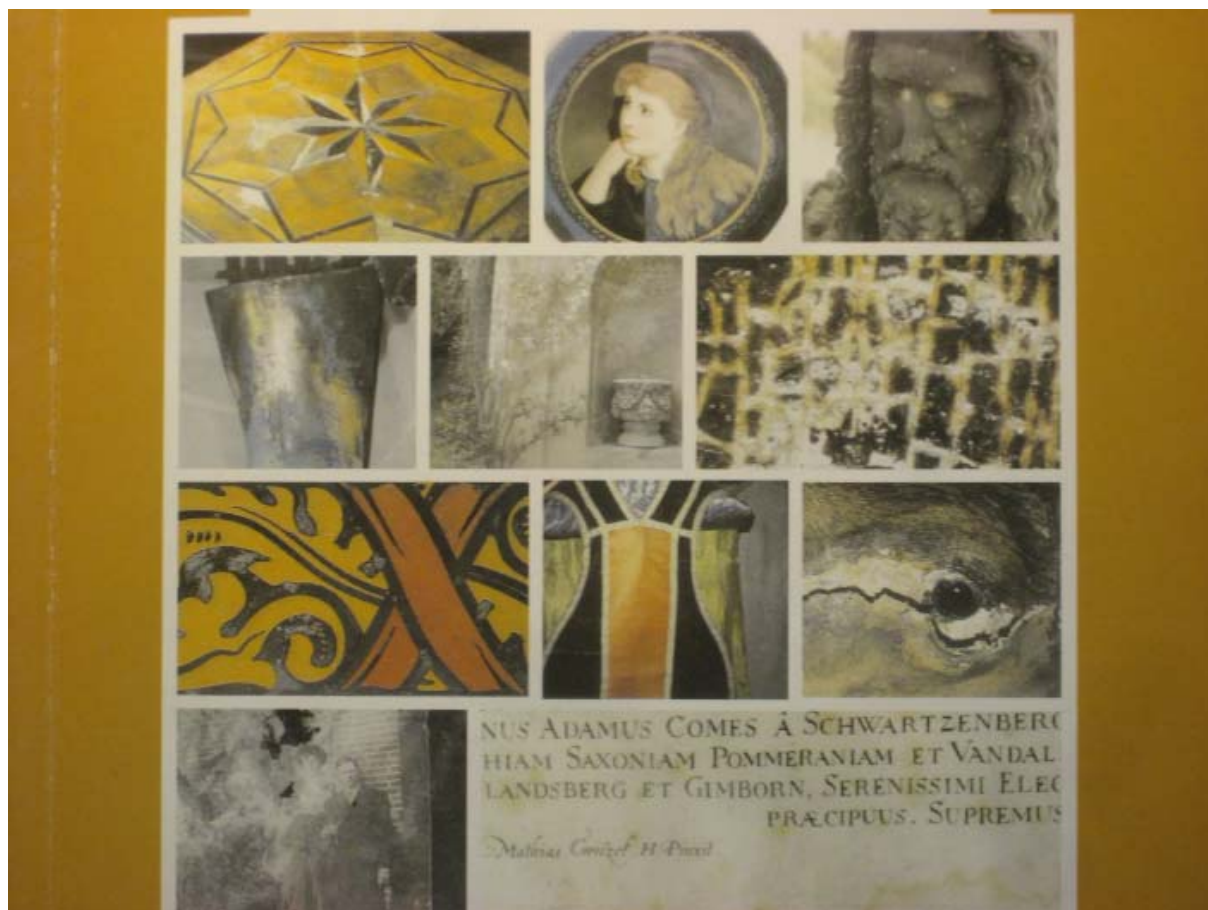


STÁTNÍ ÚSTAV PAMÁTKOVÉ PÉČE



PREVENTIVNÍ PÉČE O HISTORICKÉ OBJEKTY A SBÍRKY V NICH ULOŽENÉ

PRAHA 2002

STÁTNÍ ÚSTAV PAMÁTKOVÉ PÉČE
Odborné a metodické publikace, svazek 25

**PREVENTIVNÍ PÉČE O HISTORICKÉ
OBJEKTY A SBÍRKY V NICH ULOŽENÉ**

**Ivana Kopecká
a kolektiv**

Příloha časopisu Zprávy památkové péče, ročník 62
Praha 2002

Státní ústav památkové péče jako ústřední odborná organizace státní památkové péče v České republice vydává tuto publikaci v zájmu zabezpečení metodických hledisek státní památkové péče pro danou oblast ochrany kulturních památek, v souladu s ustanovením § 32 odst. 1 zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů.

Lektorovali:

Prof. Ing. Jiří Zelinger, DrSc.

PhDr. Stanislava Slavková

KATALOGIZACE V KNIZE – NÁRODNÍ KNIHOVNA ČR

Kopecká, Ivana

Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené / Ivana Kopecká a kolektiv. – Praha : Laurus press servic, 2002. – 106 s. – (Odborné a metodické publikace; sv. 25)

Vychází jako příloha časopisu Zprávy památkové péče, roč. 62. – Vydavatel:

Státní ústav památkové péče v Praze

ISBN 80-86234-28-2

7.025.3/4 * 069.44 * 699.8

- ochrana kulturních památek
- ochrana muzejních exponátů
- ochrana budov
- metodické příručky

© Státní ústav památkové péče v Praze, 2002

© Ing. Ivana Kopecká, Alena Havlíňová, Mgr. Zuzana Vaverková, PhDr. Ludmila Ourodová, Mgr. Kateřina Cichrová, PhDr. Vít Honys, 2002

Cover © Václav Šimice, 2002

Foto © Ladislav, Bezděk, Zdena Jandusová, archiv SÚPP, 2002

ISSN 1210-5538

ISBN 80-86234-28-2

Obsah:

1	Úvod (A. Havlínová, I. Kopecká)	7
2	Teoretická část (I. Kopecká)	9
2.1	Teplota a vlhkost	9
2.2	Záření	13
2.3	Atmosférické znečištění a prach	18
2.4	Biologické poškození	21
3	Preventivní ochrana sbírek	27
3.1	Obecné požadavky na uložení sbírkových předmětů (I. Kopecká)	27
3.2	Specifické nároky sbírkových předmětů ve vztahu, k materiálům z nichž jsou tvořeny. Nároky na uložení a na zacházení s nimi	33
3.2.1	Kovy (A. Havlínová, Z. Vaverková, I. Kopecká)	33
3.2.2	Kámen (I. Kopecká)	41
3.2.3	Porcelán, keramika a sklo (I. Kopecká)	46
3.2.4	Vitraje (I. Kopecká)	50
3.2.5	Emaily (I. Kopecká)	52
3.2.6	Papír (I. Kopecká, L. Ouredová, A. Havlínová)	55
3.2.7	Závěsné obrazy (I. Kopecká)	59
3.2.8	Textil, kůže a pergamen (K. Cichrová, A. Havlínová, I. Kopecká)	64
3.2.9	Dřevo (A. Havlínová, V. Honys, I. Kopecká)	70
3.2.10	Přírodovědecké sbírky (I. Kopecká)	76
3.2.11	Další materiály (štuky, sádrové modely, ceroplastiky a pečetě) (I. Kopecká)	80
3.2.12	Fotografický materiál (I. Kopecká)	82
3.2.13	Nástěnná malba (I. Kopecká)	86
4	Nutná základní péče o historické objekty	90
4.1	Průběžná stavební údržba objektů (A. Havlínová, I. Kopecká)	90
4.1.1	Exteriér (I. Kopecká)	90
4.1.2	Interiér (I. Kopecká)	90
4.1.3	Komíny, odpady, inženýrské sítě, pravidelná revize a doplňování plánů (I. Kopecká)	94
4.1.4	Různé (I. Kopecká)	94
4.2	Preventivní opatření na ochranu památkových objektů proti důsledkům živelních pohrom a katastrof (I. Kopecká)	95
4.3	Sanace sbírkových předmětů poškozených vodou (I. Kopecká)	97
5.	Literatura	100

1 Úvod

Všechny materiály časem chátrají a spějí k zániku. Tomu, co u běžných užitných předmětů považujeme za samozřejmé, tomu bychom rádi zabránili u předmětů umělecké či historické hodnoty, protože bychom je chtěli uchovat pro příští generace v nezměněné podobě. Na zastavení nebo alespoň ke zpomalení tohoto procesu u památek a sbírkových předmětů je stále vynakládáno úsilí mnoha odborníků a nemalé finanční prostředky.

Cílem památkářů i muzejních pracovníků je uchovat sbírky v co největší autenticitě, tedy s minimálními možnými restaurátorskými a konzervátorskými zásahy. Preventivní ochrana se snaží omezit negativní vlivy klimatu (relativní vlhkost – R. V., tepla – dále T), světla, vnějšího i vnitřního atmosférického znečištění, včetně prachu.

Je zřejmé, že tzv. **preventivní ochrana** je ke sbírkám daleko šetrnější a navíc i výrazně levnější, než koloběh konzervátorských a restaurátorských zásahů.

Tato příručka je určena v první řadě pro potřeby pracovníků státní památkové péče jako pomocný metodický materiál při průběžné péči o historické objekty a sbírky, které jsou v nich uloženy.

Ve veřejných institucích (galeriích, muzeích, státních hradech a zámcích) je umístěna velká většina špičkových uměleckých děl. V soukromých sbírkách jen menší část. Ohrožení veřejně přístupných sbírek (z různých hledisek) je daleko větší, než ohrožení soukromých kolekcí. Jednou z příčin je již samotný fakt, že expozice a instalace jsou veřejně přístupné. Obvykle se tak zvyšuje prašnost prostředí a znečištění vnitřní atmosféry, roste pravděpodobnost mikrobiálního napadení, výrazně kolísá relativní vlhkost, zvyšuje se riziko krádeže a vandalského poškození. V zájmu návštěvníků jsou předměty dlouhodobě zatíženy světelnou expozicí, riziko poškození sbírkových předmětů zvyšuje i systém běžných činností, zabezpečujících chod objektu (úklid, přesuny předmětů v souvislosti se změnou instalace, zápůjčky).

Přibližně polovina sbírek v České republice (historických, uměleckých a přírodovědných) se nalézá v dobových instalacích, v zámeckých galeriích, anebo v depozitářích veřejně zpřístupněných hradů a zámků. Klimatická situace v těchto objektech se od galerií a muzeí zásadně liší. Je ovlivněna již stavebním materiálem, který je v 70% kámen. Padesát tři procent z hradů a zámků nemá v žádné ze svých prostor možnost vytápění ani temperování, a téměř u 50% v zimním období teplota lokálně klesá pod bod mrazu. Naopak úroveň znečištění atmosféry je v těchto objektech zásadně lepší než ve většině muzeí nebo galerií, protože jsou převážně situovány mimo velké městské a průmyslové aglomerace a množství vnějších polutantů je zde nízké.

Stav depozitářů se obecně za posledních deset let výrazně zlepšil, přesto je k optimálnímu uložení sbírek v hradech a zámcích stále ještě hodně daleko. Uvnitř historických budov, kde je nutno důsledně respektovat status quo a kde jsou jakékoli stavební zásahy vyloučen, lze jen málokdy docílit skutečného ideálního řešení. Řešením je vždy kompromis a úkolem všech zainteresovaných pracovníků (kastelánů, správců depozitáře, památkářů, konzervátorů, technického

personálu...) je nalézt společně takové řešení, které by bylo ke sbírkovým fondům co nejšetrnější a nejohleduplnější.

Tato příručka nechce podávat návod jak restaurovat nebo konzervovat historický mobiliář. Restaurování se seriózní povolání, kterému předchází studium na vysoké škole. Amatérské restaurování, byť s nejlepšími úmysly, je pro restaurovaný objekt stejně nebezpečné jako amatérská chirurgie pro pacienta. Na druhé straně zásady preventivní konzervace – podmínky vhodné pro uložení jednotlivých materiálů, vyloučení negativních faktorů, jež urychlují jejich degradaci a některá organizační opatření, která snižují pravděpodobnost poškození sbírek – to jsou informace a návody přístupné široké odborné veřejnosti a o jejich dodržování se můžeme pokusit všichni.

Poděkování

- Panu RNDR. Milanovi Stloukalovi, generálnímu řediteli Národního muzea v Praze za povolení převzít celou teoretickou část 2 (autorka I. Kopecká) z publikace „Preventivní péče o sbírkové předměty“ (vydalo NM v Praze r. 2000, viz literatura).
- Pracovní skupině odborníků státní památkové péče (PhDr. E. Lukášové, NPÚ ÚP v Praze, Ing. arch. Z. Chudárkovi, NPÚ ÚP v Praze, Mgr. K. Cichrové, NPÚ ÚOP České Budějovice, Mgr. M. Sedlákové, NPÚ ÚOP Brno, PhDr. D. Průchové, NPÚ ÚOP Ústí nad Labem, PhDr. A. Černé, NPÚ ÚOP Plzeň, PhDr. J. Petrové, SZ Jaroměřice nad Rokytnou, prom. hist. M. Martincovi, NPÚ ÚOP Pardubice, Ing. J. Horákovi, SZ Duchcov, PhDr. J. Frídlovi, NPÚ ÚOP středních Čech v Praze, Ing. J. Jirákovi, SZ Opočno, Ing. P. Hofmanovi, SZ Třeboň) a paní E. Rydlové za rady, postřehy, náměty a připomínky v průběhu práce na příručce.
- Panu prof. Jiřímu Zelingerovi, DrSc. Za cenné rady a za kritické a konstruktivní připomínky.
- Panu Mgr. Ladislavu Bezděkovi, Zdeně Jandusové a dalším za instruktivní fotografické ukázky.

2. Teoretická část

2.1 Teplota a vlhkost

Vlhkost a teplota spolu úzce souvisejí a společně velmi významně ovlivňují většinu fyzikálních i chemických procesů, které probíhají v materiálu během jeho degradace. **Rychlost všech chemických reakcí, tedy i korozních procesů, prudce stoupá s rostoucí teplotou. Významnější reakce s oxidy síry jsou podmíněny přítomností vlhkosti, zvýšená vlhkost spolu s teplotou vytváří podmínky pro některé typy biologického poškození. Vlhkost ovlivňuje fyzikální parametry těch materiálů, jenž jsou schopné ji pohlcovat (např. dřevo). V důsledku náhlých výkyvů vlhkosti tak může dojít zejména u masivnějších předmětů k vážnému strukturnímu poškození (deformace, praskání).**

Voda je ve vzduchu obsažena ve formě vodní páry. **Nasycení vzduchu vlhkostí** udává maximální množství vody v plynné fázi (ve formě páry), které může jednotkový objem vzduchu při dané teplotě pojmout. Čím je teplota vzduchu vyšší, tím vyšší je obsah vodní páry, který je daný objem vzduchu schopen pojmout.

Absolutní vlhkost udává množství vodní páry skutečně obsažené v jednotkovém objemu vzduchu při dané teplotě. Vyjadřuje se v g/m^3 .

Pokud 1 m^3 při teplotě $30 \text{ }^\circ\text{C}$ obsahuje 10 g vodní páry a je ochlazen na $20 \text{ }^\circ\text{C}$, bude obsahovat stále 10 g vodní páry. Bude-li však ale ochlazován až na $5 \text{ }^\circ\text{C}$, při této teplotě bude vzduch obsahovat pouze $7,61 \text{ g}$ vodní páry, neboť tato hodnota odpovídá nasycení při dané teplotě. Přebytek vody (rozdíl mezi absolutní vlhkostí a hodnotou nasycení – $22,39 \text{ g}$) zkondenzuje v kapalné formě.

Např. 1 m^3 vzduchu nasyceného vlhkostí při 30°C obsahuje $30,03 \text{ g}$ vodní páry, při $20 \text{ }^\circ\text{C}$ $17,11 \text{ g}$ vodní páry, při $10 \text{ }^\circ\text{C}$ $9,32 \text{ g}$ vodní páry a při $5 \text{ }^\circ\text{C}$ jen $7,61 \text{ g}$ vodní páry.

Překročí-li obsah vody ve vzduchu při dané teplotě hodnotu nasycení, **přebytečná** voda se vysráží na površích v kapalné formě (drobné kapky nebo vlhký film). Změna plynného skupenství vody na kapalné se nazývá **kondenzace. Ke kondenzaci vody dochází v případě, že vzduch nasycený vodní párou při dané teplotě postupně ochlazujeme. Na příklad pokud vzduch nasycený při $30 \text{ }^\circ\text{C}$ (obsahuje max. $30,03 \text{ g}$ vodní páry) ochladíme na $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (obsahuje max. $17,11 \text{ g}$ vodní páry) zkondenzuje $12,92 \text{ g}$ vody. Ke kondenzaci vodní páry dochází rovněž při kontaktu teplého a vlhkého vzduchu s chladným povrchem (typickým příkladem může být větrání studených kamenných interiérů v prvních teplých jarních dnech).**

Vzduch však neobsahuje vždy maximální množství vodní páry, tzn. že není vždy nasycen.

Aktuální vlhkost ovzduší se vyjadřuje jako **relativní vlhkost**. Ta udává míru nasycení vzduchu a vyjadřuje vztah mezi absolutní vlhkostí a mírou nasycení.

$$\text{Relativní vlhkost} = \frac{\text{skutečný obsah vodní páry}}{\text{obsah vodní páry při nasycení}} \times 100 (\%)$$

Relativní vlhkost (dále jen R. V.) je vyjádřena v procentech a může se měnit v rozmezí 0 – 100%. Vezmeme-li uzavřený prostor, kde se nemění obsah vodní páry ve vzduchu, pak

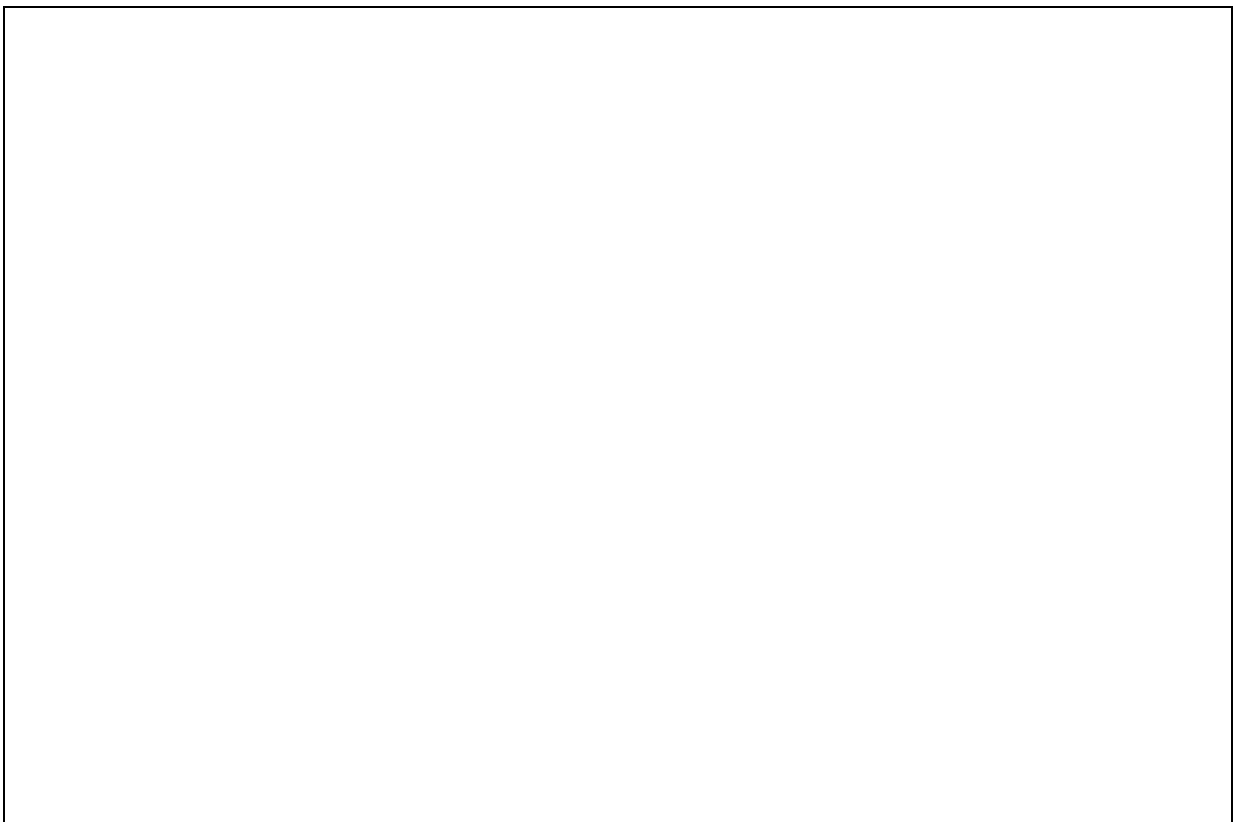
- při zvyšování teploty bude docházet ke snižování relativní vlhkosti,
- při snižování teploty vzduchu bude docházet ke zvyšování relativní vlhkosti.

