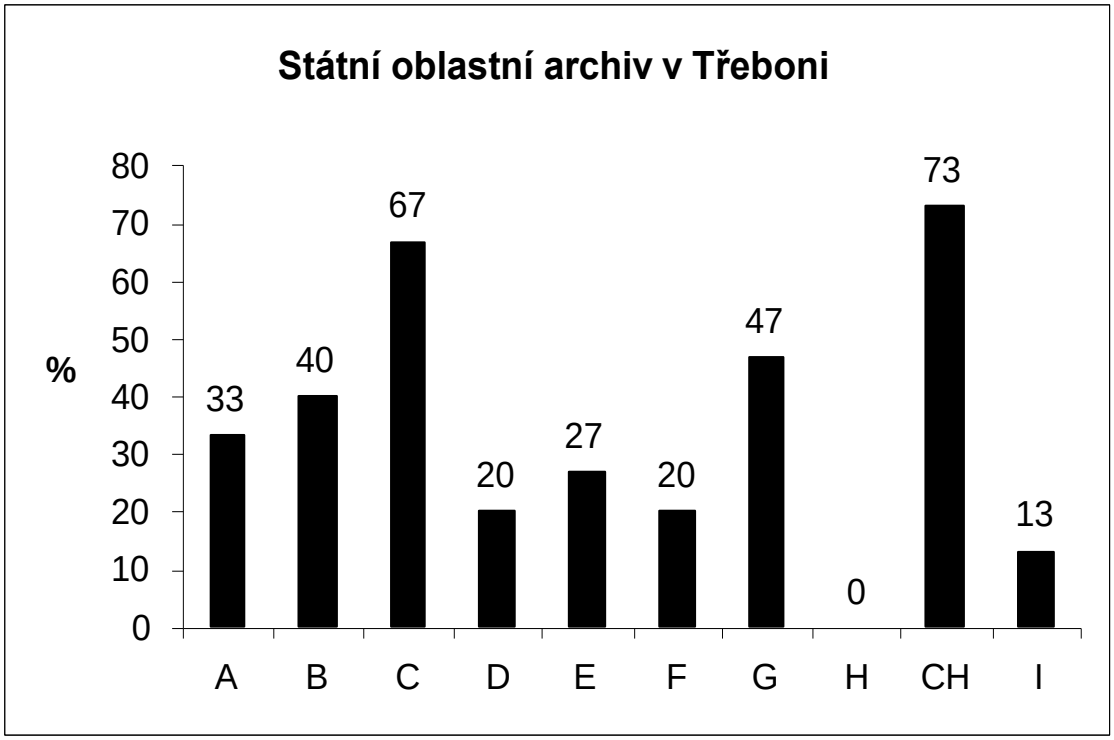
Uložení archiválií v suterénu, přítomnost vodovodního nebo odpadního potrubí v depozitářích představuje značné riziko pro uložené archiválie. Například 27 % archivů Státního oblastního archivu v Třeboni ukládá archiválie v suterénu, 25 % archivů Zemského archivu v Opavě ukládá archiválie do depozitářů, kterými prochází vodovodní potrubí, potrubí ústředního topení nebo odpadní potrubí.

Většina budov státních archivů je vybavena elektronickou zabezpečovací signalizací (75–94 %), méně pak elektronickou protipožární signalizací (30–67 %). Minimální množství archivů je vybaveno automatickým hasebním systémem typu Inergen, oxid uhličitý nebo sprinklery.

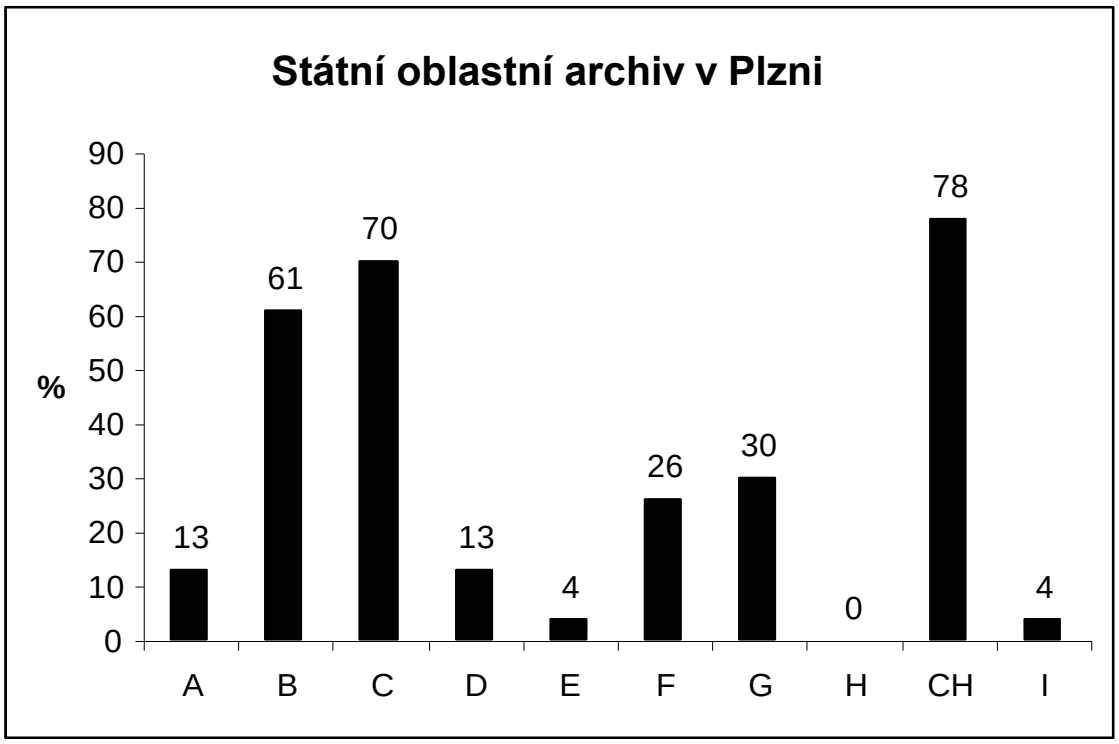
Následující histogramy vyjadřují počet pozitivních odpovědí na otázky *A.7*, *A.8*, *B.1*, *D.2*, *D.3*, *E.3*, *E.7*, *F.2* a *G.1* vyjádřené v procentech.



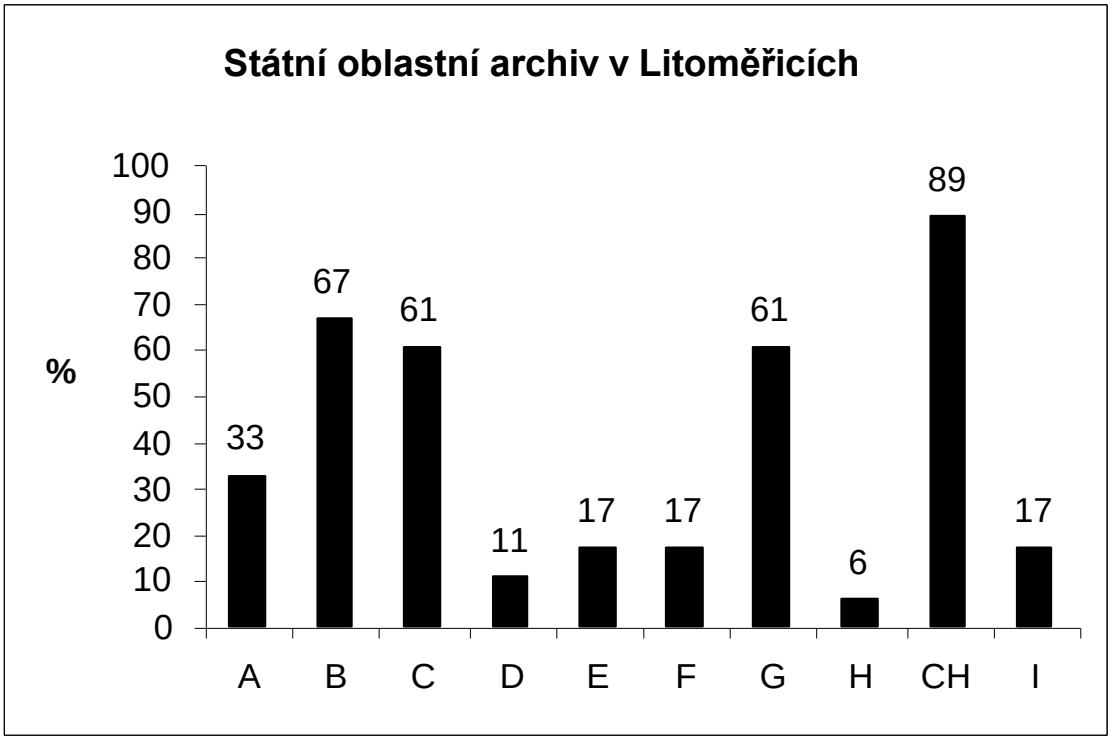
Poznámky
A – Účelová archivní budova.
B – Rekonstrukce archivní budovy.
C – Umístění archivní budovy v městské aglomeraci.
D – Umístění archivní budovy na venkově.
E – Uložení archiválií v podzemních podlaží nebo suterénu.
F – Přítomnost vodovodního, odpadního nebo jiného potrubí v depozitářích.
G – Elektrická požární signalizace (EPS).
H – Automatický hasební systém.
CH – Elektrická zabezpečovací signalizace (EZS).
I – Zkušenosti s živelní pohromou, krádeží nebo vandalismem.



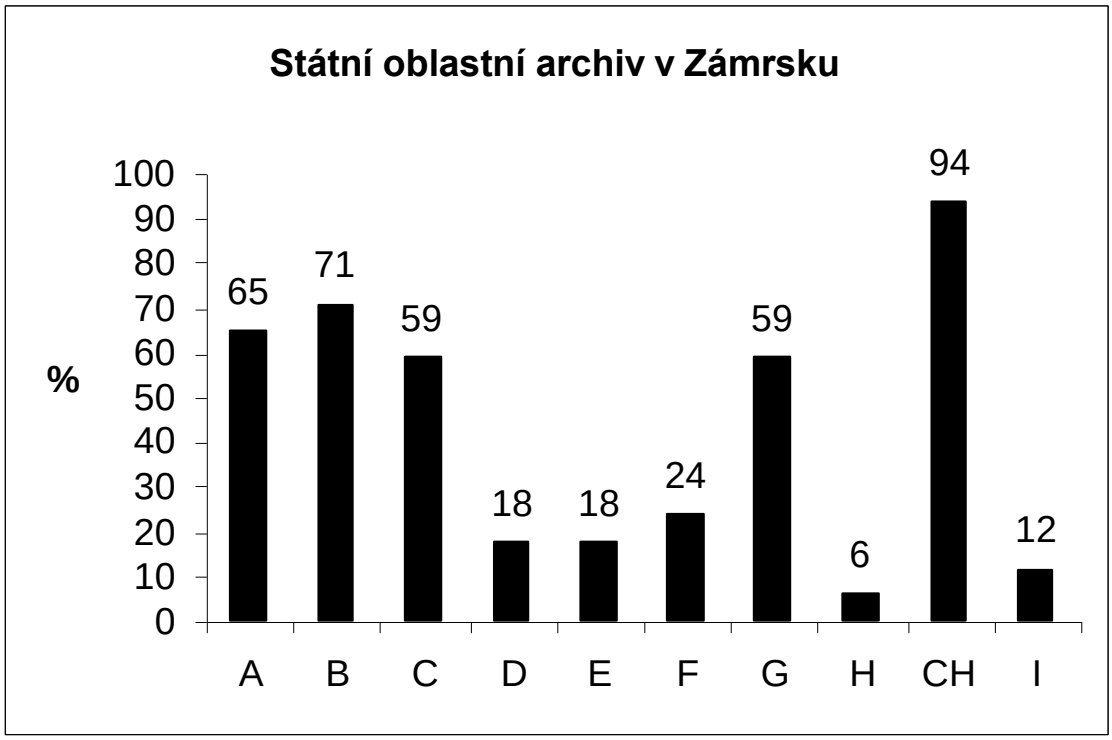
Poznámky
A – Účelová archivní budova.
B – Rekonstrukce archivní budovy.
C – Umístění archivní budovy v městské aglomeraci.
D – Umístění archivní budovy na venkově.
E – Uložení archiválií v podzemních podlaží nebo suterénu.
F – Přítomnost vodovodního, odpadního nebo jiného potrubí v depozitářích.
G – Elektrická požární signalizace (EPS).
H – Automatický hasební systém.
CH – Elektrická zabezpečovací signalizace (EZS).
I – Zkušenosti s živelní pohromou, krádeží nebo vandalismem.



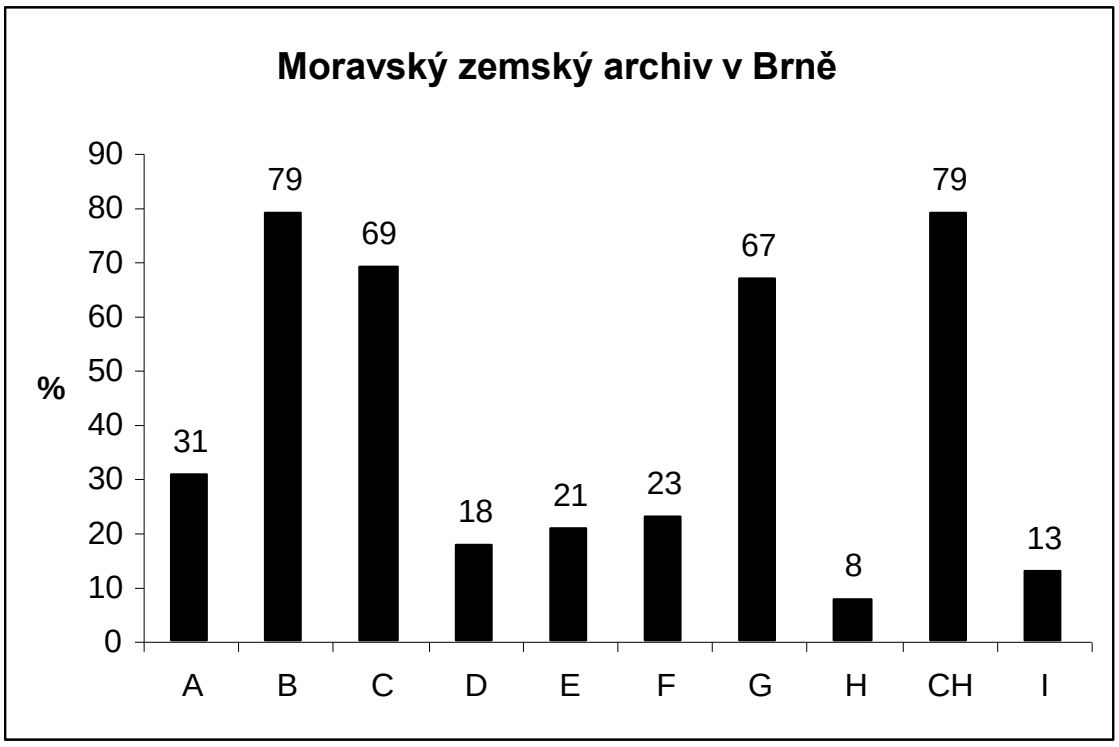
Poznámky
A – Účelová archivní budova.
B – Rekonstrukce archivní budovy.
C – Umístění archivní budovy v městské aglomeraci.
D – Umístění archivní budovy na venkově.
E – Uložení archiválií v podzemních podlaží nebo suterénu.
F – Přítomnost vodovodního, odpadního nebo jiného potrubí v depozitářích.
G – Elektrická požární signalizace (EPS).
H – Automatický hasební systém.
CH – Elektrická zabezpečovací signalizace (EZS).
I – Zkušenosti s živelní pohromou, krádeží nebo vandalismem.



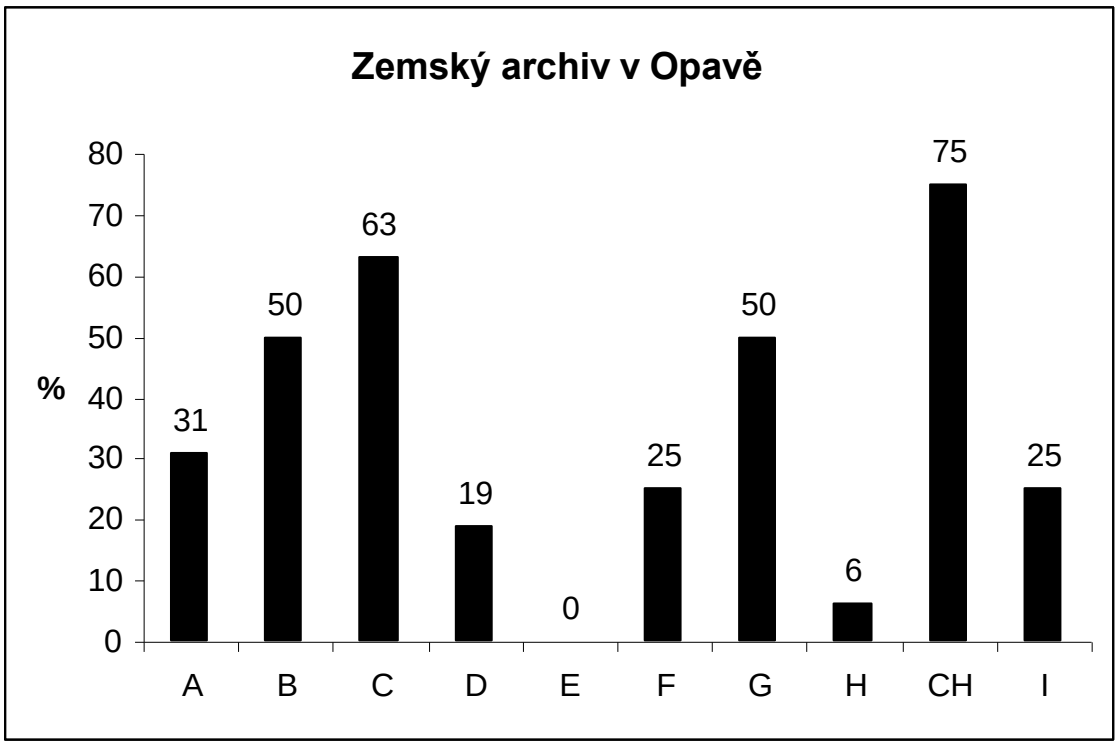
Poznámky
A – Účelová archivní budova.
B – Rekonstrukce archivní budovy.
C – Umístění archivní budovy v městské aglomeraci.
D – Umístění archivní budovy na venkově.
E – Uložení archiválií v podzemních podlaží nebo suterénu.
F – Přítomnost vodovodního, odpadního nebo jiného potrubí v depozitářích.
G – Elektrická požární signalizace (EPS).
H – Automatický hasební systém.
CH – Elektrická zabezpečovací signalizace (EZS).
I – Zkušenosti s živelní pohromou, krádeží nebo vandalismem.



Poznámky
A – Účelová archivní budova.
B – Rekonstrukce archivní budovy.
C – Umístění archivní budovy v městské aglomeraci.
D – Umístění archivní budovy na venkově.
E – Uložení archiválií v podzemních podlaží nebo suterénu.
F – Přítomnost vodovodního, odpadního nebo jiného potrubí v depozitářích.
G – Elektrická požární signalizace (EPS).
H – Automatický hasební systém.
CH – Elektrická zabezpečovací signalizace (EZS).
I – Zkušenosti s živelní pohromou, krádeží nebo vandalismem.



Poznámky
A – Účelová archivní budova.
B – Rekonstrukce archivní budovy.
C – Umístění archivní budovy v městské aglomeraci.
D – Umístění archivní budovy na venkově.
E – Uložení archiválií v podzemních podlaží nebo suterénu.
F – Přítomnost vodovodního, odpadního nebo jiného potrubí v depozitářích.
G – Elektrická požární signalizace (EPS).
H – Automatický hasební systém.
CH – Elektrická zabezpečovací signalizace (EZS).
I – Zkušenosti s živelní pohromou, krádeží nebo vandalismem.



Poznámky
A – Účelová archivní budova.
B – Rekonstrukce archivní budovy.
C – Umístění archivní budovy v městské aglomeraci.
D – Umístění archivní budovy na venkově.
E – Uložení archiválií v podzemních podlaží nebo suterénu.
F – Přítomnost vodovodního, odpadního nebo jiného potrubí v depozitářích.
G – Elektrická požární signalizace (EPS).
H – Automatický hasební systém.
CH – Elektrická zabezpečovací signalizace (EZS).
I – Zkušenosti s živelní pohromou, krádeží nebo vandalismem.

2 STUDIUM VLIVU SUŠICÍCH METOD NA FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ A MIKROBIOLOGICKÉ VLASTNOSTI RŮZNÝCH DRUHŮ

PhMr. Bronislava Bacílková
Dr. Ing. Michal Ďurovič
Ing. Jiří Neuvirt, CSc.
Ing. Hana Paulusová
PhDr. Jiří Polišenský
Ing. Magda Součková
Roman Straka
Ing. Jitka Šimečková
Jiří Vnouček
Ing. Lucie Weberová

ÚVOD

Ničivé povodně v srpnu 2002 v Praze a okolí zasáhly řadu archivů. knihoven, muzeí a ústředních orgánů státní správy. Dokumenty zasažené povodní z větší části byly urychleně zmraženy a uloženy v Mochovských mrazírnách a. s., středisko Kladno. Dne 29. srpna 2002 uspořádal Státní ústřední archiv v Praze schůzku zástupců povodní postižených institucí. Jedním ze závěrů tohoto setkání bylo vytvoření pracovní skupiny, která by ověřila jednotlivé technologie vysušování zmražených dokumentů z hlediska jejich vlivu na fyzikálně-chemické a mikrobiologické vlastnosti papíru. Garantem této pracovní skupiny se stal Státní ústřední archiv v Praze a Národní knihovna České republiky.

V předložené studii byly testovány některé sušicí metody a jejich vliv na vybrané typy papíru Výsledky proto nelze automaticky přenést na jiné typy materiálů. Na příští roky je plánováno rozšíření této základní studie o další problémy, které se objevily (např. vliv zmražení na vlastnosti papíru, umělé stárnutí vysušených vzorků, sušení pauzovacího papíru, fotografií, kolagenových materiálů aj.).

Znalost vlivu technologie sušení na vlastnosti papírové podložky je jednou – nikoliv však jedinou – informací, která je nezbytné pro odpovědný výběr nejvhodnější sušicí metody.

V *tab. 2.1* jsou shrnuty veškeré informace potřebné pro tento výběr. Teprve na základě těchto informací lze odpovědně vybrat a doporučit.

Tab. 2.1 **Nezbytné informace pro výběr sušicí metody.**

Metoda sušení	**Cena**	**Výkon**	**Provozní náklady**	**Pracnost**	**Poškození**			**Jiné***
					Fyzikální	**Estetické**	**Mikrobiální**	
Lyofilizace					☼	☼	☼	
Vakuové					☼	☼	☼	
Vakuové balení					☼	☼	☼	
Volně na vzduchu					☼	☼	☼	
Tepelné při regulované vlhkosti					☼	☼	☼	
Horkovzdušné					☼	☼	☼	
Mikrovlnné					☼	☼	☼	

***)** K rozhodování je nezbytné též znát objemy dokumentů, které lze sušit jednotlivými metodami.

1 CHARAKTERISTIKA SUŠICÍCH METOD

1.1 Princip sušicích metod

Horkovzdušné sušení

Horkovzdušné sušení probíhalo v komoře určené pro vypalování laků a barev při regulaci teploty. Teplota dosahovala v průměru 115 °C (kolísání od 110 do 120 °C), doba sušení byla přibližně 18 hodin. Složky papíru byly vertikálně umístěny v mobilních drátěných vozících s policemi a asi v tloušťce 0,5 cm byly oddělovány hliníkovými deskami, aby byl urychlen rozvod tepla. Metoda je výhradně používaná pro aktový materiál.

Lyofilizace – vakuová sublimace

Metoda lyofilizace byla testována na laboratorním zařízení „Alpha 1-4“ zapůjčeném od firmy Pragolab, s. r. o. Praha. Výrobcem zařízení je německá firma Christ. Teplota v komoře se během procesu pohybovala v rozmezí – 12 až – 18 °C při tlaku 2 mbar, teplota vymrazovacího prostoru dosahovala – 56°C. Svazky papíru byly sušeny zavřené a ovázané tkalounem pro zamezení deformací. Vlivem vysokého vakua se voda během procesu odpařuje přímo z pevného skupenství – ledu. K úplnému vysušení papíru dochází v závislosti na tloušťce svazků v rozmezí 5–10 dnů.

Tepelné sušení při regulované vlhkosti

Sušení probíhalo v klimatizační komoře v proudu vzduchu při nastavených parametrech 60 °C a 17 % relativní vlhkosti. Zavřené svazky papíru byly z obou stran obalené filtračním papírem a byly umístěny mezi nepolévané keramické dlaždice. Pro zmírnění případné deformace listů byly svazky mírně zatíženy. Doba sušení zkoušených svazků byla 6 dní.

Sušení volně na vzduchu

Připravené vzorky papíru byly volně sušeny na vzduchu v laboratoři za běžných laboratorních podmínek. Teplota ani relativní vlhkost v místnosti nebylo možné nastavit ani regulovat, avšak v půlhodinových intervalech byly tyto parametry zaznamenávány. Zmražené vzorky byly vyjmuty z mrazicího boxu a vertikálně s pomocí podpěry umístěny na savý filtrační papír. Jakmile to bylo možné, byly svazky otevřeny do vějíře,

aby lépe vysychaly. V pravidelných časových intervalech byly sledovány hmotnostní úbytky vody. Celková doba sušení byla 5–9 dní.

Vakuové sušení

Metoda vakuového sušení byla testována v provozním zařízení francouzské firmy Belfor. Výrobcem tohoto zařízení je firma Autec Ltd. v Anglii. Pracovní objem vakuové komory je 1 m^3. Zařízení pracuje při tlaku 5–10 mbar a teplotě 25–30 °C. Komora je vybavena vyhřívanými policemi, na které se umísťuje sušený materiál. Zavřené svazky papírů byly na police pokládány horizontálně a k omezení jejich deformace se jako zátěž používaly litinové desky. Odpařená voda ze sušených svazků je odváděna přes olejovou vývěvu, kde teplota oleje dosahuje 150 °C. Doba sušení je závislá na tloušťce svazků a na množství v nich obsažené vody. Sušení trvalo 5–7 dní.

Vakuové balení

Vakuové balení zmražených svazků se provádělo v zařízení Archipress vyráběné britskou firmou Conservation by Design Ltd, které věnoval české straně British Council v Praze. Svazek je nutno obalit netkanou textilií a poté z obou stran obložit vrstvou savého papíru – nejlépe filtračního, jako vrchní vrstva je vhodný i novinový papír. Takto připravený svazek se vloží do polyetylénového sáčku a umístí se do vakuového zařízení, kde je vhodné svazek zatěžkat. Během vakuového sušení dochází k odsání vzduchu ze sáčku a sáček se následně zataví. Při odsávání dochází k migraci vody ze sušeného svazku do savých papírů. Sáček je nutné rozstřihnout, vyměnit savý materiál a celý proces několikrát opakovat až do úplného usušení svazku. Většinou je potřeba provést 10 cyklů. Doba sušení je v závislosti na tloušťce svazku 10–14 dní.

Mikrovlnné sušení

Mikrovlnné sušení probíhalo na zařízení firmy Panasonic Pro II 1400 v Ústavu chemických procesů Akademie věd České republiky.

Vzorky filtračního papíru byly sušeny po dobu 165 minut mikrovlnným výkonem 350 W. Rozmrazení probíhalo 5 minut při teplotách od – 20 °C do + 15 °C. Teploty samotného sušení se pohybovaly v rozmezí + 33 až + 90 °C.

Vzorky kancelářského papíru byly sušeny po dobu 85 minut mikrovlnným výkonem 350 W. Rozmrazení probíhalo po dobu 4 minut při teplotách od – 20 °C do + 40 °C. Teploty samotného sušení se pohybovaly v rozmezí + 34 až + 85 °C.

Vzorky novinového papíru byly sušeny po dobu 30 minut mikrovlnným výkonem 700 W. Po 30 minutách byl výkon snížen na 350 W a sušení dále trvalo 210 minut. Rozmrazení probíhalo 5 minut při teplotách od – 20 °C do + 6 °C. Teploty samotného sušení se pohybovaly v rozmezí + 6 až + 116 °C.

1.2 Vliv sušicích metod na chování vody v papíru a jeho deformaci

V následující tabulce jsou uvedeny možnosti jednotlivých metod manipulovat s vlhkostí knihy během sušení. Sušení při nízké relativní vlhkosti je rychlé, ale v papírovém bloku se ustaví velký rozdíl obsahu vody vně a uvnitř. V určitém okamžiku je obsah vody na povrchu prakticky nulový a uvnitř je kniha mokrá, popřípadě zmrzlá. Následkem toho dochází k výrazné a většinou nevratné deformaci knižního bloku a desek. V knize je nutné obnovit přirozený obsah vody. To se týká *lyofilizace, horkovzdušného* i *vakuového sušení.*

Z tohoto hlediska je bezkonkurenčně nejpříznivější metoda *vakuového balení*, navíc je papírový blok stlačen atmosférickým tlakem a kroucení papíru je tím vyloučeno.

Volné sušení na vzduchu je metoda z hlediska gradientu vlhkosti šetrná, ale protože nedovoluje fixaci sušeného materiálu, je z pohledu kroucení problematická.

Zbývající metoda, *tepelné sušení při regulované vlhkosti*, je proces dobře realizovatelný v existujících sušárnách dřeva. Jak uvidíme dále i při prodloužené době sušení při zvýšené vlhkosti nehrozí akutní nebezpečí růstu plísní. Při sušení je možno materiál fixovat a omezit tak kroucení. Při zvolení vhodného teplotního a vlhkostního režimu má kniha po usušení přirozený obsah vody.

S chováním vody při sušení souvisí i problém rozpíjení inkoustů a razítek. Při všech metodách s výjimkou *lyofilizace* dochází při sušení k migraci kapalné vody do sušší zóny. Tato voda sebou unáší rozpustné látky, které se tak koncentrují v místech, kde se voda nejvíce odpařuje. Protože zvýšení teploty obvykle zvyšuje i rozpustnost, je tento jev u tepelných metod výraznější.

Tab. 2.2 **Režim vlhkosti v papíru při sušení.**

Metoda sušení	**Gradient vlhkosti v průběhu sušení**	**Vlhkost po usušení**	**Regenerace po usušení**
Lyofilizace	velký	0	nutná
Vakuové	velký	0	nutná
Vakuové balení	minimální	rovnovážná	není třeba
Volně na vzduchu	malý	rovnovážná	není třeba
Tepelné při regulované vlhkosti	malý, volitelný	rovnovážná	není třeba
Horkovzdušné	velký	0	nutná
Mikrovlnné	malý	nekontrolovatelná	nutná

2 VLIV SUŠICÍCH METOD NA FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI PAPÍRŮ

2.1 Vzorky a jejich příprava

Byly vybrány tři typy papírů:

– Novinový z konce 30. let 20. století,
– soudobý kancelářský papír (xerografický),
– filtrační papír Whatman 1.

Z filtračního a kancelářského papíru byly vytvořeny bloky formátu A4 o 60, respektive 100 listech. Listy v bloku byly očíslovány na horním i dolním okraji a blok poté rozříznut na dvě poloviny formátu A5. U novinového papíru jsme použili svázaný ročník dobových novin a dále postupovali stejně jako u filtračního a kancelářského papíru s tím rozdílem, že výchozí formát byl přibližně A3 a příslušné poloviny měly formát A4. Počet listů byl 90 až 110.

Jedna polovina z každého bloku sloužila jako standard charakterizující vlastnosti výchozího papíru a druhá polovina byla namočena (do úplného prosáknutí), zamrazena (teplota cca – 20 °C) a sušena některou ze zkoumaných sušicích metod. V dalším textu budeme mluvit o těchto polovinách jako o *standardní polovině* a *sušené polovině*.

Při testování vlivu sušicí metody na vlastnosti papíru byla každá vlastnost zkoušena na stejných (sobě odpovídajících) listech ze standardní a sušené poloviny. Každá vlastnost se zkoušela na krajních i vnitřních listech bloku ve směru podél i napříč ke směru výroby papíru. Vlastnost standardní poloviny byla považována za 100 %.

Na tomto místě je nutné zmínit, že samotné namočení, zmrazení a následné *šetrné* sušení má často za následek zlepšení mechanických vlastností v důsledku částečného obnovení mezivlákenných vazeb a uvolnění vnitřní tenze.