R. V. vždy souvisí s teplotou.

Udržíme-li v uzavřeném prostoru konstantní relativní vlhkost vzduchu a současně měníme teplotu, mění se absolutní vlhkost. *Např. 1 m³ vzduchu, který má relativní vlhkost 50% bude obsahovat při 30 °C 15,02 g vody, při 20 °C cca 8,6 g vody, při 10 °C cca 4,66 g vody a při 5 °C cca 3,8 g vody.*

Z toho vyplývá, že při změně teploty vzduchu v daném objemu lze udržet konstantní R. V. jedině zvlhčováním vzduchu (dodáváním vodní páry) při zvyšování teploty, a naopak sušením vzduchu (odebíráním vodní páry) při poklesu teploty.

Obr. 1 Hygrometrický graf (Mollierův diagram) popisující vztah máry nasycení vzduchu vlhkostí, absolutní vlhkostí ve vzduchu obsažené a teploty.



Z hydrometrického grafu vyplývá, že změna hodnoty R. V. při změně teploty o 1 stupeň je tím větší, čím vyšší je teplota. Čím nižší je teplota,

ta, tím snáze lze udržet stálou R. V. (Malé kolísání teploty při hodnotách teploty nad 20 °C vyvolá velké změny R. V, zatímco malé kolísání teploty při hodnotách teploty kolem 15°C vyvolá jen nevýznamné změny R. V.).

Rosný bod je teplota, při níž se vzduch o dané absolutní vlhkosti nasytí vodní párou a ta se začne srážet. Vlhkost obsažená ve vzduchu, kondenzuje (tzn. přechází do kapalného skupenství) v okamžiku, kdy se vzduch ochladí do té míry, že množství vlhkosti obsahující v tom okamžiku, je maximální možné, které by při dané teplotě a tlaku vzduchu může vzduch v plynné formě obsahovat (tzn., že je nasycen vodní parou). Tato teplota se nazývá teplota rosného bodu, nebo také pouze rosný bod.

Při teplotě rosného bodu a při jakékoli nižší teplotě dochází ke kondenzaci vody.

Měření relativní vlhkosti

Pro měření relativní vlhkosti vzduchu existuje celá řada metod:

- **Otáčivý psychometr** – je tvořen dvěma teploměry, z nichž jeden je tzv. „suchý teploměr“ a druhý je tzv. „mokrý teploměr“. (Jeho rtuťová banka je obalena gázou, která se před vlastním měřením navlhčí destilovanou vodou). Prouděním vzduchu (po roztočení psychometru) dochází k odpařování vody ze zvlhčené gázy. Odebíráním výparného tepla destilované vody (tato hodnota je tabelovaná pro každou teplotu) dochází k ochlazení „mokrého“ teploměru, který ukazuje vždy nižší hodnotu než „suchý“ teploměr. Pouze v případě, kdy je vzduch nasycen, k odpařování vody nedochází a teplota na obou teploměrech je stejná. Po ustanovení rovnováhy se odečtou teploty obou teploměrů (tzv. „suchá“ a tzv. „mokrá“ teplota). Dosažením těchto hodnot do psychometrické tabulky nebo grafu nalezneme přesnou aktuální relativní vlhkost vzduchu. Chyba odečtu teploty o 1 °C znamená chybu hodnoty relativní vlhkosti asi 5 – 10 %. Psychometr býval základním vybavením každého muzejního kurátora a konzervátora. Dnes je spíše technickou raritou. Psychometrické měření je velmi přesné, ale vyžaduje velkou preciznost, měří pouze aktuální hodnotu, ve srovnání s ostatními způsoby měření je tento způsob měření velmi pomalý.
- **Vlasový termohygrometr nebo termohygrograf** (oba typy je nutné cca 2x ročně kalibrovat, oba měří současně teplotu a R. V., hodnoty termohygrometru je nutné odečítat, případně osobně zapsat, termohygrograf je registruje na speciální registrační papír, který se musí v daných intervalech vyměňovat).
- **Digitální termohygrometry** (louží pro okamžité přeměření teploty a R. V., hodnoty nejsou registrovány).
- **Měřicí sondy napojené na data-logger** (neukazují aktuální hodnotu, automaticky ukládají hodnoty, naměřené ve zvolených časových intervalech, tato data jsou dodatečně zpracovaná na počítači (PC) formou tabulky, nebo grafu. Čidla lze libovolně přenášet, instalovat do vitrín, jsou vhodná pro dlouhodobé monitorování odlehklých či relativně stabilních prostor a pro monitorování klimatu během transportu či zápujček zvláště citlivých objektů).
- **Měřicí sondy, spojené rádiovým spojením s řídicím počítačem** (na PC lze sledovat jak aktuální hodnoty, tak zpětně počítat dříve naměřené hodnoty. Čidla lze libovolně přenášet v dosahu cca 300 m – obvykle v rozsahu budovy bez jakýchkoli kabelů a instalací).
- **Elektronická čidla stabilně instalována v místnostech, spojená s řídicím počítačem** (obvykle jako součást celkové klimatizace).

- **Indikační papírky** (málo přesné, pouze orientační, signalizující pouze okamžitou situaci, je nutná osobní kontrola).

Všechny měřicí přístroje však musí být **pravidelně** (nejméně 1x ročně) **kalibrovány** (děje se tak pomocí klasického psychometru nebo přístroje pro měření rosného bodu).

Pro každý materiál existuje optimální interval hodnot relativní vlhkosti a teploty, při nichž jsou možná poškození částečně eliminována. Obecně jsou doporučené hodnoty relativní vlhkosti 55 – 50 % a teploty 15 – 20 °C. Dodržení těchto limitů během celého roku bez jakýchkoli zásahů a regulací je reálné jen v oblastech s relativně stabilním klimatem (mírné a vlhké zimy a stejně tak i letní období) a v budovách, které jsou teplotně velmi stabilní (mají minimální tepelnou výměnu s okolím). V oblastech s kontinentálním podnebím (chladné a suché zimy a horká vlhká léta) je nutné udržovat relativní vlhkost i teplotu uměle, minimálně v některých ročních obdobích.

Tab. 1 Vliv relativní vlhkosti na jednotlivé materiály (N. Stolow, 1987).

Materiál	Optimální teplota °C	Optimální R. V. %	Tolerovaný interval R. V. %
papír, dřevo, kůže, pergamen, textil, malba na plátně, mobiliář, slonovina, kosti, sklo, přírodovědné sbírky	18	55	45 – 60
kovy samotné	18 – 20	30 – 40	do 55
kovy v kombinaci s organickými materiály	18 – 20	40 – 55	do 55
fotografie	méně než 20	35	30- 45
barevné filmy	4	20	25 – 35
černobílé filmy	méně než 20	35	30 – 45
keramika, kámen	cca 20	do 60	40 – 60
přírodní laky	18 - 20		50 – 60
Polymery s výjimkou polyvinylalkoholu a polyvinylacetátu			30 - 70

Negativní důsledky působení nevhodné hodnoty relativní vlhkosti

1. Konstantně vysoká R. V. (vyšší než 70 %)

- optimální prostředí pro růst hub a plísní,
- koroze železných kovů a slitin mědi (možné rozšíření chloridové koroze, sorpce aerosolů oxidů síry),
- mobilizace solí v porézních materiálech, devitrifikace některých typů skla,
- kondenzace vody na povrchu předmětů, pokud teplota klesne pod teplotu rosného bodu.

2. Konstantně nízká R. V. (nižší než cca 35 %).

- vysušení a zkřehnutí organických materiálů, následně vnitřní prnutí a praskání laků, malby, kůže aj.,
- sesychání a deformace, posléze praskání a štěpení dřeva,
- výkvěty solí na povrchu porézních materiálů,
- objemové změny, praskání a degradace lepidel a pojiv.

3. Náhlé výkyvy R. V. (5 % nebo vyšší změny vlhkosti během několika hodin) jsou pro většinu materiálů nejnebezpečnější !!!

- objemové změny některých materiálů a jejich strukturní poškození,
 - změny vnitřního pnutí nebo bobtnání organických materiálů mohou způsobit strukturní poškození předmětu (dřevo, malba, přírodovědné sbírky),
 - mobilizace solí v porézních materiálech, změna stupně hydratace solí a jejich rekrystalizace, obě spojené s významnými objemovými změnami solí. V důsledku těchto objemových změn působí ve struktuře porézního materiálu (kamene, keramiky) silné kapilární tlaky, které mohou způsobit jeho vážné poškození,
 - pravidelné střídání odpařování a kondenzace vody na povrchu předmětů (zejména při teplotě okolo rosného bodu), v důsledku toho pak dochází např. ke korozi kovových materiálů či zničení nástěnné malby.
- **Teplota obecně (s výjimkou teplotních extrémů) nemá na uchování sbírek zásadní vliv. Kolísání teploty je však spojeno s kolísáním relativní vlhkosti (R. V.), které naopak degradaci materiálů ovlivňuje zásadním způsobem.**
 - **Při teplotách nižších než je rosný bod dochází ke kondenzaci vody.**
 - **Relativní vlhkost označuje míru nasycení vzduchu vodní párou: 0 % - vzduch je úplně suchý, 100 % - vzduch je nasycen vodní párou.**
 - **Většina materiálů – zejména organické a porézní jsou hygroskopické, tzn., že sorbují (pohlcují) vlhkost ze vzduchu, jsou tedy citlivé na změny R. V.**
 - **Spíše než konkrétní hodnota R. V. jsou příčinou poškození hygroskopických materiálů prudké změny a kolísání R. V.**
 - **Navzdory velmi vysoké hodnotě R. V. mohou být v takovýchto podmínkách materiály uchovány po stovky let za předpokladu, že tyto podmínky jsou stabilní a že nedojde k biologickému poškození. (Např. mobiliář v kostelech, malby v jeskyních...)**

2.2 Záření

Světlo má charakter elektromagnetického vlnění. Celé elektromagnetické spektrum tvoří několik druhů záření: kosmické, gama, rentgenové, ultrafialové, viditelné, infračervené a rádiové. Energie záření je daná jeho vlnovou délkou (jednotkou je 1 nm) nebo převrácenou hodnotou vlnové délky, tzn. frekvencí (jednotkou je 1 Hz).

Obr. 2 Rozdělení elektromagnetického záření

kosmické záření	radioaktivní záření	rtg záření X	UV záření		infračervené záření IČ	rádiové vlny VKV KV SV DV
-----------------	---------------------	-----------------	-----------	--	---------------------------	------------------------------

VIDITELNÁ ČÁST SPEKTRA

UV záření	fialová/modrá	zelená	žlutá	oranžová/červená	IČ záření
-----------	---------------	--------	-------	------------------	-----------

Jako viditelné světlo vnímáme záření v intervalu vlnových délek od 400 do 750 nm. Ve skutečnosti je to směs záření všech barev – všech vlnových délek od 400 do 750 nm. Pokud necháme světelný paprsek procházet světelným hranolem, rozkládá se na jednotlivé barevné části (obr. 2). Fialové a modré světlo má vlnové délky cca 400 – 500 nm, zelené cca 500 – 560 nm, žluté cca 560 – 600 nm, oranžové a červené okolo 600 – 750 nm.

Poškození světlem je kumulativní a nevratné. Citlivost jednotlivých materiálů vůči světlu je velmi rozdílná. Zatímco anorganické materiály (např. kovy a silikátové materiály) jsou vůči poškození světlem téměř inertní, většina organických materiálů může být světlem vážně poškozena, nebo zcela zničena. To je dáno vazebnou energií organických látek, srovnatelnou s energií záření ve viditelné a zejména v ultrafialové oblasti.

- **Záření v infračervené oblasti** – vyvolává lokální zvýšení teploty a jevy s tím spojené (dané nerovnoměrnou objemovou roztažností...). Tento typ poškození materiálu světlem je v našich podmínkách nevýznamný.
- **Záření z viditelné a hlavně z ultrafialové (UV) oblasti** – iniciuje zejména v organických materiálech fotochemické reakce, které vyvolávají jejich degradaci. Míra účinku je nepřímo úměrná vlnové délce záření.

Rozsah poškození závisí na:

- **intenzitě osvětlení** (měřené v luxech, [lx]
 $E \text{ (lux)} = \text{intenzita osvětlení (osvětlenost)} = \text{plošná hustota světelného toku, dopadající na jednotkovou plochu,}$
- **vlnové délce dopadajícího světla či záření** (měřeno v nm, nebo jako frekvence – převrácená hodnota vlnové délky – v Hz),
- **celkové expozici** (úrovni intenzity osvětlení a času, po který je předmět osvětlen (měřeno v luxhodinách, eventuálně v megaluxhodinách za rok - Mlxh/r).
- **charakteru materiálu** (textilu, papíru...),
- **aktuálním stavu materiálu, respektive na stupni jeho poškození.**

Relativně **nejcitlivější na působení světla jsou materiály organického charakteru**: organická barviva a inkousty, textil, barvená kůže, papír, barvené dřevo, organická pojiva. **Většina anorganických materiálů je vůči světlu odolná.** Ale i sklo, barevné glazury, emaily a vzácné kameny mohou za určitých podmínek dlouhodobým působením intenzivního osvětlení (např. slunečního záření) měnit svoji barvu.

Pro muzejní a galerijní expozice se doporučují následující hodnoty osvětlení pro jednotlivé materiály:

1. **50 luxů – velmi citlivé materiály** (vodové barvy, kvaše, koláže, miniatury, tisky a kresby, poštovní známky, rukopisy, tapety, všechny textilie, barvená kůže, etnografické předměty a přírodovědecké sbírky),
2. **do 200 luxů – dosti citlivé materiály** (olejové a temperové barvy, dřevo, evropské a orientální laky, nebarvená kůže, kosti, rohovina, slonovina, želvovina apod.),
3. **omezení dlouhodobého silného osvětlení – málo citlivé materiály** např. přímého slunečního záření, osvětlení reflektory (sklo, barevné glazury a emaily, drahé kameny),
4. **osvětlení bez omezení – materiály na světlo necitlivé** (kovy, kámen, neglazovaná keramika apod.).

U velmi citlivých materiálů (50 luxů) je intenzita osvětlení kompromisem mezi osvětlením přijatelným pro daný materiál a osvětlením pohodlným pro pozorovatele. Citlivé materiály jsou vystavovány pouze krátkodobě při velmi nízké

intenzitě osvětlení, trvale jsou uloženy ve tmě. Protože vliv světla se kumuluje, je nutné respektovat ještě další omezení – **maximální přípustnou dobu osvětlení**, která se udává v milionech luxhodin za rok. Pokud je tato hodnota stanovena např. na 0,05 Mluxhod/rok znamená to, že předmět smí být vystaven cca 3 měsíce v roce (tj. 100 dní po 10 hod. osvětlení do 50 luxů).

Doba expozice světlem

U předmětů, které jsou velmi citliví vůči světlu, nestačí pouze ochrana před UV zářením, neboť i záření ve viditelné oblasti je poškozující. Jeho intenzita a doba působení musí být omezena na minimum. Obvyklou jednotkou pro měření intenzity osvětlení E je jeden lux [lx] a je definován jako:

$$E \text{ [(lux)]} = \frac{\text{světelný tok [(lm)]}}{\text{osvětlená plocha [(m}^2\text{)]}}$$

Intenzita osvětlení je závislá na vzdálenosti od světelného zdroje a měří se luxmetrem.

Pro představu několik údajů: 100 W žárovka emituje ve vzdálenosti 1 m cca 120 luxů, ve 2 m je to 30 luxů a ve 3 metrech pouze 13 luxů; denní světlo při zatažené obloze až 10 000 luxů, při modré obloze nebo bílých mracích cca 100 000 luxů a při letním slunci až 130 000 luxů.

Citlivost na světlo jednotlivých sbírkových materiálů je klasifikována jak z hlediska intenzity osvětlení, tak z hlediska expozice (ta se obvykle vztahuje na dobu 1 roku). V tabulce jsou pro jednotlivé kategorie předmětů uvedeny limity intervalu maximální roční světelné expozice. Rozdíly mezi nimi je nutno chápat jako rozdíly dané stářím a stupněm poškození materiálu.

Tab. 2 Hodnoty světelné expozice doporučené v literatuře

Kategorie citlivosti	Stabilita materiálů vůči poškození světlem	Maximální roční expozice spodní hranice intervalu	Maximální roční expozice horní hranice intervalu
kategorie 1	zvláště citlivé	12.000 klx.h	12.500 klx.h
kategorie 2	dostí citlivé	42.000 klx.h	150.000 klx.h
kategorie 3	citlivé	84.000 klx.h	600.000 klx.h

Přesnější způsob kategorizace citlivosti zavádějí ISO normy (které by měly platit v rámci celé EU). Norma ISO R105 (Blue Wool Standards) je založena na škále vlněných vláken, barvených různými modrými barvivy, jejichž citlivost vůči expozici světlem je rozdílná. (Liší se doba expozice, po které vlákno začíná blednout). Materiály jsou rozděleny zhruba do tří skupin – na citlivé, středně citlivé a odolné vůči světelné expozici. Kritériem pro toto dělení je právě „registrovatelné vyblednutí, zkráceně značeno JNF (just noticeable fade), tedy doba světelné expozice, po které je kurátor nebo konzervátor schopen postřehnout minimální změnu barvy (vyblednutí) předmětu.

Tab. 3 Hodnota celkové expozice (v milion lux hodin), která způsobí JNF. Nepředpokládá se působení UV.

Stupně ISO	1	2	3	4	5	6	7	8
Celková expozice způsobující JNF (Mlxh)	0,4	1,2	3,6	10	32	100	300	900
kategorie citlivosti	kategorie A			kategorie B			kategorie C	
	citlivé			středně citlivé			odolné	

ISO stupně 1 – 4: citlivá organická barviva (např. akvarely, indické miniatury, portrétní miniatury na slonovině, nebo na plátně), pastely, kresby sépiovou hnědí nebo bistem, kolorované a japonské tisky, barevné a kolorované fotografie a fotografie pořízené nejstaršími fotografickými procesy, všechna díla na papíru špatné kvality nebo díla již vybledlá.

ISO stupně 5 – 8: odolnější (anorganické pigmenty), kresby grafitem nebo uhlím na kvalitním bílém papíře, černobílé tisky, rytiny a černobílé fotografie na plastových podkladech.

Kategorizace materiálů je nezbytná pro rozhodnutí o možné intenzitě jejich osvětlení i o době přípustné roční expozice. V následující tabulce jsou uvedeny roční expozice, které způsobí právě registrovatelnou změnu barevného odstínu (1 JNF) v různých časových rozpětích (od 10 do 200 let). (Předpokládá se, že 30 stupňů JNF způsobí totální vyblednutí materiálu, 10 JNF způsobí již nepřijatelné barevné změny a poškození materiálu.)

Tab. 4 Doporučení maximální roční expozice pro jednotlivé kategorie materiálů

Materiál podle citlivosti	Světelná expozice způsobující JNF (Mlxh)	Doporučený limit max. roční expozice (týdny)	JNF (roky)	Intenzita osvětlení (lx)
kategorie A citlivé ISO stupně 1, 2, 3	1,2	4	115	50
kategorie B středně citlivé ISO stupně 4, 5, 6	10	12	320	50
kategorie C odolné ISO 7, 8 a více	300	24	4785	50

Tab. 4 Roční expozice 3000 hodin (cca 8 hod. denně) při intenzitě 50 luxů, která způsobí změnu o 1 JNF pro jednotlivé ISO stupně citlivosti materiálu v časových obdobích od 10 do 200 let.

Stupeň ISO	Změna o 1 JNF za 200 let	Změna o 1 JNF za 100 let	Změna o 1 JNF za 50 let	Změna o 1 JNF za 20 let	Změna o 1 JNF za 10 let
1	1 týden	2 týdny	4 týdny	10 týdnů	20 týdnů
2	2 týdny	4 týdny	8 týdnů	20 týdnů	40 týdnů
3	6,5 týdne	13 týdnů	26 týdnů	65 týdnů	2,5 roku
4	18 týdnů	26 týdnů	72 týdnů	3,5 roku	
5	1 rok	2 roky	4 roky		
6	3,5 roku				
7	10 let				
8	31 let				

Např. bude-li předmět citlivý na světlo, spadající do kategorie nejcitlivějších materiálů (ISO 1) vystaven jen 5 měsíců v roce (a během této doby osvětlen pouze 8 hodin denně intenzitou 50 luxů) již po 10 letech začne znatelně blednout. Bude-li vystaven (za stejných podmínek) jen 2 týdny v roce, dozná téže barevné změny až za 100 let.

Hodnoty uvedené v tabulce, se vztahují pouze ke změně barvy, ale změna fyzikálně-mechanických vlastností materiálu následkem světelné expozice může být v některých případech významnější (např. křehnutí, ztežení textilu). **Stanovení maximální přípustné expozice světlem pro konkrétní materiál je subjektivní rozhodnutí a zodpovědnost odborného pracovníka.**

Světelné zdroje, eliminace UV záření

Denní světlo, které se odráží od bílé natřených zdí a stropů, obsahuje přibližně 1/10 dopadajícího UV záření (9/10 je absorbováno bílou barvou). Proto plochy, které jsou osvětleny odraženým světlem, jsou z větší části před UV zářením chráněné.

Světlo emitované wolframovými žárovkami obsahuje pouze minimální množství UV záření a nemusí být filtrované. Naproti tomu světlo většiny zářivek a fluorescenčních lamp má relativně významný podíl UV složky. Ta může být eliminována použitím UV absorpční fólie nebo nátěru. Světlo xenonových lamp je svou charakteristikou velmi podobné dennímu světlu, obsahuje však rovněž významný podíl UV záření.

Tab. 6 Zdroje světla

Zdroj	Intenzita osvětlení	Intenzita ozáření (450 – 950 nm)	Intenzita UV záření (315 – 400 nm)
xenonová výbojka 1500 W	5000 lx		0,76 W/m ²
žárovka 60 W	300 lx	8 W/m ²	0,15 W/m ²
	300 lx	9 W/m ²	
	100 lx	3 W/m ²	
halogenová nízkonapěťová žárovka	50 lx	1 W/m ²	0,12 W/m ²
fluorescenční zářivka 36 W Mazdafluor blanc industrie TF40	300 lx	0,98 W/m ²	0,03 W/m ²
Fluorescenční zářivka 18 W Mazdafluor prestilux 827	7400 lx	25 W/m ²	0,05 W/m ²

Většina světelných zdrojů (wolframové žárovky, bodová světla, halogenové žárovky a obloukové lampy) emituje kromě světla i energii tepelnou – zahřívají se a zahřívají své bezprostřední okolí. Tento fakt by měl být brán v úvahu zejména u expozic. **Světelné zdroje by nikdy neměly být umístěny uvnitř vitrín,** neboť v uzavřeném relativně malém prostředí vitríny mohou zvýšením teploty, významně ovlivnit a zásadně změnit mikroklima (zejména R. V., která s teplotou úzce souvisí). V optimálním případě je světelný zdroj umístěn mimo vitrínu a („studené“) světlo je do vitríny přiváděno skleněnými optickými vlákny nebo světlovodnými kabely.

Nejjednodušší a velmi účinnou ochranou mohou být různé typy záclon, žaluzií a rolet, a to jak v depozitářích, tak v expozicích. Materiály citlivé na světlo, by měly být dlouhodobě uloženy ve tmě, délka i interval jejich expozice by měly být velmi pečlivě zváženy s ohledem na jejich stav a na trvání minulých expozic.

Běžné skleněné, polymetakrylátové nebo jiné průhledné plastové okenní tabule nechrání před UV zářením (absorbují pouze kratší vlnové délky ultrafialového záření – kratší než 300 nm) a značný podíl UV záření propouštějí. Okenní tabule, stejně jako skla vitrín nebo zasklení grafik a fotografií mohou být dodatečně opatřeny speciálními laky nebo fóliemi absorbujícími UV záření. Namísto okenních tabulí, skel ve vitrínách apod. mohou být použity přímo speciální materiály absorbující UV.

Schopnost absorpce UV záření ochranných fólií a nátěrů většinou klesá s časem, je nutné počítat s tím, že toto opatření není definitivní. Hladina UV záření by i v tomto případě měla být měřena a kontrolována. Fólie musí být po čase obnovovány. Tento fakt je nutné mít na zřeteli i při volbě způsobu ochrany sbírek před světlem.

Pro konzervátorsko-restaurátorské práce, fotografování, filmování a TV natáčení platí jiná kritéria, ale i zde se 1000 lx považuje za dostačující a 2000 lx za maximum. Při fotografování pro studijní účely se dává přednost blesku před trvalým osvětlením. Časté fotografování předmětů v expozicích se nedoporučuje!

Předměty, které nejsou citlivé na světlo (jako např. kovy, kámen, sklo, keramika, šperky, glazury) mohou být vystaveny vyššímu osvětlení, které by však nemělo přesáhnout dlouhodobě hodnotu 300 lx.

Intenzita osvětlení v expozicích je vždy kompromisem mezi pohodlím návštěvníka a ochranou historického materiálu. Je-li celá místnost v pološeru, potom je osvětlenost objektu 50 lx dostatečná, dokonce i pro malé a nepřilíš kontrastní předměty. Je-li místnost silně osvětlena a chceme dosáhnout stejného subjektivního vjemu, je nutné tentýž objekt osvětlit zdaleka více. Z toho vyplývá následující:

- **Je třeba minimalizovat nejen intenzitu osvětlení, ale i dobu osvětlení**
- **Vyloučit zdroje UV záření**
- **V maximální míře využívat záclony, závěsy, rolety, okenice, ochranné filtry aj.**

2.3 Atmosferické znečištění a prach

Atmosférické znečištění, které může být ve formě pevných nebo plyných částic, se udává pomocí koncentrace dané látky v daném objemu vzduchu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$ nebo ppm (= pars par milionem = 1 miliontina)].

2.3.1 Pevní části rozptýlené ve vzduchu (aerosoly) tvoří hlavně prach, saze a popílek. Větší částice o průměru (15 – 20 μm) se usazují v blízkosti svého zdroje, kdežto částice s menším průměrem zůstávají rozptýleny ve vzduchu a jsou unášeny až do větších vzdáleností od zdroje.

Zdrojem je většinou znečištění vnějšího prostředí mimo budovy: Částice jsou produkty spalování fosilních paliv z průmyslových objektů, lokálních topenišť, spalovacích motorů. Obsahují především velká množství sazí a dehtových látek, jsou většinou kyselého charakteru (absorbují SO_2) a často obsahují i stopy kovů (např. železo, které může při některých chemických reakcích působit jako katalyzátor).

Ve vnitřních prostorách způsobují znečišťování vzduchu různé přístroje i sami návštěvníci. Zbytky textilních vláken a kousků kůže nejsou sice příliš agresivními znečišťujícími látkami, ale mohou sloužit jako potrava pro různé mikroorganismy. Kouření v instalovaných historických interiérech, které jsou propůjčeny pro různé reprezentační akce, může představovat skutečně vážné ohrožení sbírkových předmětů, protože cigaretový kouř obsahuje velké množství dehtových látek, které jsou velmi těžko odstranitelné.

Ochrana předmětů před prachem

- prachotěsné vitríny (expozice).
- uzavřené skříně a obaly (depozitáře),
- filtrace vzduch.

V případě klimatizace a filtrace vzduchu se podíl prachu sníží až na 5% původní úrovně.

2.3.2 Plynné polutanty

A. Vnější polutanty (zdroj je mimo budovu)

Oxidy síry, zejména oxid siřičitý (SO₂)

Hlavním zdrojem oxidů síry je spalování fosilních paliv, zejména hnědého uhlí. Největší znečištění v současné době pochází z lokálních topenišť (*teplárny a průmyslové provozy jsou většinou odsířeny*), a proto se množství oxidu siřičitého v atmosféře v průběhu roku velice mění (maxima jsou v zimních měsících). Škodlivost oxidů síry stoupá s vlhkostí prostředí. Oxid siřičitý (SO₂) se oxiduje na oxid sírový (SO₃). Oxidy síry mají vysokou schopnost sorpce (*schopnost přilnout k chemicky odlišné látce*) a v atmosféře se SO₃ sorbuje na kapénky vody. Takto vzniklý aerosol kyseliny sírové („kyselý déšť“) **působí velmi korozivně na většinu sbírkových materiálů.**

Způsobuje korozi železa, bronzů a většiny barevných kovů, poškozuje materiály, obsahující vápník ve formě CaCO₃ (uhličitán vápenatý přechází na sádrovec), na kameni s obsahem vápníku se tvoří nepropustné sádrovcové krusty, stejně tak na nástěnných malbách, které se postupně stávají nečitelnými. Velmi urychluje devitrifikaci alkalických skel a nenávratně rozkládá a poškozuje bílkovinný materiál (kůže, pergamen, vlnu...), celulózu (papír, rostlinná vlákna...) a ostatní organické materiály.

Díky své silné sorpční schopnosti sorbují se oxidy síry podstatnou měrou i na stavební materiál, povrchy a nátěry uvnitř budovy. **V důsledku toho se míra znečištění vnitřní atmosféry budovy oxidy síry obvykle pohybuje na úrovni 10 až 15 % hodnoty znečištění v exteriéru.**

Sulfan (sirovodík) H₂S

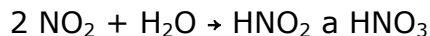
Vyskytuje se (zejména v přírodě) jako produkt tlení – rozkladu organických materiálů, zapáchá po zkažených vejcích. H₂S je korozivní zejména pro stříbro a měď. Na povrchu stříbra vytváří černý povlak sulfidu stříbrného, s mědí reaguje za vzniku síranu měďnatého. H₂S může způsobovat i změny (černání) některých anorganických pigmentů (olovnaté běloby nebo suříku).

Amoniak

Reaguje s kyselinou sírovou, která za vysoké R. V. vzniká na povrchu materiálů sorpcí oxidů síry. Reakcí H₂SO₄ s amoniakem vzniká síran amonný – hydroskopická sůl, která významně zvyšuje lokální vlhkost a mimo jiné hraje významnou roli při matnění laků.

Oxidy dusíku

Oxidy dusíku vznikají při provozu spalovacích motorů. Jedním z nejnebezpečnějších z této řady oxidů dusíku je oxid dusičitý, NO₂. Stejně jako oxid siřičitý spolu s vodou vytváří kyselinu:



Kyselina dusičná způsobuje obdobná korozní poškození jako kyselina sírová, a to korozi kovů, hydrolizu materiálů obsahujících celulózu a rozpouští vápenaté materiály. Na rozdíl od oxidů síry jsou schopnosti oxidů dusíku mnohem slabší, a proto je poškození způsobené oxidy dusíku relativně menší než poškození způsobené oxidy síry. Rovněž sorpce oxidů dusíku na stavební materiály je daleko slabší, takže **do budovy proniká téměř 90 % množství oxidů dusíku, obsažených v ovzduší mimo budovu!** *Tento fakt je podstatný zejména pro budovy obklopené silným automobilovým provozem a pro úložné prostory fotomateriálu s želatinovou vrstvou, která je vůči tomuto znečištění velmi citlivá.*

Ozon

Ve vyšších koncentracích se vyskytuje pouze za určitých okolností. Především za teplého počasí vzniká jako doprovodný jev znečištění oxidy dusíku při silném automobilovém provozu hlavně ve velkých městských aglomeracích. Díky slunečnímu záření se molekula NO₂ rozkládá na NO a O (oxid dusný a kyslík). Vzniklý atom kyslíku reaguje s molekulou kyslíku O₂ a vytváří ozón. Dále ozon vzniká při provozu některých světelných zdrojů nebo zařízení (např. rtuťové výbojky, elektrostatische prachové filtry, kopírky, laserové tiskárny). **Z chemického hlediska je ozon silné oxidační činidlo, které napadá všechny organické materiály.** Reaguje především s dvojnými vazbami nenasycených organických látek (ty jsou obsaženy v olejích, pryskyřicích, v některých organických barvivech), **způsobuje jejich síťování, oxiduje a urychluje některé typy koroze kovů.**

Limity polutantů tolerované v depozitářích

SO ₂	5 – 10 ppb
N ₂ O ₅	5 – 10 ppb
O ₃	5 – 10 ppb
Prachové částice	méně než 75 µg/m ³

B. Vnitřní polutanty (zdroj je uvnitř budovy)

Organické kyseliny a aldehydy, zejména formaldehyd, acetaldehyd a kyselina octová

Zdrojem jsou materiály běžně přítomné v muzejním prostředí, např. mobiliář, lepidla, nátěry, vlastní exponáty a čisticí prostředky apod. Koncentrace těchto škodlivin v otevřených místnostech a vně budovy je velmi nízká, avšak v uzavřených prostorách vitrín a depozitářů může být mnohonásobně zvýšená. *Negativní vlivy těchto organických sloučenin působící na muzejní exponáty jsou předmětem diskusí již dlouhou dobu – viz případ rozpadajících se mušlí vystavených ve vitríně ze skla a dubového dřeva, který byl zaznamenán na konci 19. století.* Právě tvrdá dřeva – zejména dubové – zůstávají ještě mnoho let po vyschnutí zdrojem kyseliny octové a aldehydů. **Kyselina octová ohrožuje zejména vápenaté materiály (mušle, některé minerály), historické sklo a**

smalty, některé kovy (olovo, zinek, měď, slitiny – bronzy). Kyselina octová může rovněž těkat z vnitřních nátěrů na bázi vinilacetátu (latexy), může vznikat rozkladem acetátu celulózy (filmové nosiče), může být součástí textilních apretur. Zdrojem **formaldehydu** jsou zejména fenolformaldehydové pryskyřice (pojiva tzv. dřevotřísek) a sbírkové předměty samotné, respektive dřívě užívaný způsob jejich dezinfekce. **Acetaldehyd** těká z nátěrů, lepidel a tmelů na bázi polyvinilacetátu a z tvrdého dřeva.

Sirovodík

Mezi vnitřní polutanty lze zařadit i sirovodík, jehož zdrojem mohou být muzejní exponáty organické povahy. Sirovodík vzniká během jejich pozvolného rozkladu, který bohužel probíhá nepřetržitě. V objemu uzavřené vitríny může dojít k významnému zvýšení koncentrace sirovodíku např. rozkladem vlněné tkaniny, která slouží jako podklad pro stříbrné mince. Ty potom zčernají povlakem sulfidu stříbrného.

Minimalizovat koncentraci vnitřních polutantů pomůže: Zvýšení cirkulace vzduchu, filtrace vzduchu uhlíkovými filtry, ale především volba vhodných materiálů úložného mobiliáře (např. sklo, kov s eloxovaným povrchem, měkké dřevo aj.), volba vhodných nátěrových systémů, neuvolňujících tento typ polutantů, vhodná materiálová skladba předmětů uvnitř vitríny – z tohoto hlediska jsou optimální monomateriálové vitríny i depozitáře.

Čištění vzduchu

Provádí se filtrací při nuceném oběhu vzduchu ve spojení s klimatizačním systémem.

Suché filtry jsou tvořeny různými druhy vláken, pěnových materiálů nebo sorbentů. Běžné klimatizační systémy odfiltrují cca 95 – 97 % prachových částic.

Vodní filtry mohou odfiltrovat jak prachové, tak plynné částice. Voda musí být ale často měněna. Tyto filtry mohou odfiltrovat oxid siřičitý z 95 – 97 %. Při použití slabě alkalických roztoků (pH 8,6 – 9) je účinnost stoprocentní. Filtry (jsou součástí klimatizace budovy) mohou sloužit i jako zvlhčovače vzduchu.

Sorbenty na bázi aktivního uhlíku zachytávají velmi účinně především kyselé polutanty (oxidy síry a dusku).

2.4 Biologické poškození

Příčiny biologického poškození:

- 1. hlodavci,**
- 2. ptáci,**
- 3. hmyz (červotoč, rybenky, moli, tesařík, mravenci, termitu aj.),**
- 4. plísně a houby.**

V depozitářích hradů a zámků je tento typ poškození výlučně důsledkem nedostatečné péče a nevhodných podmínek uložení.

ad 1, 2) Vniknutí hlodavců nebo ptáků do úložných prostor je naštěstí v našich podmínkách poměrně řídkým jevem, ale pokud se tak stane, dochází k opravdu rozsáhlým škodám. Proto je nutné, aby byly tyto prostory jednak dobře zajištěny (těsněním ve dveřích, sítěmi ve větracích otvorech) a aby byly pravi-

delně kontrolovány. Ochranou proti hlodavcům jsou pasti, jedy a především čistota a pořádek v úložných prostorech a na pracovních plochách.