2.2 Testované vlastnosti

- Tržné zatížení,
- protažení při přetržení,
- deformační práce potřebná na přetržení,
- odolnost v přehýbání,
- povrchové pH,
- změna barevného odstínu ΔE.

2.3 Testované metody sušení

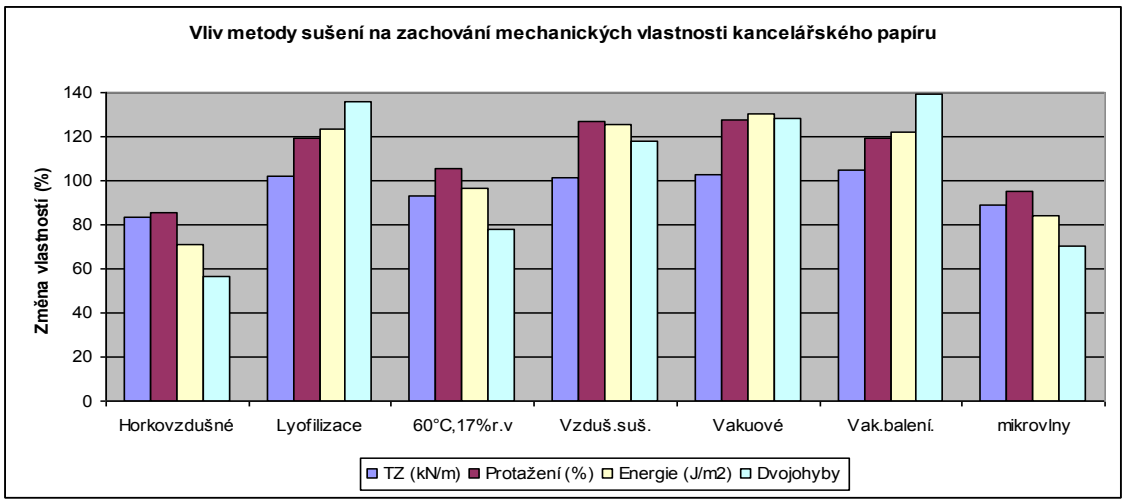
- Horkovzdušné,
- lyofilizace,
- tepelné při regulované vlhkosti,
- volně na vzduchu,
- vakuové,
- vakuové balení,
- mikrovlnné.

2.4 Výsledky testů a porovnání sušicích metod

2.4.1 Mechanické vlastnosti

Kancelářský papír

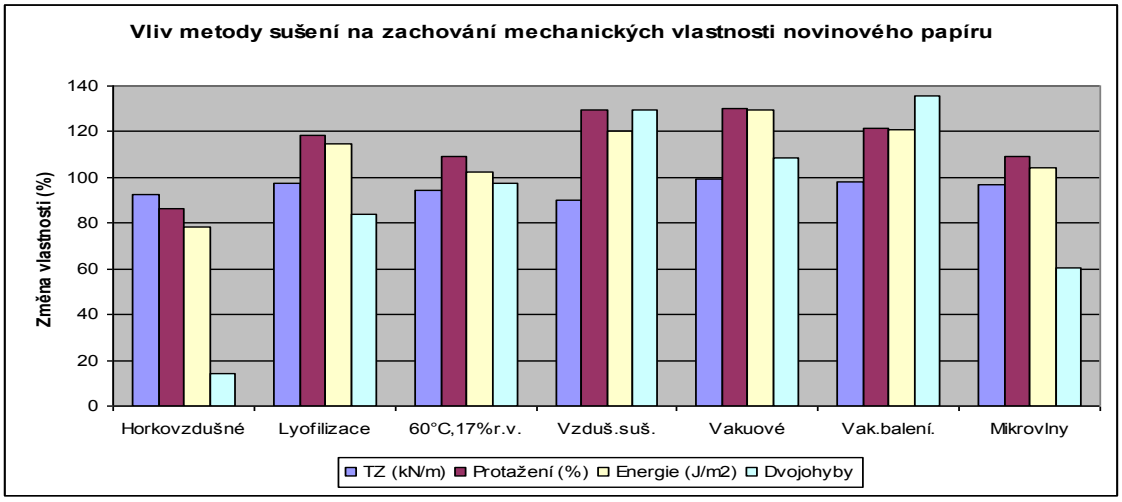
Slouží jako příklad dobře klíženého málo nasáklivého plněného papíru. Množství nasáklé vody vztažené na původní hmotnost suchého materiálu činí 50 až 65 %. Z *obr. 1* je patrné, že s výjimkou metod, které používají zvýšené teploty, sušení nezhoršuje pevnostní vlastnosti. Naopak pevnostní charakteristiky závislé především na tažnosti se zlepšily. Horkovzdušné sušení snížilo pevnost papíru mírně nad 80 % a odolnost v přehýbání pod 60 %. Tepelné sušení při regulované vlhkosti pevnost snížilo na 90 % a odolnost v přehýbání na 80 %. Mikrovlnné sušení snížilo hodnoty tržného zatížení přibližně na 90 % a odolnost v přehýbání na 70 %.



Obr. 2.1 **Kancelářský papír – vliv metody sušení na zachování mechanických vlastností.**

Novinový papír

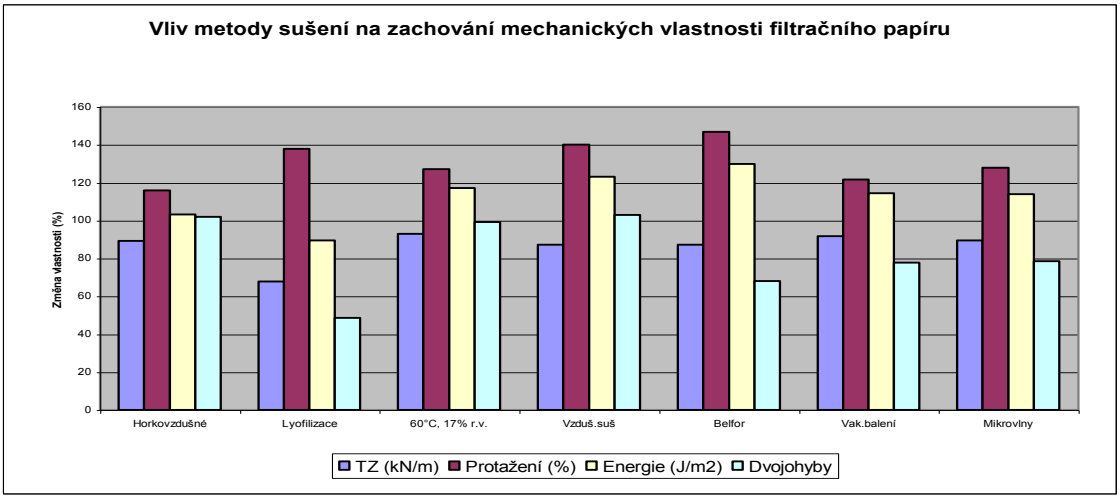
Slouží jako příklad málo klíženého, hodně nasáklivého neplněného dřevitého papíru. Množství nasáklé vody vztažené na původní hmotnost suchého materiálu činí 165 až 175 %. Z *obr. 2* je patrné, že u metod používajících vakua zůstává tahová pevnost zachována a u ostatních metod poklesne k 90 %. Pevnost v dvojohybech významně poklesne u lyofilizace na 80 % a katastrofálně na 15 % u horkovzdušné metody. Mikrovlnné sušení snížilo odolnost v přehýbání v průměru na 60 %, avšak tyto změny v průřezu celého sušeného bloku nejsou stejné. Odolnost v přehýbání vzorků, které byly připraveny z vnějších listů, poklesla na 80–95 %, zatímco u vnitřních listů na 32–34 %! To svědčí o značné nerovnoměrnosti sušení.



Obr. 2.2 **Novinový papír – vliv metody sušení na zachování mechanických vlastností.**

Filtrační papír

Slouží jako příklad neklíženého, hodně nasáklivého neplněného papíru z nemleté dlouhovláknité bělené buničiny. Množství nasáklé vody vztažené na původní hmotnost suchého materiálu činí 165 až 175 %. Z *obr. 2* je patrné, že lyofilizace tento materiál silně poškozuje, resp. není schopná napravit rozrušení struktury papíru, k němuž došlo při zmrazení materiálu, protože chybí účinek povrchového napětí kapalné vody. Vzhledem k tomu, že vlákna nejsou fibrilována a mezivlákenné vazby nejsou v tomto materiálu vyvinuty, tak ani sušení ostatními metodami neobnoví původní pevnost narušenou zmrazením. Odolnost v přehýbání se nejvíce zhorší při použití metod, které pracují s vakuem. U lyofilizace klesne pod 50 %, u vakuového sušení klesne pod 70 % a u vakuového balení pod 80 %. Metoda mikrovlnného sušení sníží odolnost v přehýbání na 80 %.



Obr. 2.3 **Filtrační papír – vliv metody sušení na zachování mechanických vlastností.**

Hodnocení

Horkovzdušné sušení výrazněji snižuje některé mechanické vlastnosti kancelářského a novinového papíru (především odolnost v přehýbání – dvojohyby), naopak metody využívající vakua snižují mechanické vlastnosti nasáklivého a neklíženého papíru. Metodu mikrovlnného sušení lze z hlediska jejího vlivu na mechanické vlastnosti sušených dokumentů zařadit mezi metodu horkovzdušnou a metodu tepelného sušení při regulované vlhkosti.

2.4.2 Fyzikálně-chemické vlastnosti

Tab. 2.3 **Vliv sušicích metod na chemické vlastnosti testovaných papírů.**

Metoda sušení	Kancelářský papír		Novinový papír		Filtrační papír	
	Původní pH	Změna pH	Původní pH	Změna pH	Původní pH	Změna pH
Horkovzdušné	7,35	– 0,1	3,95	– 0,12	6,85	– 0,3
Lyofilizace	7,2	0,1	3,85	0,1	6,85	– 0,35
60 °C, 17 % r. v.	7,3	0	4	0,2	6,8	– 0,05
Volně na vzduchu	7,4	0	3,8	0,6	6,8	– 0,05
Vakuové	7,6	– 0,2	4,1	0,05	6,85	– 0,05
Vakuové balení	7,3	0,1	3,9	0,25	6,8	0
Mikrovlnné sušení	7,92	0,27	3,75	0,17	6,97	– 0,3

Tab. 2.4 **Vliv sušicích metod na optické vlastnosti testovaných papírů.**

Metoda sušení	Změna barevnosti ΔE		
	Kancelářský papír	Novinový papír	Filtrační papír
Horkovzdušné	4,8	5,5	2,3
Lyofilizace	0,3	1,0	0,5
60 °C, 17 % r. v.	1,4	1,4	0,2
Volně na vzduchu	0,8	0,7	0,2
Vakuové	0,5	0,8	0,7
Vakuové balení	0,9	1,6	0,1
Mikrovlnné sušení	0,2	2,5	0,1

Pokles pH v okolí hodnoty 7 je nevýznamný z hlediska odpovídajícího množství vzniklých kyselých sloučenin a dá se předpokládat, že je důsledkem vlastního namočení. U novinového papíru, jehož pH se pohybuje okolo hodnoty 4, je pokles hodnoty pH o 0,1 významnější a naznačuje, že při horkovzdušném sušení může docházet k hydrolytické degradaci.

Změna barevného odstínu se významněji projevila pouze u horkovzdušné a mikrovlnné metody.

Hodnocení

Sledované fyzikálně-chemické vlastnosti jednotlivých papírů se jejich vysušením prakticky nezměnily – s výjimkou horkovzdušného sušení.

3 VIZUÁLNÍ HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH SUŠICÍCH METOD

V průběhu sušení se objevily u všech modelových svazků papíru různé typy deformací, které jsou pro jednotlivé typy sušení charakteristické.

Horkovzdušné sušení

Vnější listy svazku *kancelářského papíru* po vysušení vykazují deformace v podélném směru, uvnitř bloku se vytvářejí deformace v papíru ve tvaru soustředných prstenců (talíře). V místě vložených kovových desek je papír zahnědlý a nevykazuje v UV světle přítomnost optických zjasňovacích prostředků.

Novinový svazek má výrazně zdeformované lepenkové desky. Listy papíru jsou v okrajích mírně zvlněné a po celém obvodu (šířka cca 1 mm) jsou zahnědlé až černé a lámavé. Listy papíru přiléhající ke kovovým deskám jsou též zahnědlé.

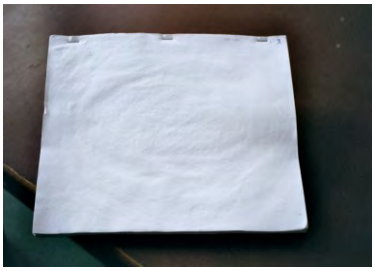
Filtrační papír je v celém bloku značně zdeformovaný. Vykazuje deformace ve tvaru soustředných prstenců, vlnění se šíří až do okrajových částí papírových listů. Okraje papíru jsou zahnědlé, v místech kontaktu s kovovými deskami je papír zahnědlý v celé ploše.

Poznámka
Kancelářské papíry se během sušení slepují vlivem uvolnění klížidla z povrchového klížení.

Lyofilizace

Vnější listy svazku *kancelářského papíru* mají změněnou strukturu povrchu (rozvolnění vláken – potvrzují i pevnostní vlastnosti). Vnitřní část bloku vykazuje deformace ve tvaru talíře – místa, kde zůstal nejdéle led.

Deformace *novinových lepenkových desek* jsou malé. Vnější listy papírového bloku jsou mírně zvlněné, od střední části bloku vykazují deformace ve tvaru prstenců.



Filtrační papír vykazuje viditelné změny ve struktuře povrchu. Povrch vnějších listů je velmi načechraný a místy se objevují puchýře. Vnitřní část bloku má deformace ve tvaru soustředných prstenců, načechrání vláken povrchu zde není tolik znatelné.

Poznámka
Sušení probíhalo při zavřených zmrzlých svazcích převázaných tkalounem.

Tepelné sušení při regulované vlhkosti (60 °C a 17 % relativní vlhkosti)

V celém bloku je *kancelářský papír* podélně zvlněný.

Novinový svazek má značně zdeformované lepenkové desky. V celém svazku jsou deformace od středu listů ve tvaru prstenců, které jsou nejvýraznější v okrajových částech papírové plochy.

Blok *filtračního papíru* je viditelně zdeformován. Papírové listy jsou v okrajích zvlněné a v celé ploše vykazují středové deformace.

Poznámka
Svazky byly opatřeny filtračním papírem a fixovány mezi dřevěnými deskami.

Sušení volně na vzduchu

V celém bloku vykazuje *kancelářský papír* podélné zvlnění. Svazek byl sušen otevřen do vějíře, je proto velmi rozvolněný (změna objemu).

Novinový svazek má značně zdeformované lepenkové desky. V celém bloku je viditelné podélné zvlnění papíru.

Filtrační papír má minimální deformace, povrch papíru je načechraný. První list je poškozen vlivem manipulace. Blok je téměř bez deformací.

Vakuového sušení

Kancelářský papír je zdeformovaný podélně v celém bloku a na jeho povrchu jsou viditelné drobné puchýře.

U svazku *novinového papíru* jsou lepenkové desky zdeformované jen mírně. Listy papíru mají podélné deformace v celém bloku.

Filtrační papír má povrch papíru načechraný. Listy papíru jsou mírně zvlněné v okrajích.

Poznámka
Svazky byly během sušení zatěžkány litinovými deskami.

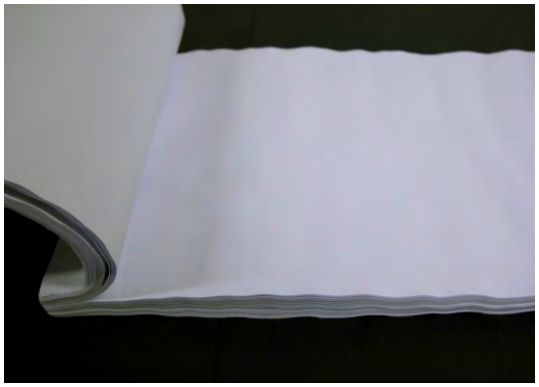
Vakuového balení

Blok *kancelářského papíru* i samotný papír jsou bez deformací. Povrch papíru má vizuálně hrubší strukturu. Po vysušení se velmi špatně oddělovaly mechanicky listy od sebe.

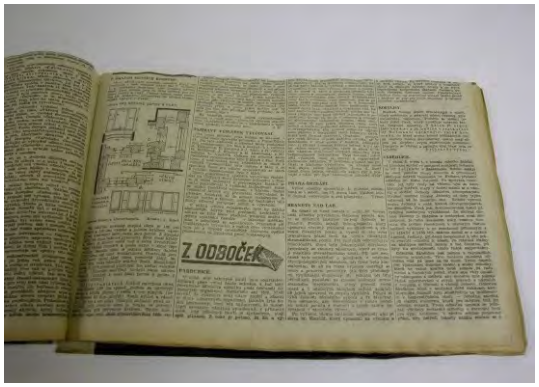
Svazek *novinového papíru* je prakticky bez deformací. Listy papíru jsou v okrajích přehnuté vlivem nevhodného založení se savým papírem do balicího zařízení. Listy papíru se od sebe mechanicky musely oddělit s poměrně velkými problémy. Protože je papír křehký, došlo i k potrhání listů.

Blok *filtračního papíru* je prakticky bez deformací. Listy papíru jsou v krajích zmačkané vlivem nevhodného založení pomocného savého papíru při balení.

Mikrovlnné sušení



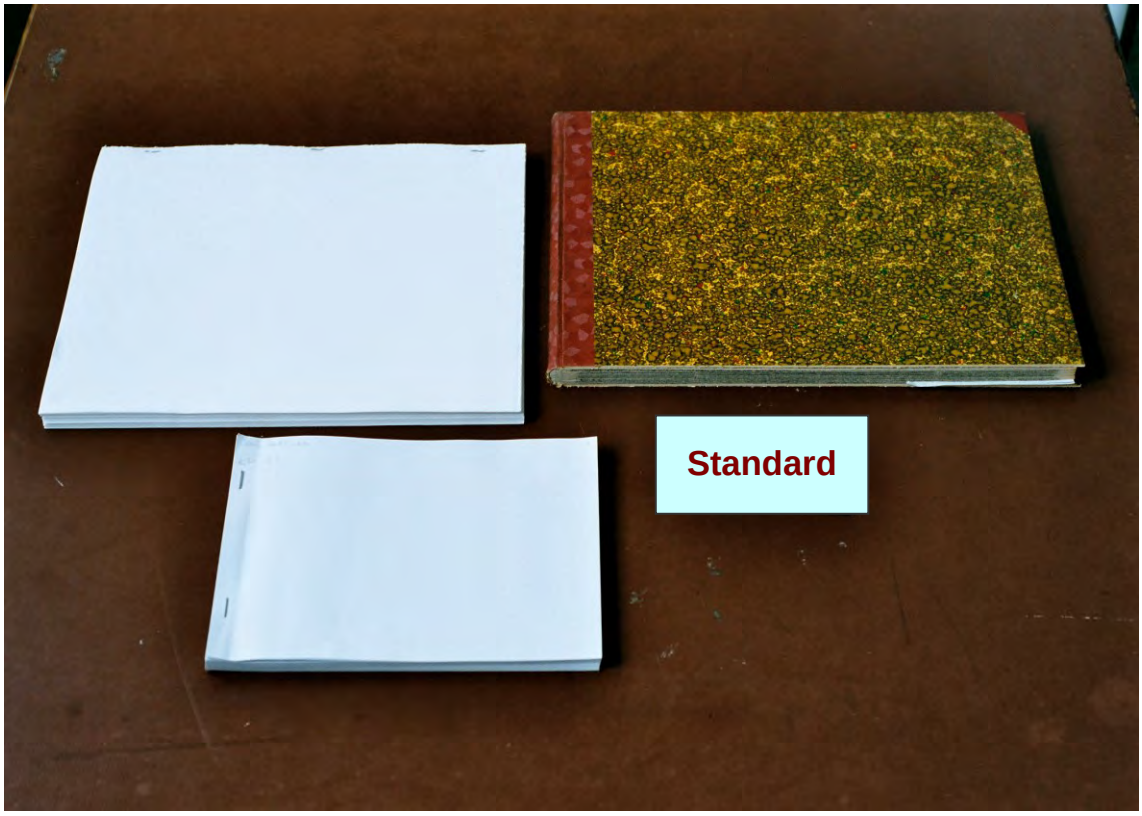
Blok *kancelářského papíru* i samotný papír jsou bez výraznějších deformací. Jednotlivé listy vykazují mírné podélné zvlnění.



Svazek *novinového papíru* vykazuje pouze mírné podélné zvlnění.

Blok *filtračního papíru* je takřka bez deformací. Listy papíru jsou v krajích mírně zvlněné.

Porovnání jednotlivých metod z pohledu deformací



Standardní vzorek svazků *kancelářského*, *novinového* a *filtračního papíru*. Stav, ke kterému jsou srovnávány vzorky po namočení, zmrazení a vysušení.

Kancelářský papír po usušení. Akceptovatelné jsou metody sušení lyofilizací, vakuového sušení a vakuového balení.

Novinové svazky po vysušení. Problematické je sušení lepenkových desek. Výrazné deformace jsou způsobené horkovzdušným sušením a sušením volně na vzduchu. Ostatní způsoby je možno akceptovat, nejlepší výsledky poskytuje vakuové balení.

Svazek *filtračního papíru* po vysušení. Akceptovatelné jsou všechny metody kromě horkovzdušného sušení. Při volném sušení na vzduchu došlo k mechanickému poškození vlivem manipulace během sušení.

Poznámka
Do souboru testovaných metod byla dodatečně zařazena metoda mikrovlnného sušení. Proto tato zpráva nezahrnuje fotodokumentaci deformačních změn svazků vyvolaných mikrovlnami ve srovnání s ostatními sledovanými metodami.

Hodnocení

Nejlepších výsledků z hlediska minimalizace deformací bylo dosaženo při sušení vakuovým balením a mikrovlnami. Vlivem ostatních metod sušení dochází ke vzniku menších či větších deformací papírového bloku i lepenkových desek vazby.

4 VLIV SUŠICÍCH METOD NA MIKROORGANISMY

U některých sušicích metod lze předpokládat i určitý vliv na mikroorganismy, které se na zaplavených písemných materiálech vyskytují v obrovském množství. Z celé široké škály těchto organismů jsme se zaměřili na ty, které jsou škodlivé zejména pro knihy a archiválie, méně pro člověka. Byly vybrány dva druhy běžných plísní, zástupců rodů Penicillium a Aspergillus, jejichž sporami byl papír infikován. Protože u některých sušicích metod by mohly vzniknout příznivé podmínky pro klíčení a růst plísní (sušení volně na vzduchu nebo při mírně zvýšené teplotě), sledovali jsme stav spor a jejich

případný růst pod mikroskopem. Naopak u jiných metod bylo možné předpokládat spíše negativní vliv na spory plísní nebo dokonce jejich usmrcení (hodně nízké nebo vysoké teploty, snížený tlak); v tomto případě je nutné provést kultivaci na živné půdě, která zřetelně odliší živé a neživé spory.

Materiál a metodika

Mikroorganismy

- *Penicillium notatum* (sbírka, Státní ústřední archiv v Praze),
- *Aspergillus niger* (sbírka, Státní ústřední archiv v Praze).

Vzorky

- Filtrační papír Whatman 1,
- kancelářský papír,
- novinový papír s potiskem,
- kancelářský papír s vrstvou škrobu,
- kancelářský papír s vrstvou klihu.

Postup

Z kancelářského papíru byly vyrobeny knihy o tloušťce asi 1 cm. Všechny zkoušené typy papíru byly připevněny jednak na povrch knih, jednak dovnitř knižních bloků. Takto připravené knihy byly namočeny ve vodovodní vodě, infikovány sporami plísní (každý typ papíru třikrát kulturou *Aspergillus niger* a třikrát kulturou *Penicillium notatum*), zmraženy a nakonec vysušeny pomocí různých metod.

Po vysušení byly všechny vzorky nejdříve prohlédnuty pod mikroskopem, zda–li během sušení nedošlo k nárůstu plísní. Potom byly v infikovaných místech vystřiženy čtverečky papíru o velikosti 2×2 cm, které byly položeny na povrch sladinového živného agaru. Inkubace probíhala při 24 ± 4 °C po dobu 14 dnů. Během této doby byl sledován nárůst plísní.

Výsledky

Během sušení nebyl pozorován ani v jednom případě nárůst plísní.

Schopnost spor plísní přežít zhoršené životní podmínky při sušení je shrnuta v následující tabulce (*tab. 5*) a grafu (*obr. 4*). Písmeny A a P jsou označeny kultury plísní Aspergillus a Penicillium, které po ukončení celého procesu zůstaly živé.

Tab. 2.5 **Vliv sušicích metod na schopnost přežití spor plísní.**

	Horkovzdušné	Lyofilizace	Tepelné při regulované vlhkosti	Na vzduchu	Vakuové	Vakuové balení	Mikrovlny
FIL 1	- - - - - P	AAAPPP	- - - - - -	AAAPPP	AAAPPP	AAA - - P	- - - - PP
FIL 2	- - - - - -	AAAPPP	- - - - - -	AAAPPP	AAAPPP	AAAPPP	- - - - - -
PAP 1	- - A - - P	AAAPPP	- - - - - -	AAAPPP	AAAPPP	AAA - PP	- - - - - P
PAP 2	- - - - - -	AAAPPP	- - - - - -	AAAPPP	AAAPPP	AAAPPP	- - - - - -
NOV 1	- - - - PP	AAAPPP	- - - - - -	AAAPPP	AAAPPP	- AA - - -	- - - PPP
NOV 2	- - - - - P	AAAPPP	- - - - - -	AAAPPP	AAAPPP	AAAPPP	- - - - PP
ŠKR 1	- - A - - -	AAAPPP	- - - - - -	AAAPPP	AAAPPP	AAAPPP	- - - - - -
ŠKR 2	- - - - - -	AAAPPP	- - - - - -	AAAPPP	AAAPPP	AAAPPP	- - - - - -
KLI 1	- - - PPP	AAAPPP	- - - - - P	AAAPPP	AAAPPP	AAAPPP	- - - - - -
KLI 2	- - - - - -	AAAPPP	- - - - - -	AAAPPP	AAAPPP	AAAPPP	- - - - - -

Použité zkratky:

A rostoucí kultura *Aspergillus flavus*
P rostoucí kultura *Penicillium notatum*
\- nerostoucí kultura

FIL 1 filtrační papír, povrch knihy
FIL 2 filtrační papír, uvnitř knihy
PAP 1 kancelářský papír, povrch knihy
PAP 2 kancelářský papír, uvnitř knihy
NOV 1 novinový papír potištěný, povrch knihy
NOV 2 novinový papír potištěný, uvnitř knihy
ŠKR 1 kancelářský papír + škrob, povrch knihy
ŠKR 2 kancelářský papír + škrob, uvnitř knihy
KLI 1 kancelářský papír + klih, povrch knihy
KLI 2 kancelářský papír + klih, uvnitř knihy

Diskuze

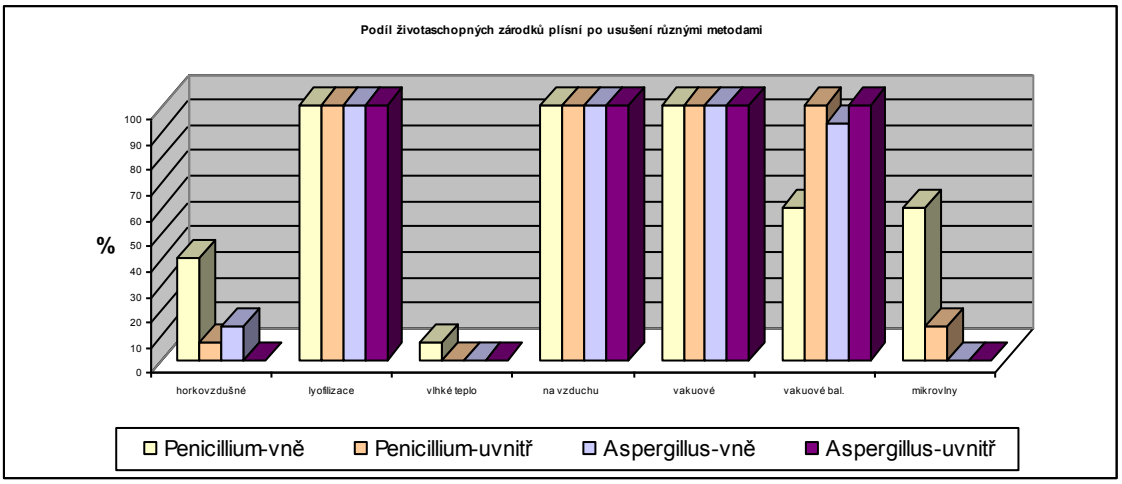
V pokusných podmínkách nedošlo během sušení ani v jednom případě k nárůstu plísní. V reálné situaci, kdy jsou po záplavách na papíru přítomné mikroorganismy i v aktivním stavu, to však zcela vyloučit nelze.

Negativní vliv sušicích metod na spory plísní byl prokázán pouze u metod využívajících vyšších teplot. Zatímco vliv poměrně vysoké teploty 115 °C je pochopitelný, stejný účinek teploty mnohem nižší (60 °C) je možné vysvětlit současným působením vysoké vlhkosti, která spory aktivuje. V tomto stavu jsou spory mnohem citlivější vůči působení vnějších vlivů, pak zřejmě stačí k usmrcení i tato

nepříliš vysoká teplota. Rovněž mikrovlnné záření má negativní vliv na spory plísní, přestože doba působení vyšší teploty je v tomto případě relativně krátká.

Určitý vliv na plísně, i když mnohem menší, byl pozorován i při sušení pomocí vakuového balení. Opakované změny tlaku část spor plísní usmrtila, ostatní, které přežily, rostly pomaleji.

Tyto výsledky jsou platné v plné míře pouze pro uvedené kmeny plísní *Aspergillus niger* a *Penicillium notatum.* Mohou se vyskytnout i plísně poněkud více, nebo i méně odolné.



Obr. 2.4 **Podíl životaschopných zárodků plísní po usušení.**

Hodnocení

Při sušení archiválií a knih postižených záplavami zřejmě nelze spoléhat na to, že by mohlo dojít automaticky k usmrcení přítomných mikroorganismů. Výjimkou jsou pouze metody využívající vyšších teplot – ty však zároveň dosti značně poškozují papír, a proto je jejich použití omezené. V ostatních případech tedy po sušení nutně musí následovat účinná dezinfekce.

5 ZÁVĚREČNÉ HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH SUŠICÍCH METOD

Výsledky této studie nelze automaticky použít pro jiné typy materiálů, než které zde byly testovány (např. fotografie, pauzovací papír). Tato problematika bude řešena v dalších etapách.

- Všechny testované metody vyžadují po usušení materiálů následnou dezinfekci. Zkoušené metody horkovzdušného sušení, tepelné sušení při regulované vlhkosti (60 °C) a mikrovlnami snižují výskyt životaschopných zárodků plísní.
- Horkovzdušné sušení lze použít pouze pro materiály, u kterých se nepředpokládá jejich dlouhodobé uchování.
- Metoda lyofilizace je vhodná pro testované materiály s výjimkou vysoce nasáklivých papírů (např. filtrační papír).
- Metoda vakuového balení je vhodná pro všechny typy testovaných materiálů, její nevýhoda je značná pracnost (vzhledem k vysokému stlačení při sušení hrozí slepení listů, kterému však lze zabránit občasným prolistováním sušeného dokumentu). Výhodou je velmi šetrný sušicí postup, knihy nejsou zdeformované jako u ostatních metod.
- Vakuové sušení lze všeobecně použít pro všechny typy testovaných materiálů.
- Tepelné sušení při regulované vlhkosti je vhodné pro masové sušení materiálů, u kterých lze tolerovat mírné zhoršení mechanických vlastností a u kterých se nepředpokládá jejich dlouhodobé uchování.
- Volné sušení na vzduchu je nejšetrnější metoda, její nevýhoda spočívá v náročnosti na pracovní síly a prostor. Představuje též značné zdravotní riziko pro osoby, které se sušeným materiálem manipulují.
- Mikrovlnné sušení lze, podobně jako horkovzdušné sušení, použít pouze pro materiály, u kterých se nepředpokládá jejich dlouhodobé uchování.

Poznámky autorů studie

1. Metoda lyofilizace je vhodná pro materiály obsahující vodorozpustné inkousty a razítka, které je nutné zachovat, popřípadě jejich poškození dále neprohlubovat. Literární údaje a zahraniční zkušenosti ukazují, že tato metoda je nejvhodnější pro sušení natíraných papírů (zejména křídové).
2. Pro sušení pauzovacích papírů jsou nevhodné tepelné metody.
3. Vazební usně a pergameny lze bezpečně sušit pouze volně na vzduchu.
4. Tepelné metody sušení způsobují slepení elektrografických kopií a plastových obalů.
5. Mikrovlnné sušení představuje riziko pro materiály, ve kterých jsou přítomny kovové nebo jiné částice absorbující mikrovlnné záření. Sušení tohoto typu

materiálu vyžaduje individuální přístup (odstínění záření, snížení výkonu sušárny).

Autoři studie

PhMr. Bronislava Bacílková / Státní ústřední archiv v Praze
Dr. ing. Michal Ďurovič / Státní ústřední archiv v Praze
Ing. Jiří Neuvirt, CSc. / Chemtech, Praha
Ing. Hana Paulusová / Státní ústřední archiv v Praze
PhDr. Jiří Polišenský / Národní knihovna České republiky, Praha
Ing. Magda Součková / Národní knihovna České republiky, Praha
Roman Straka / Státní ústřední archiv v Praze
Ing. Jitka Šimečková / Národní knihovna České republiky, Praha
Jiří Vnouček / Národní knihovna České republiky, Praha
Ing. Lucie Weberová / Státní ústřední archiv v Praze

Autoři fotografií

Ing. Milan Hájek / Ústav chemických procesů Akademie věd České republiky
Mgr. Martin Hrubeš / Státní ústřední archiv v Praze

3 POSTUP ZÁCHRANY ARCHIVNÍCH A KNIHOVNÍCH SBÍREK ČESKÉ REPUBLIKY PO POVODNI V ROCE 2002 A PERTHU V ROCE 1993

Dr. Ing. Michal Ďurovič
Ing. Lucie Weberová

3.1 POVODEŇ 2002 V ARCHIVECH A KNIHOVNÁCH ČESKÉ REPUBLIKY

Povodně, které v srpnu 2002 zasáhly velkou část území České republiky, postihly mimo jiné i archivy, knihovny, muzea, galerie a další kulturní a vědecké instituce. Obzvlášť špatná byla situace v Praze, kde hladina vody na některých místech vystoupala až do výše 4 m. Příkladem může být Ústřední vojenský archiv a Archiv architektury a stavitelství Národního technického muzea v Praze: v těchto místech byla hladina vody při poslední ničivé povodni v roce 1890 ve výšce 30 cm, v srpnu 2002 se voda zastavila ve výšce 4 metrů.

Mezi nejvíce postižené instituce patřil již zmíněný Archiv architektury Národního technického muzea v Praze (unikátní plány na pauzovacím papíru a papírové modely), Ústřední vojenský archiv (dokumenty ze druhé světové války, spisy vojenských soudů), spisovna Městského soudu v Praze (soudní spisy), spisovna Ministerstva zemědělství České republiky, Městská knihovna v Praze (rukopisy a tisky), Archiv Akademie věd České republiky (knihovna, diplomy, fotografie), Archeologický ústav Akademie věd České republiky (plány, fotografie) a Národní knihovna v Praze (tisky z 19. století).

Novostavba Státního ústředního archivu v Praze leží mimo záplavové území řeky Vltavy, díky tomu nebylo přerušeno telefonické spojení a fungovala i počítačová síť, proto bylo možné okamžitě reagovat na vzniklou situaci. Státní ústřední archiv byl schopen okamžitě na svých internetových stránkách uveřejnit český překlad článku Betty Walsh: *Salvage at a Glance* (West Association for Art Conservation Newsletter, vol. 19, no. 2, 1997, http://palimpsest.stanford.edu/waac/wn/wn19/wn19-2/wn19-206.html), ve kterém byly velmi přehledně shrnuty postupy záchrany prakticky všech archivních a knihovních dokumentů zasažených vodou.

Na mnoha místech Prahy nebylo možné po opadnutí vody okamžitě zahájit záchranné práce, protože řada oblastí města byla z bezpečnostních důvodů (statika budov, strach z krádeží a rabování) policií uzavřena a hlídána. Záchranné práce proto musely být zahájeny později. Vzhledem k teplému počasí začaly plísně růst během 24–48 hodin, a to především na hřbetech knih, mnohem odolnější byly archivní krabice i samostatné svazky spisů. Pakliže se v místnostech začalo okamžitě větrat, růst mikroorganismů se zpomalil. V případě, že se plísně objevily, byla doporučována dezinfekce 2,5–5% roztokem kvartérní amoniové base s obchodním názvem Ajatin (N-Dodecyl-N,N-dimethylbenzenmethylamonium bromid). Tento prostředek byl rozpuštěn v 80% ethylalkoholu a aplikován postřikem nebo nátěrem.

Dokumenty znečištěné bahnem byly po opadnutí vody oplachovány vodou. Malá část archiválií, knih a především fotografií a skleněných negativů byla sušena volně na vzduchu. Výhodou tohoto způsobu sušení je šetrnost k sušenému materiálu, nevýhodou je ale pracnost, náročnost na prostor a problémy s růstem plísní. Většina materiálu po očistění byla zabalena do polyethylenových sáčků, popsána a rychle zmražena na teplotu cca – 20 °C až – 25 °C. Tím se stav stabilizoval a vytvořil se prostor pro hledání a organizování optimálního řešení. Většina materiálů archivní povahy, knih, rukopisů, prvotisků, map a plánů o celkovém objemu přibližně 2000 m^3 byla zmražena v Mochovských mrazírnách, a. s., provozovna Kladno.

V srpnu 2002 se v budově Státního ústředního archivu v Praze sešli zástupci všech postižených institucí a dohodli se na vypracovaní podrobného přehledu o množství a charakteru postižených fondů a sbírek. Výzkumné laboratoře Státního ústředního archivu v Praze a Národní knihovny České republiky se zavázaly, že urychleně vypracují studii, která by podrobněji srovnala známé a dostupné sušicí metody a zhodnotila jejich případná rizika vzhledem k archiváliím. Tak vznikla práce **„Studium vlivu sušicích metod na fyzikálně-chemické a mikrobiologické vlastnosti různých druhů papíru“**.

Na podzim roku 2002 vláda České republiky pověřila svého místopředsedu pro vědu a výzkum, aby sestavil komisi ze zástupců jednotlivých postižených institucí a expertů, která by navrhla řešení vzniklé situace. Výsledkem práce této komise bylo Usnesení vlády České republiky číslo 216 z března roku 2003 **k návrhu dalšího řešení situace povodněmi zasažených dokumentů státních organizací a organizací spravujících kulturní dědictví**, které bylo v červenci tohoto roku novelizováno. Základní ideou tohoto usnesení bylo rozdělení záchrany povodněmi zasažených dokumentů na dva samostatně organizované postupy. Záchranné práce dokumentů organizací spadajících do působnosti Ministerstva kultury České republiky (knihovny, muzea, galerie) bude koordinovat toto ministerstvo a ostatní resorty České republiky (archivy, spisovny ministerstev, soudy…) Úřad vlády České republiky.

Ministerstvo kultury České republiky plánuje vybudovat Metodické centrum konzervace při Technickém muzeu v Brně. Vzhledem k tomu, že se jedná o technické muzeum, které s restaurováním papírových dokumentů nemá praktické zkušenosti, lze očekávat zahájení prací v letech 2004 a 2005. Pro mnohé instituce byla tato perspektiva příliš vzdálená, a proto začaly zmražené dokumenty sušit samy. Jedná se především

o Národní knihovnu České republiky a Městskou knihovnu v Praze a velmi poškozené Národní technické muzeum v Praze (archiv architektury). Tyto instituce v současné době významně rozšiřují i svá restaurátorská pracoviště.

Záchrana dokumentů ostatních resortů je koordinována Úřadem vlády České republiky (odborným garantem byl určen Státní ústřední archiv v Praze). Jedná se přibližně o 1 200 m^3 archivních dokumentů a spisů. Koncepce tohoto řešení je následující:

1. Vysušení zmražených dokumentů.
2. Dezinfekce mikrobiologicky kontaminovaných dokumentů.
3. Restaurování a konzervování vybraných archiválií.

Dokumenty, které budou určeny k restaurování a konzervování, by byly postupně předávány stávajícím nebo nově budovaným restaurátorským pracovištím ve státních archivech. Tento krok je však podmíněn postupným posilováním těchto pracovišť v oblasti personální, technické i materiálové.

Tab. 3.1 **Množství zmražených dokumentů v Praze a středočeském kraji podle jednotlivých resortů.**

Resort	**Instituce**	**Celkový objem [m^3]**
Ministerstvo kultury ČR	Městská knihovna v Praze	80,8
	Národní muzeum v Praze – hudební archiv	22.2
	Národní muzeum v Praze– zámecká knihovna Terezín	24,2
	Památník Terezín	10,1
	Státní ústav památkové péče, Praha	26,3
	Národní technické muzeum, Praha	331,3
	Národní knihovna ČR	60,5
	Středočeské muzeum v Roztokách u Prahy	8,1
Akademie věd ČR	Archeologický ústav Akademie věd ČR	2
	Ústav dějin Akademie věd ČR	2
	Archiv Akademie věd ČR	74,7
Ministerstvo spravedlnosti ČR	Centrální spisovna Městského soudu v Praze	698,9
Ministerstvo dopravy ČR	Ministerstvo dopravy ČR– spisovna	34,3
Ministerstvo zemědělství ČR	Ministerstvo zemědělství ČR –spisovna	40,4
Český statistický úřad	Český statistický úřad – archiv	34,3
Ministerstvo obchodu a průmyslu ČR	Ministerstvo obchodu a průmyslu ČR, spisovna	24,2
Ministerstvo školství ČR	Univerzita Karlova v Praze – knihovna Přírodovědecké fakulty	40,4
Ministerstvo obrany	Vojenský ústřední archiv, Praha	355,5

Povodně v roce 2002 prověřily připravenost institucí a jejich pracovníků na řešení krizových situací a zároveň upozornily na mnoho nedostatků v systému přípravy krizových plánů. Daná situace i případné chyby se ukázaly jako velmi přínosný zdroj informací právě pro přípravu krizového plánu (manuálu), který by měl obsahovat velmi podrobný popis jednotlivých záchranných postupů a zároveň i personální rozčlenění (kdo je vedoucí krizového štábu, kdo má jakou odpovědnost, kdo co zařizuje atd.). Každá instituce bude v takovýchto situacích řešit jiné problémy, které se odvíjejí od typu uloženého materiálu, umístění a stavu budovy a rozsahu případného poničení. Některé problémy jsou však velmi obecné a je vhodné na ně pamatovat a zmínit jejich řešení v manuálu.

Zkušenosti různých institucí během povodní v roce 2002 (především Národní technické muzeum v Praze, Středočeské muzeum v Roztokách, Archeologický ústav v Praze, Vojenský ústřední archiv v Praze) by mohly posloužit jako inspirace, jak takové situace řešit v budoucnu a zároveň mohou upozornit na případné chyby v postupu záchranných prací. Následující text, který vznikl jako zpracování výpovědí osob podílejících se na záchranných pracích, je přehled nejčastějších a obecnějších problémů, které bylo třeba při povodni v roce 2002 řešit.

Organizace a personální členění

- Důležité mít krizový plán (chyběl) a dostatek informací a kontaktů: na odborníky, dobrovolníky, statiky, hygieniky, vodovody a kanalizace (přísun nezávadné vody), firmy (přeprava, zamrazování, pomocný materiál, vysoušeče, stravování, náhradní prostory atd.). Shánění těchto kontaktů velmi zdržuje od záchranných prací.
- Důležitá je kvalitní komunikace mezi členy krizového štábu: pravidelné krátké porady (i víckrát denně), sdílení informací, schvalování pracovních postupů, rozdělovaní dalších prací.
- Je důležité vědět jakou formou se krizový štáb bude svolávat, kde bude poradní místo, jak se tam případně budou dopravovat, je dobré během porad dělat stručné zápisky.
- Dobrá komunikace musí být i s dalšími složkami: hasiči, policie, úřady (vstup do oblasti a objektu, osoby i vozidla), dobrovolníci, média, firmy či osoby, které chtějí poskytnou pomoc formou daru či financí atd.

- Dobrovolníci: je třeba jim zajistit pracovní podmínky (hygiena, strava, přísun tekutin, pracovní a ochranné pomůcky, místo na převlékání a odpočinek), musí přesně vědět, co budou dělat (dozor, udělování pokynů), nesmí jich být mnoho (chaos), lepší více menších skupin pod vedením, neměli by sami rozhodovat (nemají odpovědnost).
- Sběr informací: místo, kde budou zaznamenávány informace o tom, co je třeba udělat, požadavky na materiál, nabízená pomoc z venku (dary, služby), třídění a distribuce informací dál.
- Je potřeba, aby pracující pravidelně odpočívali, unavení lidé znamenají více chyb a větší nebezpečí úrazu, vedoucí osoby krizového štábu by se neměli podílet na manuální činnosti, ale věnovat se koordinaci prací.
- Je potřeba za každou cenu dodržovat disciplínu a respektovat rozkazy vedoucích krizového štábu (když je vypracovaný plán, nemělo by dojít ke špatným pokynům, se kterými nebudou ostatní souhlasit).
- Vedoucí (hlavní koordinátor) by měl být psychicky odolný člověk s přirozenou autoritou a zkušenostmi, měl by rychle a účelně reagovat i ve vyhrocených situacích (tyto vlastnosti by se měly prověřit pravidelným tréninkem (nácvikem) krizových situací), díky tomu by nemělo v krizových situacích dojít k přesunutí autority na jinou osobu.
- Nejcennější (přednostní) sbírky mají být viditelně označeny a zaneseny do plánů depozitářů, zároveň by měly být umístěny tak, aby byly snadno přístupné (zatarasení přístupové cesty naplaveným nábytkem, spadanými regály atd.).
- U trojrozměrných sbírek, by součástí měly být i požadavky na transport (způsob uložení) a udané rozměry daného exponátu, případně i hmotnost.
- Nezabezpečený nábytek a nevhodné regály způsobily mnoho komplikací: poničení exponátů (pád, pohyb nábytku ve vodě), dlouhá doba než došlo k odklizení a zpřístupnění dalších prostor.
- Velmi důležité je dodržovat bezpečnost práce, respektovat pokyny statiků a dalších odborníků a zbytečně neriskovat.

Pomůcky

- Chyběly pomůcky (na vše), mnohdy se špatně získávaly (velká poptávka), je tedy třeba mít alespoň základní věci připravené (disaster box), jak na ošetřování

a balení postižených archiválií, tak na odklízení bahna, nábytku atd. a také ochranné pomůcky pro zaměstnance, ale i dobrovolníky.

- Je vhodné mít přístupnou finanční hotovost na nákup pomůcek, které chybí a na nejnutnější služby (taxi), které není možno hradit fakturou, nebo není dostatek času na vyřizování těchto věcí úřední formou.
- Krom běžných pomůcek a ochranných prostředků se osvědčily zahradní hadice na vodu s různými koncovkami na omývání zasažených archiválií, objektů, ale i pro omývání pracovních pomůcek. Pomocí hadic se dá přivádět voda i z delší vzdálenosti (hydrant, cisterna).
- Dále jsou nutné světelné zdroje, kterých je třeba jak v postižených objektech, kde není světlo z venku, tak i v externích prostorách, aby bylo možné pracovat i za tmy (pakliže je dostatek pomocníků).

Záchranné práce

- Problémy s přístupem do objektu, mnohdy se pracovníci dostali až po několika dnech (policie neumožňovala přístup do zatopených oblastí), čekání až tři dny mělo velmi negativní vliv na archiválie.
- Na počátku byli velmi potřební dobrovolníci na hrubou práci (odklízení nánosů bahna, nábytku atd.), v tuto dobu ještě systém distribuce dobrovolníků příliš nefungoval: neměl je kdo odvést, nebo jich bylo mnoho na jednom místě a na jiném nebyl nikdo, nebyly pro ně ochranné pomůcky.
- Byl nedostatek odborných pracovníků – byla doba dovolených – nebyly kontakty, na mnohých pracovištích chyběli vedoucí – problém s rozhodováním a odpovědností.
- Na některých místech se špatně sháněly informace, nefungovaly sítě, telefony.
- Nebyla nezávadná voda, čekalo se na cisternu, aby bylo možné oplachovat archiválie od nánosů bahna.
- K oplachování se používaly hadice, ale mnohdy bylo rychlejší a snadnější polévat exponáty vodou z kbelíku a smetáčkem odstraňovat bahno, tento systém se osvědčil i pro velmi znečištěné archiválie, které nebyly vodou příliš rozmáčené.
- Znečištění bahnem záviselo na lokalitě, velmi pomohlo utěsňování oken a dveří a také archivní krabice, které odfiltrovaly spousty nečistot.

- Výskyt plísní nebyl nikde zcela jednoznačný: někde byl výskyt významnější na archiváliích umístěných uvnitř budov (nevětraný prostor, vysoká relativní vlhkost a teplota) a archiválie vynesené ven byly jen málo napadené mikromycetami a jinde to bylo naopak (nízká teplota v zatopeném objektu atd.).
- Z archivního materiálu byly mikromycetami asi nejvíce napadené knížky s plátěnou a poloplátěnou vazbou, kde bylo velké množství lepidla.
- Archiválie v krabicích či deskách odolávaly napadení lépe a déle.
- Nové, kvalitní archivní krabice se velmi osvědčily: držely tvar, jejich povrch je částečně hydrofobní, k archiváliím v krabicích se dostala jen čistá voda – nečistoty zůstaly na krabici.
- Naopak staré archivní krabice z nekvalitního materiálu mnohdy způsobily další škody (rezavé skvrny od kovových sponek, migrace lepidla z krabice na archiválii, rozpad samotné krabice a přilepení na archiválii, obarvení archiválie barvou z nekvalitních lepenek či plátěných doplňků, deformace archiválie v důsledku deformace samotné krabice atd.).
- Archivní materiál byl od velkých nánosů bahna a nečistot oplachován čistou vodou bez přídavku jakéhokoliv dezinfekčního prostředku, materiál který byl čistý a nebo jen málo znečištěn se vůbec neoplachoval.
- Všechny materiály uložené v krabicích se z nich před zmrazením vyndávaly.
- Na počátku balení archiválií před zmrazením byla snaha balit precizně a po jednom kuse, brzo se ukázalo, že na to není dostatek času ani dostatek balicího materiálu, proto se přistoupilo k zabalení většího množství archiválií najednou.
- K balení se používaly polyetylenové sáčky všech rozměrů, tloušťek a typů, mnohdy se musely používat i sáčky černé a dokonce i tenká potravinářská fólie, která se nakonec ale velmi osvědčila (přestože je tenká, je pevná).
- Vzhledem k velké časové tísni nebylo možné materiál určený k zamrazení třídit podle velikosti či podle typu materiálu.
- Dokonce nebylo možné materiál ani srovnat do úhledného bloku, který by se snadněji balil a sušil, neboť byl archivní materiál vodou velmi poničen (malá pevnost) a mnohdy i slepen (nečistoty, klížidla).
- Písemné materiály se zamrazovaly všechny, protože nebyl čas třídit je podle důležitosti, navíc málo kde byli přítomni správci sbírek.

- Většina materiálu byla balena podle toho, jak byla vyproštěna ze zaplavené budovy, což znamenalo, že jen málokde byly přednostně zamrazeny nejdůležitější části sbírek.
- Většinou se zabalené balíky popisovaly místem, kde byl materiál uložen (který regál, skříň, šuplík v mapové skříni atd.).
- Někde se podařilo dodatečné třídění v mrazírnách, kde kurátoři sbírek vytřídili materiál, který není nutný zachovávat, to je však ojedinělé, většina věcí se roztřídí až po usušení.
- Některé organizace udělaly v mrazírnách dodatečné a přesnější seznamy archiválií a případně je roztřídily do kategorií na kopírování, konzervování a restaurování. Tyto seznamy jsou k dispozici v mrazírnách i pověřeným pracovníkům instituce.
- Velkým problémem byly velkoformátové mapy a plány, které byly velmi rozmáčené a mnohdy se rozpadaly; velmi špatně se s nimi manipulovalo a pakliže to bylo možné sušily se na místě volně na vzduchu.
- Jestliže se tyto velkoplošné materiály zamrazovaly, bylo třeba je balit na palety.
- Někde se pro úsporu místa v mrazícím autě používaly tzv. dvoupalety, kde druhá paleta je přidělaná na první, ta má v rozích dřevěné nohy, na které se ta druhá přidělává.
- V upevňování zabalených archiválií na paletu se osvědčila páskovačka, neboť mokré archiválie jsou velmi těžké a navíc zabalené v polyethylenové fólii po sobě kloužou.
- Další problém činila migrující lepidla z knížek, kdy docházelo k jejich slepování ve velké bloky, které se těžko separovaly, bylo nutné knížky násilím odtrhávat, čímž docházelo k poničení vazby, mnohdy bylo třeba strhávat celé vazby (plátěné, poloplátěné), aby bylo možné zamrazit bloky knih.

V mnoha institucích se kromě archivního a spisového materiálu nacházel i fotoarchiv (Archeologický ústav Akademie věd České republiky, Středočeské muzeum v Roztokách u Prahy, Národní technické muzeum v Praze atd.) a i tento materiál byl mnohdy zaplaven. Největší zastoupení ve fotoarchivech měly fotografie, negativy a diapozitivy z druhé poloviny 20. století např. fotodokumentace archeologických nalezišť, ale přítomny byly i fotografie mnohem starší a skleněné negativy. U tohoto typu materiálu je třeba při záchraně postupovat rychle, neboť snadno dojde k trvalému poničení citlivé vrstvy.

- Jestliže nedošlo k rozbití, tak nejlépe zachované byly skleněné negativy.
- Negativy i fotografie se osvědčilo uchovávat pod čistou (destilovanou) vodou s přídavkem dezinfekčního prostředku – nejlépe Ajatin (5% roztok).
- Čištění: dvě lázně s 5% roztokem Ajatinu v destilované vodě, ve kterých se slepené bloky negativů separovaly od sebe a vyndávaly se z obalů; destilovaná voda, destilovaná voda s přídavkem etylalkoholu, ve kterých se negativy opláchly od zbytků nečistot.
- Sušení na roštech nebo šňůrách (jako prádlo), skleněné negativy na speciálních stojáncích (snadno vyrobitelné).
- Největší problémy byly s negativy uloženými spolu s fotografiemi, nebo uloženými do sáčků z pergamenového papíru, které ve vodě velmi nabotnaly a následným vysycháním docházelo ke smršťování, při kterém se strhávala emulze z negativu.
- Důležité je negativy popisovat identifikačními čísly, nebo sušit spolu s obálkou.
- Velké problémy byly s fotografiemi nalepenými na kartonech, špatně se sušily a velmi snadno podléhaly mikrobiologickému napadení a to i opakovaně po dezinfekci, bylo nutné je z kartonů strhávat.

2 POSTUP ZÁCHRANY A KONZERVOVÁNÍ FOTOGRAFICKÉHO MATERIÁLU Z MUZEA A GALERIE V PERTHU ZAPLAVENÉHO V ROCE 1993

Zaplaveny byly skleněné negativy (koloidové a želatinové), skleněné diapozitivy (albumenové, koloidové i želatinové) a množství filmového materiálu (polyesterové, nitrátové i diacetátové podložky).

Skleněné negativy

- Byly jen málo poškozené.
- Zkrabacení, odlupování a odpadávání emulze od skleněné podložky.
- Šupinatění a praskání emulze v reakci na nadměrnou vlhkost (emulze přijme vlhkost, nabotná a pak při vysychání popraská, část emulze znovu přilne k podkladu a část ne).

- Vytváření tzv. vzoru ledových krystalů v koloidové emulzi, je viditelný pouhým okem a je pravděpodobně způsoben částečnou rozpustností emulze a jejím následným zmrazením.
- Přilepení ochranného obalu (pergaminový papír) na vlhkou emulzi.
- Vznik prasklin (pavoučí síť) následkem pádu regálu či krabice.
- Rozbití na několik částí, nesouvisí přímo s povodní, ale je to častý jev (pád krabice, regálu, nárazy plujícího nábytku atd.).

Diapozitivy

- Velmi podobná poškození jako u skleněných negativů.
- Voda se dostane i mezi vrstvy skla, kde zůstane mnohem delší dobu a vznikají další poškození: vymílání emulze, ztráta barevnosti i celého obrazu.
- Odlepování papírových pásků (paspart), které drží celý diapozitiv pohromadě.
- Odlepování a rozpouštění popisků.

Filmový materiál (svitky i jednotliviny)

- Slepování negativů dohromady do velkých klubek (chomáčů).
- Pakliže vypadl negativ z pouzdra, většina emulze odplavala.
- Oxidačně-redukční poškození, žloutnutí emulze, reakce iontů stříbra.

Hned po povodni (jestliže není možnost okamžitého usušení) je třeba umístit fotografický materiál i s originálními obaly a popisky do čistých polyethylenových obalů a dát zmrazit. V tomto případě měli zamraženo 6 měsíců, během nichž vymysleli a připravili třístupňový plán obnovy zachráněného fotoarchivu.

I. část

A. Kontrolované sušení vzduchem, aby se dosáhlo stabilního stavu.
B. Odstranění poničených originálních obalů.
C. Separace negativů i diapozitivů a sundání jejich krycích skel, aby se usnadnilo sušení.
D. Uložení a popsání usušených věcí, čekajících na další postup.

Před samotným sušením je třeba materiál rozmrazit, velmi se osvědčilo nechat denní dávku materiálu rozmrazit přes noc ve fotografické misce a přes den pak tento materiál usušit.

Skleněné negativy

Všechen materiál byl sušen vzduchem v sušičce dřeva položen na policích, aby nedošlo k dalšímu popraskání či rozbití negativů. Opatrně se sundaly přilepené obaly, které se sušily spolu s negativy. Slepené negativy se separovaly pomocí jehly, která se vsunula do mezery mezi skly. Mnohdy nebylo možné oddělit negativy bez poničení emulze. Důležité je zachovávat popisky, aby nedošlo k záměně.

Diapozitivy

Většina jich byla uložena v dřevěných krabicích, které byly plné vody, proto bylo nutné je co nejdříve vyndat z krabic a rozebrat. Byla z nich odstraněna lepící papírová obruba a sejmuta krycí skla, zbytky lepící pásky a popisků byly odstraňovány skalpelem. Emulze byla mnohem více poničena, neboť byla delší dobu v kontaktu s vodou než u skleněných negativů. Vše i s dochovanými popisky se opět sušilo v sušičce na dřevo. Rozebraný a usušený negativ se uložil do nového provizorního obalu.

Filmový materiál

Znečištěné filmy bylo třeba před sušením vyprat. Denní dávka materiálu (500–700 kusů) byla ponechána přes noc, aby se rozmrazila. Pak byl vždy chomáč filmů vložen do fotografické misky s destilovanou vodou, kde se opatrně separovaly jednotlivé filmy. V další lázni s destilovanou vodou se filmy vypraly a poté se pomocí kleštiček vypnuly, aby z nich okapala voda. Voda v miskách se velmi často měnila, aby nečistoty neponičily emulzní vrstvu. Pak byly filmy sušeny v sušičce.

II. část

A. Čištění skleněných ploch vodou.

B. Konzervace (pospojování) rozbitých skleněných částí.

C. Konsolidace materiálu s odlupující se či popraskanou emulzí.

D. Čištění, konsolidace a rekonstrukce (pospojování) diapozitivů.

Čištění povrchu

- Velmi opatrně, pomocí skalpelů s tupou špičkou a pod lupou.
- Adhezní vrstva byla čištěna pomocí bavlněných tamponů namočených do metylalkoholu.
- Prachové nečistoty byly odstraňovány pomocí štětců z veverčích chlupů.
- Strany bez emulze byly čištěny tampony namočenými v destilované vodě či metylalkoholu, jakmile byl tampón špinavý byl nahrazen novým.
- Emulzní vrstva byla velmi opatrně čištěna tamponem namočeným v destilované vodě, který se velmi často měnil, aby nabalená nečistota nepoškrábala emulzi.

Konsolidace emulze

- Odprýskaná a popraskaná emulze se ošetřovala roztokem Belgické želatiny (stupeň E) v destilované vodě a aplikovala se sobolím štětcem.
- Emulze nedržící na podložce byla u želatinových negativů ošetřována nátěrem roztoku želatiny ze spodní strany, stačí jeden nátěr, emulze si natáhne vlhkost z roztoku a pak se slabě přitlačí k podložce (nesmí se lisovat).
- Při konsolidaci velmi drobivé popraskané koloidové emulze se používá řidší roztok želatiny; štětec se namočí do želatiny a přiloží se ke kraji takto poničené oblasti emulzní vrstvy, roztok sám difunduje do celé oblasti, aniž by docházelo k dalším ztrátám drobivé emulze.
- Pakliže takto poničená oblast zaujímá velkou plochu, je výhodnější chránit celou vrstvu emulze přesně uříznutým krycím sklem.

Diapozitivy

- Jako náhradu za rozbité originální sklo je třeba použít kvalitní sklo stejné tloušťky.
- Skla je třeba před spojením očistit tampónem namočeným v metylalkoholu.
- Pro spojení celého diapozitivu se používá páska Filmoplast P 90, která se před použitím koloruje na černou barvu, jako byla barva původní pásky.
- Při spojování je lepší uříznout pásku na každou hranu, než pracovat s jednou dlouhou páskou.

III. část

A. Kvalitní uložení zrestaurovaného materiálu: nekyselé obálky, krabice, vhodný nábytek.

B. Uložení v dobrých klimatických podmínkách.

C. Přepracování a vylepšení záchranného plánu při případné katastrofě.

Literatura

1. Harvey Ch.: The Conservation of Flood-Damaged Photographic Material from Perth Museum and Art Galery. Perth Flood Seminar, SSCR 2000, pp. 17–19.
2. Buriánková M.: Záchrana povodní zasažených sbírek Oddělení architektury a stavitelství Národního technického muzea v Praze. Absolventská práce. Vyšší odborná škola informačních služeb v Praze, 2002–2003.

OBRAZOVÁ PŘÍLOHA

Obr. 3.1 **Povodeň 2002. Depozitář Vojenského ústředního archivu v Praze na Invalidovně.**

Obr. 3.2 **Povodeň 2002. Český statistický úřad v Praze na Invalidovně.**

Obr. 3.3a **Záchranné práce.**

Obr. 3.3b **Záchranné práce.**

Obr. 3.4a **Zmražené archiválie v Mochovských mrazírnách, a. s. na Kladně.**

Obr. 3.4b **Zmražené archiválie v Mochovských mrazírnách, a. s. na Kladně.**

Obr. 3.5 **Pohled na provizorní pracoviště na sušení archiválií.**

Obr. 3.6a **Typická poškození způsobená povodní.**

Obr. 3.6b **Typická poškození způsobená povodní.**

Obr. 3.7a **Krabice s negativy poničenými povodní z Archeologického ústavu Akademie věd České republiky.**

Obr. 3.7b **Krabice s negativy poničenými povodní z Archeologického ústavu Akademie věd České republiky.**

Obr. 3.8a **Čištění a dezinfekce fotografického materiálu poškozeného povodní (Fotoarchiv Archeologického ústavu Akademie věd České republiky).**

Obr. 3.8b **Čištění a dezinfekce fotografického materiálu poškozeného povodní (Fotoarchiv Archeologického ústavu Akademie věd České republiky).**

Obr. 3.9a **Sušení fotografického materiálu (Fotoarchiv Archeologického ústavu Akademie věd České republiky).**

Obr. 3.9b **Sušení fotografického materiálu (Fotoarchiv Archeologického ústavu Akademie věd České republiky).**

4 PŘÍPRAVA PLÁNU PRO PŘÍPAD HAVÁRIE NEBO ŽIVELNÍ POHROMY

Dr. Ing. Michal Ďurovič
Ing. Jana Dernovšková
Ing. Hana Paulusová
Roman Straka

Význam vypracování plánu pro případ havárie nebo živelní pohromy (krizový plán) spočívá v tom, že organizace bude schopna v mimořádných situacích reagovat rychle a účinně. Řešení složité situace je možné jen tehdy, budou-li dostatečně informováni a vyškoleni odpovědní pracovníci, bude-li efektivně fungovat komunikační systém mezi nimi, bude-li k dispozici potřebné vybavení v co nejkratší době po katastrofě a bude-li známo, jak s poškozeným materiálem zacházet a co nejdříve zachraňovat. Vypracování manuálu má potom vést k minimalizaci škod způsobených havárií či živelní pohromou.

Oblasti, kterým je nutno věnovat pozornost, jsou rozčleněny do čtyř základních oddílů:

- Prevence – vyhledávání rizik.
- Příprava na katastrofu.
- Záchranná činnost.
- Obnova po katastrofě.