Ad 3) K vniknutí hmyzu do úložných prostor může dojít v podstatě jen dvěma způsoby. Hmyz pronikne škvírami a větracími otvory, nebo je vnesen dovnitř spolu s napadenými sbírkovými předměty. Proti vniknutí samotného hmyzu se lze bránit jen do jisté míry – hustými sítěkami ve větracích otvorech a repellentními páskami s vrstvou lepu, umístěnými ve škvírách (např. pode dveřmi). Naproti tomu **zanesení hmyzu do depozitáře spolu se sbírkovými předměty (novými přírůstky, předměty zapůjčenými nebo vracejícími se z výstav) lze zabránit vždy, jejich důslednou kontrolou, případně biocidním ošetřením těchto předmětů předtím než budou do depozitáře umístěny. Prach a drobné nečistoty v depozitářích přispívají k rozmnožení drobného hmyzu (molů, roztočů).**

Úložné prostory historických budov, většinou nevytápěné, jsou ve srovnání s vytápěnými nebo temperovanými depozitáři muzeí daleko vhodnější pro působení červotoče, který pro svůj vývoj potřebuje roční teplotní cyklus.

V depozitářích, obsahujících dřevo, textil, kůži, papír a další organické materiály (převážně etnografické sbírky a sbírky přírodnin) by eventuelní přítomnost drobného hmyzu měla být stále monitorována.

Předměty, u nichž není vyloučeno, že by mohly být napadeny dřevokazným hmyzem nebo plísněmi (nově získané předměty, vrácené zápůjčky apod.), nebo předměty, u kterých se napadení projevilo, by měly být izolovány v samostatné místnosti až do doby, než bude napadení vyloučeno, nebo až do doby ošetření.

Monitorování drobného hmyzu. Pro monitorování přítomnosti létajícího hmyzu lze v depozitářích bez přístupu denního světla použít miniaturní světelný zdroj a pravidelně kontrolovat plošku bílého papíru pod ním, zda na něm není mrtvý hmyz. V depozitáři bez přímého větrání lze kontrolovat přítomnost molů feromonovými lapači. Přítomnost lezoucího hmyzu lze sledovat opět na páskách s lepem. Pravidelnou kontrolou dřevěných předmětů lze podle vysypaných pilin či požerků zjistit působení dřevokazného hmyzu.

Tab. 7 Formy poškození materiálů sbírek hmyzem

Hmyz	Formy poškození
Tesaříci (Cerambycidae)	kanálky o průměru několika mm pod povrchem dřeva, týká se spíše konstrukčního dřeva (krovů), zejména nedokonale odkořeněného mobiliáře
Hrbohlav parketový (Lyctus linearis)	ničí tvrdé dřevo, je menší než červotoč
Červotoči (Anobiidae)	kanálky ve struktuře dřeva způsobující její zeslabení, někdy se vyskytují i v knižních vazbách
Rušníci (rod Anthrenus) Kožojedi (rod Dermestes) Kožešinožrouci (rod Attagenus)	napadají vlasy, vlnu, peří, entomologické sbírky, bílkoviny, kůži, přírodovědné sbírky, např. peří ptáků
Rybenka domácí (Lepismatidae)	poškozuje papír, knihy, dokumenty, fotografický materiál, botanické sbírky
Molí, nejčastěji mol šatní (Tineola bisselliella), dále mol kožešinový, čalounový, péřový.	napadají především vlněné materiály, vlasy, kožešiny, peří, ptáčích kůží
Veš knižní (Liposcellis)	poškozuje papír, kůži, akvarely, želatinové materiály, např. fotografické filmy a desky
Švábi (Blatta orientalis)	poškozují vlnu, kůži, papír, knihy
Mravenci (Formicidae)	usazují se ve dřevě, již dřívě napadeném červotočem nebo tesaříkem, přenášejí do něho houby a plísně a urychlují tak jeho degradaci
Všekazi – termiti (Isoptera)	v našich zeměpisných šířkách se nevyskytují, ale mohou k nám být dopraveni spolu s tropickým dřevem

Ošetření předmětu poškozeným hmyzem lze rozdělit na dvě skupiny:

- **zcela neinvazivní** (g záření, inertní atmosféry, plynování),
- **aplikace tekutých insekticidních prostředků** (prostředků hubících hmyz) na povrchu nebo dovnitř předmětu.

Z hlediska ochrany sbírkových předmětů a ve snaze minimalizovat nevratné zásahy na sbírkách je v současné době jednoznačně dávána přednost **neinvazivnímu způsobu ošetření**, který zcela zahubí hmyz, aniž by do ošetřeného předmětu vnášel nějaké cizí látky. Takovým ošetřením je např. **ozáření**, které má 100% účinnost bez ohledu na masivnost předmětu (nevýhodou je nutnost transportu). Neinvazivní jsou rovněž **inertní atmosféry** – dusíku, oxidu uhličitého nebo atmosféry ochuzené o kyslík (výhodou je aplikace možná na místě, i možnost ošetření jakkoli citlivých předmětů bez ohledu na jejich materiálové složení – např. deskových maleb). Aplikují se v uzavřených vacích, svařených ze silnostěnné polyetylenové fólie, nebo v autoklávu. Tato ošetření (ozáření, vystavení inertní atmosféře) zahubí hmyz ve všech stádiích vývinu, ale nemá charakter preventivní ochrany. *Znamená to, že bude-li takto ošetřený předmět uložen zpět do nevyhovujícího prostředí mezi ostatní, hmyzem nenapadené předměty, je nejvýše pravděpodobné, že bude vzápětí opět napaden.*

K tomu, aby **plynování** bylo rovněž 100% účinné a zároveň neinvazivní, by bylo nutné použít skutečně velmi prudké jedy (např. kyanovodík nebo etylenoxid). To je pro případ plynování depozitářů nebo celých budov absolutně vyloučeno. *(Tyto jedy se používají pro dezinfekci pouze ve speciálních, zcela uzavřených, několikanásobně jištěných a kontrolovaných provozech).*

V současné době lze k plynování použít např. sulfurylfluorid (obch. Název Vican), dále pak fosfan, který však může způsobit nevratné změny – zčernání pigmentů, obsahujících některé kovy (např. arzen), nebo umělého zlacení. Metylbromid (může poškodit stříbrné předměty a fotografický materiál). Technický metylbromid bývá navíc znečištěn metylchloridem, jehož přítomnost je nebezpečná zejména při zvýšeném obsahu vlhkosti, kdy může vytvářet agresivní chlorovodík. Nejčastěji je používán aerosol na bázi pyrethroidů (nejedná se o plyn,

ale o jemně rozprášenou kapalinu, která se i po odvětrání částečně usadí na površích).

Pro většinu dostupných a hygienikem povolených způsobů plynování platí, že se jedná o dotyčné jedy. **Plynování má smysl pouze v době výletu hmyzu.** Účinnost plynování nikdy není 100%, neboť účinná látka nemůže proniknout vždy v dostatečné koncentraci až k larvám či vajíčkům hmyzu. Proto je nutné ošetření minimálně 1x opakovat (cca po 14 dnech po prvním plynování).

Tento způsob ošetření má smysl, pokud byl hmyz nalezen nebo jeho přítomnost předpokládána. Nechrání předměty do budoucna (po odvětrání jeho působení končí), proto jej nelze nazývat „preventivním ošetřením“. Nemá smysl čisté depozitáře a sbírkové předměty bez výskytu hmyzu zbytečně vystavovat působení jakýchkoli chemikálií!

Jako tekuté **insekticidy** k přímé aplikaci na sbírkový předmět jsou v současné době hygienicky přípustné výhradně prostředky na bázi syntetických pyrethroidů. Lze je použít ve formě vodné emulze nebo v roztoku alkoholu či jiných organických rozpouštědel. Pyrethroidy samotné zpravidla netvoří žádné skvrny, přesto je nutné jejich působení vždy vyzkoušet na nevýznamném vzorku i z hlediska vhodnosti zvoleného rozpouštědlového systému (bobtnání nebo rozpouštění některých materiálů, nasákavost aj.). Pyrethroidy se v materiálu vážou, netěkají z něj a v ošetřeném předmětu přetrvávají. Tento fakt lze hodnotit na jedné straně jako negativum z hlediska zachování autenticity objektu, na druhé straně je nutno zdůraznit, že pouze tento způsob ošetření chrání předmět před hmyzem i do budoucna, tedy poskytuje preventivní ochranu.

Ad 4) Houby, plísně a bakterie jsou vývojově nejnižší živé organismy, poškozující sbírky. Tyto organismy jsou ovšem nejvytrvalejší a vůči sanačním postupům nejodolnější. Jejich spóry se šíří vzduchem.

Houby a nižší houby (plísně) mohou parazitovat jak na živých organismech (na rostlinách nebo živočiších), tak na neživých nebo inertních podkladech. Poškození houbami se týká jak konstrukčních částí depozitářů, tak sbírkových předmětů, které jsou zde uloženy. Materiály jsou degradovány organickými kyselinami nebo enzymy, které houby vylučují.

Houbová vlákna (hyfy) vytvářejí podhoubí (tzv. mycelium, soubor všech vláken), které prorůstá materiálem. Za vhodných podmínek se na něm vyvíjí plodnice (může být různých velikostí a tvarů), jež produkuje výtrusy. Houba je metabolicky nejaktivnější na okraji své růstové zóny.

Prvním předpokladem života hub a plísní je dostatek potravy. Tou je většinou celulóza v jakékoli podobě (dřevo, papír, dřevotříska, seno, sláma, ochranné nátěry nebo lepidla na bázi derivátů celulózy aj.), dále polysacharidy (škrob, rostlinné gummy – jsou pojivem kvaší nebo akvarelů) a bílkoviny (kliš, vaječné proteiny, kasein, kůže, peří, chlupy, vlna apod.). V současné době jsou však již známy i plísně, které napadají minerální materiály (kámen) i syntetické polymery.

Dalším předpokladem jsou vhodné klimatické podmínky. Pro rozvoj většiny hub a plísní, se kterými se setkáváme v našich zeměpisných šířkách, je optimální R. V. vyšší než 70 % a teploty nad 15 °C. To jsou podmínky, při nichž jsou spóry schopny vyklíčit. Jestliže je plíseň již v aktivním stádiu, pro vlastní růst se může spokojit s nižší hladinou relativní vlhkosti.

Základním předpokladem pro zamezení rozvoje plísní jsou čisté depozitáře s dobrými klimatickými podmínkami. Pokud byly plísně v depozitáři nalezeny, je nutná dezinfekce nejenom všech předmětů v něm uložených, ale i samotného depozitáře (úložného mobiliáře, výmalba stěn barvou s příměsí fungicidu) a zlepšení klimatických podmínek (snížení R. V. a teploty).

V prostředí depozitářů volíme nejčastěji šetrnou dezinfekci nad parami etanolu nebo lépe butanolu (napadený předmět je uložen po několik dní v uzavřeném exsikátoru nad hladinou vodného roztoku butanolu), nebo použijeme komerční fungicidy – obvykle na bázi sloučenin bóru, kvarterních amoniakových solí (např. bezbarvý roztok ajatinu), nebo derivátů benzthiazolu (TMCB), případně jejich kombinací. Zde je nutné uvážit, zda použít prostředky **fungicidní** (plíseň hubící), nebo zda stačí pouze použít prostředky **fungistatické** (zamezující růstu plísní). *Zřetelné označení v tomto smyslu je pro všechny komerční přípravky povinné/*

Bakterie jsou jednobuněčné mikroorganismy pouhým okem neviditelné (1 – 10 μm). Jejich metabolismus může být heterotrofní nebo autotrofní. Heterotrofní bakterie pro svůj rozvoj potřebují přítomnost živých organismů – může se jednat o mikroorganismy, neboť metabolizují uhlík z organických látek; autotrofní postačí čistě minerální podklad. Bakterie produkují různé enzymy, které rozkládají některé konkrétní materiály (selektivně štěpí některé chemické vazby).

Bakterie mohou napadat jakýkoli materiál, a dokonce k tomu nepotřebují zdaleka tak specifické podmínky jako plísně. Běžně se vyskytují na materiálech bílkovinné povahy, ale i na kameni nebo na nástěnných malbách. (Konkrétní diagnózu typu mikroorganismu a jeho citlivosti na sanační prostředky (většinou antibiotika) provádí specializované mikrobiologické pracoviště).

Zvýšené nebezpečí výskytu typů bakterií a plísní nebezpečných pro člověka, je na archeologickém materiálu organické povahy, zejména na hrobových textiliích. Před jakýmkoli konzervačním zásahem na takovém materiálu je nezbytně nutné předmět vydezinfikovat (např. nad parami butanolu). I po dezinfekci je však nutné při práci používat ochranné rukavice, respirátor nebo alespoň roušku a brýle. (Infekce sliznic oka, úst a nosu je nejpravděpodobnější a nejrychlejší.)

Biologické poškození stavebních materiálů a kamene v exteriéru

Měchy, řasy, lišejníky, houby, bakterie

Jak bylo řečeno, biologické poškození se neomezuje jen na organické materiály, často je možné je pozorovat na kameni, omítce, vitrajích nebo nástěnné malbě. Bakterie, řasy a lišejníky mohou některé materiály rozpouštět (látkami, které produkují), nebo je minerálně transformovat. Důsledky takového biologického ataku jsou velmi podobné poškozením, která jsou způsobena znečištěním atmosféry.

Projevy biologického napadení na anorganických materiálech mohou být různé:

- **Změny barvy (zelené, bílé, černé, růžové aj. skvrny) bývají způsobeny plísněmi.**
- **Povlaky řas nemusí být vždy jen zelené, ale i černé nebo červené.**
- **Výkvěty podobné výkvětům solí, změny struktury povrchu (práškovatění, odlupování...), bělavé povlaky, černé krusty a depozity, které se podobají znečištění (při bližším zkoumání jsou tvořeny drobnými černými tečkami) – mohou být projevy bakteriálního napadení.**
- **Kolonie mechů a lišejníků bývají evidentní.**

Řasy pro svůj růst nutně potřebují světlo, vodu (nebo vlhkost), vzduch a minerální látky. Na stavebních materiálech vidíme nejčastěji zelené řasy, které tvoří na povrchu kompaktní zelený povlak (nemají ani stonek, ani lístky). Nemusejí být však pouze zelené, mohou být i červené, rezavé, modravé anebo černé, podle pigmentů, který obsahují. Řasy se vyskytují na všech typech kamene, na omítkách, na nástěnných malbách i na vitrajích.

Lišejníky jsou spojením řasy a houby. Hyfy houby pronikají do materiálu (nejčastěji do kamene) – do pórů i do prasklin – až 2 cm hluboko. Kámen pak ničí jak mechanicky, tak chemicky (produkty houby rozkládají některé minerály). Pro svůj růst potřebují čistou atmosféru bez chemických exhalací.

Pro růst a šíření mikroorganismů je, kromě teploty a světla, důležité i proudění vzduchu (vítr roznáší spóry plísní) a usazování prachových částic. Prach, kromě toho, že může obsahovat spóry, také obsahuje drobné organické materiály (např. pylová zrna), které mohou být mikroorganismům potravou.



Plíseň Aspergillus tamarii (foto skenovacím elektronovým mikroskopem, zvětšeno 2000x)



Schéma mycelia plísně rodu Aspergillus, na okrajích se oddělují spóry.



Lišejník na kameni (mikrofotografie řezu, zvětšeno 40x)



Lišejník na kameni. V UV světle jsou patrná světlá vlákna, prorůstající do hmoty kamene (mikrofotografie řezu v UV světle, zvětšeno 60x)

3 Preventivní ochrana sbírek

3.1 Obecné požadavky na uložení sbírkových předmětů

Požadavky na vybavení depozitáře

Depozitáře by měly být navrženy tak, aby zajišťovaly všechny požadavky preventivní konzervace. Kvalitní depozitáře a dobré podmínky uložení mnohonásobně prodlouží životnost sbírkových předmětů.

Prostory musí být suché, čisté, bez otřesů a vibrací, se stabilním klimatem (není vhodné situovat depozitář vedle kotelny ústředního vytápění, do podkrovní, do sousedství průjezdu...). Chodby a dveře by měly být dostatečně prostorné a situované tak, aby bylo možno s předměty dobře manipulovat. Přístup do depozitářů by měl být omezen. Rozhodně by depozitář neměl být průchozí.

1. Klima depozitáře

Relativní vlhkost by měla být v limitu hodnot přijatelných pro typ materiálu, který je zde uložen. S tím souvisí i požadavek na monomateriálové depozitáře. Hodnoty přijatelných intervalů R. V. jsou uvedeny u každého materiálu samostatně. **Univerzální hrubě orientační hodnota R. V., obecně přijatelná pro většinu nepoškozených materiálů, je 50 – 55%.** Určité kolísání R. V. nelze nikdy zcela zcela vyloučit, zejména v historickém objektu nastávají v průběhu roku změny klimatu, **ale nesmí se jednat o náhlé skokové změny.** *Dřevěný úložný mobiliář a zabalení předmětů do papíru s alkalickou rezervou pomáhá eliminovat drobné výkyvy R. V.* Pro historický objekt lze tolerovat plynulý pohyb R. V. v průběhu roku v intervalu 40 – 70%. **Tento režim není optimální, ale dochází-li ke změnám plynule a ne skokem, je pro většinu materiálů (s výjimkou extrémně citlivých) únosný.** V takovém případě je ovšem třeba sbírky častěji kontrolovat, především z hlediska biologického napadení a koroze kovů a v případě potřeby ihned reagovat (dezinfekce, dezinfekce, ošetření kovů, instalování odvlhčovače...). Relativní vlhkost je vždy spojena s teplotou. Je zřejmé z kap. 2.1, čím nižší je teplota, tím menší je změna R. V. vyvolaná změnou teploty o 1°. Při nižších teplotách je tedy daleko snazší zajistit relativně stálou R. V.

Teplota urychluje veškeré chemické procesy, tedy i ty nežádoucí, způsobující korozi materiálů. To je další důvod, proč by teplota v depozitářích měla být co nejnižší a pokud možno stálá. **Depozitáře je třeba temperovat proti promrzání a kondenzování vlhkosti, není však žádoucí, aby byly v pravém slova smyslu vytápěny.** Spíše by se mělo jednat o izolaci (ve studeném i v teplém ročním období), v optimálním případě by teploty neměly přesáhnout 20 °C. *Pro uchování některých materiálů je dokonce naprosto nezbytná velmi nízká teplota (fotomateriály).*

Světlo není v depozitáři nutné, protože obdobně jako teplota urychluje většinu procesů koroze. **Čím nižší je hladina osvětlení v depozitáři, tím lépe – pro většinu materiálů je optimální tma.** Zejména textil, přírodní barviva, inkousty, fotografie a pastely mohou být světlem ve velmi krátké době naprosto

nenávratně poškozeny, nebo zničeny. Pokud má depozitář okna, je třeba, aby byly zastíněny roletami, záclonami, okenicemi, apod. *Pro manipulaci se sbírkovými předměty musí být v depozitáři možnost dostatečného osvětlení a bezpečnostní osvětlení.*

2. Běžná údržba depozitáře

Depozitář by měl být **důkladně** uklizen, tj. **pravidelně by zde měl být vysáván prach**, tak aby neulpíval ani na samotných sbírkových předmětech ani na površích úložného mobiliáře či na podlaze. **Nestačí pouze ochrana sbírkových předmětů obaly.** Právě prach a drobné nečistoty nejvíc přispívají k rozmnožení drobného hmyzu (rybenek, roztočů, molů...) a plísní. *Pokud má depozitář větrání okny, či jinými větracími otvory a průduchy, je třeba, aby byly zajištěny hustou sítí proti vniknutí hmyzu.* Pode dveřmi by pak z téhož důvodu mělo být těsnění nebo proužky lepící fólie. Pokud má depozitář filtrovaný vzduch, je třeba filtry pravidelně čistit, eventuálně vyměňovat náplň z aktivního uhlí, čas od času je také třeba mikrobiologicky (stěry) ověřit, že se klimatizačním systémem nešíří spóry plísní. Monitorování přítomnosti hmyzu by mělo být

Součástí běžné údržby. (Možné varianty jsou popsány v kap. 2.4 Biologické poškození). K té patří i pravidelná kontrola plynových, elektrických a vodovodních instalací – alespoň 1x ročně. Klimatické parametry depozitáře by měly být pravidelně kontrolovány, zejména v kritických obdobích (*přibližně březen – červen a listopad – prosinec*), v depozitáři s citlivým materiálem by měla být teplota i R. V. monitorována a registrována stále. Proto, aby tato měření měla smysl, musí být záznamy každoročně vyhodnoceny a z výsledků vyvozeny důsledky (např. v určitém ročním období instalace odvlhčovače, dodatečné zateplení, zastínění, odstěhování extrémně citlivých předmětů apod.).