Pro přípravu krizového plánu je nutné ustanovit **pracovní skupinu**, která se bude této problematice plně věnovat. Některé části plánu je nutné navíc stále aktualizovat a doplňovat. Ze zkušeností našich kolegů ve Skotsku vyplývá, že je třeba provádět např. revizi seznamu firem dodávajících potřebné vybavení v případě havárie včetně telefonních čísel alespoň dvakrát ročně, je nutné rovněž provádět periodické školení personálu včetně praktického cvičení.

Přípravná komise plánu pro případ havárie by měla být tvořena skupinou lidí, kteří dobře znají instituci, tzn. kteří znají složení archivních fondů, kteří detailně znají stavbu a organizační strukturu instituce. Literatury, jak vypracovat plány, se nabízí hodně a je dobré se s ní seznámit. **Ze zkušeností ale vyplývá, že není dobré si vybrat jediný model a ten naslepo přijmout, protože dané instituci nemusí vůbec vyhovovat. Každá instituce má svá specifika, která se musí brát v úvahu při sestavování vlastního plánu**.

Komise se obvykle skládá z těchto členů:

- Vedoucí krizového týmu (koordinátor krizové situace).
- Zástupce správy budov.
- Zástupci správy fondů (u větších organizací zástupci všech oddělení, které spravují fondy).
- Zástupce ochrany fondů (restaurátor).
- Zástupci oblasti ochrany, obrany a bezpečnosti.

4.1 PREVENCE – VYHLEDÁVÁNÍ RIZIK

Velkou pozornost je třeba věnovat prevenci, protože podle zkušeností z praxe vhodná preventivní opatření či včasná eliminace rizik zabrání celé řadě havárií.

Rizikové faktory dělíme do dvou základních skupin. Jsou to vnější rizika, zahrnující okolí budovy archivu a vnitřní rizika, působící uvnitř budovy.

Vnější rizika

Mezi vnější rizika patří lokální faktory, způsobené většinou neovlivnitelnou příčinou zasahující převážně celou oblast. Týkají se lokace budovy, zejména nachází-li se objekt v zóně havarijního plánování. To je tam, kde se vyskytují průmyslové provozy, sklady a ostatní služby, v jejichž prostorách se nalézají nebezpečné látky (vysoce hořlavé, výbušné, radioaktivní, toxické), nebo nachází-li se objekt v blízkosti vojenských objektů, vodních zdrojů, dopravních tras, tras produktovodů, neudržovaných nadzemních i podzemních staveb, stavenišť, stadionů, skládek odpadu, vzrostlé vegetace apod. Povaha těchto rizik znesnadňuje jejich eliminaci. Po dohodě s původci některých technologických rizik je možná jejich účinná prevence.

Vnitřní rizika

Vnitřní rizika souvisí s charakterem provozu, vnitřním vybavením, kvalitou konstrukcí, stavem a zabezpečením instituce. Patří sem poruchy a havárie technických zařízení či selhání lidského činitele. Často pramení z nedostatku finančních prostředků, zanedbání povinností údržby, ostrahy nebo z nedodržování bezpečnostních opatření (zejména u dílenských technologií) a dalších organizačních pravidel či profesních směrnic (požární poplachové a bezpečnostní směrnice, pracovní, organizační, depozitní, badatelský, výpůjční řád atd.). Jde, do jisté míry, o ovlivnitelná rizika, jejichž negativní vliv můžeme omezovat řadou preventivních opatření.

Základem účinné prevence proti haváriím a živelním pohromám je:

- Identifikovat rizika.
- Vyhodnotit rizika.
- Provést účinná opatření a eliminovat rizika, kde je to možné.

Rizikovými faktory jsou především:

- bezpečnost,
- požár,
- záplava,
- stavební práce a údržba,
- vandalismus.

Rizika:

– Umístění budovy/budov archivu (vnější riziko).
– Konstrukce, stav budovy/budov.
– Uložení archivních fondů.
– Chování zaměstnanců.
– Přeprava.

Je třeba nezbytně provést analýzu rizik:

Umístění budovy

Vnější rizika (viz *výše*). Požadavek na umístění depozitářů mimo záplavové pásmo je zakotven v § 1 Směrnice č. 2 MV ČSR ze dne 12. 2. 1975, Ústřední věstník ČSR č. 1/1974.

Ochrana budov

Při identifikaci a analýze rizik je třeba brát v úvahu obecná rizika, ale i rizika specifická pro danou instituci.

Při posuzování rizik je vhodné požádat o pomoc i zástupce policie, hasičů, pojišťovny.

Zajištění ochrany budovy

- Instalace bezpečnostních poplachových systémů podle účelnosti spojených s policejní stanicí.
- Účinná bezpečnostní ochrana v mimoúředních hodinách (př. bezpečnostní služba).
- Účinné zámky vrat, dveří a oken (okna, popřípadě i dveře přízemních a suterénních prostor chránit proti násilnému vniknutí, např. mříže).
- Vyloučení veškerých skleněných prvků v přízemí, které nejsou nutné.

- Zajištění přehledného prostoru kolem budovy bez jakýkoliv překážek (monitorování).
- Čistota bezprostředního okolí (okamžitý odvoz stavebního a jiného odpadu).

Zajištění ochrany před požáry

- Instalace nejvhodnějších systémů detektorů ohně, hašení a jejich kontroly.
- Systém odtahu kouře.
- Větší škody na archivním materiálu než ohněm jsou často způsobeny kouřem v důsledku jeho množství a chemického složení. Kromě prevence škod odtah kouře umožní hasičům reagovat rychleji a účinněji.
- Druhotný bariérový systém. Kvalitní obal chrání materiál po určitou dobu před vodou, kouřem, sazemi a částečně i ohněm.
- Protipožární zajištění všech otvorů ve stěnách, stropech, podlahách (např. šachty pro vedení kabelů a dalších rozvodů).
- Kontrola stavu elektroinstalace a kabelů.
- Všechny elektroinstalace v depozitářích musí vyhovovat předpisům a měly by být kontrolovány nejméně každé tři roky. Elektrické obvody by neměly být vedeny přes depozitář, jestliže ho přímo nezajišťují.
- Hlavní vypínače elektrického proudu by se měly nacházet mimo depozitář.
- Záložní osvětlovací systém by měl být schopen poskytovat osvětlení v případě nouze, nezávisle na hlavním systému.

Další doporučení:

- Stejná odolnost dveří a přilehlých zdí proti ohni.
- Dveře bez otevřených ploch, které by podporovaly proudění vzduchu.
- Schodiště, výtahové šachty a jiné vertikální prostory, které mohou fungovat jako komíny pro oheň, kouř a toxické plyny, uzavřít přepážkami nebo dveřmi z nehořlavých materiálů.
- Materiál nábytku zvolit maximálně odolný ohni, bez nebezpečí vzniku škodlivých látek při hoření.
- Kontrola únikových východů pro případ požáru.
- Zákaz kouření.

Zajištění ochrany před záplavami či lokálním vytopením

Mnohým poškozením vlivem vody lze zabránit již samotným stavebním provedením archivní budovy, jako jsou rozvody vody a topení vedené mimo depozitní prostory a badatelny a vhodným tvarem střechy. Je známo, že největší riziko představují rovné střechy.

Při analýze rizik je třeba věnovat pozornost nejslabším místům konstrukce budov (k dispozici by měly být konstrukční plány budov).

Doporučení:

- Umístění hlásičů vodního ohrožení a systémů účinného odvodnění.
- Pravidelné kontroly a udržování budovy v dobrém stavu.
  - Stav střech, okapů, světlíků, kanalizace, těsnění oken a dveří.
  - Stav vnějších zdí (plísně, hmyz) a otázka statiky budov.
  - Stav základů (praskliny).
  - Stav vnitřních zdí.
- Kontrola instalace vodovodní a topenářské (možnost ohrožení fondů).
- Rizikovými místy mohou být koupelny, sprchy, toalety, kuchyňky, laboratoře, fotografické provozy, vybavení vzduchotechnikou a ústřední topení.
- Urychlené opravy všech poškozených či jinak vadných míst.
- Kontrola vnitřních hydrantů (možné prosakování vody).

Z dalších doporučení:

U budov umístěných v blízkosti vodních toků je vhodná spolupráce s vodohospodáři.

Zajištění ochrany při stavebních a údržbových pracích

- Vypracování vhodných podmínek ve smlouvách s dodavateli stavebních a údržbových prací.
- Kontrola práce a plnění předpisů.
- Zákaz kouření.
- Zákaz práce s ohněm bez zvláštního povolení.
- Umístění zařízení a zázemí dodavatelské firmy ve vzdálenosti nejméně 10 m od archivního objektu.
- Je žádoucí využít každé příležitosti ke zdokonalení prvků budov, např. rozbité okenní sklo nahradit sklem zesíleným apod.

K dalším oblastem, kde je nutné provádět prevenci, patří oblast ochrany archivních fondů, a to především při skladování:

Ochrana archivních fondů

Vhodné prostředí

- Udržování stálých klimatických podmínek v depozitních prostorách.
- Udržování vhodných výstavních podmínek ve výstavních sálech (teplota, relativní vlhkost a ochrana před světlem).

Nové přírůstky

- Nové přírůstky skladovat odděleně od stálých skladových prostor, dokud se pečlivě nezkontroluje a nevyhodnotí jejich stav.
- Před zařazením nových přírůstků do stálých depozitářů je nutné je vyčistit, zbavit plísní a hmyzu.

Elektronická média

- Zajistit před napadením viry.
- Zajistit pořízení záložních kopií a jejich uložení pokud možno v jiné budově.

Nitrátové filmy

- Uchovávat odděleně od skladových prostor.
- Uchovávat při teplotě okolo 0°C a chránit před vlhkostí.
- Postupně pořizovat kopie a zajistit bezpečnou likvidaci originálů.

Při skladování je třeba

- Zabezpečit stabilní teplotu a vlhkost v depozitářích (skladovat materiál podle platných norem: zatím v návrhu ISO/DIS11799).
- Zajistit rychlé odstraňování odpadních obalů (použité krabice, papír).
- Zajistit zákaz jídla, pití a kouření.
- Vyloučit uložení fondů na zem, mezi uličky regálů nebo na spodní police regálu (minimálně 15 cm od podlahy).
- Neukládat magnetická média v blízkosti elektrických zařízení.
- Uchovávat veškerý aktový materiál pokud možno v krabicích či deskách.
- Vysoce hořlavé materiály skladovat v bezpečnostních skříních odolávajících ohni.

- Různé typy materiálů skladovat odděleně v podmínkách vhodných pro daný typ materiálu.
- Kontrolovat, zda není překročena míra nosnosti v archivních prostorách podle technické dokumentace a zda uložení archiválií v místnostech a regálech je v souladu s lokačním plánem.

Dále je nutno zvážit:

Výhody a nevýhody mobilních regálů (zvýšení skladové kapacity, ztížení hašení požáru s ohniskem mezi regály, případné zanesení posuvného systému blátem a pískem při povodni) včetně materiálu, který je použit na zhotovení regálů.

Je nutné pořídit záložní kopie katalogů, indexů, seznamů, fotomateriálu nejvyšší důležitosti a uchovávat je odděleně.

Chování zaměstnanců

Mnoho nehod s dalekosáhlými důsledky vzniká v důsledku nedbalosti, nevšímavosti a neprofesionálního chování zaměstnanců. Je třeba proto:

- Školením pracovníků zvyšovat jejich povědomí o rizicích.
- Stanovit práva přístupu do depozitářů pro jednotlivé pracovníky.
- Stanovit systém bezpečného uchovávání klíčů od jednotlivých místností.
- Stanovit a dodržovat postupy zamykání depozitářů a objektů.
- Uchovávat všechny prostory čisté bez odpadu (zejména hořlavého).
- Vypínat a odpojovat elektrická zařízení od sítě, která nejsou nutně v provozu, zvláště v noci v nehlídaných budovách.
- Stanovit předpisy pro chování pracovníků ostrahy.

Přeprava archiválií

Přepravované materiály jsou vystaveny zvýšenému riziku.

Doporučuje se:

- Využívat vhodných přepravních ochranných kontejnerů (zamykatelných, plombovaných) a vhodných obalů pro přepravovaný materiál.
- Vypracovat a zajistit bezpečnostní opatření ke snížení rizika poškození krádeží a vandalismem.

Přípravná komise zajistí zavedení preventivních opatření a odstranění případných rizik.

4.2 PŘÍPRAVA NA KATASTROFU

Je nutné počítat s tím, že i přes přijatá a zavedená preventivní opatření může k havárii či živelní pohromě dojít. Organizace proto musí vypracovat soubor plánů pro případ řešení nouzové situace.

Přípravná komise připraví **písemné podklady a instrukce pro případ ohrožení fondů havárií či živelnou pohromou**.

Opatření, týkající se archivních fondů

- Stanoví priority záchrany archivních fondů. **(Je nutné vypracovat úplný seznam priorit.)**
- Vypracuje postup evakuace jednotlivých poschodí i celé budovy.
- Na základě zhodnocení depozitářů a fondů (viz *výše*) připraví plány evakuace jednotlivých poschodí budov s vyznačením umístění vypínačů, hlavních uzávěrů energií, hasicích přístrojů a s popisem fondů včetně jejich priority (na půdorysném plánu vyznačte priority, např. barevnými kolečky). V plánu musí být vyznačené i sklady chemikálií a materiálů, chemické, restaurátorské a fotografické pracoviště. Plány by se měly stát součástí evakuačních směrnic.
- Stanoví klasifikační schéma pro rozhodování o ošetření jednotlivých typů archiválií.

Organizační opatření

- Navrhne složení krizového týmu (štábu).
- Sestaví seznamy jmen, adres, telefonních čísel a emailových adres:
  a) členů krizového týmu (včetně odpovědných správců fondů);
  b) zkušených konzervátorů;
  c) organizací, schopných pomoci v případě havárie. Je užitečné navázat spolupráci s příbuznými organizacemi a vzájemně se informovat o zdrojích zásob a služeb. Doporučuje se uzavřít společné smlouvy s dodavateli potřebných služeb, provádět společná školení a dohodnout se na vzájemné pomoci v případě havárie;
  d) organizací s přístupným mrazicím a sušicím zařízením;
  e) vyškolených dobrovolníků.

Nejdůležitějším úkolem komise je vypracování **fungujícího komunikačního systému**, bez kterého dochází i přes řadu dobrých úmyslů k chaosu a neúčinným opatřením. Komunikační systém zahrnuje seznam osob, které musí být v kontaktu, jejich telefonní čísla do zaměstnání i soukromá, strategie jejich kontaktů a komunikační cesty.

- Stanoví postup vyrozumění příslušných pracovníků o nebezpečí a jejich rychlého shromáždění.
- Zajistí zformulování poplachové směrnice: způsob vyvolání poplachu.
- Zajistí přehledné shrnutí kroků nezbytných při ohrožení ohněm a ohrožení vodou.
- Stanoví data pravidelných inspekcí budov, kontrol a inovací písemných podkladů, materiálů a zařízení použitelných v případě havárie.
- Informuje místní hasiče o specifických potřebách instituce (typ uloženého materiálu, vhodné způsoby hašení – doporučení vhodných typů hasebních látek s ohledem na možné sekundární poškození památek hasební látkou).
- Navrhne pojištění.

Materiálové vybavení pro případ havárie

- Zajistí provedení soupisu vybavení pro případ havárie.
- Vytvoří seznam míst, kde budou uloženy základní výbavy první pomoci pro případ havárie.
- Určí vhodnou místnost pro vytvoření centrálního skladu vybavení pro případ havárie.
- Určí vhodnou osobu odpovědnou za kontrolu a doplňování vybavení.

Dále:

- Vytipuje prostory, kde by bylo možno balit a sušit mokrý materiál.
- Stanoví metodiku čištění zasažených prostor.

Krizový tým

Přípravná komise navrhne složení **krizového týmu (štábu)**. Složení týmu vyplývá z počtu a profesního zastoupení zaměstnanců organizace. U velkých archivů tým tvoří koordinátor záchranných prací, odpovědní zástupci oddělení, které spravují archivní fondy, správce počítačové sítě, konzervátoři, pracovníci materiálně-technického

zásobování (osoby obeznámené s místními možnostmi zajišťování speciálních zařízení a materiálů nutných při záchraně), zastoupena musí být i správa budov, elektrikář, instalatér, bezpečnostní technik, případně i chemik. Není vyloučeno, že složení krizového týmu bude v některých organizacích totožné se složením přípravné komise. **Je třeba stanovit odpovědnosti za řízení záchranných prací a s tím související pravomoce a povinnosti jednotlivých členů týmu.**

Za velmi přínosné se považuje možnost přizvat při pohromě nezávislého zkušeného odborníka, který není v události citově zainteresován, protože psychický tlak je v těchto situacích skutečně velký.

Členové krizového týmu jsou vystaveni během akce velkému psychickému i fyzickému vypětí, proto by měli být rozvážní, přizpůsobiví, manuálně zdatní, komunikativní a disciplinovaní – tzn. ochotni postupovat přesně podle stanovených pravidel.

Úkoly krizového týmu při havárii

- Sestavit aktuální záchranný plán s různými možnostmi a prioritami.
- instruovat všechny pracovníky o smyslu plánované práce.
- Zajistit stabilizaci stavu materiálu před přemístěním vytvořením prostředí nezbytného k zabránění dalšímu poškození.
- Zachránit maximum materiálu tak, aby bylo minimalizováno budoucí restaurování.

Pojištění

Je žádoucí uzavřít pojistku pokrývající pozemky včetně budov a jejich obsahu. Náklady, které by měly být brány v úvahu, zahrnují:

- Práci a materiály spojené se záchrannými pracemi, např. přesčasové hodiny pracovníků, přepravní náklady, náklady na nájem vypůjčeného vybavení, na nákup dodávek a fotodokumentaci.
- Chlazené sklady, vymrazování, vakuové sušení.
- Profesní konzultace.
- Konzervační ošetření.
- Nahrazení regálů, vybavení, počítačový hardware.
- Nahrazení krabic a jiných obalů.

- Nahraditelné fondy.

Je třeba si poznamenat podrobné údaje o pojišťovací společnosti (název, adresa, jméno kontaktního pracovníka, číslo pojistky)

Vypracování manuálu

Pro řešení havarijního stavu či katastrofy musí být vypracován manuál, podle kterého se postupuje. Příprava plánu organizace práce pro případ havárie se ukazuje být nezbytná. Manuál musí být stručný a vhodně strukturovaný.

Manuál má mít tyto náležitosti:

- Blokové schéma řešení havárie nebo stavu nouze.
- Postupy pro případ havárie nebo stavu nouze.
- Seznam pracovníků odpovědných za řešení havarijní situace nebo stavu nouze.
- Seznam pracovníků účastnících se řešení krizové situace.
- Materiálové vybavení pro případ havárie.
- Prioritní oblasti evakuace fondů.
- Plány podlaží.
- Instrukce a postupy pro tým záchranářů.
- Formuláře pro záznam seznamu škod.
- Postupy pro aktualizaci havarijního plánu.

Manuál musí být uložen na dostatečném počtu strategických míst včetně míst mimo budovu.

Ze zkušeností vyplývá, že manuál bývá uložen na místě, kde v případě havárie není dostupný. Proto je třeba pečlivě vytipovat vhodná místa pro jeho uložení.

Je třeba pravidelně aktualizovat veškeré informace.

3 ZÁCHRANNÉ PRÁCE

Tato část plánu zahrnuje všechny činnosti, které představují záchranné práce od vyhlášení poplachu až po stabilizaci či vysušení zasažených fondů.

Oddíl záchranné práce řeší tyto činnosti:

- Zjištění havárie.
- Činnost krizového týmu.
- Činnost záchranných týmů.
- Evakuace materiálu.
- Třídění materiálu.
- Balení materiálu.
- Sušení materiálu.
- Odvoz do mrazíren.

Zjištění havárie

Instrukce v případě požáru nebo havárie způsobené např. vodou musí vycházet z individuálních potřeb každé organizace. Příkladem jsou následující instrukce:

Instrukce pro případ požáru – stav nouze

1. Spusťte alarm dokud je požár ještě malý a může se lehce udržet pod kontrolou. Proveďte evakuaci dané oblasti. (Vyvolání poplachu se provádí dle předem stanovených instrukcí, evakuace personálu – ve shodě s protipožární směrnicí a s evakuačním plánem.)
2. Zavolejte hasiče.
3. Nerozbíjejte okna.
4. Neotvírejte horké dveře.
5. Nepoužívejte výtah.
6. Haste sami požár pouze v případě, že:
    - víte jak;
    - oheň je malý;
    - máte únikovou cestu (nedovolte, aby se oheň dostal mezi vás a východ);
    - můžete pracovat otočeni zády k východu;
    - máte správný typ hasicího přístroje;
    - požár je lokalizovaný v místě, kde vznikl;

- jste si jistý, že zásah bude účinný.

7. Nehaste požár, pokud:
   - máte pochybnosti o jeho uhašení;
   - se oheň rozšířil mimo prostor, kde vznikl;
   - by vám mohl bránit v únikové cestě.

8. Po zabezpečení výše uvedených kroků vyhledejte v seznamu osob krizového týmu příslušné osoby a informujte je.

9. Pokud máte nebo je vám umožněn přístup do budovy po požáru:
   - vyhledejte materiál poškozený vodou,
   - vyhledejte archivní materiál špinavý od sazí a kouře,
   - vyhledejte spadaný materiál.

10. Nahlaste poškození příslušné osobě či osobám ze seznamu krizového týmu.

V případě, že jste informováni o blížící se povodni, lze včas objekt zabezpečit a minimalizovat škody.

Základní pokyny pro organizaci (odpovědné osoby) před povodní:

1. Uzavřete ohrožený objekt.
2. Vyhlaste krizovou pohotovost.
3. Svolejte krizový tým.
4. Kontaktujte místní povodňovou komisi a požádejte ji o informace a pomoc (dosažené stupně povodňové aktivity).
5. Aktualizujte krizový plán podle vývoje situace.
6. Posilte ostrahu objektu a zřiďte povodňovou hlídku.
7. Zkontrolujte, popř. doplňte zásoby evakuačního skladu (osobních ochranných, zdravotních, technických a ostatních pomůcek).
8. Obstarejte si zásobu pitné vody.
9. Uveďte do provozu náhradní osvětlení.
10. Proveďte kontrolu, resp. odpojení technických zařízení.
11. Zabezpečte objekt před zavodněním protipovodňovými zábranami a utěsněte okna, dveře a ostatní vstupy proti vodě (např. silikonovou pěnou).
12. Průběžně sledujte stav vody a kontrolujte odtokovou kanalizaci.

13. Evakuujte archivní materiál podle priorit do vyšších pater budovy nebo mimo objekt.
14. Kontaktujte smluvní partnery připravené ke krizové pomoci.
15. Dle příslušných směrnic zabezpečte skladované chemikálie, které kontaminují vodu nebo připravte jejich evakuaci.
16. Průběžně dokumentujte vývoj situace.

Instrukce pro případ povodně nebo jiné havárie vody – stav nouze

Pokud jste první osoba, která si všimne nebo zjistí škody na archivním materiálu způsobené vodou nebo jste první, kdo vstupuje do zaplavené části budovy :

1. Nedotýkejte se ani nevstupujte do stojící vody. Může být pod elektrickým proudem.
2. Zkontrolujte a nechte odpojit zatopenou oblast od rozvodu elektřiny.
3. Zavřete nebo požádejte o zavření zdroje vody (pokud je to příčina havárie).
4. Pokuste se zajistit volný odtok vodě.
5. Nedotýkejte se archiválií ani nepřepravujte archivní materiál.
6. Po zabezpečení výše uvedených kroků vyhledejte v seznamu osob krizového týmu příslušné osoby a informujte je.

Další nutné kroky organizace v kompetenci pověřených osob:

7. Vypněte topení v budově.
8. Zapněte klimatizaci, dokonce i v zimě.
9. Otevřete okna a dveře, aby se dosáhlo co nejvyššího proudění vzduchu.
10. Pokud je k dispozici nezasažená elektrická síť, použijte ventilátory a odvlhčovače.

11. Než se dostaví záchranný tým je třeba:
    - Chránit materiál před protékající vodou polyetylénovými fóliemi.
    - Z polic a knih odsávat vodu papírovými ručníky.
    - Připravit mopy a vědra pro úklid.
    - Odstranit ze zasaženého prostoru suchý materiál.

Nejvyšší prioritu musí mít bezpečnost lidí!

Činnost krizového týmu

Úspěšné zvládnutí krizové situace je závislé na řídících schopnostech **koordinátora** záchranných prací.

Koordinátor záchranných prací okamžitě svolá krizový tým, tj. zástupce správy budov, zástupce správy fondů, správce počítačové sítě, zástupce ochrany fondů, zástupce MTZ a pracovníky technických služeb podle aktuální situace. Často je třeba požádat o pomoc statika budov.

V první řadě je nutné stanovit rozsah škod a ohrožení fondů a s tím související potřeby pracovníků, vybavení a další služby.

Po jakékoliv katastrofě je třeba zajistit, aby se personál nevracel do budovy dříve, dokud nebudou prověřeny a zajištěny všechny zdroje rizik. Mezitím může krizový tým připravovat záchranné práce a neztrácet tak zbytečně čas.

Důležité činnosti:

- Je třeba zřídit **řídící centrum**, které musí disponovat telefonem, internetem, kopírkou, faxem a dalším vybavením pro urychlení komunikace a poskytování informací, zhodnocení a utřídění nabídek pomoci.
- Je třeba v klidu zhodnotit situaci s pomocí půdorysných plánů (plány viz *příloha*).
- Je třeba pečlivě naplánovat záchranné operace a stanovit pořadí priorit.
- Je třeba pověřit osobu zodpovědnou za provedení odpovídající obrazové dokumentace v zasažených místech (video, fotografie).
- Je třeba zajistit místo (stan, přístřešek) první pomoci.
- Je třeba provést stabilizaci prostředí a účinné opravy (opravy vodovodní sítě, plynu apod.) Je nutné snížit teplotu na minimum.
- Je nutné zajistit bezpečnost pracovníkům a opatřit jim ochranný oděv jako helmy, masky, rukavice, holínky, dezinfekční přípravky. Pracovníkům je třeba zajistit potraviny, vodu a sociální zařízení.
- Je třeba rozhodnout, kde bude vybudován **pracovní prostor**. Bude vyžadovat přístupovou cestu pro příjezd dopravních prostředků a měl by být co nejblíže místu havárie. Zde se bude provádět třídění, čištění a balení zasažených materiálů.
- Pro tento účel je třeba zajistit stoly a další pracovní plochy, zásoby krabic, papíru na mražení a další materiál.

Organizace personálu:

- Je třeba rozdělit a definovat odpovědnosti pracovníků.
- Je třeba vytvořit záchranné týmy.

Záchranné týmy se tvoří z dobrovolníků, kteří musí být fyzicky i psychicky způsobilí provádět namáhavou práci v kolektivu. Optimální počet lidí v týmu je 4–5. Jeden z členů by měl mít praktické zkušenosti a určité znalosti o metodách konzervace. Měl by absolvovat periodická cvičení příprav na katastrofu.

Členové záchranných týmů by měli být snadno a rychle dosažitelní, užitečné je, když bydlí v rozumné vzdálenosti od instituce (dosažitelná pěšky, městskou dopravou) a jsou vedeni v telefonním seznamu školených dobrovolníků instituce.

Krizový tým musí:

- Informovat vedoucí záchranných týmů o prioritách a opatřeních.
- Přidělit pomocníky do skupin podle zručnosti a zkušeností.
- Rozdělit práci podle skupin.
  - v místě havárie (hledání – transport mokrého materiálu),
  - v oblasti třídění (balení např. do krabic),
  - v oblasti sušení.

Je vhodné převádět pracovníky po určité době z jedné činnosti na druhou, zabrání se jejich vyčerpání a stresu. Je třeba pamatovat na jejich odpočinek a občerstvení.

- Je třeba navázat kontakt s pojišťovnou, bezpečnostní službou, profesionálními konzervátory.
- Je třeba zmobilizovat pomocné služby:
  - rychlé zmrazení,
  - přeprava,
  - chlazené vozy,
  - zapůjčení potřebného vybavení.

Porady krizového týmu se konají podle potřeby na předem stanoveném místě i několikrát denně, vyhodnocuje se vývoj situace a zabezpečení záchranných prací. Porad se účastní i vedoucí záchranných týmů. Jednání musí být stručná a efektivní.

Postup řešení krizové situace je třeba dokumentovat.

Evakuace vodou zasažených materiálů

Hlavní zásady

- Ze zasažených prostor je třeba odstranit materiál s minimálním poškozením. (Pozor mokrý materiál se snadno trhá!)
- Je nutné určit typ materiálu: např. tištěné knihy, noviny a periodika, fotografie, mikrofilmy, aktový materiál, pergamenový materiál, pečeti.

Dále je **nutné:**

- Sestavit soupis stěhovaného materiálu.
- Rozdělit materiál podle stupně namočení.
- Zajistit prostor pro čištění (podle potřeby).
- Připravit prostor pro vzdušné sušení málo zasaženého materiálu.
- Podle pokynu balit silně zasažený materiál za účelem rychlého zmražení.
- Zajistit zmražení materiálu v mrazících vozech a převod do mrazíren.

Záchranné činnosti je nutné zorganizovat tak, aby zpracování materiálu bylo **rychlé**, **efektivní** a současně **plynulé**. Proto je nutné ustanovit záchranné týmy (pracovní skupiny) pro jednotlivé činnosti:

- Skupina pro odstěhování materiálu ze zasažené oblasti.
- Skupina, která zaznamenává a kategorizuje poškození.
- Skupina, která připravuje materiál k transportu do mrazíren.
- Skupina čistící a sušící mírně poškozený materiál volně na vzduchu.
- Skupina pro ošetřování zasažených mikrofilmů a fotografií.

Označení materiálu

Alespoň jedna osoba záchranného týmu musí provádět soupis stěhovaných archivních materiálů do předem předtištěných formulářů (měly by být k dispozici v tzv. záchranných soupravách) a dohlížet na ukládání do krabic a značení. Během záchranných prací by se neměly odstraňovat štítky a signatury. V případě nutnosti se v seznamu označí alespoň umístění dané archiválie na regále. K označení obsahu krabic se použijí vodostálé popisovače. K označení archivního materiálu je vhodné používat měkké tužky. Nikdy se ale nesmí psát na mokrý papír.

Manipulace s fondy

Osvědčený způsob evakuace zasažených archiválií je vytvoření lidského řetězu, někdy lze podle situace použít i transportní pásy. Tým lidí, který archiválie balí, by měl mít přibližně stejný počet lidí, jako ten, který je stěhuje. Týmy by měly být sehrané, aby nedocházelo ke zbytečnému hromadění materiálu.

Postup evakuace materiálu

- Evakuace materiálu má probíhat podle evakuačního plánu.
- Manipulace s archiváliemi musí probíhat pod dozorem příslušného správce fondu.
- První musí být odstraněny hromady knih z uliček mezi regály.
- Nejprve se stěhují nejdůležitější archivní fondy (podle priorit), z toho nejdříve nejvíce mokré, potom méně mokré a nakonec vlhké.
- Nejprve je nutné z každé police vyjmout 2–3 knihy či krabice, aby se snížil tlak mokrých a botnajících knih na boční stěny regálů. Někdy je nutné použít hrubé síly, aby se vůbec svazky mohly z polic uvolnit. Je třeba počítat i se ztrátami. Police se musí vyprázdnit systematicky, a to směrem dolů zleva doprava nebo směrem nahoru zprava doleva. Po vyprázdnění každé police se zaznamená příslušný obsah do seznamu poškozených fondů.
- Otevřené mokré a nabotnalé knihy není vhodné zavírat, protože by mohlo dojít k dalšímu poškození, např. potrhání listů. Tyto knihy se potom musí balit zvlášť, nikoliv pevně ale ukládají se horizontálně do krabic a odděleny od sebe proklady voskového papíru, polyetylénovými foliemi a polystyrénovými deskami.
- Deformované svazky by neměly být násilně vraceny do původní podoby, ale pokud je čas, připouští se před sušením opatrné formování. Pokud se od svazku oddělila vazba nebo jednotlivé listy, nedoporučuje se vracet je na původní místo. Vhodnější je všechny části společně zabalit a uložit do jedné krabice pro další odborné ošetření.
- Krabice se musí průběžně číslovat, o obsahu krabic je třeba vést podrobné záznamy.

Třídění materiálu

V předem určeném prostoru se třídí materiál (skupina pro třídění materiálu) podle typu a stupně namočení.

- Málo namočený materiál se vytřídí pro přemístění do prostor vyčleněných k sušení. Vyhovuje dobře větratelná místnost se stoly a lavicemi. Proudění vzduchu se zajišťuje ventilátory, které nemohou být umístěny blízko archiválií.
- Vytřídí se materiál, u kterého je nutné provést očistu.
- Vybere se materiál, který je nutné hned zabalit a zamrazit.
- Vytřídí se fotografie a mikrofilmy a předají se k speciálnímu ošetření. Nesmí se dotýkat rukama povrchu fotografií a negativů. Záchrana – viz *příloha*.

Čištění

Čištění zasažených materiálů se provádí na vhodném místě. Čištění materiálu lze provádět pouze pod vedením zkušených restaurátorů. Ve Florencii po povodni došlo k velkému pochybení prvních 10 dní, kdy byly neodborně čištěny knihy od bláta. Výsledkem bylo zanesení bláta hluboko do vazebních usní, plátna i papíru a rozsáhlé poškození vzácných svazků.

Pro čištění silných nánosů bláta a slizů je možné použít vodu. Je třeba několik nádrží dostatečně velkých, aby se do nich daly umístit i větší formáty. Proces čištění je nejlépe provozovat mimo budovu, protože s sebou přináší plno vody a špíny.

- Jsou-li na materiálu nánosy bahna, je přípustné je opatrně oplachovat v čisté vodě. Knihy se musí držet **zavřené** a opatrným pohybováním pod vodou se zbavují bláta. Potom se vyjmou z jedné nádrže a proces se opakuje v druhé čistší nádrži až je většina bláta odstraněna. Na závěr se v poslední nádrži oplachují velmi jemným proudem vody. Přebytek vody se z knih vytlačí ručně. Mechanický lis se nesmí použít, protože v knihách se může také objevit bláto, které by při vysokém tlaku poškodilo strukturu.
- Zavřené knihy je možné též oplachovat hadicí s jemně rozstřikující hlavicí. Vázané tištěné knihy lze ponořit do nádoby s čistou vodou až na dobu 2 týdnů. Stejně je možné ošetřit i složky rukopisů. K opláchnutí lze použít i mírně tekoucí vodu. Oplachované dokumenty se nikdy nesmějí hrubě drhnout nebo otevírat a odstraňovat vnitřní nečistoty.
- **Vodou se nikdy neodstraňují poškození způsobená kouřem po požáru.** Všechno, co se špatně odstraňuje, je lepší nechat až po usušení pro zkušené restaurátory.

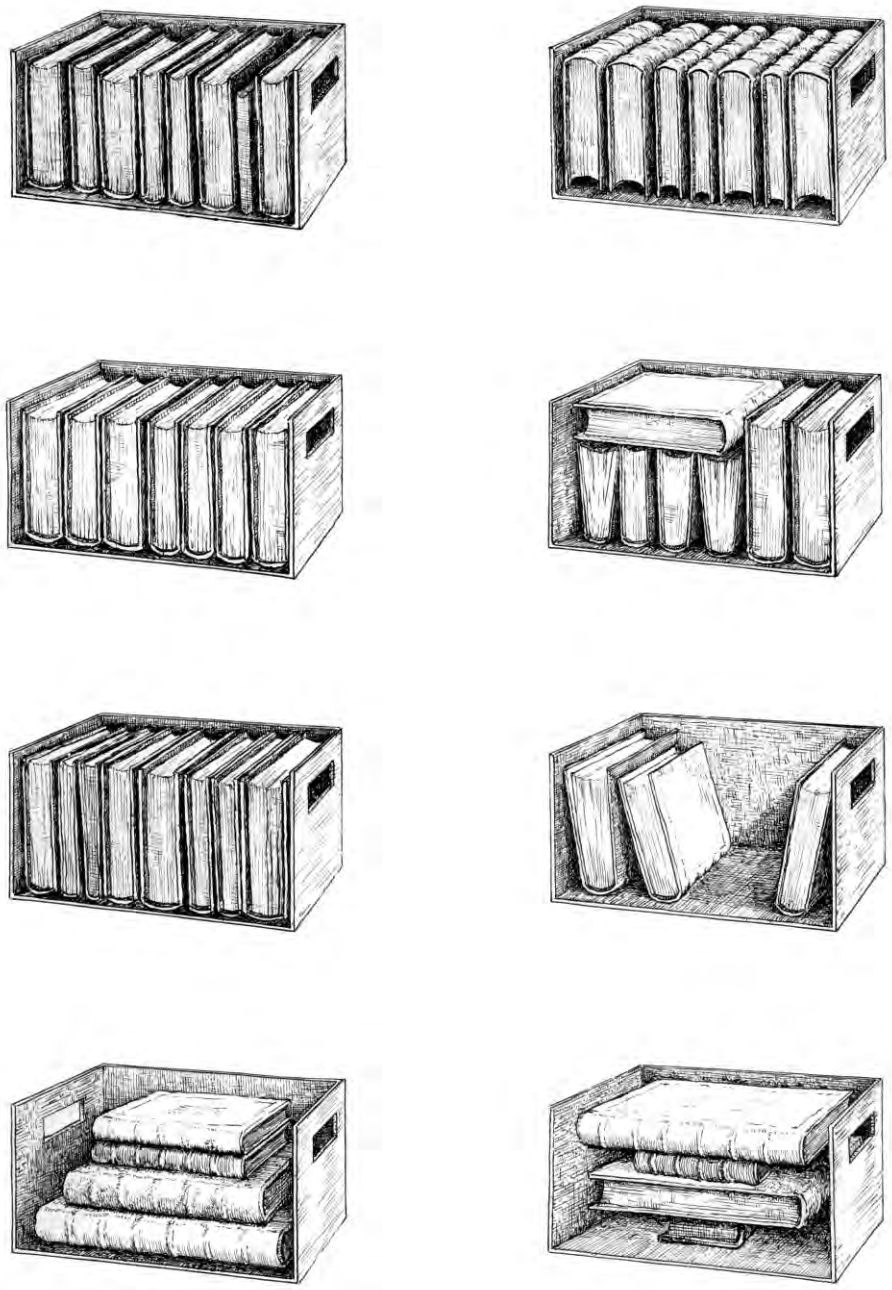
Ze zkušeností z povodně ve Florencii vyplynulo, že zbytky bláta se nejlépe odstraňují, když jsou knihy suché.

- Je nutné ještě upozornit, že některé skupiny materiálů nelze z různých příčin vodou čistit. **Za žádných okolností by neměl být promýván materiál, který obsahuje vodorozpustné látky, jako inkousty a barviva, akvarelové a temperové barvy apod. Mnoho knih bylo poškozeno právě zásahem nezkušených zachránců. Tento typ materiálu je třeba co nejrychleji zmrazit.**
- Čištění fotografického materiálu –viz *příloha IV*.

Po očištění se archivní materiál suší přímo na vzduchu nebo v případě velkého množství zabalí a přepraví ke zmrazení.

Balení pro přepravu a zamražení

- **Při balení knih za účelem zmrazení** se musí pamatovat na separační materiál, aby se zmrazené knihy mohly vyjímat jedna po druhé a nevytvořily se velké zmrzlé balíky. Pro separaci se používají polyetylénové fólie nebo papír pro zmrazení, který má jednu stranu voskovanou. Doporučuje se balit 10–12 svazků do jedné krabice. **Knihy** by se měly balit hřbety dolů v jedné vrstvě a pokud možno přibližně stejného formátu do umělohmotných přepravek nebo pevných lepenkových krabic. Předejde se tak vypadávání bloků z jednotlivých složek a deformacím knih uloženým na dně. Mokré knihy jsou velmi těžké, takže krabice musí být dostatečně pevné a ne příliš velké. Není vhodné nechávat v krabici volný prostor, aby nedošlo při přepravě k poškození. Prostor se vyplní např. zmačkaným papírem nebo bublinkovou fólií apod.
- **Mokrý aktový materiál** se nesmí od sebe oddělovat. Je třeba proložit složky o tloušťce asi 5 cm polyetylénovou folií a zabalit.
- **Zarámované tisky a kresby** – jestliže čas a prostor dovolí, vyjmout z rámu a zabalit jako jednotlivinu.
- **Mapy, plány, velkoplošné tisky a rukopisy** – Pokud v mapových zásuvkách stojí voda, je třeba ji odsát houbou. Zásuvky se musí vysunout ze skříně. Mapy je nutno balit volně do plochých krabic, nebo na překližkové desky pokryté polyetylénem.



Obr. 4.1 **Správné (vlevo) a nesprávné ukládání .knih do krabic nebo umělohmotných přepravek.** (Kresba B. Bartl.)

Nevázané dokumenty by měly být baleny v odpovídajících pořadačích nebo složkách, a to nastojato a pouze v jedné vrstvě. Slepené listy by se neměly v mokrém stavu oddělovat.

- **Velké dokumenty a knihy** neobvyklého formátu vyžadují speciální způsob balení. Pro přepravu těchto fondů jsou vhodné jakékoliv ploché desky (překližka, lepenka apod.) Folianty, které by při balení hřbetem dolů vyžadovaly obrovské krabice, lze případně balit i naplocho, ovšem nejvíc tři na sebe – jinak by přílišná váha poškodila spodní vrstvy.
- **Akvarely, mapy a rukopisy s rozpustnými médii** – nevysoušet povrch savým papírem. Rychle zmrazit nebo usušit.
- **Fotografický materiál předat ke speciálnímu ošetření.** Mokré balit a dobře uzavřít do polyetylénových pytlů. Další viz *příloha IV*.

Zabalené krabice se ukládají na palety.

Stabilizace a sušení

V další fázi je nutné se pokusit o co nejrychlejší stabilizaci mokrého materiálu.

Stabilizace zmrazením

Příprava materiálu pro zmrazení

Pro přípravu materiálu pro zamrazení je třeba vyčlenit skupinu, která roztřídí materiál podle druhu papíru a typu vazby. Ve skupině je žádoucí přítomnost restaurátora.

Je užitečné třídit materiál do příbuzných skupin:

- Natíraný papír (křídový).
- Fotografický materiál.
- Magnetická média.
- Knihy či jednotliviny nadměrné velikosti.
- Pergamenové listiny s pečetěmi.

Podle knižní vazby:

- Plátěná.
- Kožená vazba.
- Pergamenová.

- Brožurky.

Je třeba pamatovat na vytvoření seznamů mrazených archiválií.

Proces zmrazování

Zmrazování přispěje jak k zastavení fyzických deformací, tak i biologických procesů. Jeho použití je vhodné pro stabilizaci většiny archivních materiálů (archivní dokumenty, natírané papíry a knihy, některý fotografický materiál), které není možné vzhledem k velkému množství průběžně usušit. Opatrnosti je třeba při zmrazení knih vázaných v kůži a pergamenových listin, s jejichž zmrazováním jsou minimální zkušenosti. **Zmrazení není vhodné pro určité fotografické materiály** (mokrý kolodiový proces, historické fotografie) Tyto materiály by měly být sušeny na vzduchu.

Za ideální teplotu se považuje od – 20 do – 30 °C. Při nižších teplotách se dokumenty nejen zmrazují rychleji, ale tvoří se i menší krystalky ledu a snižuje se tak nebezpečí narušení struktury celulózy.

Pokud se dokumenty musí dopravovat na velké vzdálenosti, je nutno k přesunu využít mrazicí vozy nebo alespoň převážené fondy obložit suchým ledem. Nelze-li mokré fondy zmrazit nebo alespoň ochladit, je nutno vlhké fondy přesunout na místo s minimální teplotou a vzdušnou vlhkostí a dobrou cirkulací vzduchu.

Stabilizace ponořením do čisté chladné vody

Ponoření do čisté chladné pitné vody je dočasné řešení vhodné pouze pro některé materiály, např. fotografické materiály a mikrofilmy. Zpracovány by měly být do 48 hodin.

Stabilizace prostředí

Důležitým faktorem pro úspěšnou záchranu mokrého materiálu je stabilizace prostředí. Je nutné snížit relativní vlhkost pod 65 % a teplotu pod 18 °C a zajistit cirkulaci vzduchu. Výhodou je někdy chladné počasí, které umožňuje získat dostatek času na rozplánování záchranných prací. V horkém a vlhkém prostředí je třeba jednat velmi rychle, neboť do 48 hodin hrozí masivní nárůst plísní.

Metody sušení

Příprava materiálu pro sušení

Roztřídění materiálu pro sušení se řídí prakticky stejnými pravidly jako při přípravě materiálu pro mražení. Pro přípravu materiálu k sušení je třeba vyčlenit skupinu, která roztřídí materiál podle druhu papíru a typu vazby. Ve skupině je žádoucí přítomnost restaurátora.

Je užitečné třídit materiál do příbuzných skupin:

- Natíraný papír (křídový).
- Fotografický materiál.
- Magnetická média.
- Knihy či jednotliviny nadměrné velikosti.
- Pergamenové listiny.

Podle knižní vazby:

- Plátěná.
- Kožená vazba.
- Pergamenová.
- Brožurky.

Je třeba pamatovat na vytvoření seznamů sušených archiválií.

Volné sušení na vzduchu

Sušení vzduchem je vhodné tam, kde je zatopeno pouze malé množství knih, jsou-li knihy jen lehce navlhlé nebo voda poškodila knihy kolem okrajů nebo není-li možné aplikovat dokonalejší techniky. Sušení knih vzduchem je velmi pracné a náročné na velikost sušicího prostoru. Pokud je zasaženo vodou velké množství knih nebo stovky jednotlivých listů, musí se všechen postižený materiál zmrazit a sušit po malých částech.

Omezení tvorby plísní a botnání knih lze zajistit důsledným sledováním vnějších podmínek. Sušení by mělo probíhat při minimální vzdušné vlhkosti a dobré cirkulaci vzduchu. Za optimální se všeobecně považuje **teplota do 21 °C**, v chladném podnebí lze dobře vysoušet knihy venku za mrazu. Cirkulaci vzduchu je třeba podporovat pomocí ventilátorů, otevírání oken a větráků. Přesahuje-li relativní vlhkost vzduchu 60 %, vyplatí se použití odvlhčovačů. K sušení vzácného a unikátního materiálu je třeba konzultace restaurátorů.

Sušení lze urychlit použitím větrného tunelu. Větrný tunel lze vytvořit pomocí konstrukce z polyetylénových fólií a vhodného nastavení ventilátorů.

Postup sušení jednotlivých typů materiálu - viz *přílohy*.

Sušení za mrazu

Pokud vlastní zmrazení dokumenty nepoškodí, je tato metoda sušení vhodná především pro vlhký nebo mírně mokrý materiál. Materiál je nutno umístit co nejdříve do mrazícího boxu. Zařízení musí mrazit velmi rychle a požadovaná teplota dosahuje hodnot až – 23 °C, aby se zamezilo kroucení. Dokumenty je třeba umístit na rošty nebo mají být rozprostřeny, aby se urychlilo vysoušení. Sušení muže trvat několik týdnů až měsíců v závislosti na teplotě a obsahu vody v materiálu. Touto metodou může dojít ke slepení listů natíraného papíru.

U fotografií se musí počítat se ztrátou povrchového lesku.

Termické vakuové sušení

Předpokládá použití vakuové tepelné komory. Dokumenty mohou být do komory umístěné jak vlhké, tak zmrazené. Po vytvoření vakua se zvyšuje teplota na 0 °C. Sušení ve vakuové komoře představuje velmi efektivní způsob ošetření většího množství mokrých dokumentů. Voda při sušení přechází z materiálu z kapalné do plynné. Problematické je sušení natíraného papíru, protože může dojít ke slepování listů. Také vodorozpustné inkousty a lepidla mohou dále během sušení migrovat. Během sušení je vhodné provádět kontrolu sušicího procesu a svazky knih zatěžkávat, aby se snižovalo riziko deformací. Metoda je z ekonomického hlediska méně náročná nežli vakuová sublimace.

Vakuová sublimace – lyofilizace

Vakuová sublimace je efektivní sušicí metoda. Je ale také nejdražší. Zmrazený materiál se umístí do vakuové komory a během sušení dochází k sublimaci vody, tzn. že voda přechází z pevné fáze (led) do fáze plynné (vodní pára). Papír je po ukončení celého procesu přesušený. Sublimační sušení lze doporučit pro většinu papírových objektů, včetně některých natíraných papírů. Metoda byla vyzkoušena i pro fotografické materiály – v tomto případě však může někdy dojít k mírnému poškození povrchu citlivé vrstvy. Rizikovější jsou také kolagenové materiály, zejména kůže; za určitých okolností může dojít i k částečnému rozkladu některých lepidel, hlavně škrobu

a metylcelulózy. Stejně tak barevná vrstva iluminací může být poškozena vlivem ztráty pojivé schopnosti pojiv. I přesto je mražení a následná sublimace jednou z nejšetrnějších metod konzervace vodou poškozených archiválií.

Vakuové balení

Knihy nebo svazky dokumentů jsou jednotlivě umístěny do obalů z plastové fólie (nahrazují komoru) a poté evakuovány. V tomto případě nelze odvádět vlhkost mimo evakuovaný prostor, a proto je pohlcována savým materiálem, např. filtračním nebo jiným papírem, kterým se prokládají mokré knihy nebo archiválie. Tento postup se musí několikrát zopakovat, přičemž vždy musí být vyjmuty vlhké filtrační papíry a nahrazeny suchými. Nespornou výhodou této metody je fakt, že během sušení dochází zároveň k vyrovnávání nejzávažnějších deformací, takže v mnohých případech není třeba po vysušení provádět žádné další restaurátorské zásahy. Nevýhodou je riziko slepování některých typů papíru, případně vznik otisků písma nebo obrázků.

Odvlhčování

Tato metoda se již dlouho používá na vysoušení budov. Pro vysoušení knihovních a archivních materiálů je poměrně nová. Má význam pro vlhké až mírně mokré knihy. Při odvlhčování zůstávají dokumenty uloženy na policích, mohou zůstat i v archivních krabicích, vlhkost vzduchu je snížena na požadovanou minimální úroveň a intenzivní cirkulace podporuje vysychání.

4.4 OBNOVA PO KATASTROFĚ

Budova

- Všechny prostory v budově je nutné vyčistit a dezinfikovat. Ujistěte se, že jsou dokonale suché.
- Je nutné plně obnovit vytápění a klimatizaci.
- V provozu musí být detekční systém požáru a systém hašení.
- Musí být obnoven ochranný systém budovy.
- Po provedení potřebných oprav a doplnění vybavení je budova předána k užívání.

Archivní fondy

- Je třeba vybrat prostor pro uložení veškerého usušeného materiálu poškozeného vodou.
- Je bezpodmínečně nutné provádět denní namátkovou kontrolu výskytu plísní.
- Je třeba určit materiál pro přemístění nebo další ošetření.
- Po 6 měsících může být materiál navrácen do skladů:
  - může být vrácen pouze dokonale suchý,
  - musí být prohlédnut experty,
  - musí být provedena kontrola správnosti označení.

Po usušení materiálu zasaženého vodou je nutné najít dostatečně velké prostory, kde se tento materiál shromáždí. Zde by měla být provedena další rozhodnutí o tom, který materiál může být přímo vrácen do skladů, který vyžaduje další restaurátorský zásah, např. převazbu i jiné opravy, případně který je nutné vyskartovat atd.

Je nutné pamatovat na to, že návrat materiálu je povolen jen do zcela suchých prostor. I zde je třeba provádět periodickou namátkovou kontrolu výskytu plísní (uvádí se časové období až do 1 roku).

Během záchranných prací se provádí pečlivá dokumentace a fotodokumentace všech škod, na základě kterých se vyhotoví závěrečná zpráva.

LITERATURA

1. Seibert, Ann: Experiences in Emergency Preparedness: „Who are you going to call?“. In Book and Paper Conservation. Proceedings. Ljubljana 1997, pp. 95–118.
2. Anderson, Hazel – McIntyre, John: Planning Manual for Disaster Control in Scottish Libraries. National Library of Scotland in Edinburg 1985.
3. Disaster Preparedness. Guidelines for Archives and Libraries. Society of Archivist –Scottish Region.
4. Součková, Magda: Předcházení haváriím a živelním pohromám v knihovnách a minimalizace jejich následků. Sborník z XI. semináře restaurátorů a historiků. Litoměřice 13. 9 –16. 9. 2000, pp. 323–338.
5. Ing. Kadeřábková: Návrh bezpečnostního programu kulturní instituce.
6. Disaster Planning: Preparedness and Recovery for Libraries and Archives by Sally Buchanan. Paris 1988.
7. Salvage of Water Damaged Library Materials part 6. http://www.nara.gov/arch/techinfo/preserva/
8. Walsh, B.: Salvage Operations for Water Damaged Collection. In: WAAC Newsletter, vol. 19, No 2, May 1997.
9. Walsh, B.: Salvage at a glance. WAAC Newsletter, vol. 10, Number 2, May 1988, pp. 2–5.
10. UCSD Libraries Preservation Dept.: Guidelines for Packing Books for Freezing. http://orpheus.ucsd.edu/preservation/dpackbook.html
11. Planning Manual for Disaster Control in Scottish Libraries and Record Offices. National library of Scotland, Edinburg 1985.
12. Smithsonian Institution Staff Disaster Preparedness Procedures prepared by SI Office of Risk Management, October 1992, revised October 1993. http://anbg.gov.an./disaster/primer
13. The IELDRN Generic Disaster Plan : California Preservation Clearinghouse. http//epc.stanford.edu/disasters/generic/
14. Syracuse University Library Disaster Manual. http:/libwww.syr.edu/information/preservation/manual.htm

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

I. Rozhodovací schéma záchranných prací po povodni.
II. Stručný přehled záchranných prací pro jednotlivé materiály.
III. Volné sušení knižního a listinného materiálu na vzduchu.
IV. Postupy záchrany pergamenu a pečetí v případě poškození vodou.
V. Postupy záchrany fotografického materiálu poškozeného vodou.
VI. Postupy záchrany magnetických a optických médií zasažených vodou.
VII. Plány jednotlivých podlaží.
VIII. Kategorizace fondů z hlediska priorit záchrany.
IX. Seznam telefonních čísel důležitých v případě havárie.
X. Seznam nezbytného vybavení pro případ havárie.
XI. Telefonní seznam společností poskytujících následují služby.
XII. Návod pro přípravu formuláře poškozených archiválií.
XIII. Operativní karta pro krizový plán.

SEZNAM LITERATURY POUŽITÉ V PŘÍLOHÁCH

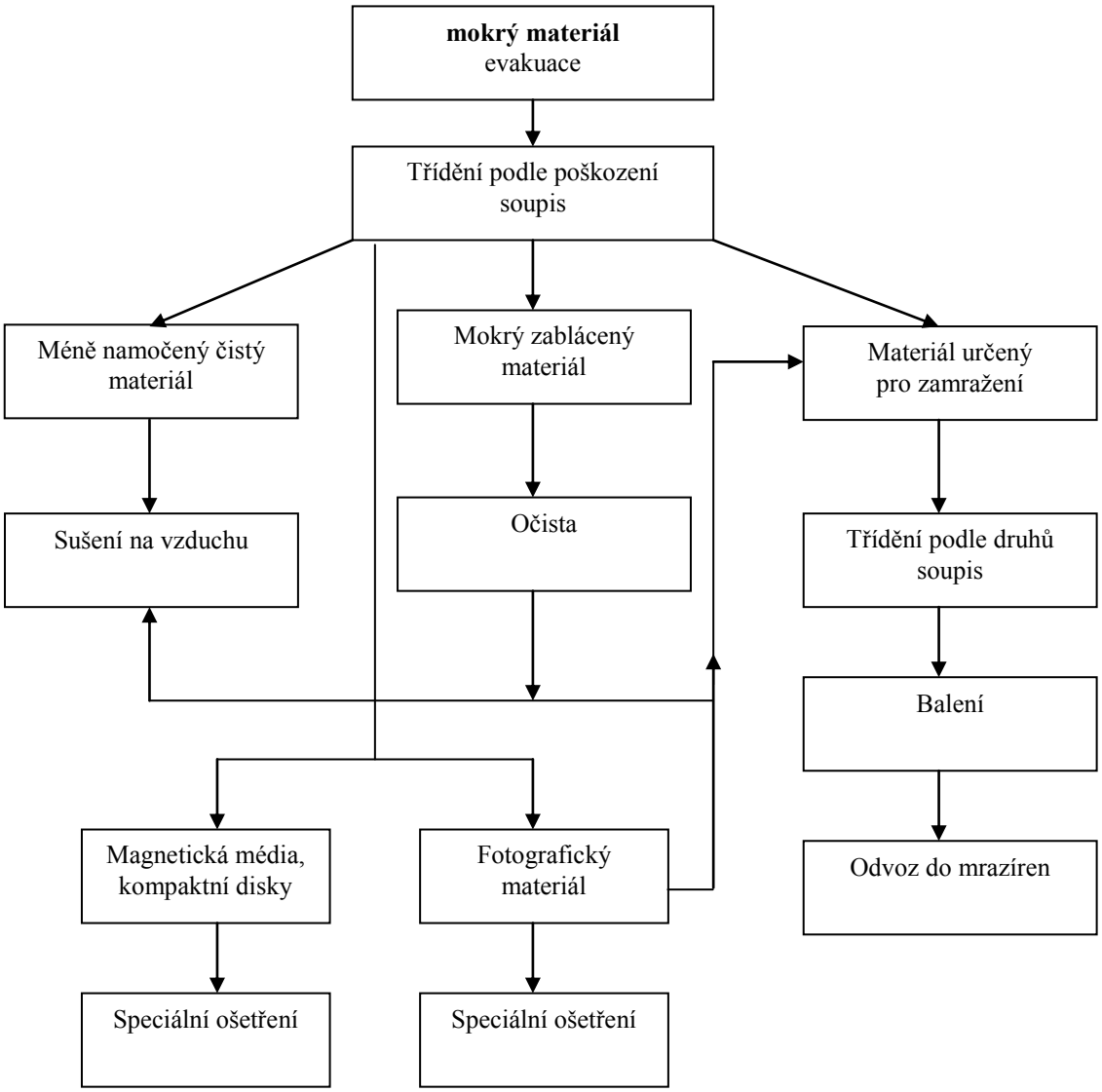
1. Walsh, B.: Salvage at a glance. WAAC Newsletter, vol. 10, Number 2, May 1988, pp. 2–5.
2. Planning Manual for Disaster Control in Scottish Libraries and Record Offices. National library of Scotland, Edinburg 1985.
3. Seibert, Ann: Experiences in Emergency Preparedness: „Who are you going to call?“. In Book and Paper Conservation. Proceedings. Ljubljana 1997, pp. 95–118.
4. Disaster Preparedness. Guidelines for Archives and Libraries. Society of Archivist –Scottish Region.
5. Sawka, Barbara: Fire or Smoke-Damaged Materials. Stanford University Libraries and Academic Resources: Colections Emergency Response Manual (CERM). www.stanford.edu/~whenry/sulair/cerm-publ/cermpubl.pdf
6. Syracuse University Library Disaster Manual. http:/libwww.syr.edu/information/preservation/manual.htm
7. Kodak: Flood Damaged Photographs.
8. Junge K. W., Hübner G.: Fotografická chemie. SNTL. Praha 1987.
9. Lavédrine B.: A Guide to the Preventive Conservation of photograph Collections. The Getty Conservation Institute. Los Angeles 2003.
10. Hendriks K. B.: The Stability and Preservation of Recorded Images. Van Nostrand Reinhold. New York 1989.

11. Hendriks K. B., Lesser B.: Disaster Preparedness and Recovery: Photograpic Materials. American Archivist, 46, 1, 52 (1983).
12. Scheufler P.: Historické fotografické techniky. IPOS ARTAMA. Praha 1993.
13. Zelinger J., Heidigsfeld V., Kotlík P. a Šimůnková E.: Chemie v práci konzervátora a restaurátora. Academia. Praha 1987.
14. Types of Photographs.
http://www.nedcc.org/leaflets/photype.htm
15. Emergency Salvage of Wet Photographs.
http://www.nedcc.org/plam3/tleaf38.htm
16. SOUČKOVÁ M. Předcházení haváriím a živelním pohromám v knihovnách. In *8. seminář restaurátorů a historiků*, 13.–16. 9. 2000, Litoměřice. Praha: Státní ústřední archiv v Praze, 2003, s. 323.
17. *Živelné pohromy v knihovnách a archivech. Prevence a náprava škod.* (Zpracováno dle Buchanan S. A.: Disaster Planning: Preparedness and Recovery for Libraries and Archives. General Information Programme and UNISIST, United National Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris 1988.) Praha: Národní knihovna v Praze, 1993.
18. *Minnesota Historical Society Disaster Preparedness Plan. Salvage Procedures for Water Damaged Collections. Magnetic media: rell to reel tapes*.
http://www.mnhs.org/preserve/conservation/recovery/magnrrt.htm
19. První pomoc zaplaveným archiváliím. In *Zpravodaj Stop*, 2002, č. 3, s. 77.
20. *První pomoc pro sbírkové předměty zasažené povodní*. Brno: Technické muzeum v Brně, nedatováno.
http://www.technicalmuseum.cz/data/download/povoden.doc
21. *Minnesota Historical Society Disaster Preparedness Plan. Salvage Procedures for Water Damaged Collections. Magnetic media: computer diskettes*.
http://www.mnhs.org/preserve/conservation/recovery/magncd.htm
22. WALSH B. Salvage Operations for Water Damaged Archival Collection: A Second Glance. *Waac Newsletter,* 1997, Volume 19, Number. 2.
http://palimpsest.stanford.edu/waac/wn/wn19/wn19-2/wn19-206.html
23. *Fire affected audio materials.* National Screen and Sound Srchive. ScreenSound Australia.
http://www.screensound.gov.au/pdf/FireAffected_audio.pdf

24. *Fire affected videotapes.* National Screen and Sound Srchive. ScreenSound Australia.
http://www.screensound.gov.au/pdf/FireAffected_Videotapes.pdf
25. Ing.Kadeřábková : Bezpečnostní program kulturní organizace, návrh

PŘÍLOHA I

Rozhodovací schéma záchranných prací po povodni



PŘÍLOHA II

Stručný přehled záchranných prací pro jednotlivé materiály

Typ materiálu	Priority	Manipulace	Metody balení	Metody sušení
Papírové dokumenty a rukopisy				
Stabilní	Zmrazit nebo vysušit do 48 hodin.	Neoddělovat jednotlivé listy.	Prokládat PE fólií a balit do přepravek nebo kartonových krabic.	Sušit vzduchem, ve vakuu nebo vymrazit.
Rozpustné inkousty	Okamžitě zmrazit nebo usušit.	Pozor na rozmazání.	Prokládat PE fólií a balit do přepravek nebo kartonových krabic.	Sušit vzduchem nebo vymrazit.
Mapy a plány				
Stabilní	Zmrazit nebo vysušit do 48 hodin.	Dát pozor v případě skládaných nebo rolovaných map.	Ukládat do lepenkových obalů nebo obalů z překližky obalené plastovou fólií.	Sušit vzduchem nebo vymrazit.
Rozpustná barviva Mapy a plány Fotoreprodukce a ručně kolorované	Okamžitě zmrazit nebo usušit.	Nevysoušet povrch savým papírem.	Prokládat, ukládat do přepravek.	Sušit vzduchem nebo vymrazit.
Mapy na křídovém papíře	Okamžitě zmrazit nebo usušit.		Jako mapy.	Přednostně vymrazit.
Knihy				
Knihy a brožury	Zmrazit nebo vysušit do 48 hodin.	Neotvírat a nezavírat, neoddělovat vazbu.	Separace PE fólií, hřbetem dolů do přepravek nebo lepenkových krabic, jen jednou vrstvou.	Sušit vzduchem, vakuové sušení, vymrazování nebo vakuové balení.
Usňová a pergamenová vazba	Pokud je hodně knih, zmrazit.	Neotvírat a nezavírat, neoddělovat vazbu.	Separace PE fólií, hřbetem dolů do přepravek nebo lepenkových krabic, jen jednou vrstvou.	Nesušit volně na vzduchu, sušení vakuovým balením nebo vymražováním.
Knihy a periodika se zušlechtěným (křídovým) papírem	Okamžitě zmrazit nebo vysušit.	Neotvírat a nezavírat, neoddělovat vazbu.	Udržovat mokré, ukládat hřbetem dolů do přepravek vyplněného například sáčky na odpadky nebo PE fólií.	Přednostně vymrazit, při sušení vzduchem prokládat každou stránku a sušit pomocí vysoušečů.