3. Materiály pro vnitřní vybavení depozitáře

Podlahy – v ideálním případě by měly být hladké, bez spár, dobře udržitelné v čistotě, nevyžadující speciální péči a neodpařující škodlivé látky (kámen, kamešina, lité betonové stěrky aj.). V historických prostorách je samozřejmě nutné respektovat současný typ podlahy, ale i nároky na čistý provoz.

Nátěry stěn – minerálního charakteru (vápenné, silikátové), prodyšné, neklížené, neobsahující hlavně vinilacetátové, ale ani akrylátové disperze. V případě historických interiérů je třeba respektovat původní dobovou výmalbu.

Materiál úložného mobiliáře – eloxovaný hliník, měkké dřevo bez povrchové úpravy, plech z nerezové oceli nebo z oceli, na povrchu natřené kvalitním nátěrem, který nedegraduje. Zejména nevhodné jsou dřevotřísky (pojené fenolformaldehydovými nebo melaminofomaldehydovými pryskyřicemi a uvolňující formaldehyd), tvrdá dřeva (hlavně dub, uvolňující kyselinu octovou), různé polymerní materiály, které časem degradují a částečně depolymerují (PU [PUR] – polyuretan, PVC – polyvinylchlorid, pryž). Tkaniny z přírodní vlny by neměly být podložkou zejména pod stříbro a jeho slitiny (Vlna je bílkovinné povahy a při její degradaci vzniká sirovodík.) Rovněž použití některých lepidel na bázi polychloroprenu nebo polyvinylacetátu není vhodné.

Externí polutanty jsou probrány samostatně.

4. Ukládací mobiliář

Zařízení depozitáře by měly být jednoduché police nebo řada skříní. Hloubka police musí být přiměřená velikosti uložených předmětů. Police mohou být různě dělené, jejich povrch může být opatřen protiskluzovými podložkami nebo korkový-

mi deskami, ale vždy musí umožnit snadný přístup ke všem uloženým předmětům.

Kovové uzavřené posuvné, ručně nebo elektricky ovládané – tzv. kompaktní úložné systémy jsou vhodné pouze tam, kde je naprosto stálé klima (fungující klimatizace) a nehrozí nebezpečí kondenzace vody na povrchu kovu. V tomto případě je nutné, aby sbírkové předměty byly dobře uloženy ve stabilní poloze (aby nebyly ohroženy otřesy a vibracemi při manipulacemi s regály). Obdobně i ostatní zásuvky či vysouvací regály musí být lehce pohyblivé a opatřeny záložkou. Měly by být nakloněny tak, aby měly tendenci samy se zavírat. Vnitřek zásuvky by měl být z inertních materiálů, případně zajištěn proti skluzu. Zásuvky s přihrádkami by měly být utěsněny proti prachu. Přidání dveří před vlastní zásuvkový systém skříně může dodatečně zesílit ochranu proti prachu.

Grafiky, tisky, fotografie apod. mohou být uloženy na podložkách a skladovány v horizontální poloze (v plochých zásuvkách, v krabicích nebo roštích – nezátížené, prokládané hedvábným papírem, chráněné před prachem). Zasklené grafiky a obrazy ve vertikální poloze řazené (obdobně jako knihy, opět mezi rošty), nebo zavěšeny na zdech či roštích. Těžké a objemné předměty by měly být uloženy co nejnižší. Jsou-li uloženy na podlaze, měly by být umístěny na vozících, nebo soklech, které by usnadnily manipulaci a zároveň snížily riziko jejich mechanického poškození.

Velmi cenné nebo výjimečně významné předměty jsou ukládány v trezorech a ve speciálně bezpečnostně zajištěných prostorách, které by měly být zabezpečovány i proti požáru. Pro uložení materiálů citlivých na R. V. prostředí (např. pergamenů a vzácných tisků) by měl být použit trezor s možností regulace klimatických podmínek.

Součástí depozitáře by měl být i pomocný pracovní mobiliář – např. stabilní schůdky, plošiny, odkládací schody, které mohou usnadnit manipulaci se sbírkovými předměty a snížit tak riziko jejich poškození. Depozitář by měl být vybaven hasícím přístrojem (jeho náplň volíme podle uskladněného materiálu) nebo jiným protipožárním systémem.

5. Depozitář by měl být monomateriálový, nebo by alespoň měl zahrnovat příbuzné materiály (např. papír, kůže nebo sklo, kámen, porcelán), respektive materiály, vyžadující obdobné podmínky a neškodící si navzájem (sklo, kov). V případě, že se nároky různých materiálů, uskladněných v jednom depozitáři, budou velmi lišit (např. textil, kov), je velmi pravděpodobné, že nejméně jeden z nich bude poškozen. Uložení heterogenních předmětů, složených z více materiálů různé povahy (např. některé zbraně s dřevěnými a kovovými částmi nebo knižní vazby zdobené kovááním) vede zpravidla ke kompromisu ohledně klimatických podmínek. V takovém případě je třeba řídit se požadavky materiálu, který snáze degraduje, nebo je již velmi zchátralý a který nelze (ani dočasně) před vlivem okolí chránit. Stav těchto předmětů by měl být kontrolován přednostně.

6. Nové sbírkové předměty by měly být přidány do depozitáře až po důkladné prohlídce, případně po ošetření – **čisté, bez aktivní koroze, bez plísní a hmyzu.** Platí stejně pro předměty vrácené z výstav či výpůjček.

7. Předměty zapůjčené pro temporální výstavy by v meziobdobí mezi expozicí a transportem měly být uloženy v samostatném depozitáři.

8. Bezpečnost práce v depozitářích.

Většina předmětů ve sbírkách byla již v minulosti restaurována, nebo konzervována. Chemické prostředky, používané ke konzervaci a dezinfekci v současné době podléhají kontrole hygienika, stejně jako pravidla práce s nimi. V minulosti tomu tak vždy nebylo. Je známé, že z živých organismů jsou nižší organismy relativně nejvytrvalejší. K hubení plísní a hmyzu byly proto vždy používány silné jedovaté látky. Některé z nich jsou dnes řazeny mezi tzv. „zvláště nebezpečné jedy“ (např. anorganické sloučeniny rtuti nebo arzenu a organokovové sloučeniny těžkých kovů, dříve používané jako fungicidy), některé řadíme do skupiny tzv. „persistentních organických jedů“ („POP´s“). Jsou to látky, které nedegradují, živé organismy je nejsou schopny odbourat. Přetrvávají v organismu, jejich účinky jsou kumulativní (hromadí se). Většinou se jedná o látky karcinogenní (např. deriváty pentachlorfenolu, dříve používané jako běžné insekticidy), teratogenní a mutagenní, ohrožující vývoj plodu (např. DDT). Všechny tyto látky jsou ve sbírkových předmětech dodnes. Dnes již nelze jednoznačně prohlásit, který předmět byl ošetřen a čím.

Proto je bezpodmínečně nutné dodržovat při práci v depozitářích základní bezpečnostní předpisy: nejíst zde a nepít, k manipulaci s ošetřenými předměty používat rukavice, po práci si ihned umýt ruce a hlavně netrávit v depozitáři více času než je nezbytně nutné. Škodí to nejen sbírkovým předmětům, ale i samotným pracovníkům.

- **Klima depozitáře by mělo být v limitu hodnot, přijatelných pro typ materiálu, který je zde uložen.**
- **Pro historický objekt lze tolerovat plynulý pohyb R. V. v průběhu roku v intervalu 40 – 70 %. Tento režim není optimální, ale docházeli ke změnám plynule a nikoli skokem, je únosný pro většinu materiálů (s výjimkou extrémně citlivých).**
- **V depozitářích je nutné udržovat čistotu.**
- **Depozitáře je třeba temperovat, aby nepromrzaly a aby zde nekondenzovala vlhkost.**
- **Čím nižší je hladina osvětlení v depozitáři, tím lépe – pro většinu materiálů je optimální tma.**
- **Depozitář by měl být monomateriálový, nebo by alespoň měl zahrnovat příbuzné materiály.**

Depozitáře lze proti světlu účinně chránit jednoduchými roletami z pevného bavlněného krepu

V historickém interiéru je možné využít k ochraně proti světlu také vhodně volené moderní rolety. Rolety na snímku jsou ze speciální syntetické textilie imitující přírodní hedvábí, s UV ochrannou vrstvou na vnější straně

Aranžované rolety z tenkého plátna chrání proti přímému slunečnímu světlu historický interiér. Jejich výtvarné řešení je nutné přizpůsobit charakteru místnosti.

Řada historických objektů má okna chráněna původními dřevěnými žaluziemi.

Plošina na přepravu těžkých kusů mobiliáře

Improvizovaná dezinfekce sbírkových předmětů ve svařeném pytli z PE fólie nad roztokem butanolu

Jednoduchý způsob monitorování létajícího hmyzu v depozitáři

Stahovací meziokenní roleta

3.2 Specifické nároky sbírkových předmětů ve vztahu k materiálům, z nichž jsou tvořeny. Nároky na uložení a na zacházení s nimi.

3.2.1 Kovy

1. Charakter kovových předmětů

Kovy jsou pro řadu oborů uměleckého řemesla hlavním materiálem, ale často se vyskytují i jako doplňkový materiál v kombinaci s dalšími materiály. Techniky zpracování a zdobení kovů jsou různorodé. Charakter kovů, jejich struktura a způsob výroby předurčují jejich specifické stárnutí. Kovy mají některé specifické vlastnosti – elektrickou a tepelnou vodivost, tažnost, kujnost a tvrdost, které jsou dány jejich vnitřní krystalickou strukturou.

Degradaci kovu určuje především rychlost a druh koroze, jíž materiál podléhá. Korozi obecně označujeme vytváření vrstev oxidačních produktů kovu na povrchu kovového předmětu. Tyto vrstvy mohou mít i ochranný charakter tzv. ušlechtilé patiny. **Ušlechtilá patina** (pasivační ochranná vrstva) je kompaktní, málo porézní vrstva s dobrou adhezí k příslušnému kovu, vytvářející bariéru mezi vlastním kovem a vnějšími vlivy prostředí. Ušlechtilé patiny jsou nejen krásné, ale i funkční a pro ochranu předmětu jsou žádoucí. Vznikají na neželezných kovech a na jejich slitinách. Jako příklad lze uvést modrozelené ušlechtilé patiny zásaditých uhličitánů mědi převážně na předmětech v interiérech a patiny zásaditých síranů mědi v exteriérech (měděné střešní krytiny, bronzové plastiky). Na některých uměleckoprůmyslových artefaktech byly vytvářeny i umělé patiny. **Neušlechtilé, tzv. divoké patiny** tvoří vrstvy korozních produktů obsahující stimulatory koroze (chloridy aj.).

Koroze je fyzikálně-chemická interakce mezi kovem a jeho prostředím, která vede ke změnám ve vlastnostech kovů. Je podmíněna především přítomností oxidačních činidel (např. kyslíku), přítomností stimulatorů koroze a vzdušné vlhkosti. Koroze je přirozený proces, jímž kovy procházejí, nelze jej zcela zastavit, ale může se omezit či zpomalit. **Stimulatory koroze** jsou látky, které korozi urychlují. Mohou jimi být např. chloridy i sírany. **Inhibitory koroze** jsou chemické sloučeniny, které korozi omezují, např. dusitan sodný.

Aktivní koroze může v nevhodném prostředí propuknout i u předmětů konzervovaných (ve vlhkém prostředí a za přítomnosti stimulatorů koroze). Zjevným projevem aktivní koroze je lokální výskyt jemných kapiček korozních produktů, rozpuštěných ve vodě. U mědi a jejích slitin jsou tyto kapičky zbarvené modrozeleně, u železa jsou rezavé. Uvedené vlhké korozní produkty zanechávají stopu na obalovém papíru. V těchto případech je nezbytný urychlený zásah konzervátora.

Rychlost korozních procesů roste úměrně s vlhkostí prostředí. Optimální prostředí pro uložení kovů je při R. V. 40 %. (Je nutné si však uvědomit, že korozní proces se úplně nezastaví ani při R. V. 30 %, ale čím je relativní vlhkost nižší, tím menší je riziko koroze). Chceme-li vytvořit optimální podmínky pro uložení předmětů, složených z více materiálů, včetně organických (kov – dřevo, kov – slonovina, kov – kůže apod.), R. V. by měla být udržována v okolí hodnoty 50 %, tedy na hodnotě kompromisu pro oba materiály.

Kovy nejsou citlivé na světlo. Pouze prudký slunečný svit, spojený s lokálním zvýšením teploty může za jistých okolností kovové předměty poškodit,

zejména je-li předmět složen z více typů kovů s různou tepelnou roztažností. Dlouhodobě nízké teploty pak mohou přispět ke speciální korozi cínu.

Kovové předměty jsou před nežádoucí korozi chráněny konzervací. Po vyhodnocení průzkumu by měly být v rámci konzervace korozní vrstvy odstraněny nebo stabilizovány odsolením (týká se zejména archeologických nálezů). To znamená, že z korozních produktů jsou odstraňovány stimulatory koroze. V některých případech jsou potom na povrchu vytvářeny ochranné, vodou nerozpustné **pasivační vrstvy**. Konečnou úpravou kovového předmětu bývá obvykle ochranný nátěr, který může být ještě převoskován. V některých případech jsou vosky a oleje, obsahující inhibitory koroze aplikovány přímo na kov.

2. Specifická citlivost vůči degradačním vlivům

Zlato je vysoce ušlechtilý kov a nepodléhá prakticky žádným korozním vlivům prostředí. Méně ryzí zlato může tmavnout (to je způsobeno větším obsahem příměsí mědi). Péče o zlaté předměty spočívá hlavně v zabezpečení před mechanickým poškozením a před krádeží.

Zlacené předměty – zlacení se provádělo několika technologickými postupy. Historické technologie jsou pozlacování v ohni a zlacení plátkovým zlatem. Podstatně mladší je galvanické zlacení (19. století), nebo nátěr tzv. zlatým lakem na mosaz. Nejčastěji se zlatily předměty stříbrné, méně často se mezi historickými předměty vyskytují pozlacené předměty z obecného kovu. Jde buď o mosazné předměty, nebo o předměty z příbuzných slitin (např. tzv. doublé, méně často bronz, výjimečně zinek nebo jeho slitiny). Zlacené bývají i drobné součásti sbírkových předmětů (nábytkové kování, části zbraní, oděvní doplňky – spony, kroužky, přezky). U těchto předmětů je šetrné zacházení mimořádně důležité. Pokud je vrstva zlata na předmětu neporušená, dokonale chrání povrch před vlivy prostředí. Dojde-li k jejímu porušení a obnaží se základní kov, dochází k lokální korozi těchto míst. Tak vznikají na předmětech viditelné skvrny odlišného zbarvení. Není vhodné pokoušet se o jejich odstranění. Takto postižený předmět musí být restaurován.

Stříbro je také ušlechtilý kov, ovšem chemicky je méně odolné než zlato. Na vzduchu oxiduje a podléhá siřičkové korozi za vzniku tmavě hnědých až černých korozních sloučenin. Stříbro obvykle obsahuje příměs mědi, která je z hlediska koroze méně odolná. V tom případě se na něm mohou vyskytovat i modrozelené korozní produkty mědi. Ve sbírkových fondech se jedná obvykle o stolní nádobí ze stříbra, přístroje a různé trofeje, stříbrné mince a šperky. Stříbrné díly (kování apod.) bývají součástí nábytku, zbraní a dalších předmětů denní potřeby (např. dýmky, hole).

Postříbřené předměty – nejčastějším podkladovým kovem stříbření je měď nebo její slitiny. Podle technologie nanášení stříbra jde buď o tzv. Old Sheffield Plate, předměty postříbřené galvanicky, nebo plátkovým stříbrem (rámy obrazů, plastiky). Old Sheffield Plate je označení pro měď plátovanou stříbrem a tato technologie byla požívána v letech 1742 – 1850. Později byla nahrazena galvanickým postříbřením (původně anglická technologie, kolem 1840). Na základní kov (obvykle slitina podobná mosazi) je elektrochemicky vyloučena vrstva ryzího stříbra.

Měď a mosaz (slitina mědi a zinku) sloužily většinou pro výrobu užitných předmětů. Některé z nich bývají zdobené – ryté nebo cizelované. Tato výzdoba by se mohla nešetrným čištěním a leštěním zcela setřít.

Bronz je slitina mědi a cínu s dalšími přísadami. Vzhledově jsou bronzы podobné mědi a někdy je rozlišení mědi od bronzы dost obtížné. Bronzové plastiky bývají většinou záměrně opatřeny patinou. Existuje velké množství druhů pa-

tinování bronzů, z nichž některé mohou být snadno narušeny nevhodným čištěním, a ta může dojít k odkrytí oprav či kazů.

Cín. Cínové nádoby, svícny a vojáčky ve zbroji bývají častými exponáty. Největší ohrožení pro cín představují organické kyseliny a aldehydy. Jejím zdrojem je jakékoli čerstvé dřevo a tvrdé dřevo (zejména dubové a bukové) i v to případě, je-li dokonale vyschlé. Zdrojem formaldehydu mohou být dřevotřískové desky, zdrojem kyseliny octové a acetaldehydu pak nátěry na bázi polyvinylacetátových disperzí. Cínové předměty by neměly přijít do přímého kontaktu s neošetřeným (nenatřeným) dřevem a není vhodné je uchovávat při teplotách nižších než 13 °C. Při dlouhodobém působení nižších teplot může dojít ke změně krystalické struktury cínu a z kovového cínu se stane amorfní šedý prášek. Tato specifická „koroze“ cínu je známá jako „cínový mor“. Projevuje se puchýřky na povrchu kovu, které se posléze rozšiřují a vedou až k celkovému rozpadu předmětu. **Cínový mor se vyskytuje relativně vzácně. Často tak bývá mylně označována jakákoli koroze cínu.**

Zinek a jeho slitiny. V památkových fondech se se zinkem a jeho slitinami můžeme setkat v řadě podob. Většinou jde o drobnější předměty, pocházející z přelomu 19. a 20. století. Plastiky, hračky (autíčka, vláčky), součásti optických přístrojů apod., výjimečně i velké tenkostěnné odlitky jako plastiky či mříže. Bývá je obtížné identifikovat, protože kov je zpravidla opatřen povrchovou úpravou. Průmyslová výroba zinku se datuje zhruba do poloviny 18. století. Od počátku bývá na zinku oceňována vynikající slévatelnost. Čistý zinek byl záhy v praxi nahrazen slitinami zinku s dalšími kovy. (Dodnes se používá např. liteřina – slitina zinku s olovem a kadmíem). Odlitky zinku a jeho slitin bývají křehké, ve vlhku a chladu náchylné ke korozi, která může vést až k úplné destrukci předmětu. Zinek je obdobně citlivý na přítomnost organických kyselin a aldehydů jako cín (viz výše). Při výskytu bílých nebo našedlých výkvětů na povrchu předmětu je třeba konzultovat vhodná opatření s odborníkem.