Typ materiálu	Priority	Manipulace	Metody balení	Metody sušení
Pergamenové materiály				
Rukopisy	Okamžitě zmrazit.		Prokládat, velké formáty balit horizontálně.	Sušit vzduchem nebo vymrazováním. Iluminované a zlacené rukopisy nesušit vymrazováním.
Listiny	Zmrazit nebo předat k vysušení restaurátorovi.		Prokládat, velké formáty balit horizontálně.	Sušení za mírného tlaku či při vypínání, nesušit volně.
Tisky a kresby				
Stabilní	Zmrazit nebo vysušit do 48 hodin.	Neoddělovat jednotlivé listy.	Prokládat a balit do přepravek nebo kartonů	Sušení vakuové, vzduchem a vymrazováním.
Velkoformátové tisky a kresby	Zmrazit nebo vysušit do 48 hodin.	Pozor na skládané a rolované materiály.		Vlhké – sušit vzduchem nebo vymrazováním. Mokré – přednostně vymrazování.
Zarámované tisky a kresby	Zmrazit nebo vysušit do 48 hodin	Opatrná manipulace – sklo.	Pokud je možné, vyjmout z rámu a balit jako jednotliviny.	Sušit vzduchem nebo vymrazování.
Tisky s rozpustnými inkousty a ručně kolorované	Okamžitě zmrazit nebo vysušit.	Nevysoušet povrch savým papírem.	Prokládat a balit do přepravek nebo kartonových krabic.	Sušit vzduchem nebo vymrazováním.
Natírané papíry (například plakáty)	Okamžitě zmrazit nebo vysušit.		Udržovat mokré v přepravce s vloženým PE pytlem (na odpadky).	Přednostně sušit vymrazováním. Sušit vzduchem při oddělování stránek a prokládat.
Paměťová počítačová média				
Magnetické pásky	Okamžitě propláchnout znečištěné pásky ve vodě. Pokud mají papírové krabičky, s označením, sušit během 48 hodin. Jinak vydrží několik dní mokré. Nemrazit!	Nedotýkat se magnetických médií holýma rukama.	Udržovat mokré v plastových obalech. Balit vertikálně do plastových přepravek nebo nádob.	Sušit vzduchem nebo zkusit vakuové sušení bez zvýšené teploty.
Diskety	Hned balit. Nemrazit!	Nedotýkat se povrchu holýma rukama.	Udržovat mokré. Balit vertikálně nejlépe do plastových přepravek nebo nádob, případně lepenkových krabic.	Sušit vzduchem.

Typ materiálu	Priority	Manipulace	Metody balení	Metody sušení
Kompaktní disky a CD ROM				
	Okamžitě vysušit papírové obálky. Usušit během 48 hodin.	Dát pozor, aby nedošlo k poškrábání povrchu.	Balit vertikálně do přepravek nebo lepenkových krabic.	Sušit vzduchem.
Zvukové a video záznamy				
Zvukové a videopásky	Okamžitě propláchnout znečištěné pásky ve vodě. Pokud mají papírové krabičky, s označením, sušit během 48 hodin. Jinak vydrží několik dní mokré. Nemrazit!	Nedotýkat se magnetických médií holýma rukama.	Udržovat mokré v plastových obalech. Balit vertikálně do plastových přepravek nebo nádob.	Sušit vzduchem nebo zkusit vakuové sušení bez zvýšené teploty.
Šelakové a acetátové desky	okamžitě vysušit, papírové obaly do 48 hodin.	Desky jsou velmi křehké. Držte je za okraje. Pozor na náraz.	Balit vertikálně do plastových přepravek vyložených například materiálem „Ethafoam“.	Sušit vzduchem, přednostně vyčistit na zařízení pro čištění desek.
Vinylové desky	Usušit během 48 hodin. Mrazení není odzkoušeno. Usušit nebo zmrazit obaly do 48 hodin.	Desky držet za okraje. Pozor na náraz.	Balit vertikálně do plastových přepravek vyložených například materiálem „Ethafoam“.	Sušit vzduchem, přednostně vyčistit na zařízení pro čištění desek.
Černobílé pozitivy (fotografie)				
Albuminové	Zmrazit nebo vysušit během 48 hodin.	Nedotýkat se holýma rukama.	Zařadit do skupiny fotografií.	Sušit vzduchem, nechat rozmrazit a sušit vzduchem.
Kolodiové	Vysušit během 48 hodin.	Pozor na poškrábání. Nedotýkat se holýma rukama.		Sušit vzduchem.
Stříbrnoželatinové	Zmrazit nebo usušit během 48 hodin.	Nedotýkat se emulze holýma rukama.	Uchovat mokré. Balit do plastových sáčků do krabic.	Pořadí preferencí: 1. Sušit vzduchem. 2. Nechat rozmrazit a sušit vzduchem. 3. Vymrazování. Nesušit vakuově!
Uhlotisk a woodburytypie	Okamžitě zmrazit nebo usušit.	Opatrně zacházet, botná pojivo!	Horizontálně.	Sušit vzduchem nebo nechat rozmrazit a sušit vzduchem.
Fotomechanické techniky (světlotisk) Kyanotypie	Zmrazit nebo usušit během 48 hodin.	Neoddělovat od sebe jednotlivé listy. Pozor na pH vody.	Proložit každých 5 cm a balit do krabic nebo přepravek.	Sušit vzduchem nebo vymrazit.

Typ materiálu	Priority	Manipulace	Metody balení	Metody sušení
Barevné fotografie				
Dye transfer prints	Zabalit proti poškození – možnost záchrany je malá.	Nedotýkat se emulze.	Přepravovat v horizontální poloze.	Sušit vzduchem, obrazem nahoru.
Chromogenic prints a negativy	Zmrazit nebo usušit během 48 hodin.	Nedotýkat se pojiv holýma rukama.	Balit do plastových sáčků do krabic.	Pořadí preferencí: 1. Sušit vzduchem. 2. Nechat rozmrazit a sušit vzduchem. 3. Vymrazování. Nesušit vakuově!
Historické fotografie s ochranným obalem				
Ambrotypie Panotypie	Možnost záchrany je malá. Okamžitě vysušit (do 24 hodin).	Zacházet opatrně. Velmi křehké!	Horizontálně do vyložených přepravek.	Sušit vzduchem obrazem nahoru. Nemrazit!
Daguerrotypie	Okamžitě vysušit (do 24 hodin).	Zacházet opatrně. Velmi křehké!	Horizontálně do vyložených přepravek.	Sušit vzduchem lícem nahoru. Nemrazit!
Ferotypie	Okamžitě vysušit (do 24 hodin).	Zacházet opatrně. Velmi křehké!	Horizontálně.	Sušit vzduchem Nemrazit!
Negativy				
Mokré kolodiové skleněné desky	Možnost záchrany je malá. Okamžitě vysušit (do 24 hodin).	Zacházet opatrně. Velmi křehké!	Horizontálně do vyložených přepravek.	Sušit vzduchem lícem nahoru. Nemrazit!
Želatinové suché desky skleněných negativů	Zmrazit nebo usušit během 24 hodin.	Opatrné zacházení – sklo!	Uchovat v mokrém stavu. Balit do plastových sáčků, vertikálně do vyložených kontejnerů.	Sušit vzduchem, nechat rozmrazit a sušit vzduchem, vymrazování.
Poškozené nitráty	Okamžitě zmrazit nebo vysušit. Možnost záchrany je nízká.		Horizontálně.	Sušit vzduchem, nechat rozmrazit a sušit vzduchem.
Poškozené acetáty	Okamžitě zmrazit nebo vysušit. Možnost záchrany je nízká.	Opatrná manipulace! Botná emulze.	Horizontálně.	
Polyesterové filmy, nitráty a acetáty v dobrém stavu	Zmrazit nebo vysušit do 48 hodin.	Nedotýkat se emulze holýma rukama.	Udržovat v mokrém stavu. Balit do malých plastových sáčků do krabic.	Pořadí preferencí: 1. Sušení vzduchem. 2. Nechat rozmrazit a sušit vzduchem. 3. Vymrazování Nesušit vakuově!

Typ materiálu	Priority	Manipulace	Metody balení	Metody sušení
Transparentní				
Diapozitivy, stříbrnoželatinové	Zmrazit nebo vysušit do 48 hodin.	Opatrná manipulace! Uvolnit vazbu a sklo.	Vertikálně ve vyložených kontejnerech.	Sušit vzduchem nebo nechat rozmrazit a sušit vzduchem.
Barevné (většinou skleněné) Autochrom, Agfacolor, Dufaycolor	Zabalit jako prevence poškození – možnost záchrany je malá. Okamžitě vysušit.	Opatrná manipulace! Uvolnit vazbu a sklo.	Horizontálně do vyložených kontejnerů.	Sušit vzduchem. Nikdy nezmrazit.
Kinematografické filmy				
	Vyprat a usušit během 72 hodin.		Udržovat v mokrém stavu. Balit do plastových kbelíků nebo lepenkových krabic vyložených plastovými sáčky	Promýt a usušit (průmyslové zařízení).
Mikroformy				
Mikrofilmové svitky	Promýt a usušit během 72 hodin.	Neoddělovat od krabic.	Udržovat v mokrém stavu, balit po 5 kusech do lepenkových krabic vyložených plastovými sáčky.	Promýt a usušit (průmyslové zařízení).
Diazo a vezikulární mikrofiše	Zmrazit nebo usušit během 48 hodin.	Před sušením vyjmout z papírových obalů, obaly uchovat.	Prokládat a balit do plastových přepravek nebo lepenkových krabic.	Sušit vzduchem nebo zmrazit, nechat rozmrazit a sušit vzduchem.

PŘÍLOHA III

Volné sušení knižního a listinného materiálu na vzduchu

Potřebné vybavení:
Stoly, ventilátory, papírové ručníky, nepotištěný novinový papír, savý papír, voskový papír, nylonová šňůra, prodlužovací šňůra, misky, láhve s vodou, polyesterové textilie, lepenky, prkénka, váhy, umělohmotné kolíčky na prádlo.

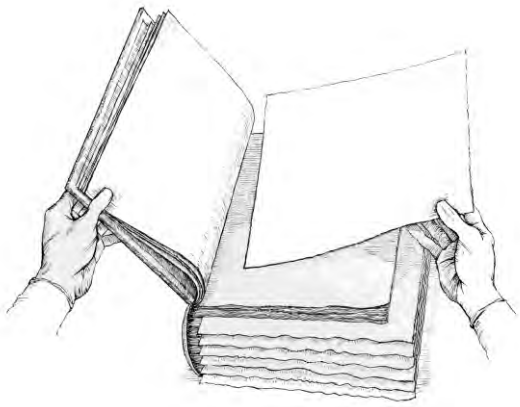
- Zaměstnanci i dobrovolníci, provádějící tuto práci, musí být dostatečně vyškolení pro tento druh činnosti.
- Pracovní prostor by měl být na klidném místě, aby pracovníci nebyli stresováni dalšími záchrannými akcemi.
- Pracovní prostor musí být čistý a suchý s co nejnižší relativní vlhkostí a teplotou a dobrou cirkulací vzduchu. Pohyb vzduchu urychluje sušení a zabraňuje nebo alespoň zpomaluje růst plísní.
- Pokud se pracuje venku, je třeba pamatovat, že příliš dlouhé vystavení slunečnímu záření může mít negativní vliv na veškerý materiál.

Postup

Vázané svazky
S namočenými knihami je nutné manipulovat co nejméně a velmi opatrně. Knihy, které byly ponořeny ve vodě se musí nejprve nechat okapat a trochu proschnout za průběžného vyměňování podkladového papíru. Přebytek vody lze odstranit mírným tlakem na zavřenou knihu s pomocí savých papíru a prkénka.

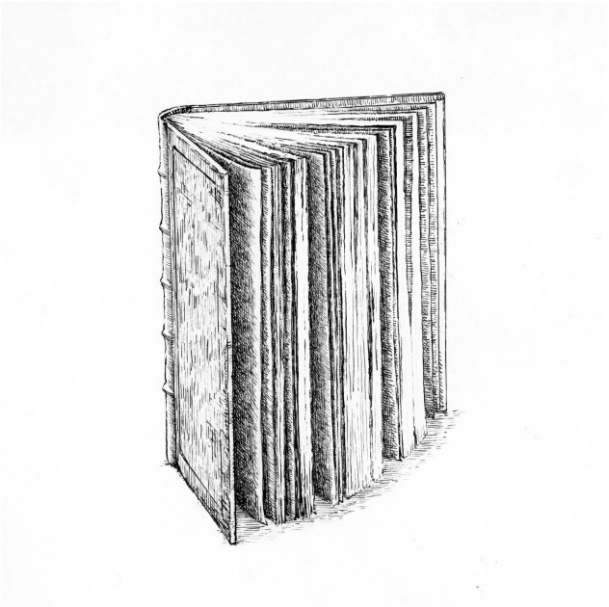
Obr. 1 Odstranění přebytku vody. (Kresba B. Bartl.)

Doba schnutí se zkrátí, proloží-li se jednotlivé listy čistým papírem s dobrými savými vlastnostmi (např. novinový papír bez tisku, filtrační papír), který se vyměňuje dle potřeby. Ve Florencii se velmi osvědčilo používání papírových ručníků. Prokládá se zhruba každá 20.–50. stránka a vkládaný papír by měl mít o trochu větší formát než kniha. Při výměně papíru nasáklého vodou se proloží zase jiné stránky. Při výměně papíru je vhodné knihy obrátit, aby se omezilo prohýbání vazby. Při vkládání papíru nesmí dojít k poškození vazby, proto se svazek může zvětšit maximálně o jednu třetinu původní tloušťky. Prokládání savým papírem se ukončí, když se papír nelepí ke stránkám knihy a ve svislé poloze z knihy vypadává.



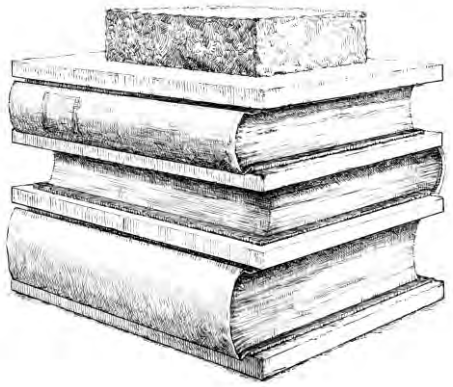
Obr. 2 Prokládání knihy savým papírem. (Kresba B. Bartl.)

Knihy se potom rozevřou do vějíře, aby mezi listy papíru mohl proudit vzduch. Hřbet a povrch knih vysychá déle, protože většinou absorbuje velké množství vody.



Obr. 3 Rozložení knih do vějíře. (Kresba B. Bartl.)

Pokud mají knihy jenom slabě mokré rohy, mohou se sušit pootevřené v proudu vzduchu. Aby se předešlo deformaci rohů, knihy se před úplným vysušením položí a zatěžkají.

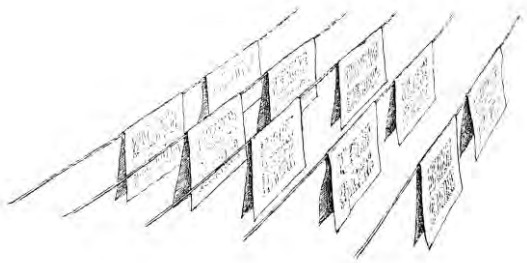


Obr. 4 Zatěžkávání knih s mokrými rohy. (Kresba B. Bartl.)

Při klimatizovaných podmínkách prostor (relativní vlhkost 25–35 %, teplota 10–15 °C) lze knihy s mokrými rohy dobře vysušit přibližně za 2 týdny bez použití prokladů. Nelze tak sušit křídový papír.
Knihy s měkkou nebo brožovanou vazbou mají být také postavené na výšku, avšak potřebují obvykle oporu (musí být použit nerezavějící materiál). Během vysoušení je třeba knihy překlápět.

Když jsou knihy suché a na omak studené, zavřou se a položí. Opatrně se vytvarují do původního stavu a lehce se zatíží. **Není dovoleno vršit knihy na sebe do stohu.**

Nepříliš mokré knihy lze sušit i zavěšené na těsně vedle sebe napnutých šňůrách. Tato metoda je vhodná pro sušení brožur, takto se předejde deformacím hřbetu. Nikdy se nevěší knihy, které jsou mokré, protože by mohlo dojít k poškození složek vlastní vahou.

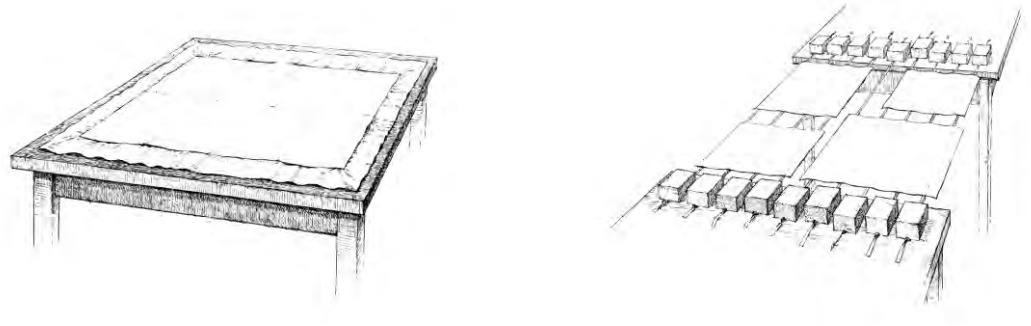


Obr. 5 Věšení papíru na šňůry. (Kresba B. Bartl.)

Aktový materiál
Stoh jednotlivých listů papíru se prokládá čistými suchými archy savého papíru. Každé čtyři hodiny se vyměňují. Po usušení se aktový materiál roztřídí a uloží do nových obálek a krabic.

Pokud je k dispozici dostatečně velký prostor, je možné použít následující způsob, kdy se opatrně oddělují jednotlivé dokumenty jeden po druhém a umísťují se mezi savé papíry:
Navlhčený arch polyesterové fólie (tloušťka 3–5 mm) se položí na vrchol mokrého stohu papíru. Na fólii se slabě přitlačí a opatrně se začne zvedat roh fólie za pomocí kostky nebo špachtle a současně se odděluje list papíru z mokré hromady. Fólie se zvedne s jedním nebo více archy papíru. Pokud se oddělí více archů papíru, polyesterová fólie se položí na čistý rovný povrch a k oddělení listů papíru se použije další fólie. Mokré listy papíru se vkládají mezi suché čisté savé papíry. Daný způsob oddělování papíru list po listu vyžaduje opatrnost a jemnou manipulací s pomocnou polyesterovou fólií.
Pokud je dostatek prostoru, času a vhodného vybavení, lze jednotliviny sušit list po listu zavěšené na šňůrách a upevněné umělohmotnými kolíčky na prádlo.

Velkoplošné formáty, např. plány a mapy se suší po malých vrstvách na stolech nebo rovných podlahách, kam se položí savé papíry např. nepotištěný novinový papír, papírové ručníky, jiný savý papír.



Obr. 6 Sušení velkoplošných formátů. (Kresba B. Bartl.)

Sušení knih s natíraným (křídovým) papírem vzduchem je možné jen tehdy, jsou-li všechny mokré stránky proloženy prokladovým papírem a suší se stránka po stránce. Protože je tento způsob příliš pracný, je větší množství tohoto materiálu lépe stabilizovat mrazením.

Během sušení je nutno průběžně kontrolovat výskyt plísní! Je vhodná spolupráce s hygienikem (mikrobiologem).

Manipulace s knižním a listinným materiálem po požáru (kouř, saze a poškození zuhelnatěním)

Poškození ohněm je v převážné míře ireverzibilní, ale je možné odstranit z některých povrchů archiválií saze a zuhelnatěliny. Papír musí být suchý a v dobrém fyzickém stavu. U vzácných a cenných svazků je nutná konzultace s restaurátorem.

- Odstranění sazí z papíru lze provést pomocí suché chemické houby zhotovené převážně z latexu. Povrch papíru se nesmí příliš dřít, aby nedošlo k jeho poškození. Je vhodné si předem odzkoušet, jaké má čištěný papír vlastnosti. Chemické houby jsou vhodné pro rychlé očištění, ale bohužel zanechávají reziduální film a zápach. Při jejich používání se vytváří značné množství žmolkovité hmoty se sazemi, která se odstraní štětci případně vysavačem.
- Gumování a suché čištění. Použití PVC gum typu purusu je vhodné i na ořízky. Knihy musí být čištěny zavřené, aby se saze nedostaly do knižního bloku. K odstranění gumových zbytků se používají malířské štětce.

PŘÍLOHA IV

Postupy záchrany pergamenu a pečetí v případě poškození vodou

Pergamenové listiny poškozené vodou

- Nikdy nesušit volně!
- Kontaktovat restaurátory pergamenových památek.
- Pokud restaurátor může udělat první opatření vyjme pergamen z vody, očistí ponorem v lázni etylalkohol-voda (3:1) nebo isopropylalkohol-voda (4:1) a rovná za mírného tlaku (vypínáním nebo měkkým zalisováním mezi filtračními papíry a dřevěnými deskami) a necháme dlouhou dobu rovnat. Nelisovat v lisu.
- Pokud není možné restaurovat ihned, necháme je zmrazit.

Pečetě poškozené vodou

- Dezinfekce nebo umytí benátským mýdlem a destilovanou vodou.
- Očištění destilovanou vodou, vysušení.
- Ochranný obal na pečeť, případné fragmenty přiložit do obálky a popsat.
- Uložit a předat k restaurování.

Třísločiněné usně poškozené vodou

- Zmrazit nebo sušit pod zatížením, nesušit volně.
- Pro sušení oddělit desky od bloku.
- Možné vysoušecí metody – vakuová balička, lyofilizace.
- Očištění pěnou neionogenního tenzidu (Alvol OMK).
- Dezinfekce podle potřeby.
- Restaurování – mohou být využity zkušenosti z restaurování archeologických usní.
- Kondicionace, případně mírné dotukování.

Postupy záchrany pergamenu a pečetí v případě poškození teplem a ohněm

Pergamenové listiny s pečetěmi poškozené teplem a ohněm

- Přinést do místa s normální teplotou a vlhkostí.
- Zvyšovat relativní vlhkost prostředí, klimatizovat na 50 % relativní vlhkosti a 18 ºC.
- Předat k restaurování, opatrně manipulovat (mohou být velmi křehké), změřit teplotu smrštění a případně restaurovat.

PŘÍLOHA V

Postupy záchrany fotografického materiálu poškozeného vodou

Fotografický materiál se **ještě mokrý** musí rozdělit, roztřídit a vyčistit. Pak se teprve suší. Pokud již uschne, dojde většinou ke slepení jednotlivých fotografií, filmů atd. a naděje na jejich rozdělení je malá či žádná. Když se naopak fotografický materiál nechá dlouho v mokrém stavu, dochází k nevratnému poškození emulzní vrstvy a po vysušení se stává křehkým.
Proto je třeba fotografický materiál separovat a vyčistit co nejrychleji. Prioritu při záchraně mají kolodiové fotografie a daguerrotypy.

Pokud není možné vysušit namočený materiál vzhledem k jeho velkému množství, musí se stabilizovat zmrazením (vyjma historických a kolodiových fotografií). Tento citlivý materiál je nutné před zmrazením nejprve zbavit bláta a dalších nečistot promytím v čisté studené vodě. Vyčištěný materiál se balí do polyetylénových pytlů a pevně se uzavře. Vhodné je použít proklady voskovým papírem, aby se zabránilo slepení při dalších zásazích v budoucnosti.

Obecný postup záchrany

- Uložit fotografický materiál do zásobní nádoby s čistou pitnou vodou. Teplotu co nejvíce snížit podle možností např. přídavkem ledu nebo umístěním do ledničky. Zabrání se naměkčení emulzní vrstvy. Chlór přítomný ve vodě brání růstu mikroorganismů, proto není nutné ve většině případů přidávat dezinfekční prostředky.
- Oddělit část fotografického materiálu ze zásobní nádoby a ponořit ji do čisté vody. Jemně oddělit filmy od fotografií a od obalového materiálu. Nepoužívat sílu, protože může dojít ještě k dalšímu poškození. Rozdělit jen jak je možné, ponořit znovu do vody a rozdělovat jinou dávku. Střídavě lze rozlepovat více dávek. Pokud není jiná možnost a rozlepení je násilné, je nutno počítat s poškozením.
- V další fázi je třeba materiál vyprat, a tak odstranit naplavené nečistoty. Rovněž se oddělí zbytky potrhaných fotografií či obalů.
- Nevyhazovat obaly, pokud obsahují identifikační údaje.

Jednotlivé materiály

Mikrofilm a zvukový film – vyprat a vysušit během 72 hodin.

- Otřít povrch krabičky, ve které je film uložen, před jejím otevřením. Krabičky, i když jsou vlhké, mohou obsahovat suchý film a měly by být separovány od vlhkého materiálu.
- Nevyjímat vlhký mikrofilm z krabiček, udržovat kartony pohromadě gumovými pásky, aby se nerozpadly.
- Vlhký mikrofilm navinutý na plastovou cívku a uložený v mikrofilmovém trezorku je vhodné naplnit vodou až do dalšího zpracování. Mokrý film s kontejnerem zabalit do plastového pytle.

Vlastní sušení

Potřebné vybavení

Savý papír, destilovaná voda, fény (ventilátory), plastové misky, nůžky, šňůra na prádlo, nerezové klipsy, bublinková folie, roztok Kodak Photo Flo, měkké štětce, plastové pytle, houby, odvlhčovače.

Postup

Vyprání a vysušení filmového materiálu patří do rukou specialistů.
Filmy se suší zavěšené na prádelní šňůře v bezprašném prostředí.

Mikrofiše – zmrazit nebo vysušit během 72 hodin.

- Nepřemísťovat mikrofiše pokud sušící pracoviště není připraveno.
- Jestliže mikrofiše nemohou být bezprostředně vysušeny na vzduchu, je nutné je uchovávat ve vlhkém stavu uvnitř kontejneru zabalené do plastového obalu až do doby zmražení.

Vlastní sušení

Potřebné vybavení

Savý papír, destilovaná voda, fény (ventilátory), plastové misky, nůžky, šňůra na prádlo, nerezové klipsy, bublinková folie, roztok Kodak Photo Flo, měkké štětce, plastové pytle, houby, odvlhčovače.

Postup

Mikrofiše vyjmout z papírových obalů. Obaly zachovat, aby se zachovaly na nich napsané informace. Ty lze pak přenést na nové obaly, do kterých budou mikrofiše opět uloženy.

Nejlepší způsob sušení mikrofiší je jejich zavěšení na prádelní šňůru pomocí nerezových klipsů.

Mikrofiše lze sušit lyofilizací, i když obecně tato metoda není pro fotografické materiály doporučována.

Pozitivy a negativy

První manipulace s materiálem

- Udržovat positivy i negativy v nádobách naplněných studenou pitnou vodou až do doby vysušení na vzduchu nebo zmražení. Jestliže budou sušeny dohromady, slepí se, proto se musí být udržovány vlhké až do vysušení, zabalené do plastového pytle nebo krabic zabalených do plastových pytlů.
- Opatrně vyjmout positivy a negativy z jejich obálek a zachovat veškeré informace na nich ještě čitelné.
- Nedotýkat se emulze, negativy a pozitivy pokládat buď na hrany, nebo pokládat emulzí vždy nahoru.
- Zabezpečit čistou pracovní plochu.

Fotografie v ochranném obalu

- Opatrně otevřít rám a fotografii uložit na savý papír fotografickou emulzí nahoru.
- Nepokoušet se rozebírat komponenty, odstraňovat úlomky nebo promývat fotografie.

- Jestliže fotografie má vodu nebo úlomky zachycené uvnitř obalu, kontaktujte specialistu pro další ošetření.

Postupy promývání a sušení

Potřebné zařízení a materiály

Plastové podnosy, studená voda, prádelní šňůry, prádelní nebo fotografické klipsy, měkké štětce se štětinami, roztok Kodak Photo Flo, netkaná textilie a čistící fotografický savý papír.

Promývání fotografického materiálu

Černobílé fotografie

- Vložit fotografie do fotografické misky se studenou vodu (15–20 °C), pohybovat miskou pro zvýšení čistící účinnosti, několikrát vyměnit vodu. Po 15 minutách vylít vodu a fotografii usušit na vzduchu.
- Pro poškozené fotografie a fotografie nalepené na kartonu je vhodné čas zkrátit.
- Teplota vody by se neměla náhle měnit, aby emulzní vrstva nepopraskala.

Barevné fotografie

- Použít stejný postup jako pro černobílé fotografie, doba promývání je zkrácená na 10 minut. Obdobně tak je nutné zkrátit čas promývání pro poškozené fotografie.

Halogenidostříbrné negativy (skleněné a filmy)

- Namočit do čisté studené vody (15–20 °C) na 30 minut.
- Teplota vody by se neměla náhle měnit, aby emulzní vrstva nepopraskala.
- Jestliže jsou na povrchu ulpělé částečky nečistot, promývat 10–15 minut za současného mechanického čištění měkkým štětcem pod vodou, potom pokračovat v promývání dalších 15 minut.
- Propláchnout roztokem Kodak Photo Flo (8 gramů na 3,8 litru vody).

Kolodiové skleněné negativy – nepromývat vodou nebo vystavovat další vlhkosti, jestliže zůstane nějaký obrázek okamžitě sušit vzduchem, emulzí nahoru

Kodakchromové diapozitivy – promýt a postupovat stejně jako u halogenidostříbrných negativů.

Ektachromové diapozitivy – promýt a postupovat stejně jako u halogenidostříbrných negativů s vynecháním použití roztoku Kodak Photo Flo, potom vysušit. Konzultovat s odborníkem.

Barevné negativy – promýt a postupovat stejně jako u halogenidostříbrných negativů s vynecháním použití roztoku Kodak Photo Flo, potom vysušit. Konzultovat s odborníkem.

Poznámka

Roztok Kodak Photo-Flo usnadňuje čištění a vylepšuje průběh sušení.

Sušení fotografického materiálu

Priority použití metod:

- sušení vzduchem,
- zmrazit/roztát a sušit vzduchem,
- lyofilizace.

Nepoužívat termické vakuové sušení nebo prosté vymražovaní!

Požadovaná doba pro usušení:

- Do 24 hodin
  1. Ambrotypie, daguerrotypie, tintypie, halogenidostříbrné želatinové negativy na skle, mokré kolodiové negativy na skle.

- Do 48 hodin
  2. Barevné fotografie a filmy, halogenidostříbrné želatinové pozitivy a negativy.
  3. Albuminové positivy a solené papírové positivy. Kyanotypie v alkalické záplavové vodě musí být usušeny co nejrychleji, v kyselé záplavové vodě přestává být prioritou. Konzervátor by měl změřit pH vody.

Pozitivy a filmy

Filmy – pověsit na prádelní šňůru při pokojové teplotě v neprašném prostředí. Položit skleněné negativy a positivy emulzní vrstvou nahoru na savý čistý papír.

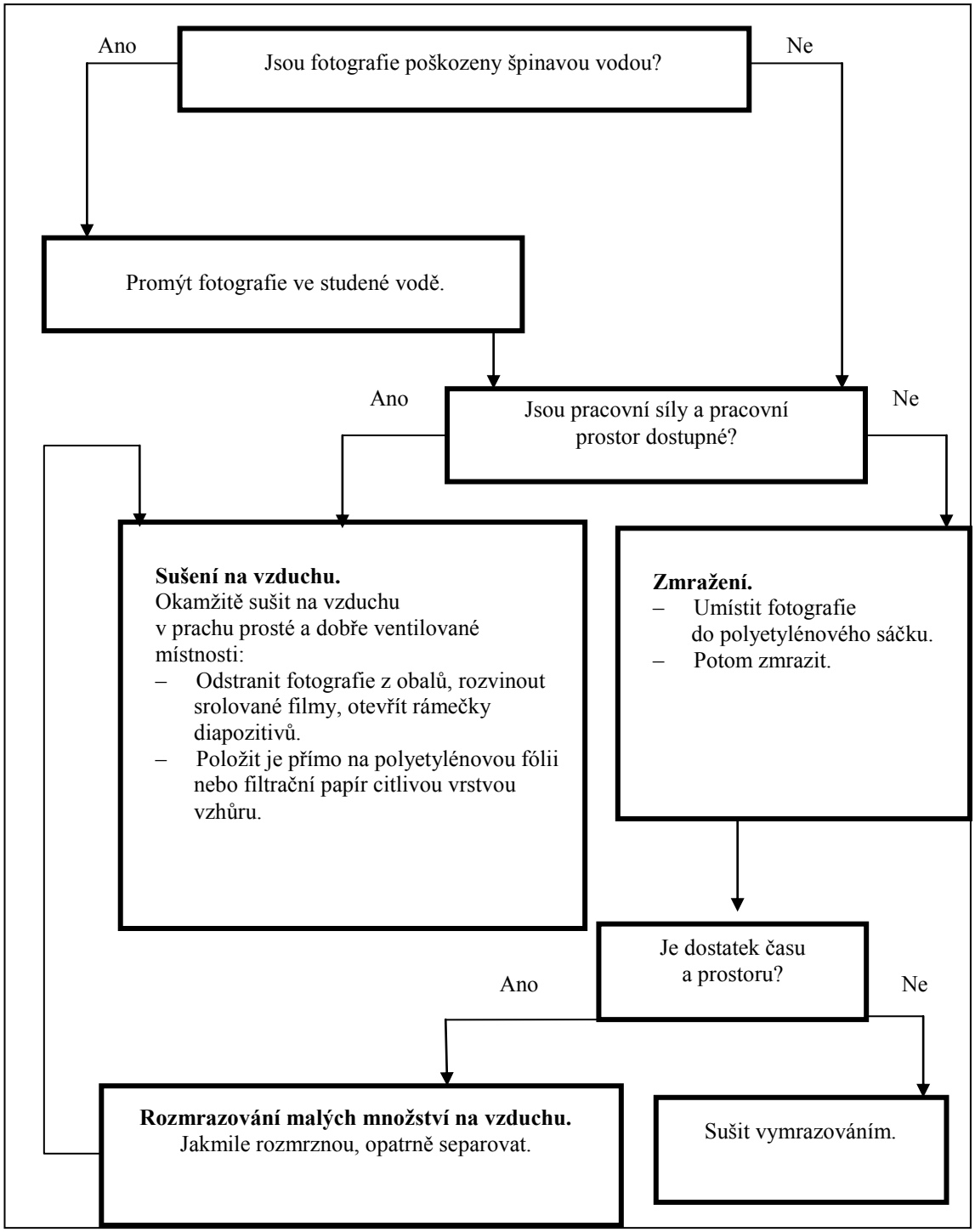
Volné fotografie – usušit volně na vzduchu položené na savém papíru emulzní stranou nahoru.

Fotoalba – sušit vzduchem, proložit jednotlivé strany alba savým papírem, který je překryt netkanou textilií. Savé papíry vyměňovat, jsou-li vlhké. Jestliže vazba alba je neporušená nebo může-li být album rozvázáno, je možné sušit na vzduchu jednotlivé listy i s fotografiemi. Aby se sušící proces urychlil, je možné listy oboustranně obložit savým papírem pokrytým netkanou textilií. Jestliže se album nemůže sušit okamžitě, zabalit do plastového pytle a zmrazit. Zmražené dokumenty se později nechají roztát a vysuší se vzduchem.

V místnostech sušení se udržuje pohyb vzduchu ventilátory, které jsou nasměrovány do prostoru a nikoliv na dokumenty. Relativní vlhkost vzduchu by měla být udržována odvlhčovači pod 50 %.

Jestliže sušení vzduchem není možné (rozpustnost sušených dokumentů, vysoký stupeň poškození) doporučuje se použít lyofilizaci.

Rozhodovací schéma záchrany fotografií po povodni



PŘÍLOHA VI

Postupy záchrany magnetických a optických médií zasažených vodou

Potřebné vybavení:
Stoly, ventilátory, odvlhčovač, roštové sušáky, plastové nádoby (fotografické misky), nůžky, měkké štětce, umělohmotné kolíčky na prádlo, šňůra na prádlo, mycí houby, „bublinková“ polyetylénová fólie, plastové pytle (či sáčky), savý papír, měkké tkaniny, polyesterové textilie, roztok Kodak Foto Flo, detilovaná voda.

Důležité!
Je třeba zajistit, aby ochranný obal, v němž je médium uloženo a který obsahuje štítek se základními údaji o obsahu zaznamenaných informací, byl po celou dobu záchranných prací pohromadě s médiem.
U silně poškozených ochranných obalů, které není možné zachránit, je třeba před jejich likvidací zajistit přepsání základních údajů nebo přímo strhnutí štítku s těmito údaji z obalu a přiložení k zachraňovanému médiu.
Pokud jde o ochranný obal z papíru nebo lepenky, je třeba zajistit vysušení do 48 hodin (jinak hrozí nebezpečí plísňové kontaminace).

Magnetofonové pásky, magnetofonové kazety, videokazety a páskové magnetické paměti

Bezprostřední opatření po zasažení
Při výraznějším znečištění opláchnout povrch kotouče pásky a cívky čistou vodou.
Neprodleně přikročit k zabalení a přípravě k transportu.

Balení a příprava k transportu
Mokré pásky se balí do plastových obalů a s nimi svisle do pevných plastových či lepenkových krabic tak, aby nemohlo dojít k deformaci a poškození cívek.

Příprava na sušení
Poškození vodou a znečištění bývá často omezeno pouze na vnější vrstvy navinuté pásky, proto by se páska neměla zbytečně z kotouče odvíjet nebo zcela z cívky odstraňovat. V těchto případech stačí opláchnout zasažená místa demineralizovanou, případně destilovanou vodou.
Okraje pásky a cívku je možné následně otřít měkkou „bezprašnou“ tkaninou.
V případě výraznějšího znečištění cívky lze kotouč pásky z cívky vyjmout a cívku umýt roztokem vhodného detergentu ve vodě nebo poškozenou či znečištěnou cívku nahradit zcela novou.

Vlastní sušení
Kotouč magnetické pásky se suší buď vertikálně, nebo leží na listech savého papíru. Vysoušení lze urychlit výraznějším proudění vzduchu za použití ventilátoru, který však nesmí být namířen přímo na vysoušené pásky. Zároveň je doporučeno využít

přenosného odvlhčovače. Má být zajištěno, aby pokles relativní vlhkosti byl pouze pozvolný a její hodnoty nikdy nepřesáhly 50 %.
Doba do vysušení by neměla přesáhnout 72 hodin.

Možnosti následných konzervačních zásahů
Po vysušení mohou být magnetické pásky dále čištěny, případně duplikovány.

Záchrana pásků umístěných v kazetách
Pakliže byl zasažen pouze vnější povrch kazety, stačí její usušení na listech savého papíru.
Pronikne-li voda i dovnitř kazety nebo byla-li kazeta poškozena, je nutné její rozebrání, vyjmutí pásku (jeho postup sušení je uveden výše), opláchnutí a sušení na vzduchu.
Extrémně znečištěné či poškozené kazety je třeba vyměnit.

Poznámka
Po jakékoliv práci není dobré se dotýkat povrchu pásek holýma rukama.

Variantní řešení záchrany
Znečištěné pásky je možné nechat proběhnout zařízením na čištění pásků. Je však nezbytné neustále sledovat stav povrchové aktivní vrstvy a proces čištění okamžitě přerušit při jejím patrném poškození (vrstva začíná tzv. „línat“ nebo se tzv. „sype“).
Při výraznějším zasažení vodou je zpravidla nutné pásku z cívky vyjmout, navinout na válcový buben nebo jinou podpěru (nejlépe z plastu), propláchnout v čisté vlažné vodě a vysušit volně na vzduchu. Po vysušení je třeba pásku navinout zpět a urychleně zkopírovat. (Pokud by se páska nevysušila, hrozilo by její slepení!)
Je také možné *sušení* pásek *za sníženého tlaku* (vacuum drying), v tomto případě ovšem bez následného zvýšení teploty uvnitř komory.

Pružné počítačové disky (diskety)

Bezprostřední opatření po zasažení
Jsou-li informace zálohovány na jiném bezpečném a povodní nepostiženém místě, doporučuje se zvážit, zda vůbec usilovat o jejich bezprostřední záchranu a zda poškozená média předem neurčit ke skartaci.
Není-li tomu tak, odstranit s povrchu disket výraznější znečištění opláchnutím v čisté vodě a přikročit neprodleně k zabalení a přípravě k transportu.

Balení a příprava k transportu
Diskety se ukládají svisle do plastových nádob nebo obalů se studenou destilovanou vodou, a to tak, aby nebyly příliš natěsnány.
Ve vodě by neměly zůstat déle jak 72 hodin. (Jinak může dojít ke nevratnému poškození záznamové vrstvy.)

5,25" disketa

Příprava na sušení
Měkký obal diskety je doporučeno při okrajích rozstřihnout a kotouč diskety z něj opatrně vyjmout a několikrát vykoupat v demineralizované, případně v destilované vodě, aby se odstranily všechny viditelné nečistoty.

Vlastní sušení
Vysušení disketového kotouče se provádí pomocí jemného hadříku.

Možnosti následných konzervačních zásahů
Vysušený disketový kotouč se poté vloží do čistého prázdného obalu, získaného vyjmutím nepoškozené disketového kotouče (tento obal je využitelný pro 5–10 vysušených disketových kotoučů) a s ním do disketové mechaniky osobního počítače a provede se pokus o překopírování dat.
Pokud je takové překopírování úspěšné, doporučuje se vodou poškozené disketové kotouče zlikvidovat. V opačném případě lze pokus o získán informací přenechat odborníkům v oblasti výpočetní techniky.

3,5" disketa

Postup při záchraně zaznamenaných dat lze předpokládat stejný, jako u 5,25" diskety. Vzhledem k jinému typu plastového obalu se však ne zcela vždy doporučuje vyjímat disketové kotouče z obalu vlastními silami a tuto operaci včetně překopírování dat je vhodné raději přenechat odborníkům v oblasti výpočetní techniky.
V tomto případě je diskety na vytipované pracoviště odeslat urychleně, a to výhradně mokré, zabalené do plastového obalu.

Poznámky
Po jakékoliv práci není dobré se dotýkat povrchu disketových kotoučů holýma rukama.

Variantní řešení záchrany
Hrozí-li nebezpečí, že se nepodaří vyjmout ve vodě umístěné diskety do stanovených 72 hodin, doporučuje se mokré diskety umístit do plastových pytlů a nechat zamrazit do doby, než bude možné přikročit k jejich vysušení a záchraně dat.

Kompaktní disky

Bezprostřední opatření po zasažení
Při výraznějším znečištění opláchnout kompaktní disky čistou vodou.
V každém případě neprodleně přikročit k zabalení a přípravě k transportu.

Balení a příprava k transportu
Kompaktní disky se vkládají svisle do plastových nebo lepenkových krabic a vždy tak, aby byly tlumeny nárazy během celého transportu.

Příprava na sušení
Pakliže je na povrchu kompaktního disku patrné zašpinění, je doporučeno opláchnutí 10% roztokem Kodak Photo Flo v destilované vodě.

Vlastní sušení
Sušení se provádí volně na vzduchu za proudění vzduchu.
Zbylá drobná znečištění povrchu, například kapénky, jsou odstranitelná destilovanou vodou a propylalkoholem za použití speciálních měkkých bezprašných tkanin.
Veškeré čištění a vysušování se má provádět výhradně směrem od středu ven. (Nikoli krouživými pohyby kolem osy disku!)

Vysušené kompaktní disky je dobré vložit do náhradních ochranných obalů, případně je pokládat na sebe s proklady, tvořené polyesterovou textilií.

Možnosti následných konzervačních zásahů

Po vysušení je vhodné provést příslušným přístrojem měření analogových a digitálních vlastností kompaktních disků a v případě neupokojivých výsledků ihned přikročit k jejich překopírování.

Poznámky

Při jakékoliv práci není dobré se dotýkat povrchu kompaktních disků holýma rukama. Zároveň je nezbytné vystříhat se veškerého mechanického poškození či poškrábání citlivé vrstvy diskového kotouče.

Manipulace s magnetickými a optickými médii po požáru

Informace zaznamenané na médiích poškozených ohněm jsou často nevratně ztraceny. Je to způsobeno výrazným zdeformováním nosiče, cívek nebo kazet, které již nemohou být vloženy do odpovídajících čtecích zařízení. Svůj vliv mají rovněž kouřové zplodiny, saze a prach, které ulpí na povrchu médií, poškodí jejich citlivou vrstvu a znemožní tak kvalitní reprodukci.

Snaha o záchranu zaznamenané informace spočívá v pokusu:

- záchranu nosiče (případně jeho vyjmutí z poškozené kazety),
- šetrné očistě
- a v urychleném překopírování.

Čím dřív k tomu dojde, tím je naděje na záchranu větší.

Magnetofonové pásky, magnetofonové kazety, videokazety a páskové magnetické kazety

Je-li kazeta v dobrém stavu, je možné pásku vyčistit, přehrát nebo překopírovat.

V případě, že je kazeta či cívka zdeformována nebo zničena, musí být páska převinuta na novou cívku, případně vložena do nové kazety a překopírována.

Kompaktní disky

Není-li disk viditelněji deformován, lze prach, špínu či saze ulpělé na jeho povrchu opatrně odstranit pomocí měkkého štětce. Přitom je třeba zabránit jakémukoliv poškrábání. Povrch disku může být následně opláchnut čistou, lépe však destilovanou vodou, vysušen pomocí speciálních měkkých bezprašných tkanin a podle potřeby i překopírován. Veškeré čištění a vysušování se má provádět výhradně směrem od středu ven. (Nikoli krouživými pohyby kolem osy disku!)

PŘÍLOHA VII

Plány jednotlivých podlaží

V těchto plánech je nutné vyznačit:

- Priority záchrany fondů.
- Umístění záchranného vybavení.
- Všechny východy.
- Hlavní uzávěry plynu.
- Hlavní uzávěry vody.
- Rozmístění vypínačů elektrického proudu.
- Umístění a typy hasicích přístrojů.
- Umístění skladu chemikálií a materiálů.
- Pozice chemických, restaurátorských a fotografických pracovišť včetně bomb se stlačeným plynem.

Plány musejí být k dispozici během záchranných operací.
Je nutné informovat záchranáře i hasiče, která oblast je z hlediska záchrany nejdůležitější.
Lokační plány ve smyslu Směrnice č. 2 MV ČSR ze dne 12. 2. 1975, Ústřední věstník ČSR č. 1/1974 jsou součástí protipožárních i poplachových směrnic.

PŘÍLOHA VIII

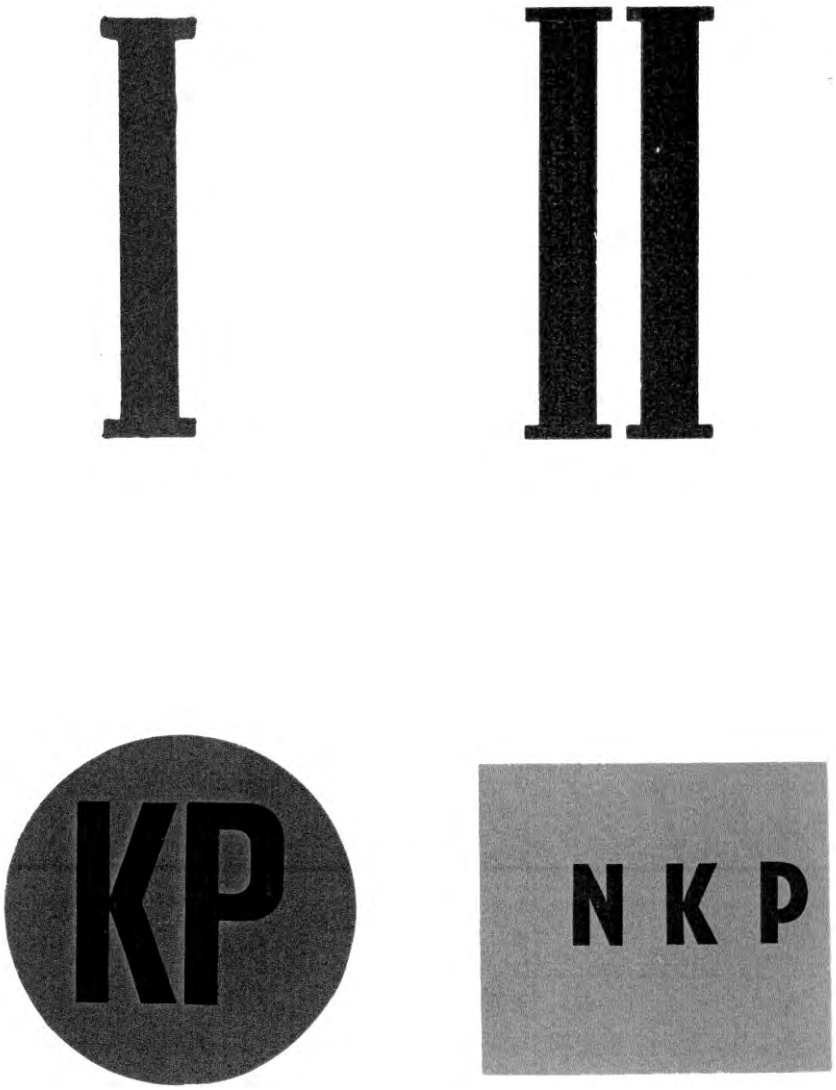
Kategorizace fondů z hlediska priorit záchrany

- Pořídit a aktualizovat seznamy archivních fondů a jejich rozmístění.
- Stanovit priority pro záchranu a restaurování poškozených fondů. Rozdělit sbírky podle vhodných úrovní priorit:
  Nejvyšší prioritu pro nejdůležitější archiválie, které by měly být zachráněny a zrestaurovány bez ohledu na náklady. Obvykle se jedná o jedinečné položky, kulturní a národně kulturní památky, ale může se jednat i o vzácné tisky a rukopisy. Do této kategorie se řadí i katalogy a důležité seznamy fondů.
  Střední prioritu pro archiválie, jejichž záchrana či restaurování je žádoucí.
  Nejnižší prioritu pro archiválie, které jsou cenné pro záchranu, ale které nestojí za opravu nebo které jsou přiměřeně odolné vůči poškození.

V případě potřeby podrobnějšího třídění dokumentů uvnitř jednotlivých kategorií je nutné přihlédnout ke:

- Kulturní a vědecké hodnotě dokumentů.
- Hodnotě jednotlivých ucelených fondů.
- Nezbytnosti fondů pro plnění základních funkcí organizace.
- Unikátnosti dokumentů.
- Současné finanční hodnotě jednotlivých vzácných dokumentů.
- Ke stavu zpracování – Evidenční a katalogizační záznamy (inventáře) nebo počítačové soubory, které umožňují přístup k fondům.
- Fondům, které lze snadno nahradit kopiemi.
- Pravděpodobnosti záchrany (např. knihy versus filmové materiály).
- Ohrožení kontaminací vodou nebo chemikáliemi.
- Je třeba vyznačit prioritní oblasti podle možnosti, např. je vhodné barevné kódové označení ploch mezi policemi/ příčkami na půdorysném lokačním plánu.

Poznámka
V archivech se kategorizace fondů řídí dosud platnou Směrnicí č. 2 MV ČSR ze dne 12. 2. 1975, Ústřední věstník ČSR č. 1/1974.



Obr. VIII.1 **Kategorizace archivních fondů – označení.**

PŘÍLOHA IX

Seznam telefonních čísel důležitých v případě havárie

- Krizový štáb oblasti (obce, kraje).
- Havárie plynu.
- Havárie vody.
- Havárie elektřiny.
- Policie a nejbližší policejní stanice se stálou službou (24 hodin denně).
- Místní správní úřad, případně Bezpečnostní rada kraje.
- Hasičský záchranný sbor (Operační a informační středisko HZS, IZS).
- Zdravotnická záchranná služba.
- Pojišťovna.
- Statik.
- Nejbližší hygienická stanice.

Členové krizového týmu

- Vedoucí a koordinátor záchranných prací.
- Správci fondů.
- Správce počítačové sítě.
- Konzervátoři.
- Zásobovači (osoby obeznámené s místními možnostmi zajišťování speciálních zařízení a materiálů nutných při záchraně).
- Správce budov.
- Chemik.
- Odborník na ochranu zdraví a bezpečnost práce.

Další důležité činnosti:
- Fotograf.
- auto s řidičem.

Telefonní seznam služeb pro případ nouze, které nejsou zajištěny v rámci instituce

- Instalatérské služby.
- Elektrikářské služby.
- Zámečnické služby.
- Zednické práce.
- Zasklívání oken.

PŘÍLOHA X

Seznam nezbytného vybavení pro případ havárie

Vytvoření skladu nezbytných pomůcek pro případ havárie je předpokladem účinného zásahu při řešení krizové situace. Vycházíme ze zkušeností a doporučení organizací, které již řešily krizové situace po povodních.

Umístění základního vybavení musí být účelné, proto je nutné vycházet z lokačních plánů každé organizace. Doporučení jsou následující:

- **Krabice s nutným vybavením (první pomoc) pro případ havárie** snadno přístupné pro všechny zaměstnance je vhodné umístit ve všech depozitních prostorách. Podle zkušeností je třeba, aby byly dostupné **prvních dvacet minut** po havárii. Je vhodné, aby byla nějaká souprava přístupná i z venku.
- **Ve vyčleněném skladu (pod uzávěrem)** je umístěno další vybavení včetně větších zařízení jako čerpadla, odvlhčovače, vysavače a větráky.

Je třeba provádět v pravidelných intervalech kontroly stavu vybavení a podle potřeby materiál doplňovat či obnovovat. Kontrolou znamená i vyzkoušet všechny přístroje, zda opravdu fungují. Podle zkušeností některých organizací je kontrola nutná i z toho důvodu, že může být některý materiál „vypůjčen“ pro jiné účely a již se ve skladu nedoplní. Proto se doporučuje vybavení zásadně nepůjčovat.

Úplný seznam pomůcek a zařízení

1. Ochranné oděvy

- Nepromokavé zástěry, pláště a kalhoty.
- Nepromokavé boty.
- Bílé bavlněné, chirurgické, gumové rukavice.
- Ochranné brýle.
- Ochranné helmy.
- Respirátory.
- Plynová maska.

2. Vybavení pro vstup do prostoru havárie

- Role polyetylénových fólií, různé tloušťky, i pro velkou zátěž.
- Polyetylenové plachty pro velkou zátěž nařezané podle výšky polic s přesahem asi 0,5 m.
- Lepicí pásky (izolepy).
- Izolační pásky pro vodovody.
- Kýble, mopy, hadry.
- Plastické nádoby na odpadky – pro umývání a ukládání materiálů.
- Nože, řezáky a nůžky.
- Signalizační světlo s náhradními bateriemi a žárovkami.
- Mobilní světelné zdroje.
- Tenké provázky.
- Sada základního nářadí: kladivo, šroubovák, kleště, páčidlo, sekyra.
- Lopaty.

3. Vybavení pro čištění a balení

- Polyetylénové sáčky různých rozměrů.
- Polyetylénové pytle.
- Polyetylénové sáčky se zipem.
- Bublinkové fólie.
- Papírové ručníky.
- Textilní ručníky.
- Savý papír formátů A3, A4 a A5 minimální množství 500 listů od každého formátu.
- Nepotištěné noviny formátů A3, A4 a A5 minimálně 3 000 kusů od každého formátu.
- Polyesterové netkané textilie na proklady.
- Pásky pro balení a páskovačka.
- Čisticí houby.
- Plastové kbelíky s těsnícím víkem.
- Smetáky.
- Nůžky.
- Měkké štětce.
- Hadice pro přívod vody .

4. Vybavení pro záznamy o škodách

- Tužky a vodou nesmazatelné popisovače pro označování krabic, popisovače na plasty a voskový papír.
- Křída.
- Poznámkové bloky.
- Psací podložky.
- Vodotěsné štítky k připevnění na přepravky.
- Samolepicí štítky.
- **Předtištěný formulář na seznam poškozených archiválií** (návod viz *níže*).

5. Informace pro záchranný tým pracovníků

- Jak zachraňovat a balit vodou poškozený materiál, pokyny pro zacházení s označenými nebo/a vzácnými fondy.
- Plány budovy zobrazující umístění fondů z hlediska priorit záchrany, uložení klíčů pro otevření depozitářů, rozmístění dveří a schodišť.
- Seznam pomůcek a zařízení a plány jejich umístění.
- Lékárnička první pomoci.

6. Další vybavení

- Dřevěné palety na stěhování materiálu.
- Umělohmotné přepravky nebo lepenkové krabice.
- Velké vozíky na převážení velkých knih, map, grafik apod.
- Prodlužovací šňůry.
- Ventilátory.
- Fény.
- Odvlhčovače.
- Psychrometry nebo termohygrografy.
- Vysavače pro mokré vysávání.
- Ponorná čerpadla.

7. Seznam adres a telefonních čísel společností, které mohou doručit tyto pomůcky a služby (seznam si musí vypracovat každá organizace sama podle krajového umístění)

- Mýdla, ručníky a dezinfekční přípravky pro záchranný tým.
- Zásobu destilované a/nebo čerstvé vody.
- Přenosné toalety.
- Zásobování jídlem.
- Kamera a filmový materiál pro záznam poškození.
- Generátory.
- Elektrická čerpadla pro odstranění vody včetně dostatečné délky hadice, aby se voda čerpala mimo budovu nebo do odpadu v budově.
- Mechanická ruční nebo nožní čerpadla.
- Mobilní telefony.
- Přenosné rádio na baterky.
- Ruční vozíky.
- Palety a paletové vozíky.
- Kladky a transportéry.
- Vysokozdvižné plošiny.
- Nářadí.

PŘÍLOHA XI

Telefonní seznam společností poskytujících následují služby

- Sušení fotografického materiálu.
- Zařízení pro vakuové sušení.
- Zařízení pro dezinfekci.
- Nájem stěhovacích vozů či mrazicích vozů.
- Zařízení pro mražení.
- Suchý led.

S těmito společnostmi by měly být předem uzavřeny smlouvy.

PŘÍLOHA XII

Návod pro přípravu formuláře poškozených archiválií

1. Základní údaje lokační

Depozitář.
Číslo regálu – paprsek.

2. Identifikace archiválie

Fond.
Kategorie.
Signatura.
Inventární číslo.
Název.

3. Typ archiválie

Aktový materiál.
Pergamenová listina.
Mapa.
Plán.
Kniha (vazba – useň, pergamen, textil, papír).
Fotografie.
Pečeť.

4. Typ poškození

Namočená (čistá, zablácená).
Částečně mokrá (čistá, zablácená).
Zasažená požárem (suchá, mokrá).

5. Transport

Číslo přepravní krabice (bedny, umělohmotné přepravky).
Místo určení.

PŘÍLOHA XIII

Operativní karta pro krizový plán

Operativní karta pro krizový plán, by měla být uložena v databázi operačního a informačního střediska IZS.

Shrnuje informace nutné k zásahu, včetně nejdůležitějších informací o objektu a instituci. Karta je předána veliteli zásahu před výjezdem. Optimální je formát A4.

1. Zařazení mezi objekty se zvláštní péčí (kategorie, symbol Modrý štít).
2. Identifikace (název, adresa, spojení, statutární zástupce, počet zaměstnanců).
3. Kontaktní osoba (spojení, osobní kód).
4. Charakteristika provozu.
5. Správce sítí.
6. Charakter deponovaného materiálu.
7. Charakteristika objektu (materiál, počet pater, další organizace sídlící v objektu).
8. Ovládání bezpečnostních systémů.
9. Umístění hlavních uzávěrů.
10. Krizová místa (tlakové láhve, chemikálie atd.).
11. Přístup k objektu (šířka minimálně 3,5 m) kvalita a nosnost komunikace.
12. Zdroj vody.
13. Situační plánek.

ℂ ZPRÁVY ZE SLUŽEBNÍCH CEST

1 ZPRÁVA ZE SLUŽEBNÍ CESTY DO ITÁLIE VE DNECH 22.–29. LISTOPADU 2002

PhMr. Bronislava Bacílková
Ing. Hana Paulusová

ZPRÁVA ZE SLUŽEBNÍ CESTY DO ITÁLIE
ve dnech 22.–29. listopadu 2002

Účel cesty: Návštěva restaurátorského pracoviště Státního archivu a Národní knihovny ve Florencii, kde mají velké zkušenosti se zpracováním archivních a knižních fondů zasažených povodní. Cílem návštěvy byla konzultace způsobu usušení a konzervace různých druhů papíru s ohledem na jejich specifika

Termín: 22.– 29. listopadu 2002

Účastníci: PhMr. Bronislava Bacílková – oddělení péče o fyzický stav fondů
Ing. Hana Paulusová – oddělení péče o fyzický stav fondů

Zprávu předkládají: PhMr. Bronislava Bacílková
Ing. Hana Paulusová
Státní ústřední archiv v Praze, Archivní 4, 149 01 Praha 4

Datum vyhotovení: 6. prosince 2002

Podpis ředitelky SÚA: PhDr. Eva Drašarová, CSc.

Zpráva

V souvislosti s řešením grantového úkolu *„Ochrana archivních materiálů před živelními pohromami v síti archivů České republiky“* byla pro tento rok plánovaná návštěva pracovišť, které mají zkušenosti se záchranou a ošetřením archivního materiálu po povodni. Potřeba konzultací se zkušenými restaurátory získala na aktuálnosti po srpnových povodních.

Florencii postihla povodeň po rozvodnění řeky Arno v roce 1966. Byly postiženy obě významné instituce – Státní archiv i Národní centrální knihovna a řada cenných rukopisů zmizela v nánosech bláta. Do Florencie se sjeli dobrovolníci z celého světa, aby pomohli se záchrannými pracemi. Byli to vesměs mladí lidé, kterým se říkalo „andělé bahna“. Současní restaurátoři v archivu i knihovně jsou již jejich následníky.

Státní archiv původně sídlil v paláci Uffizi a v roce 1989 přesídlil do nové budovy. Budova je rozdělena na dvě části – provozní a depotní. Je účelně uspořádána a nabízí běžné služby veřejnosti. Ředitelkou archivu je dr. Rosalia Manno Tolu, která nás srdečně přivítala a předala do péče vedoucímu restaurátorského oddělení dr. Pieru Marchimu. Restaurátorské pracoviště je umístěno v prostorné místnosti s galerií, kde bylo v minulosti zaměstnáno 20 restaurátorů. Dnes je jich méně (asi 10) z důvodu nedostatku finančních prostředků. Vybavení pracoviště je poměrně skromné.

Metody restaurování i konzervace jsou doporučovány z „Centro di fotoriproduzione legatoria e restauro degli archivi di stato“ v Římě. Toto centrum řídí dezinfekční a konzervátorské práce v jednotlivých archivech a vykonává rovněž odborný dohled. Doporučené metody jsou pro restaurátorská pracoviště závazné a nemělo tedy smysl o nich diskutovat.

V malé laboratoři se připravuje vodný roztok hydrogenuhličitanu vápenatého na odkyselování dokumentů. Původně používaný vodný roztok hydroxidu vápenatého pro odkyselení byl vyřazen, protože vysoká alkalita poškozovala železogalové inkousty. Překvapilo nás, že dokumenty zůstávají ponořené v roztoku po dobu až tří hodin. Konzervátoři tvrdí, že v kratším čase nedojde k úplnému odkyselení. Samozřejmě je pro volbu délky namočení rozhodující kvalita papíru. Zajímavé je, že písemné materiály archivu údajně nejsou příliš kyselé (pH ~ 5).

Se sušením zatopených dokumentů mají bohaté zkušenosti. Po povodni v roce 1966 nebylo známé zmrazování a proto bylo nutné usušit knihy i aktový materiál co nejdříve. Využily se tehdy všechny nabízené možnosti. Příkladem mohou být sušárny tabáku, různé keramické pece i pece na pálení cihel apod. Brzy se však zjistilo, že zvýšená teplota způsobuje řadu problémů. Zatopené knihy byly většinou opatřeny koženými vazbami, které nebylo možné za zvýšené teploty vysoušet vzhledem k značnému smrštění. Z knižních bloků se stávaly zcementované „cihličky“, protože byly knihy sušeny bez možnosti prolistování. Největší potíže při sušení byly s knihami, které ležely delší dobu ve vodě (až týden). Pergamenové knihy byly zželatinované, byly transparentní a smrštěné. V těchto případech ani konzervační zásah neposkytl příliš

dobrý výsledek. Dalším problémem byl pauzovací papír, který se po usušení za zvýšené teploty drolil jako piškot. Z těchto pochopitelných důvodů byla dána přednost metodě sušení za běžné okolní teploty s cirkulací vzduchu. Bylo zjištěno, že pokud je zajištěno dostatečně silné proudění vzduchu, dojde jednak k urychlení procesu sušení, jednak k přirozenému potlačení růstu plísní. Pokud přece jen k nárůstu plísní došlo, byly použity dezinfekční prostředky, které byly v tehdejší době dostupné. Knihy se dále prokládaly savými papíry (osvědčily se hygienické ručníky, filtrační papíry apod.). Knihy se během sušení rozlistovávaly, stavěly na spodní či horní hranu rozevřeny do vějíře. Výsledky byly velmi uspokojivé, za přednost je považována snadná kontrola sušeného materiálu.

V archivní budově je dodnes vyčleněno jedno patro, kde jsou uložené materiály zasažené povodní a vysušené a čekají na zrestaurování. Restaurování těchto fondů se provádí podle potřeby a je nesystematické. V zatopených fondech neměl archiv žádný aktový materiál, starší spisy byly běžně vázány do knižních bloků a opatřeny pergamenovou nebo koženou vazbou. S novodobým aktovým materiálem tudíž nemají zkušenosti. Při restaurování je za základní krok považováno vyprání papíru v demineralizované vodě při teplotě 30–40 °C. Poškozené a zdeformované lepenkové desky se nahrazují novými.