Olovo slouží jako spojovací materiál jednotlivých skleněných polí ve vitrajích. Obdobně jako cín a zinek je i olovo extrémně citlivé na přítomnost organických kyselin a aldehydů. Zejména špatné „přesklení“ vitrají při použití dubového dřeva je zhotovení okenních rámu může nastartovat silnou korozi olova. (*Korozním produktem je bělavý prášek na povrchu, může nastat i důlková koroze*).

Ocel a litina jsou dvě technické formy železa. Odlišné vlastnosti různých druhů oceli a litiny jsou dané rozdílným obsahem uhlíku (v oceli do 2 %, v litině 3 – 4 %) a technologií zpracování. Rozeznáváme dvě základní skupiny oceli. Oceli konstrukční (kované mříže, ploty, dveřní kování, krbové rošty apod.), dále pak oceli ušlechtilé (čepele a další části zbraní a zbroje, nástroje). Z litiny bývají (v historických objektech) nejčastěji kamna, kuchyňské nádoby, zábradlí a části osvětlovacích těles. Tradiční povrchovou úpravou a ochranou litinových dílů na kamnech, sporácích bylo natírání grafitem. Litinový povrch může být lehce převoskovan.

Souhrnná tabulka č. 8

Kov	Rizikové faktory	Poškození
zlato	rtuť, kyanidy	usnadnění rozpouštění
stříbro	sirovodík, sírany, chloridy, lidský pot	černání, koroze
měď a její slitiny	zvýšená vlhkost, oxid siřičitý, oxid uhličitý, ozón, chloridy, sirovodík, čpavek, organické kyseliny, lidský pot	koroze, důlková koroze, tvorba neušlechtilé patiny
železo	zvýšená vlhkost, oxid siřičitý, sírany, chloridy, lidský pot	koroze, důlková koroze
cín	zvýšená vlhkost, organické kyseliny a aldehydy, lidský pot, dlouhodobě nízká teplota	koroze, rozpad krystalické struktury (cínový mor – je následkem dlouhodobě nízké teploty)
zinek, olovo	zvýšená vlhkost, oxid uhličitý, sirovodík, organické kyseliny a aldehydy, lidský pot	koroze
různé kovy kromě zlata	uskladnění různých kovů pohromadě ve vzájemném kontaktu	elektrochemicky urychlená koroze méně ušlechtilého kovu

3. Preventivní ochrana

Preventivní ochrana kovových objektů představuje stálou péči o úložné prostory, kontrolu, eventuálně snižování relativní vlhkosti prostředí, zkvalitňování úložných prostor, balení předmětů do inhibičních papírů, pravidelnou kontrolu stavu předmětů.

Ideální požadavky na uložení:

- **stabilní klima (R. V. 30 – 40 % pro samotné kovy, 45 – 50 % pro kovy v kombinaci s organickými materiály, teplota 15 – 20 °C),**
- **omezení polutantů v úložných prostorách**
- **používání obalů s inhibičními účinky,**
- **vhodný mobiliář (vyloučit dřevotřísku, dubové dřevo, a nátěry uvolňující agresivní látky),**
- **zajištění proti pádu,**
- **uložení těžkých předmětů na pojízdné plošiny,**
- **dostatečný úložný prostor (eliminace doteků dvou různých kovů),**
- **monomateriálové depozitáře.**

Depozitáře v historických objektech většinou nedosahují těchto parametrů, ale při podrobnějším prostudování, je zřejmé, že ze základních požadavků bude obtížné splnit pouze **stabilní klima**. Pokud se **R. V.** v úložných prostorách bude pohybovat do 60 %, postačí pravděpodobně častější kontrola stavu předmětů, eventuálně odstěhování výjimečně citlivých předmětů. Při hodnotách R. V. vyšších než 60% by měl být v depozitářích s kovovými objekty instalován odvlhčovač.

Uložení stříbrného mobiliáře. Atmosférické polutanty, zejména sirovodík, působí černání stříbra. Proto by se stříbrné předměty v depozitářích měly ukládat zabalené v dostatečném množství hedvábného papíru, nebo ještě lépe ve speciálním papíru napuštěném inhibitorem koroze (např. Silvercor). Pro balení a pokládání stříbra je nevhodná jakákoli vlněná tkanina či plst, neboť se z nich časem uvolňuje sirovodík.

Pravidelná kontrola předmětů znamená vyhledávání výskytu aktivní koroze a pravidelnou údržbu předmětů. Sledujeme, zda se na povrchu neobjevují počátky koroze. Pokud se podaří korozi objevit při prvních příznacích, je náprava tím relativně jednoduchá a nevyžaduje finanční prostředky. Předměty zanedbané a silně zkorodované musí být ošetřeny odborníkem. Pod hrubými vrstvami koroze

mohou být zachovány zbytky (někdy i dost rozsáhlé) původních povrchových úprav (např. na litině, oceli...), které při neopatrném čištění zmizí společně se špínou a korozí.

Pravidelná údržba. U každého sbírkového předmětu by mělo být jasně stanoveno v jakém rozsahu a jak často má být prováděna pravidelná údržba. Základním úkonem je odstraňování prachu (u konzervovaných a dobře uložených předmětů by mělo stačit jednou ročně, u vystavených až třikrát ročně), které může omezit poškození předmětů na minimum. Stačí opatrné oprašování tak, abychom nenarušili lakový film, neboť i prach má abrazivní (brusné) účinky.

Odstraňování prachu z kovových předmětů. Při péči o kovové historické předměty používáme vysavač a štětce. Velikost a druh štětce volíme podle velikosti předmětu a materiálu, z něhož je předmět zhotoven. Pro menší a jemnější předměty jsou nejvhodnější štětce vlasové s delším vlasem. Abychom předešli možnosti poškrábání předmětu objímkou štětce, opatříme štětce určené k oprašování, bandáží z textilní lepící pásky, kterou ovineme plechovou objímku těsně nad štětinami. (různými barvami pásky tak můžeme odlišit štětce, určené pro různé kovy.) Při oprašování postupujeme vždy od nejvyšších míst předmětů směrem dolů. Prach nestíráme, ale opatrně odsáváme vysavačem. U předmětů, kde hrozí uvolnění drobných částí, je nutné zabránit jejich možnému nasátí vysavačem. (Ústí hadice lze např. překrýt gázou a zajistit gumičkou.)

Ošetření zlacených předmětů může být omezeno na opatrné oprašování vlasovým štětcem jednou, dvakrát za rok. Jestliže se pozlacené nebo cínové svíčky používají (ke svícení), je vhodné je chránit lapači vosku. Jde o kotoučky ze skla s otvorem ve středu, které se vkládají mezi svíčku a svícen. Dojde-li přesto k pokapání svícnu voskem, neodstraňujeme jej mechanicky (ostrým nástrojem nebo abrazivem), ale necháme jej nejdříve změkknout působením tepla vysoušeče vlasů a setřeme jej.

Leštění stříbrných nelakovaných předmětů je možné flanelovou utěrkou nebo vatou Auron. Nepoužíváme leštící pasty, většina z nich je pro stříbro příliš abrazivní. Obecně nelze doporučit v improvizovaných podmínkách čištění kovových předmětů pastami, protože je nutné použít pasty z povrchu předmětů důkladně odstranit omýváním v teplé destilované vodě a posléze řádně v sušárně, při vhodně volené teplotě vysušit. Nevymyté zbytky čistících past způsobují následnou korozi. (Jedná se převážně o látky hydroskopické, které mohou lokálně zvyšovat vlhkost, dále mohou obsahovat i zbytky odstraňovaných korozních produktů.) Do pravidelné údržby se nedoporučuje zařazovat ani časté leštění. Každé, i to nejšetrnější leštění představuje odebrání jistého množství materiálu z povrchu předmětu. Dochází tak k předčasnému poškození předmětu (např. může dojít k úplnému odstranění stříbrné vrstvy u postříbřených předmětů). Stříbrné a postříbřené předměty mohou být lakovány, rovněž tak předměty měděné a mosazné. Ochranná vrstva laku chrání předmět tak, že se po dobu pěti až deseti let může veškerá údržba omezit na minimum. K tomuto účelu se používají laky na bázi akrylových polymerů, které vlivem světla a UV záření nemění své zabarvení a zachovávají si rozpustnost v organických rozpouštědlech – z povrchu kovu jsou odstranitelné.

Konzervační vosky a oleje. U nelakovaných předmětů (obvykle z cínu, olova a bronzů) a zejména u železných, i lakovaných předmětů, by k pravidelné údržbě mělo patřit obnovení konzervačních povlaků konzervačními oleji nebo vosky, které obsahují inhibitory koroze. Předmět je nutné ošetřit stále stejným prostředkem (podle pokynů restaurátora) aplikovaným na čistý a suchý povrch. Důležitá je proto i pečlivá evidence použitých prostředků.

4. Manipulace a balení

- Pracovat v bavlněných rukavicích.
- Manipulovat jen s jedním předmětem, oběma rukama, pokud možno nad pracovní deskou.
- Nepoužívat úchyty na předměty.
- Manipulovat s předmětem v prostředí se stejnou teplotou, jaká je v místě uložení obvyklá (vyloučí se kondenzace vlhkosti).
- Používat obaly, vhodné z hlediska nosnosti a struktury balícího materiálu (omezit otřesy). K přeložení předmětů je vhodná polyetylenová bublinková fólie.
- Používat obaly, vhodné z hlediska jeho složení (nekyselé, nehydroskopické).

5. Prezentace

Ve specifickém prostředí hradů a zámků není vždy přijatelná prezentace ve vitrínách. I při respektování romantického aranžmá je nutné zachovat následující pravidla:

- Kovové předměty nikdy nesmí přijít do přímého kontaktu se stěnami místnosti nebo s podlahou.
- V případě instalace na stěny je třeba vhodnou montáží zajistit přiměřenou vzdálenost předmětu od stěny tak, aby mohl kolem předmětu proudit vzduch a omezilo se nebezpečí kondenzace vody. (*Zbraně a zbroje, nebo jejich části, by zásadně neměly být zavěšeny tak, aby se dotýkaly stěn. Nežádoucím kontaktu předmětu se stěnou lze zabránit i podložkou, např. korkovou nebo lépe plastovou deštičkou.*) Při postavení na dlažbu nebo kamennou podlahu je nezbytné pod předmět vložit inertní nenasákovou izolační podložku.
- Nikdy by neměly přijít do přímého kontaktu různé kovy – nebezpečí elektrochemické koroze. Kovové exponáty se nikdy nesmějí dotýkat kovových úchytů. Kovové montážní prvky musí být pokryté vhodným plastem. (*Všechny kovové úchyty, které by se dotýkaly exponátů by měly být pokryté plastem. Nevhodná je vlněná tkanina nebo plst – uvolňuje sirovodík, může zadržovat vlhkost. Stejně škodlivý je i pěnový polyuretan (molitan), který časem degraduje a rozpadá se.*)
- Ošetřené kovové exponáty by neměly být vystaveny návštěvníkům na dosah. (*Lidský pot obsahuje soli a organické kyseliny, které podporují vznik koroze. Ohmatání zpravidla nastartuje korozní procesy, které vedou k vážným poškozením předmětů.*)

Pokud jde o ochranu předmětů před návštěvníky, natažená šnůra není vždy dostačující. Účinnější jsou různé skleněné zábrany a zástěny. V některých případech může být řešením ponechání pouze průhledů do místnosti a dovnitř návštěvníky nepouštět. V případě průchodu návštěvníků autentickou instalací je nejefektivnější formou prevence ochrany exponátů omezení počtu návštěvníků v jedné skupině. Větší počet návštěvníků může způsobit i výkyv klimatu v interiéru (nárůst R. V.). Vlhkost se uvolňuje z dechu, masivním zdrojem vlhkosti jsou ve vlhkém počasí mokré oděvy. (Tento problém lze řešit povinným odložením vlhkých oděvů a deštníků v šatně.)

6. Prezentace v exteriéru

Dekoratивní i účelové výrobky z kovů bývají součástí budov, nebo tvoří doplňky parků, zahrad a dalších venkovních prostranství. Protože jsou vystavené vlivům povětrnosti, trpí daleko více než předměty v interiérech, a proto i péče o ně musí být častější a intenzivnější. Nejvíce jsou kovy ohroženy v průmyslových oblastech s větším množstvím emisí. Umístění pod stromy, kde se vlhkost dlouho udržuje na povrchu přemetů, také urychluje korozní procesy.

Kovové plastiky, instalované v exteriéru, bývají často zanedbané. Pravidelná kontrola a údržba (minimálně omytí saponátem a měkkým kartáčem, dokonalé opláchnutí, vysušení a převoskování) je daleko efektivnější a méně nákladné než záchranné restaurování zanedbaného předmětu.

Kovové brány a ploty jsou většinou vyrobené z kovaného železa nebo lityny, eventuálně z kombinace obou materiálů. Železné výrobky v exteriéru bývají tradičně opatřovány nátěry. Natírané povrchy musí být pravidelně kontrolovány. Je-li nátěr porušen, vlhkost má přístup ke kovu, který začíná okamžitě korodovat a podkorodovávat nátěr. Jakmile se na natřeném povrchu objeví železná koroze, je nutné restaurovat celý kovový povrch. Tyto práce musí vykonávat odborník.

Do exteriéru zámku se opět vrací měď (*oplechování střech, okapy aj.*). Je třeba vyloučit její přímý kontakt s méně ušlechtilým kovem, aby nedocházelo k elektrochemické korozi (*např. měděný okap a jeho nosníky se železa*).

Železný archeologický nález – příklad aktivní koroze

Měděný zlacený plech – zlacením prokvétají korozní produkty mědi

Patina a korozní produkty na bronz v exteriéru

Cín – koroze a mechanické poškození v důsledku tepelné dilatace výplně

Postříbřený svícen – stříbření prodřené na základní kov. Poškození bylo způsobeno nepřiměřeně rasantním čištěním

Plátová kanelovaná zbroj – plošná lokální koroze způsobená ohmatáním předmětů návštěvníky

3.2.2 Kámen

1. Charakter kamenných objektů a degradační činitele

Kamenné mohou být stavební součásti historické budovy (podlahy, sokly, chody, balustrády, ostění, šambrány apod.), sochařská výzdoba interiérů (ozdobné krby, vázy na schodištích aj.) nebo sochařská výzdoba v exteriéru – sochy nebo kašny v bezprostřední blízkosti budovy, v přilehlém parku či v zahradě.

Kámen je anorganický, nejčastěji silikátový materiál přírodního původu, ve srovnání s většinou materiálů, kterých se tato příručka týká, je chemicky dosti stálý a odolný. Na území České republiky bylo pro stavební a dekorační účely používáno pouze několik málo typů kamene, většinou z místních zdrojů. Jedná se hlavně o pískovec, opuku, tzv. mušlový vápenec, v malé míře pak krystalické vápence, tzv. mramory, a žulu.

Nejpodstatnější degradační činitele kamene jsou: vlhkost spolu s vodorozpustnými solemi, prudké klimatické změny, respektive mrazové cykly, abraze, kyselé polutanty v ovzduší a mikroorganismy (plísně, bakterie, lišejníky, řasy). Neopomenutelným důvodem degradace bohužel bývají i nevhodné konzervační zásahy v minulosti (např. fluátování, neprodyšné nátěry apod.) a vandalismus.

Potřísnění agresivními chemikáliemi (**kyselinami**, louhem), např. během stavebních úprav budovy, nebo příliš rasantním čištěním, může způsobit nevratné poškození kamene – změny barvy, zasolení, rozpuštění pojiva až po rozpad struktury kamene, ztráta lesku leštěných povrchů. Rovněž potřísnění oleji způsobí, zejména u porézních typů kamene, nevratné estetické změny.

2. Specifická citlivost vůči degradačním vlivům

Nejrozšířenější kámen u nás jak pro stavební, tak pro umělecké a uměleckořemeslné práce, je **pískovec**. Pískovec je sedimentární hornina, je tvořen klastickými (pevnými) částicemi a tmelem. Ze složení a distribuce velikosti klastických částic a z charakteru tmelu se odvozují fyzikální vlastnosti pískovce, a tím i jeho odolnost proti degradaci. Nejodolnější jsou pískovce s křemitým tmelem, méně odolné jsou pískovce s vápenatým tmelem a s příměsemi jílových materiálů. Čím větší je podíl vápenatých sloučenin v kameni, tím větší je pravděpodobnost tvorby sádrovcových povlaků a krust na povrchu kamene. (*Uhličitan vápenatý obsažený v kameni, reaguje s oxidy síry z ovzduší a na povrchu kamene se vytváří povlak málo rozpustných krystalků sádrovce. Mezi krystalky se ukládají saze, prach a další depozita, a na povrchu kamene tak vzniká černý, neporézní povlak, který se nazývá krusta.*) Čím větší je podíl jílových materiálů, které velmi ochotně přijímají vodu, tím je kámen citlivější na změny vlhkosti a na vymrzání. Pískovec je ze všech jmenovaných typů kamene nejčastěji kolonizovaný mikroorganismy. Přispívá k tomu jeho členitý povrch a porézní struktura, která je schopna zadržovat vlhkost.

Ve středních Čechách byla pro stavební práce často používána **opuka**. Jedná se opět o sedimentární horninu, která je velmi jemnozrnná s vápenatým tmelem a obsahuje křemité nebo vápenaté jehlice mořských hub, uložených ve vrstvách. Tyto vrstvy jsou rovnoběžně orientované a mají relativně vyšší porozititu, tedy i nasákavost než vrstvy sousední. Opuka je velmi citlivá na změny vlhkosti. V důsledku vymrzání vody nebo krystalizace vodorozpustných solí specificky degraduje tzv. delaminací (oddělováním paralelních vrstev). *Odděluje se v ploše vrstvy s větší porozitou a tedy i s větším obsahem vody, případně solí.*

Na jižní Moravě a v jižních Čechách se často objevuje, nejen jako stavební kámen, ale i jako surovina pro sochařské práce, slepenec s vápenatým tmelem a s obsahem vápenatých schránek mořských živočichů, tzv. „**mušlový vápenec**“, neboli „muschlalk“. Tento typ kamene bývá velmi citlivý na přítomnost kyselých polutantů v ovzduší (vlivem SO_2 se na povrchu tvoří sádrovcové krusty).

Všechny výše jmenované typy kamenů jsou citlivé na přítomnost vodorozpustných solí, jejichž krystalizací a rekrystalizací (v důsledku změn teploty a vlhkosti, anebo vymrznáním) může dojít až k destrukci porézní struktury kamene. Obdobné poškození vyvolává vymrznání vody v kameni.