V Itálii dochází často k lokálním povodním a je zde již zaběhnuta řada firem, které mají zkušenosti se sušením knihovních i archivních fondů. Dle názoru restaurátorů by nebyl problém je požádat o spolupráci.

Během naší návštěvy probíhaly přípravy na oslavy 150 let založení archivu. Měly jsme tedy příležitost si prohlédnout výstavní sál a instalaci výstavy. Získaly jsme základní informace o výstavních podmínkách a parametrech výstavního sálu. Výstavní prostor zaujímá 830 m^2 a je tvořen dvěma sály, které lze spojit v jeden. Prostor je členitý, vybaven klimatizací a zajištěn detektory požáru a pohybu osob. Depozitáře i výstavní prostory jsou vybaveny automatickým systémem hašení, který používá jako hasební prostředek plyn halon. Monitorování všech místností je svedeno do vrátnice, kde provádí ostraha objektu kontrolu prakticky nepřetržitě. Osvětlení výstavních prostor je zajištěno umělými zdroji světla a nepřímým slunečním zářením. Intenzita osvětlení je regulována a je udržována na 50 luxech. Výstavní vitríny jsou uzamykatelné, opatřené studeným umělým světlem o intenzitě 50 luxů a alarmem proti cizímu vniknutí (viz *obrazová dokumentace*).

Restaurátorské pracoviště Národní centrální knihovny ve Florencii je umístěno mimo hlavní budovu v klášterních prostorách na Piazza S. Ambrogio. Pracoviště zde má více pohodlí a místa nežli v původních prostorách. Vedením oddělení je pověřena Gisella Guarti, jejím zástupcem je Alessandro Sidoti. Oba nás velmi srdečně přivítali a věnovali se nám s pochopením.

Národní knihovna měla v roce 1966 zatopeno asi 1 milion svazků, z toho 60 tisíc velkých formátů a 40 tisíc vzácných knih malých formátů. Nejdříve se musely usušit inventáře, aby se zjistily škody a vypracoval systém záchranných prací. Na operace sušení a vodného čištění bylo v knihovně původně zaměstnáno 120 lidí, dnes z finančních důvodů je zde pouze 15 lidí. Restaurátorské pracoviště má dosud nezrestaurované svazky umístěny v přilehlém klimatizovaném depozitáři. Odtud se knihy postupně berou k restaurování. Někteří restaurátoři zpracovávají výhradně jen tento fond formou jakési pracovní linky.

Po povodni v roce 1966 se hledaly optimální metody sušení. Využití tepelných metod s sebou tehdy přineslo opálené kraje svazků a případně i zpečené knihy, které se již nedaly otevřít. Dalším problémem byly knižní vazby, které vyšší teplotu vůbec nesnášely. Proto se přistoupilo k oddělení knižní vazby od knižního bloku a separované sušení. Za nejvhodnější způsob sušení bylo zvoleno sušení teplem do 30 °C za současného nuceného proudění vzduchu. Tato metoda byla považována za nejšetrnější ke knihovnímu materiálu.

V depozitáři jsou dodnes uložené knižní bloky zabalené do balicího papíru, které čekají na tzv. konzervační vazbu. Původní knižní vazby se k bloku nevracejí, jedná se jen o výjimečné případy. Každou restaurovanou knihu doprovází chorobopis (viz *příloha*), kde se zaznamenávají všechny restaurátorské zásahy a materiály.

Pracoviště je také vybaveno lyofilizační jednotkou, kterou používají pro sušení malých objemů knih zasažených vodou a zamražených. Mražení provádějí rychle při – 40 ºC a dále udržují knihy ve zmrzlém stavu při teplotě –20°C. Při lyofilizaci používají monitorování teploty uvnitř komory za použití teplotních senzorů. Pro sušení zablácených knih lyofilizaci nedoporučují, protože zde hrozí nebezpečí zakotvení částeček bláta mezi vlákna papíru, což ve většině případů nelze odstranit. Rovněž nedoporučují lyofilizaci použít pro sušení fotografií, mají zkušenosti se vznikem bublin a nepovažují tuto techniku za vhodnou. Komoru využívají především pro vysoušení natíraného papíru (např. křídového) a běžných tisků. Kožené vazby jsou při sušení ohrožené přesušením.

Usušené knihy po záplavách se vyčistí a odkyselují ve vodných roztocích hydrogenuhličitanu vápenatého po dobu 40 minut. Dávají přednost hydrogenuhličitanu před hydroxidem v případech inkoustových záznamů vzhledem k rizikům poškození inkoustů. Pro běžný tisk používají pro odkyselení hydroxid vápenatý. Pro spravení trhlin a zpevnění korodovaných rukopisů používají běžné metody – japonský papír a roztoky éterů celulóz. Restaurátorské práce jsou podobné jako na našem pracovišti.

Alessandro Sidoti nás upozorňoval na možnost požádat o pomoc studenty z různých restaurátorských škol, kteří tak mají příležitost získat cennou praxi. Rovněž i pomoc z Getty Conservation Institutu a dalších institucí zaměřených na ochranu památek. Itálie má bohaté zkušenosti s těmito zdroji a vřele je doporučuje.

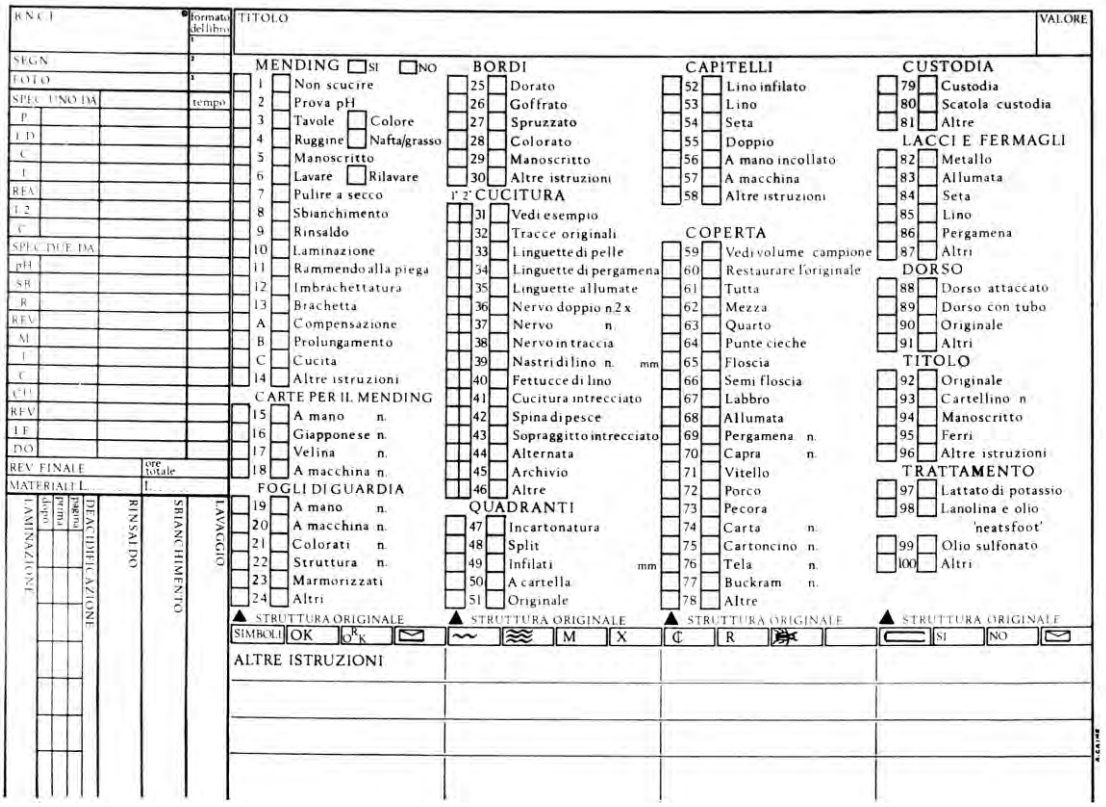
Závěr

Od záplav ve Florencii uplynulo již 36 let, proto nejsou zcela srovnatelné tehdejší a dnešní záchranné postupy (např. ve Florencii nebylo použito mražení). Přesto se nám podařilo získat mnoho praktických poznatků a zkušeností, které se týkaly zejména změn vlastností různých typů materiálů během sušení, končících často až jejich poškozením. Italští kolegové jednoznačně doporučují v současné fázi co nejdříve začít se sušením, a to zejména z ekonomických důvodů. Teprve potom je možné diskutovat o dalších restaurátorských postupech.

V závěru bychom chtěly poděkovat PhDr. Evě Gregorovičové za zprostředkování návštěvy archivu a tlumočení během našeho pobytu.

Seznam příloh

1. Restaurátorský protokol používaný v Národní centrální knihovně ve Florencii.
2. Obrazová dokumentace výstavních vitrín a výstavního sálu Státního archivu ve Florencii.



Obr.1.1 **Restaurátorský protokol používaný v Národní centrální knihovně ve Florencii.**

Obr. 1.2 **Výstavní sál Státního archivu ve Florencii.**

Obr 1.3 **Výstavní vitríny před instalací.**

Obr. 1.4 **Výstavní vitríny po instalaci.**

Obr. 1.5 **Archivní fondy zasažené povodní před a po restaurování.**

2 ZPRÁVA ZE SLUŽEBNÍ CESTY DO MAĎARSKÉ REPUBLIKY VE DNECH 13.–15. SRPNA 2003

Dr. Ing. Michal Ďurovič

ZPRÁVA ZE SLUŽEBNÍ CESTY DO MAĎARSKÉ REPUBLIKY
ve dnech 13.–15. srpna 2003

Účel cesty: Účast na Konferenci maďarských archivářů – Szolnok 2003

Termín: 13.–15. srpna 2003

Zprávu předkládá: Dr. ing. Michal Ďurovič
vedoucí Oddělení péče o archivní fondy Státního ústředního archivu v Praze

Datum vyhotovení: 12. září 2003

Ředitelka archivu: PhDr. Eva Drašarová, CSc.

Časový plán:

13. srpna 2003 Odjezd z Prahy do Budapešti – 12:58
Příjezd do Budapesti – 19:50
Odjezd z Budapesti do Szolnoku – 20:10
Příjezd do Szolnoku – 21:45

14. srpna 2003 Snídaně
Dopolední program konference (program přiložen)
Přednesení příspěvku : Povodeň 2002 v archivech a knihovnách České republiky – současný stav a návrh dalšího postupu záchrany zasažených dokumentů
Prohlídka měst Szolnok a Nagyköru

15. srpna 2003 Snídaně
Odjezd ze Szolnoku do Budapešti – 8:00
Odjezd z Budapešti do Prahy – 10:10
Příjezd do Prahy v 16:50

Zpráva

Dne 14. srpna 2003 jsem se zúčastnil na základě osobního pozvání dr. Gabrielly Albrecht-Kunzseri (vedoucí restaurátorského oddělení Maďarského národního archivu v Budapešti) a prof. dr. László Szögi (předseda asociace maďarských archivářů) pravidelné každoroční konference maďarských archivářů, která se konala ve dnech 13.–15. srpna 2003 ve městě Szolnok (program konference je přiložen). Dr. Gabriella Albrecht-Kunzseri a prof. dr. László Szögi mne požádali o přednesení přednášky o škodách na archivních materiálech, které způsobily povodně v srpnu 2002, a o postupech a způsobech jejich nápravy.

V přednášce *„Povodně 2002 v archivech a knihovnách České republiky – současný stav a návrh dalšího postupu záchrany zasažených dokumentů“*, jsem popsal rozsah poškození archivních dokumentů v Praze a okolí, jednotlivé způsoby záchrany dokumentů od sušení na vzduchu až po zmražení, metody dezinfekce archiválií, byla zmíněna i studie o sušících metodách, kterou vypracoval Státní ústřední archiv v Praze společně s Národní knihovnou v Praze, a Vládní usnesení č. 216 z března 2003 k návrhu dalšího řešení situace povodněmi zasažených dokumentů. Text přednášky, která byla přednesena v anglickém jazyce, je součástí této cestovní zprávy. Tato přednáška bude publikována ve sborníku z konference a v odborném maďarském tisku.

Odpolední program byl věnován prohlídce města Szolnok a skanzenu v Nagyköru. Ve večerních hodinách během neformálního setkání hostitelů se zástupci některých pozvaných zemí (Rakousko, Bulharsko, Rumunsko, Slovinsko, Česká republika) informoval prof. dr. László Szögi o iniciativě maďarských archivářů na zřízení sekce středoevropských zemí při Mezinárodní archivní radě. Maďarští kolegové mají v úmyslu s touto iniciativou vystoupit na 15. mezinárodním kongresu archivů, který se bude konat příští rok ve Vídni. Prof. Szögi žádal zástupce jednotlivých zemí o podporu této iniciativy.

S dr. Gabriellou Albrecht-Kunzseri jsem též projednal náplň služební cesty restaurátorů 10. oddělení Lenky a Benjamina Bartlových do Budapešti (Národní archiv a Národní knihovna), která se uskuteční v říjnu tohoto roku.

3 ZPRÁVA ZE SLUŽEBNÍ CESTY DO SKOTSKA VE DNECH 27. ŘÍJNA–1. LISTOPADU 2003

Johana Langerová
Ing. Lucie Weberová

ZPRÁVA ZE SLUŽEBNÍ CESTY DO SKOTSKA
ve dnech 27. října–1. listopadu 2003

Účel cesty: Návštěva pracovišť, která mají praktické zkušenosti se zpracováním archivních a knižních fondů zasažených povodní a zároveň seznámení s různými formami zpracování ochrany archivních materiálů před živelnými pohromami

Termín: 27. října–1. listopadu 2003

Zprávu předkládají: Johana Langerová
Ing. Lucie Weberová
Oddělení péče o fyzický stav fondů
Státní ústřední archiv v Praze

Datum vyhotovení: 11. listopadu 2003

Časový plán:

27. října 2003 Odlet z Prahy a přílet do Edinburghu a ubytování

28. října 2003 *Dopoledne*: Návštěva Národní knihovny v Edinburghu (The National Library of Scotland, George IV Bridge)
Odpoledne: Návštěva Národního muzea v Edinburghu (National Museums of Scotland, Chamber Street)

29. října 2003 Návštěva soukromé konzervátorské společnosti AOC Archeaeology v Edinburghu

30. října 2003 *Dopoledne*: Návštěva Národního Archivu v Edinburghu (The National Archives of Scotland, Thomas Thomson House)
Odpoledne: Návštěva Národní galerie v Edinburghu (The National Galleries of Scotland, Belford Road)

31. října 2003	Cesta do Dundee
	Návštěva konzervátorského studia v Dundee (Library Conservation Unit,University of Dundee)
	Návrat do Edinburghu
1. listopadu 2003	Odlet z Edinburghu do Prahy

Zpráva

Tato služební cesta byly naplánována v souvislosti s řešením grantového úkolu „Ochrana archivních materiálů před živelnými pohromami v síti archivů České republiky“. Prohlídka a konzultace s odborníky na pracovištích, které mají zkušenosti se záchranou a sušením zaplaveného materiálu, je po loňských povodních ještě aktuálnější. Zároveň bylo možné seznámit se s tzv. plány katastrof (disaster planing), které mají ve Skotsku velmi propracované a navíc jejich fungování měli možnost prověřit i v praxi.

Při návštěvě Národní knihovny v Edinburghu jsme byly očekávány vedoucím oddělení konzervace, kterým je Rab Jackson. Ten nás velice podrobně seznámil nejen s problematikou ochrany archivních a knižních fondů v jejich instituci, ale i s plánováním zabezpečení před dalšími situacemi, které by mohly narušit chod celé instituce. Jejich manuál (Disaster control plan a Busines continuity planing) je velmi dobře a podrobně vypracován. Obsahuje všechna důležitá telefonní čísla, seznamy osob, které řeší jednotlivé problémy a firem, které poskytují služby. Zároveň tento manuál obsahuje seznam dobrovolníků, kteří jsou ochotni v případě pohromy přijít pomoct. Součástí manuálu jsou i plány budovy s vyznačeným umístěním záchranných souprav a místností s uskladněným pomocným materiálem (disaster box). Všichni zaměstnanci jsou každé tři až šest měsíců přeškolováni, tyto pravidelné tréninky zmenší případnou paniku a urychlí záchranné práce, protože každý zaměstnanec ví, co má přesně dělat.

Pan Jackson nás velice ochotně provedl depozitářem, kde jsme viděly způsob uložení archiválií a zároveň jejich ochranný systém proti požárům. V depozitáři je rozmístěno velké množství kouřových čidel a sprinklerů. Každý depozitář je oddělen protipožárními dveřmi, které se v případě požáru automaticky zavřou, aby nedocházelo

k šíření ohně. Ve všech depozitářích je zabudován systém potrubí, které zachytává vznikající kouř, jenž má také negativní vliv na archiválie.

Dále jsme měly možnost vidět speciální místnosti určené pro uchovávání materiálu a technického vybavení pro případ havárie. Tyto místnosti byli velmi dobře vybavené (odvlhčovače, akumulátory, baterky, ochranný oděv a obuv, filtrační papíry, polyetylénové fólie atd.) a přehledné. Obsahovaly podrobný seznam uloženého vybavení, které se každý měsíc kontrolovalo.

Navštívily jsme rovněž konzervátorské oddělení, kde jsem si prohlédly vybavení studia, které je velmi podobné našemu. Zde jsme měly možnost konzultovat jejich zkušenosti s vysoušením mokrých archiválií pomocí vakuové baličky. Stejně jako my mají největší problém při sušení s křídovým papírem, který se během sušení slepuje. Lepších výsledků se dle jejich experimentů dosahuje při použití nižšího tlaku. Stejný problém může nastat i při sušení velmi klížených knih, kdy vlivem migrace klížidla dochází ke slepování jednotlivých listů, zborcení hlavy knihy a přilepení dutinky ke hřbetu.Ve vakuové baličce suší i knihy, které jsou poměrně silné, aniž by je rozebíraly na menší fragmenty. Podle potřeby však vkládají mezi listy filtrační papír, aby se sušení urychlilo. Takové knihy je nutné 10x až 12x přebalit. Dokonce ve vakuové baličce suší i fotografie, které prokládají filtračním papírem. Dobré zkušenosti vzhledem k materiálu mají i se sušením na vzduchu, které je však prostorově velmi náročné. V těchto případech se jim osvědčilo postavení tzv. tunelu ze stolů a PE fólie, do kterého je přiváděn vzduch. Takto předsušené knihy se pak mohou dosušit ve vakuové baličce, kde by pak měla stačit pouze tři přebalení. Krom sušení zkouší využívat vakuovou baličku i k jiným účelům, např. snímání pokryvu hřbetu se zlacením, který se bude zpětně aplikovat na knihu. Vytvoří se obklad z hustého roztoku Tylose MH, mezi obklad a useň dávají tenký papír, podobný japonskému papíru. Tento obklad se přiloží na hřbet a vloží do baličky. Vlivem vakua a mírného tlaku dojde k rovnoměrnému a rychlejšímu změkčení klihového lepidla, což umožní šetrné sejmutí usňového pokryvu z hřbetníku.

Během návštěvy v Národním muzeu v Edinburghu nás velmi ochotně provázel Dr. Jim Tate. Měly jsme možnost prohlédnout si všechna konzervátorská oddělení v muzeu. Nejvíce nás zaujaly ateliery konzervování papíru a textilií, kde jsme měly možnost konzultovat problematiku záchrany dokumentů a muzejních objektů. Muzeum

má i vlastní výzkumné laboratoře, které jsou přístrojově velice dobře vybaveny. Na výzkumu, který v muzeu probíhá se podílí i studenti z Univerzity.

Po prohlídce laboratoří jsme společně diskutovali o jejich přístupu k ochraně archivních materiálů před živelními pohromami. Vypracování záchranné plánu je v muzeu mnohem složitější, protože obsahuje velké množství různorodého materiálu, je proto třeba vytvořit skupiny odborníků na každý typ materiálu. Na podrobném a úplném plánu pracují ve spolupráci i s Národní knihovnou a Národním archivem. Mají vypracovaný stručný, barevný a názorný manuál, který je umístěn v každé místnosti, aby byl snadno přístupný a srozumitelný pro každého zaměstnance. Také jsme si prohlídly jejich vybavení pro případ havárie, které je uloženo ve speciálních skříních v přízemí staré budovy. Jejich vybavení bylo v porovnání s obsahem stejného zařízení Národní knihovny střídmější a méně přehledné.

Ve středu jsme navštívily soukromou restaurátorskou společnost AOC Archaeology, která sídlí na předměstí Edinburghu. Zde nás ochotně provázela Mandy Clydesdale. Tato společnost se zabývá konzervováním nejen archeologického materiálu. Měly jsme možnost prohlédnout si celé pracoviště, které se skládá z malého atelieru a velkých skladových prostor, kde jsou umístěny předměty čekající na konzervátorský zásah. Tato firma poskytuje i službu usušení zmrazeného archivního materiálu a to pomocí vakuového vymražování (lyofilizace). Mají smlouvu s mrazírnou, která je schopná kdykoli přijmout zaplavené archiválie a uskladňovat je. Na pracovišti AOC je jen malý mrazák o objemu cca 1,5 m^3, z kterého se odebírá materiál na sušení. Jestliže se vyprázdní, doveze se znovu do mrazíren, kde se opět naplní.

Lyofilfizační jednotka pracuje téměř nepřetržitě. Doba sušení dokumentů závisí na jejich množství, tloušťce a teplotě vymražování, která nejčastěji bývá – 20 °C. Tento způsob sušení používají na všechny typy materiálů, jako je křídový papír, pauzovací papír, knihy s koženou vazbou i fotografie. Problémy jsou opět s křídovým papírem, který se často slepí a nejde oddělit. Podle jejich zkušeností je výhodnější nechat tento typ papíru zmrazit naopak pomalu, aby se vytvořily velké krystaly ledu, které by měly usnadnit oddělování jednotlivých listů po usušení. Další problémy, které řeší jsou velmi klížené knihy, kdy během sušení dochází k migraci klížidla do celého bloku, což způsobuje slepování listů, v těchto případech je vhodné zvolit jiný způsob sušení. Kožené vazby knih po sušení, pakliže je to třeba, ošetřují tukovací směsí INVASOL (Ciba Geicy), která je rozpustná ve vodě.

V době naší návštěvy měli rozpracovaný zajímavý úkol, což bylo 60 fragmentů papírů z druhé světové války, které se i s lodí potopily na dno moře a nedávno byly vytaženy. Papír je velmi poničen působením slané vody, mikroorganismů a také znečištěn ropnými produkty. Dle názoru historiků obsahují fragmenty cenné informace. Tyto fragmenty se postupně koupou v destilované vodě, kde se opatrně snaží odstranit co nejvíce nečistot. Papír je však velmi tenký a křehký, zároveň se barevná vrstva ve vodě částečně odlupuje. Následně jsou tyto fragmenty klíženy řídkým roztokem želatiny. Další postup konzervování není ještě přesně daný.

Celé čtvrteční dopoledne jsme strávily ve Skotském národním archivu, kde se nám velmi ochotně věnovala Linda Ramsay, která je vedoucí konzervátorského oddělení. Nejprve jsme měly možnost si podrobně prohlédnou restaurátorský ateliér a seznámit se s všemi konzervátory, kteří nám s velkým zaujetím ukázali práce, na kterých nyní pracují.

Velmi nás zajímal jejich postup při práci s materiálem poničeným korozí železogalového inkoustu, což je také náš velký problém. Jejich dokumenty však nejsou v tak špatném stavu jako naše, mají mnohem vyšší hodnoty pH. Nejčastěji provádí odkyselování vodnou metodou a to v roztoku uhličitanu vápenatého, v některých případech používají k inaktivaci iontů železa fytáty. Je to metoda, se kterou také začínají a proto nemají dostatek výsledků. Zatím se jim zdá celkem účinná, nevýhodou je krátkodobá stabilita roztoku fytátu, který je velmi drahý. Korozí poničený list papíru klíží slabým roztokem želatiny a mnohdy takový list jednostranně někdy i oboustranně podlepují velmi tenkým japonským papírem, který nenarušuje čitelnost textu.

S používáním želatiny jako lepidla i klížidla jsme se setkaly na více místech, což bylo pro nás celkem překvapivé, neboť od používání želatiny pro tyto účely se před několika lety odstoupilo. Všichni nás však ubezpečovali o dobrých výsledcích a jako jedinou nevýhodu uváděli krátkou dobu zpracovatelnosti roztoku.

Následně jsme byli požádány, abychom poreferovaly o povodních, které nás v loňském roce postihly. Celé konzervátorské oddělení se o celou situaci velmi zajímalo a naše přednáška vyvolala zajímavou diskuzi. Při této příležitosti nám Linda Ramsay vysvětlila jejich systém ochrany archiválií před živeními pohromami, který je podobný systému Národní knihovny. Poté jsme si mohly prohlédnout, jak vypadá vybavení jejich zařízení pro případ havárie. Malé soupravy mají umístěny v každé depotní místnosti

a velká zařízení jsou umístěna na několika místech v budově a jedno je hned u vstupu do budovy. Všechna tato zařízení jsou zakreslena do plánu budovy.

Další věcí, která nás velmi zaujala, byly pergamenové listiny, které byly zmraženy po povodni v muzeu v Perthu v roce 1993. Součástí některých listin byly i pečetě. Celý balík listin byl zmražen najednou, neboť nikdo nevěděl, co s namočenými listinami dělat, nebyl dostatek času sušit je na volném vzduchu. Pergamenové listiny byly následně usušeny. Jejich stav je nad očekávání dobrý, listiny nejsou nijak výrazně poškozené, všechny jsou mírně zvlněné. Na některých místech došlo k zvětšení transparentnosti pergamenu, jinde došlo vlivem velkého tlaku ke zvýšení opacity. Pečetě jsou po zmražení i následném sušení beze stopy poškození, ani nevykazují známky krystalických výkvětů.

Měly jsme možnost vidět i depozitář skleněných negativů, kterých má archiv asi 4 000 kusů. Velká část z nich je prasklá, jednotlivé kusy neslepují, ale pouze sesadí dohromady, umístí mezi dvě skla a slepí je pouze po obvodu. Takto vytvořené skleněné „sendviče“ se ukládají do speciálních papírových obálek s popiskem a umístí se do zásuvek s přihrádkami.

Odpoledne jsme navštívily Národní galerii, kde nás prováděli James Berry a Angels Arribas. V galerii je několik konzervátorských ateliérů, my jsme měly možnost prohlédnout si ateliér restaurování papíru, kde pracují dvě restaurátorky. Pan Berry nás seznámil s povodní v dubnu 2000, která postihla Národní galerii a to Eduardo Paolozzi archiv, který byl uložen v přízemí. Zasaženy byly sádrové sochy, nábytek a jiné trojrozměrné objekty, ale i 8 000 papírových objektů uložených v lepenkových krabicích. Papírové objekty byly z let 1920 až 1990 a byly velmi různorodé: křídový papír, pauzovací papír, originální kresby a malby, fotografie, negativy, časopisy atd. Díky dobře vytvořenému plánu katastrof, byly materiály poměrně rychle zabaleny a zmraženy na teplotu – 30 °C. Takto zmražené byly 11 měsíců, během kterých se rozhodlo o postupu sušení. Paní Angels Arribas se podílela na vypracování zprávy, která porovnávala sušení na volném vzduchu, sušení pomocí vakuové baličky a lyofilizaci. Z výsledků práce vyšlo najevo, že nejlepší bude použít vakuové vymražování. Sušení na vzduchu vykazovalo také dobré výsledky, ale problémem je dostatek prostoru a zároveň zdravotní rizika pro pracovníky, které by mohly způsobit mikroorganismy z kontaminovaných materiálů. Vakuová balička byla vyřazena z důvodu slepení sušeného materiálu, který byl před mražením balen neroztříděn.

Dnes jsou již všechny materiály usušeny a postupně se restaurují. Měly jsme možnost tyto materiály vidět, což bylo velmi zajímavé. Pozitivním zjištěním bylo, že křídový papír se nemusí vždy pevně slepit dohromady a mnohdy jdou i slepené listy bez velkého poškození rozlepit. Velmi dobře vypadaly i usušené fotografie, u kterých jen ojediněle docházelo k odlupování svrchní vrstvy a vytváření puchýřů. Nepoškozeně vypadal i pauzovací papír, u kterého je největší problém vyrovnání, což jsme viděly v praxi na právě restaurovaném plánu.

Před odchodem jsme byly požádány o krátké povídání o „naší srpnové povodni“. Na všechny velmi zapůsobila fotografická dokumentace a velmi se zajímali o způsoby jakými budeme povodňové materiály sušit.

Páteční den byl věnován návštěvě restaurátorského ateliéru v Dundee, kde se nám celé dopoledne věnovala vedoucí celého oddělení Ylva Player-Dahnsjö. Nejprve jsme si prohlédly ateliér a právě restaurovaný materiál. Viděly jsme zvlhčování pergamenové listiny přes membránu (Goretex), pro překrytí celého sendviče používají fólii Melinex.

Ylva Player-Dahnsjö nám vyprávěla zkušenosti s povodní v Perthu v roce 1993. Tato lednová povodeň zasáhla muzeum, kde krom trojrozměrných objektů zaplavila i mnoho archiválií. Velkým problémem zde bylo, že ve městě nefungovaly sítě (elektrický proud, telefony, počítače), což způsobilo, že se informace dostaly k odborníkům se zpožděním. Všechny archivní materiály byly zabaleny do bloků a zmraženy. Při sušení se ukázalo, že bloky byly příliš velké a jednotlivé materiály nebyly během balení dostatečně prokládány PE folií a tak se blok špatně rozděloval na menší části.

Mezi zaplaveným materiálem byla i kolekce pergamenových listin. V prvních chvílích byla většina odborníků proti zmražení kolagenního materiálu a navrhovali okamžité sušení listin, což bylo vzhledem k situaci zcela nemožné – nebyl dostatek prostoru, lidí a hlavně času na sušení na vzduchu, listiny by začaly plesnivět. Proto došlo následně k rozhodnutí listiny zamrazit a to včetně listin s pečetí. Dnes jsou všechny listiny již usušené. Vždy malá část se nechala pomalu na vzduchu rozmrazit a pak se jednotlivé listiny oddělily od sebe. Každá listina se opatrně čistila tampónkem a destilovanou vodou a pak se sušila a vypínaly. Tenký pergamen se vyrovnával na vakuovém stole překryt folií Melinex. Mírný tlak během sušení omezoval případný vznik transparentních míst na pergamenu.

Odpoledne nás Philippa Sterlini seznámila s plánem ochrany archivních fondů před živelními pohromami, který je součástí plánu fungujícího pro celou univerzitu v Dundee. Opět jsme si mohly prohlédnou vybavení záchranných boxů, které je totožné jako u ostatních institucí. Zajímavé je umístění jedné takové soupravy mimo budovu, kde je ateliér, aby byla v případě poničení ateliéru dostupná. Po špatných zkušenostech s firmami, které jsou nasmlouvané a v případě pohromy mají poskytnout pomoct (zmražení materiálu, transport materiálu, pitná voda…), nám Philippa doporučovala pravidelné kontroly telefonních čísel a alespoň jednou za tři měsíce všechny osoby obvolat a ujistit se, že nedošlo k žádným změnám. Každoročně pořádají školení zaměstnanců univerzity. Další zajímavou věcí byly plány depozitářů, v kterých je zakresleno, kde jsou umístěny nejdůležitější materiály, které je potřeba v případě katastrofy zachraňovat přednostně.

Závěr

Díky velmi dobře připravenému programu od Lindy Ramsay ze Skotského národního archivu se nám podařilo v krátké době navštívit několik organizací a podrobně se seznámit s jejich plánem ochrany archivního materiálu před živelními pohromami. O této problematice jsme získaly velké množství cenných informací i materiálů, které budou použity při řešení grantového úkolu.

Velmi přínosné byla možnost vidět materiály, které také prošly povodněmi a jsou již usušené. Cenná je i možnost prodiskutovat s odborníky, kteří mají praktické zkušenosti, metody sušení zmrazených archiválií a dozvědět se mnoho rad souvisejících s následným restaurováním těchto archiválií.

Zajímavé bylo i poznání jiných restaurátorských ateliérů a někdy trošku odlišných restaurátorských postupů. Jako nedostatek viděla mnohá pracoviště malý prostor věnovaný vědeckému výzkumu, který by jim mnohdy pomohl při testování a vyhodnocování nových konzervátorských metod a tím ušetřil i finanční prostředky, které musí platit za tyto služby jiným institucím. Velmi inspirativní bylo vidět ukládání všech dokumentů do kvalitních krabic z lepenky archivní kvality, krabice jsou vyráběny různých velikostech podle rozměrů archiválií.

Cenné bylo i navázání osobních kontaktů s restaurátory i jinými odborníky.