Před zvýšenou vlhkostí je kámen obvykle chráněn hydrofobizací na bázi organokřemičitanů. Hydrofobní ochrana časem degraduje, a proto je nutné ji pravidelně obnovovat. *Pokud nastane situace, že na některých partiích sochy, které jsou více omývány deštěm (obvykle jsou orientovány horizontálně a na západ), hydrofobizace degraduje dříve, zatímco na chráněných partiích zůstává ještě účinná, voda (a kyselý déšť) proniká do kamene a vlhkost a vodorozpustné soli se kumulují v partiích, které ještě zůstávají hydrofobní, a hydrofobizace tak paradoxně přispívá k urychlené degradaci sochařského díla.* Hydrofobizace zasořeného kamene nebo nerovnoměrná hydrofobizace (místa degradovaná a místa přetrvávající) přispívá k degradaci díla jako celku.

Z krystalických vápenců byl hlavně v okolí Prahy používán tzv. „**slivenec-ký mramor**“, růžový a červenavý, s výraznou kresbou, obsahující závalky jílových materiálů. Ty jsou také zdrojem většiny poruch – v důsledku lokálně zvýšené sorpce vody a následně její krystalizace při vymrznání. Ze severní Moravy pochází velmi kvalitní homogenní bílý krystalický vápenec, podobný mramoru, který je odolný většině degradačních činitelů. Sochařská díla z pravých mramorů, které byly do českých zemí dováženy, se u nás vyskytuje poměrně zřídka, pouze v interiérech.

Souhrnná tabulka č. 9

Rizikové faktory	Materiál	Poškození
zvýšená vlhkost, mraz, vodorozpuštěné soli	porézní kamene	praskání, odštěpení povrchových vrstviček
	opuka	praskání, delaminace
	slivenecký mramor	praskání, vydrolování oblých jílových závalků
kyselé polutanty	vápence, opuky, pískovce s vápenným tmelem	tvorba sádrovcových krust
nerovnoměrná hydrofobizace	porézní typy kamene	urychlení lokální degradace partií neomývaných deštěm
organické nečistoty	porézní typy kamene	dlouhodobě zvýšená vlhkost a poškození s ní spojená, větší pravděpodobnost biologického poškození
ptačí trus	zejména porézní typy kamene	zasolení (dusičnany, fosforečnany), zvýšená vlhkost, ostatní organické nečistoty
kyseliny	vápence, opuky, mramory, pískovce s vápenatým tmelem	rozpuštění vápence nebo vápenatého tmelu, barevné změny
potřísnění olejem	zejména porézní typy kamene	nevratné skvrny
biologičtí činitelé (řasy, mechy, bakterie, lišejníky)	všechny. ale zejména porézní typy kamene	zelené závoje, povlaky lišejníků a mechů, černé nebo jinak zbarvené skvrny (bakterie), rozpuštění vápenného pojiva, mechanické porušení až destrukce povrchu, udržování zvýšené vlhkosti
vandalismus	všechny typy kamene	ulámané části apod.

3. Preventivní ochrana

Kámen v interiéru v podstatě žádná speciální opatření nevyžaduje. Stačí běžná údržba, odstranění prachu vysavačem.

U kamenných dlažeb a schodů je nutné rozlišit porézní nasávkový materiál (pískovec, mušlový vápenec, opuka) nebo nehomogenní materiál s puklinami (slivenecký mramor) a neporézní odolné materiály jako jsou žuly, kvalitní krystalické vápence nebo mramory. **Porézní** materiály by neměly být myty s přemírou vody a po umytí by měly mít možnost dobře proschnout. Neměly by být voskovány. *Vosk uzavře porozitu kamene, na voskovaném povrchu snáze ulpívá prach a nečistoty. Je-li kámen vlhký, mohou se po voskování na jeho povrchu objevit v chladu bělavé výkvěty.* Pro ochranu kamene je nejvhodnější pouhá hydrofobizace povrchu prostředky na bázi organokřemičtanů. **Neporézní** povrchy z mramorů, žuly nebo krystalických vápenců mohou být, kromě hydrofobizace i voskovány. (Tato práce by měla být svěřena odbornému restaurátorovi).

Kámen v exteriéru trpí zejména klimatickými výkyvy, vysokým zavlhčením a následně vymrzáním vody, případně krystalizací a rekrystalizací vodorozpuštěných solí. Tuto skutečnost lze zmírnit např. tím, že sochařská díla budou v zimním období zakrývána a chráněna před sněhem (jako to často bývalo v minulosti), nebo z nich sníh alespoň bude ihned smeten. *(Sníh na kameni v průběhu dne odtává, kámen je tak soustavně zavlhčován. V noci při poklesu teploty voda v kameni mrazne, změní svůj objem a trhá porézní strukturu kamene).* Ochranný „obal“ by měl být nepromokavý, ale propustný pro vodní páru (některé typy geotextilií), aby nedocházelo k nežádoucí kondenzaci vody na kameni, světlý (aby nepohlcoval zvýšenou měrou sluneční záření) a lehký (aby nehrozilo mechanické poškození subtilnějších partií sochařského díla). Zvláštním případem jsou kašny. Z kašen musí být včas (dříve, než přijdou první noční mrazíky) vypuštěna voda a před zimním obdobím by měly být nádrže zakryty.

I spadané listí, vrstvy prachu, pavučin nebí jiných organických nečistot napomáhají udržení vyšší vlhkosti v kameni. Proto by sochy v exteriéru měly být v průběhu roku několikrát lehce ometeny (měkkým košťátkem s dlouhým vlásem). Proti ptačímu trusu, který je pro kámen velmi agresivní, respektive proti usedání ptáků, lze sochy chránit sítěmi nebo bodci.

Biologické napadení (řasami nebo lišejníky) je podmíněno čistým vzduchem, dostatečným osvětlením a vlhkostí. Lze se proti němu bránit jedině dlouhodobým zastíněním objektu, což v exteriéru není vždy uskutečnitelné. Chemická likvidace řas a lišejníků je, při zachování existujících podmínek, vždy pouze dočasná (roztoky algicidů a lichenicidů se z povrchu kamene deštěm vymyjí). Navíc obnovené kolonie lišejníků rostou řádově rychleji než původní. Proto se v současné době spíše než razantní odstranění lišejníků doporučuje změna klimatických podmínek nebo ponechání současného stavu bez zásahu.

4. Prezentace, manipulace, balení

Pro prezentaci v interiéru nemá kámen žádné speciální nároky. Objekty musí být instalovány pevně a stabilně, v místech, kde nehrozí jejich převrhnutí nebo pád. Pro manipulaci s těžkými kamennými objekty je třeba dostatečně počtu lidí, odpovídající technika (plošiny, vozíky, jeřáby apod.) a ochranné prostředky (militanty, deky, kurty). Přemísťování sochařských děl by mělo probíhat pod dohledem restaurátora kamene.

- **Všechny porézní typy kamenů jsou citlivé na přítomnost vodorozpuštěných solí, jejichž krystalizací a rekrystalizací /v důsledku změn teploty a vlhkosti, anebo vymrzáním) může dojít až k destrukci kamene. Obdobné poškození vyvolává vymrzání vody v kameni.**
- **Kamenné objekty v exteriéru je vhodné přes zimu chránit před sněhem a deštěm.**
- **Je-li kámen chráněn hydrofobizací, je nutné ji pravidelně obnovovat, neboť hydrofobní ochrana časem nerovnoměrně degraduje (místa degradovaná a místa přetrvávající) a přispívá tak k destrukci kamene.**

Biologické a mechanické poškození kamene v exteriéru:

a) lišejníky a řasy

b) hnízda pavouků

c) lišejník – místy dochází k odlučování povrchové krusty

d) destrukce poškození kamene – praskání v důsledku koroze železného čepu

e) plíseň a vpravo pecka magnetitu – k výrazné barevné změně došlo již v minulosti, patrně v důsledku louhování

f) bakteriální poškození mramoru

3.2.3 Porcelán, keramika a sklo

1. Charakter a degradační činitele

Keramika, porcelán i sklo jsou anorganické, více či méně porézní materiály, vzniklé vypálením, nebo roztavením aluminosilikátových surovin (porcelán a keramika) nebo silikátových surovin (sklo).

Keramika může být součástí stavby (dlažby, keramické šambrány, kachle), výjimečně bývá součástí interiérů budovy i porcelán (např. porcelánové obklady nebo sanitární keramika s holandským dekorem). Základem pro výrobu je kaolin, pro výrobu keramiky pak keramické hlíny (vzniklé rozpadem hornin s vysokým obsahem živců, jejich přemístěním a sedimentací). Chemicky jsou tyto materiály stabilní. Glazovaná keramika a porcelán jsou relativně málo citlivé na R. V. a teplotní výkyvy, ale jejich dekorace (malby, zlacení) mohou být poškozeny abrazí (oděrem – prachem).

Sklo zde vnímáme hlavně jako materiál sbírkových předmětů, vitraje jsou pojednány samostatně. Hlavní surovinou pro výrobu skla jsou křemičité písky, uhličitán sodný, případně draselný, a vápenec. Kromě mechanického poškození bývá nejčastější příčinou degradace (hlavně středověkých, silně alkalických skel) vlastní složení sklářského kmene. K degradaci těchto skel přispívá přítomnost kyselých polutantů a zvýšená R. V. Skleněné předměty jsou zdobeny různými technikami, a právě některé způsoby dekorace (podmalby na skle, zlacení) jsou velmi citlivé a náročné na klimatické podmínky uložení.

Porcelán, sklo i keramika jsou materiály tvrdé a křehké, citlivé na nárazy, otřesy a vibrace, náročné na opatrnou manipulaci.

2. Specifická citlivost vůči degradačním vlivům

Neglazovaná porézní keramika, keramika vypálená za nízkých teplot (např. archeologické nálezy, středověká keramika) obvykle obsahuje nezanedbatelné množství vodorozpustných solí. Tato skutečnost ještě zvyšuje její extrémní citlivost na prudké výkyvy vlhkosti a teploty, stejně jako na dlouhodobě extrémní hodnoty vlhkosti a teploty. V příliš suchém klimatu mohou na povrchu krystalizovat výkvěty solí, v příliš vlhkých podmínkách se materiál časem zcela dezintegruje (rozpadá). Vysoká vlhkost může mobilizovat soli, které jsou v materiálu obsaženy, a ty při změnách teploty a vlhkosti v porézní struktuře krystalizují, nebo rekrystalizují (*vznikají soli s jiným stupněm hydratace*). Tento proces může způsobit vážné poškození nebo i totální destrukci keramiky. Lepidla, obsahující polyvinylacetát (např. dispercol používaný k lepení archeologických keramických nálezů), podléhají při zvýšené vlhkosti hydrolyze a také se stávají živnou půdou pro plísně.

Porcelán, glazovaná keramika jsou proti účinkům okolního klimatu chráněny glazurou. Glazura však často obsahuje mikrotrhlinky, do nichž může v důsledku potřísnění vodou vniknout prach nebo jiné nečistoty. Takto vzniklé skvrny s pavučinkovou strukturou jsou neodstranitelné. Dekorace, zejména zlacení, jsou citlivé vůči abrazi (oděr prachem, příliš rasantní čištění). Veškeré metalické povrchy na skle, keramice a porcelánu jsou poškozeny stykem s nechráněnou pokožkou. Dochází ke korozi (např. i lesklé zlacení obvykle obsahuje příměsi stříbra a dalších kovů).

Nejvážnější poškození, s kterým se u středověkých skel setkáváme, je tzv. devitrifikace; proces při němž se **sklo** rozpadá. *V historických sklech, vyráběných s vysokým podílem alkalických oxidů Na_2O a K_2O , rozpouští vlhkost alkalické oxidy selektivně, což vede ke vzniku gelové vrstvy oxidu křemičitého na povrchu. Opakované cykly smočení a vysušení vedou k tvorbě dalších vrstev oxidu křemi-*

čitého a nakonec k vytvoření bělošedého zakaleného povlaku. Vyloužené alkalické oxidy jsou silně hyroskopické a pokud zůstanou na povrchu skla, vyvolávají jeho trvalou vlhkost a dále podporují jeho hydrolýzu až k vytvoření povlaku gelu kyseliny křemičité. Ten spolu s alkáliemi vniká drobnými prasklinkami hlouběji do hmoty skla, kde iniciuje další rozpad. Sklo začíná mít na povrchu zákal a po vyschnutí se tento gel rozpadá na prach. K procesu devitifikace přispívá i působení oxidů síry z ovzduší. Ty napomáhají vymývání stabilnějších a méně rozpustných složek skla – vápníku a hořčíku. **Příčinou devitifikace** je složení sklářského kmene, respektive vysoký obsah alkálií. (Ve středověku bylo do skla přidáváno velké množství alkálií proto, aby se snížila teplota tavby.) Tuto příčinu tedy odstranit nelze, je možné pouze vytvořit takové podmínky, aby devitifikace probíhala co nejpomaleji. (Devitifikace může probíhat jen v přítomnosti vlhkosti a je silně urychlována přítomností kyselých polutantů v ovzduší.) Při uložení v nevhodných podmínkách s vysokou vlhkostí může korodovat jakékoli sklo, včetně moderního studiového skla. Při korozi moderního skla dochází k uvolňování alkalických složek stejně jako k devitifikaci. Na povrchu skla narůstají korozní krusty, avšak vlastní hmota skla se nerozpadá.

Některé **dekorace skla** jsou samy o sobě velmi citlivé. Podmalby na skle jsou obvykle pojeny arabskou gumou nebo klovatinami ovocných stromů či vaječnými bílkoviny. Všechna tato pojiva jsou velmi citlivá na změny R. V. Při prudkých výkyvech R. V. praskají a odlupují se od skla. Při zvýšené R. V. jsou často napadeny mikroorganismy (plísněmi a bakteriemi). Na výkyvy R. V. jsou rovněž citlivější tzv. dvoustěnky (číše s plátovaným zlacením mezi stěnami). Malované a zlacené povrchy jsou citlivé vůči abrazi (viz tabulka).

Souhrnná tabulka č. 10

Materiál	Rizikový faktor	Poškození
sklo, porcelán, keramika	otřesy, nárazy, pády, vibrace	rozbití, destrukce
veškeré sklo	lokální zahřátí	prasknutí, rozbití
	kondenzace vody, orosení	koróze
neglazovaná, středověká a archeologická keramika	výkyvy R. V. a teploty, dlouhodobě extrémní R. V.	rozpad materiálu
	nízká R. V.	výkvěty solí na povrchu
	vysoká R. V.	mobilizace solí v materiálu
	prach	nevratné zabudování do struktury
porcelán a glazovaná keramika	prach	abraze (oděr)
	voda	vsáknutí nečistot do puklinek glazury
	složení sklářského kmene, vlhkost, kyselé polutanty	devitifikace, samovolný rozpad
podmalby na skle	vysoká R. V.	napadení mikroorganismy
	výkyvy R. V. a teploty	praskání a odlupování malby
zlacení	necitlivé čištění, prach	mechanické odření – abraze

3. Preventivní ochrana

Všechny keramické, porcelánové i skleněné předměty by měly být zabezpečeny proti mechanickému poškození a proti prachu, nejlépe v uzavřených skříních. Běžná údržba keramických a porcelánových předmětů by měla být omezena na opatrné oprášení.

Neglazovaná archeologická a středověká keramika by měla být umístěna ve stabilních klimatických podmínkách (R. V. 45 – 65 %, teplota 15 – 20 °C) bez velkých výkyvů vlhkosti a teploty. Porcelán a glazovaná keramika by měly být chráněny před potřísněním vodou. Omývány mohou být pouze předměty s dokonalou glazurou, až po důkladném oprášení.

Skleněné objekty, u kterých hrozí devitifikace, by měly být často omyty destilovanou vodou a důkladně vysušeny. Poté musí být uloženy při co nejnížší

vlhkosti, v čistém prostředí (bez kyselých polutantů a bez prachu), v dostatečné vzdálenosti od sebe. *Relativně malé množství vody, které může zkondenzovat mezi skly, jsou-li v těsné blízkosti, způsobuje lokálně zvýšenou koncentraci alkálií a tak devitrifikace dále urychluje.* Podmalby na skle musí být uloženy za stabilních klimatických podmínek (R. V. 45 – 65 %), na místech bez přímého dopadu slunečních paprsků a často kontrolovány, zda nejsou napadeny mikroorganismy.

4. Prezentace, manipulace, balení

Keramické a skleněné předměty jsou velmi křehké. Jsou-li prezentovány v instalaci, musí být umístěny na stabilních podložkách, mimo dosah návštěvníků. Jsou-li dekorativní porcelánové nebo keramické talíře zavěšeny na stěnách, drátěná konstrukce, která je drží, by v místech dotyku s předmětem měla být obalena měkkým, nekorodujícím materiálem (např. plastem).

Veškerá manipulace s těmito předměty by měla probíhat nad pracovní plochou s měkkou podložkou, aby se minimalizovaly důsledky možného pádu předmětu. Manipulaci s předměty zdobenými zlacením a dalšími metalickými efekty je třeba provádět v rukavicích. Při transportu těchto sbírek je na místě extrémní opatrnost a také dokonalé balení (každý předmět zvlášť do hedvábného papíru a potom do krabice, vyplněné měkkým obalovým materiálem (hoblinami, papírovou nebo polystyrénovou drtí).

- **Sklo, keramiku a porcelán je nutné chránit před mechanickým poškozením (opatrnou manipulací a stabilním uložením v čistém prostředí).**
- **Je nutné vyloučit extrémní hodnoty teploty a R. V. a lokální zahřátí objektů.**

Porcelánový talíř – popraskaná glazura, v prasklinách zatřený prach

Flakon z olovnatého skla – korozní produkty uvnitř těsně uzavřené nádoby

Speciální úchyt pro zavěšení dekorativního talíře

Bělavé krusty na černém ornamentu

Začátek odlupování malby na skle – detail nad uchem

Původně černý ornament na barevném skle; bělavé matné plochy byly původně kryty barvou.

3.2.4 Vitraje

1. Materiál a jeho specifická degradace

Termín vitraj označuje skleněné panely, skládané z mozaiky barevných, eventuálně i malovaných skel, navzájem pospojovaných kovovou (olověnou) nosnou sítí. Středověká okna byla tvořena větším počtem takových panelů, fixovaných v kovové (železné) armatuře (opěrná síť, úvazy připevněná k plátu, vitraje). Tyto konstrukce jsou velmi křehké (časté je rozbití následkem vandalství nebo otřesů či dlouhotrvajících vibrací) a navíc všechny materiály (sklo, olovo i železo) podléhají specifickým korozním vlivům.

Středověké sklo podléhá devitrifikaci, zejména ve vlhkém prostředí (kondenzace vody na povrchu), přítomnost kyselých polutantů devitrifikaci ještě urychluje (viz kapitola *Porcelán, keramika a sklo*). Pro sklo vitrají v exteriéru je nebezpečná abraze (oděr prachovými částicemi), která stejně jako devitrifikace, vede ke zmatnění skla a urychluje ostatní degradační procesy (zvětšuje povrch skla otevřený korozi). Z estetického hlediska je nežádoucí usazování tmavé krusky na povrchu (ta je obvykle tvořena kompaktní směsí prachu, sazí a sádrovce). Kondenzace vody je nebezpečná zejména v interiéru a na nevhodně předsklených vitrajích (v případě, že nové ochranné předsklení je z vnitřní strany – z interiéru). Kondenzace vody může kromě již uvedené devitrifikace způsobit i další formy degradace skla – šupinkování nebo lokální ztmavnutí, které vede až k „oslepnutí“ vitrají. Může mít za následek i biologické napadení skla – nejčastěji povlak řas, ale i napadení bakteriemi a plísní. Sklo vitrají bývá nejčastěji poškozeno mechanicky, v důsledku poruch nosné kovové (železné) armatury.

Olovo koroduje zejména v přítomnosti organických kyselin a vlhkosti, korozi **železa** urychluje vlhkost (kondenzace vody) a kyselé *polutanty* (viz kapitoly *Kovy*).

Další poruchy mohou nastat **v ukotvení armatury do ostění**. Okrajové rámy bývají přizděny k ostění vápennou maltou. Ta časem degraduje a je třeba ji opravovat. Zejména v horních partiích, kam je obtížný přístup, bývá omítka vydrolená, což umožňuje větší průnik vody a urychluje degradaci vitraje i jejího rámu.

Kámen parapetů nebo **ostění** může prasknout v místě ukotvení kovových čepů rámu, kterými je vitraj přichycená do kamene v důsledku koroze kovu (a následně nárůstu čepu). Ukotvení vitraje přestává plnit svoji funkci a hrozí její zborcení (např. nárazem větru).

Souhrnná tabulka č. 11

Materiál	Rizikový faktor	Poškození
sklo	kondenzace vody na povrchu (+ kyselé polutanty)	devitrifikace, lokální ztmavnutí, šupinkování, biologické poškození
olovo mříže	organické kyseliny a kondenzace vody	koroze – šedavý až bílý prášek, důlková koroze, ztráta mechanických vlastností
železo (ocel) rámu	vlhkost, kondenzace vody, kyselé polutanty	koroze, ztráta mechanických vlastností, zborcení rámu, nárůst korozních produktů a roztržení kamene ostění

2. Preventivní péče

Před mechanickým poškozením je možné vitraje zvenku chránit předsazenou kovovou sítí v rámu. *Tato síť nesmí být poškozena (s dírami) a její rám musí přesně kopírovat okenní ostění, aby v prostoru mezi ní a vitrají nemohli hnízditi ptáci.*

Předsklení vitrají má snížit pravděpodobnost kondenzace vody na skle a chránit je před kyselými dešti a před abrazií. **Předsklení musí být instalováno z exteriéru** ve vzdálenosti 2 – 5 cm. **Aby bylo skutečně vitraji prospěšné, je třeba, aby mělo dostatečnou ventilaci.** Musí mít tedy větrací otvory při dolním a horním okraji. *Projekt na předsklení vitraje předpokládá seriózní předběžnou studii.*

Průběžná péče o instalované vitraje spočívá pouze v opatrném oprášení. Časté kontroly jejich stavu a technického stavu budovy odhalí již malé defekty, a tím mohou zabránit rozsáhlejšímu poškození. Jakékoli drobné opravy nebo čištění spadají do kompetence odborného restaurátora.

3. Manipulace

Jsou-li vitraje demontovány a uloženy, vyžadují velmi opatrné zacházení. Musejí být uloženy v prostoru s vhodným klimatem – v suchu, zajištěné proti pádu a mechanickému poškození. Uloženy mohou být buď v horizontální poloze, na pevné podložce umožňující přístup vzduchu, nebo ve vertikální poloze, eventuálně zajištěné přelepem (kobercová páska) chráněné PE bublinkovou fólií nebo netkanou textilií.

Pro preventivní konzervaci vitrají je třeba:

- **Vyloučit kondenzaci vody na povrchu skla vitrají**
- **Stav kovové nosní mříže často kontrolovat a případnou korozi včas ošetřit.**
- **Technický stav budovy s vitrajemi průběžně kontrolovat a řešit ihned i malé defekty.**
- **Demontované vitraje uložit ve stabilní poloze a před tím se přesvědčit, zda nejsou biologicky napadené.**

3.2.5 Emaily

1. Charakter sbírkových předmětů a degradační činitelé

Základem různých technik, které všechny označujeme termínem email, je sklo. Dekor je tvořen vrstvou skla na podložce slynutou (stavenou) při vysokých teplotách (600 – 900 °C). Podložkou může být kov (zlato, stříbro, měď) nebo opět sklo.

Emaily na kovu. Teplota tání sklářského kmene musí být nižší než teplota tání kovové podložky. Tomu musí odpovídat i složení skla. Bylo-li při výrobě emailu použito postupně více sklářských kmenů, jejich teplota tání musela klesat v tom pořadí, v jakém byly aplikovány a slynuly.

Je zřejmé, že degradace emailů může probíhat jak na úrovni skla, hlavně jako devitrifikace (viz kapitola Porcelán, keramika a sklo), tak na úrovni kovu (viz kapitola Kovy). Dalším rizikovým bodem je rozhraní obou materiálů – skla a kovu. Při prudkých tepelných výkyvech může v důsledku rozdílné tepelné dilatace (roztlačnosti) obou materiálů dojít k odtržení kovové podložky a k popraskání skleněné vrstvy. Emaily jsou rovněž velmi citlivé na mechanické poškození. Kovová podložka je tenká a snadno se deformuje a každá, i malá deformace podložky okamžitě vyvolá popraskání skla.

Emaily na skle jsou lehce tavitelné barvy (jemně mleté skloviny, tvořené křemičitany olova a bóru, probarvené oxidy kovů). Emaily jsou náchylné ke korozi daleko více než vlastní sklo. Důvodem je zejména vysoký obsah alkalických tavidel. Při vypalování se mezi povrchem skleněného výrobku a emailem vytvářejí mezivrstvy, „meziskla“, jejichž složení se plynule mění.

Pokud jsou předměty dlouhodobě uloženy v nevhodných podmínkách (ve vlhkém prostředí nebo v prostředí s náhlými změnami teploty a R. V.), jsou korozi ohroženy především zlacení a emaily, u kterých nejdříve korodují nízkotavitelné skelné mezivrstvy. Prvním stádiem koroze jsou alkalické složky ve formě hydroxidů vyloučené na povrchu skla. Povrch předmětu je kluzký jako u skla. Vytváří se tenký irizující povlak křemičitého gelu, v další fázi pak dochází k narůstání bílé korozní krusty. Emaily jsou korozi nenávratně poškozeny. Korozní krusty lze sice odstranit, ale podmínkou dalšího dalšího takto poškozeného skla je uložení v kontrolovaném prostředí s rozmezím R. V. 35 – 40 %. Při vyšší vlhkosti korozní proces pokračuje.

Souhrnná tabulka č. 12

Materiál	Rizikový faktor	Poškození
měď, stříbro	vysoká vlhkost, kyselé polutanty	koróze, nárůst korozních produktů, oddělení od skla
	mechanické poškození	oddělení od skla, destrukce
středověké sklo	vysoká vlhkost, kyselé polutanty	devitrifikace
email	prudké výkyvy teploty	oddělení skla od podložky
	mechanické poškození	destrukce
	prudké výkyvy teploty	kondenzace vody na povrchu, devitrifikace skla, koróze kovu

2. Preventivní ochrana a manipulace

Preventivní péče předpokládá stabilní klima a čisté prostředí. R. V. by měla být co nejnižší, maximálně 45 %. Měly by být vyloučeny prudké výkyvy jak teploty, tak vlhkosti. Pozor na výkyvy teplot při transportu (*nikdy nepřepřarovat emaily v nákladovém prostoru letadla*).

Emaily čistíme jen suchou jelenicí, nikdy ne vodou. Jakékoli povrchové úpravy (voskování) přispívají k jejich degradaci. Jsou-li emaily zarámovány, rám nesmí být příliš těsný (tlak při okraji může způsobit odlupování skel od podložky). Emailové miniatury by měly být vystaveny nikoli v horizontální poloze, ale nakloněné tak, aby jakékoli poškození bylo ihned patrné a aby případné korozní produkty nemohly dlouhodobě nekontrolovaně působit. Manipulace s emaily musí být šetrná, v bavlněných rukavicích.

Pro uchování emailů je třeba:

- **Stabilně nízká relativní vlhkost**
- **Vyloučení výkyvů teploty a vlhkosti**
- **Šetrné zacházení**

Váza – email na skle

Váza – detail poškození – vrstvy korozních produktů na povrchu

Malba pod glazurou – po odstranění korozních produktů v levé polovině

Malba pod glazurou - detail

3.2.6 Papír

1 Charakter sbírkových předmětů

Předměty vytvořené zcela nebo částečně z papíru tvoří značnou část sbírek (listiny, tisky, grafiky, fotografie, knihy aj.). V mnoha případech je papír kombinován z kůží nebo s pergamenem či kovem (vazby knih).

Základní složkou papíru jsou přírodní polymery rostlinného původu, zejména celulóza, v menším množství lignin. Rozeznáváme papír vyrobený z hadrů (lněných, konopných nebo bavlněných) a papír vyráběný ze dřeva (ten od poloviny 19. století). Do Evropy se výroba papíru rozšířila v průběhu arabských výbojů a křížových výprav ve 12. – 14. století z Číny. Až do začátku 18. století se papír vyráběl ručně a pouze z hadrů tak, že konopné, lněné nebo bavlněné hadry byly vyprány v louhu, rozvařeny a rozemlety. Získaná hmota pak byla čerpána, klížena kličem nebo škrobem, lisována a bělena na slunci (celý proces trval asi 2 – 3 měsíce). Takto vyrobený papír měl dlouhou životnost, minimální lámavost vláken, ale byl mimořádně citlivý vůči mikrobiálnímu poškození. Na počátku 19. století bylo neutrální kličové klížení papíru nahrazeno kyselým klížením na bázi kalafunu a kamence. Od poloviny 19. století pak byla výroba papíru plně mechanizována a do papíroviny byly přidávány další suroviny – zejména dřevovina a pozdější buničina. Tyto technologické změny umožnily ohromné zvětšení objemu výroby papíru a jeho masové rozšíření ve společnosti, zároveň však způsobily zhoršení kvality, resp. zvýšení kyselosti, která urychluje jeho degradaci.

2. Specifická citlivost vůči degradačním vlivům

Celulóza je polysacharid – přírodní polymer, jehož základními stavebními jednotkami jsou molekuly D-glukózy spojené 1,4-glykosidickou vazbou. Polymerační stupeň tohoto přírodního polymeru (tzn. počet monomerních jednotek, tvořících jednu makromolekulu) se pohybuje v řádu tisíců (3 – 10 tis.). Celulóza je bílá pevná látka, která obsahuje jak krystalické oblasti (ve kterých jsou řetězce molekul paralelně uspořádané), tak amorfní oblasti (v nichž jsou molekulární řetězce neuspořádané). Právě v amorfních oblastech jsou jednotlivé makromolekuly otevřeně přístupné vnějšímu útoku (působení enzymů a chemikálií). Největším nebezpečím pro celulózu je působení enzymů, vylučovaných mikroorganismy. Tyto enzymy celulózu štěpí a v konečné fázi ji rozkládají. Dalším nebezpečím je působení kyselých látek, které celulózu za přítomnosti vlhkosti rovněž štěpí (hydrolyzují) – např. aerosol oxidů síry.

Papír vyráběný ze dřeva, obsahuje kromě celulózy i lignin a je ve srovnání s hadrovým papírem méně náchylný k mikrobiálnímu poškození (projevuje se zde určitý ochranný efekt ligninu). **Lignin** je fenolický nepravidelně trojrozměrný zesíťovaný přírodní polymer, tvořený převážně aromatickými alkoholy. Je jednou ze základních složek dřeva. Lignin sám osobě bývá málokdy napadán mikroorganismy (existuje jen málo druhů plísní a bakterií, které jej rozkládají).

Kromě ligninu a celulózy papír obsahuje ještě hemicelulózy, pektiny a klič. Všechny výše uvedené látky jsou potravou pro mnoho druhů hmyzu a každá z nich může být biologicky rozkládaná na různé úrovni (rozličné mikroorganismy). Tomuto procesu napomáhá i hydrokopický charakter materiálu.

Základním předpokladem pro destrukci papíru jsou **nevhodné klimatické podmínky uložení**, zejména **zvýšená vlhkost**, která je podmínkou pro mikrobiální poškození papíru, dále zvýšená kyselost prostředí (působení kyselých polutantů) a působení světla. Příčinou rychlého stárnutí papíru mohou být i některé

výrobní postupy, např. klížení kamencem a kalafounem, zvyšující kyselost papíru a způsobující kyselou hydrolýzu papíru, nebo bělení chlórem.

Optimální relativní vlhkost pro dlouhodobé uchování papíru je 50 – 60 %. Při vyšších hodnotách R. V. se velice zvyšuje pravděpodobnost mikrobiálního napadení (plísněmi, hmyzem) a pravděpodobnost hydrolytického rozkladu papíru, při nízkých hodnotách R. V. (pod 50 %) papír ztrácí své mechanické vlastnosti, stárne a křehne.

Kyselé prostředí může jednotlivé složky papíru hydrolizovat (chemicky rozkládat).

Dlouhodobé působení světla, zejména intenzivní osvětlení a světlo s významnou UV složkou působí zkrěhnutí mechanické pružnosti papíru, v některých případech i žloutnutí papíru a může vést až k jeho rozpadu.

Prach usazený jak na povrchu samotného papíru, tak obecně v úložných prostorách, absorbuje a zadržuje vlhkost, je živnou půdou pro mikroorganismy, součástí prachu mohou být i zárodky plísní.

Vniknou-li do úložných prostor **hlodavci a hmyz** – hlavně rybenky, švábi, veš knižní, v jižněji položených zemích i termiti, mohou papír ve velmi krátké době úplně zničit.

Plísně a houby svými enzymy papír chemicky rozkládají.

Souhrnná tabulka č. 13

Materiál	Rizikový faktor	Poškození
Papír	zvýšená vlhkost	podmínka pro růst plísní, kyselá hydrolýza (chemický rozklad)
	světlo, zvýšená teplota, nedosta- tečná vlhkost	ztráta pružnosti vláken, křehnutí, žloutnutí, zkrěhnutí, rozpad
	kyselé prostředí	žloutnutí, částečná hydrolýza (chemický rozklad) papíru a s ní spojené zhoršení mechanických vlastností, až rozpad
	prach	větší pravděpodobnost napadení hmyzem, větší zadržo- vání vlhkosti na povrchu
	hmyz (rybenky, veš knižní), hlodav- ci	mechanické poškození až zničení
	plísně	skvrny na papíru, posléze rozpad papíru
	oheň	totální zničení

3. Preventivní ochrana

Správné je uložení v optimálních klimatických podmínkách, stále monitorování stavu materiálu, zejména počínajícího mikrobiálního poškození a včasné zajištění odborného zásahu či ošetření.

Pro ochranu grafických listů je nezbytné zhotovení odpovídajících paspart (z materiálů s alkalickou rezervou) a správného rámování. Z tohoto důvodu je nezbytná spolupráce konzervátora, paspartéra a rámaře.

Uložení. Před uložením **grafických listů** do depozitáře je třeba grafické listy roztřídit, tj. oddělit od sebe volní listy a grafiky paspartované a roztřídit je podle druhu poškození (např. se skvrnami po zatečení vody, napadení plísní, napadení biologickými škůdci). Nikdy nesmíme skladovat grafické listy s různým druhem poškození dohromady, je nutné je vždy roztřídit a separovat. Desky s grafickými listy by nikdy neměly být pokládány na zem nebo opírány ve svislé poloze – desky pokládáme jedině horizontálně, nejlépe na čistý stůl nebo na polici.

Pro trvalé uložení grafických listů jsou ideální krabice z nekyselého kartonu příslušného rozměru (alespoň o 1 cm větší než je maximální rozměr grafiky).

Krabice musí být uloženy horizontálně, na místě s minimálním přístupem světla. V jedné krabici by nemělo být uskladněno více než 20 kusů grafických listů. Označení seznamu uložených grafik s evidenčními čísly je možno připevnit na vrchní nebo boční stěnu krabice. *Z grafických prací před uložením odstraníme veškeré kovové předměty – sponky, drátky aj., neboť by mohly papír poškodit rzi.*

Rámované grafické práce by měli být uloženy v regálech, obalené bublinkovou PE fólií, opřené a srovnané v řadách podle velikosti. V místě změny velikosti rámu je vhodné řadu přerušit pevně zafixovanou záložkou. Řady se nesmí vytvářet příliš dlouhé, aby obrazy či grafiky, o něž se opírají v následující řadě, nebyly nadměrně zatíženy. Rámy by také neměly být poskládány příliš těsně na sobě, aby s nimi bylo možné lehce manipulovat bez nebezpečí poškození. Ideální je oddělení jednotlivých obrazů či grafik příčkami. Záramované grafiky by neměly být uskladňovány příliš nízko nad podlahou, neboť kromě zvýšené hladiny prachu a nečistot je zde i větší pravděpodobnost mechanického poškození, např. neopatrností při úklidu. Řady grafik musí být izolovány od zdi prkny nebo latěmi, které stejně jako regály, nesmí být napadeny červotočem. Pro dobrou manipulaci necháváme mezi řadami regálů dostatečně široké uličky, aby byly lehce přístupné.

Knihy ukládáme do uzavíratelných skříní. Pokud to jejich stav umožňuje, řadíme je vedle sebe na stojato, nikoli příliš těsně, a prokládáme je pevnými příčkami. Nejlepší uložení historických knižních vazeb je v pouzdech z nekyselého kartonu.

Pravidelná údržba

V depozitáři je nutné **zarámované grafické listy** přerovnávat nejméně 2x do roka a současně kontrolovat případně biologické napadení papíru, stav rámu a zasklení. V řadě zarámovaných prací nesmí zůstat žádný grafický list s rozbitým nebo prasklým sklem. Pokud dojde k poškození nebo rozbití skla, je nutné zjistit, zda kousky skla nepoškodily povrch papíru. Každá i malá prasklina by měla být ihned ošetřena. Pokud je manipulace s poškozeným sklem nebezpečná pro povrch grafiky, sklo neodstraňujeme, grafický list nevyjímáme z rámu a tuto práci přenecháme restaurátorovi nebo konzervátorovi. Pokud na grafický list zateče voda, list opatrně vyrámujeme, položíme jej na čistý papír lícem nahoru a necháme pomalu vyschnout. (Nikdy jej nesušíme na přímém slunci nebo u topného tělesa, ale zásadně ve stínu a pozvolna.)

Jestliže je některý ze zarámovaných grafických listů napaden plísní nebo hmyzem, izolujeme jej ihned od ostatních. Odstranění následků biologického poškození je prací pro odborného konzervátora, nebo restaurátora.

Při čištění rámu dáváme pozor, aby špína a prach z rámu nepadaly na sklo. K čištění skla se nikdy nepoužívá čistící prostředek na čištění oken nebo jiné prostředky ředěné vodou, ale jen suchý hadřík, případně hadřík navlhčený lihem a jelenice. Pokud je sklo špinavé z vnitřní strany, je třeba list vyrámovat, což je práce pro odborníka – konzervátora nebo restaurátora.

Poškozené grafiky je možno **dočasně** vložit do deskových složek. Grafické listy jsou zde proloženy čistým hedvábným papírem s neutrálním pH. Fragmenty poškozené grafiky by měly být přiloženy ve speciální obálce s neutrálním pH. Desky musí být na vnější straně označeny seznamem uložených děl.

Knihy. *Lehké stopy plísní s povrchu knižních vazeb nikdy neoprašujeme suchým hadrem (tak se spóry plísně šíří, ohrožují předměty v okolí i samotného pracovníka, který s knihou manipuluje).* Vazbu lze dezinfikovat otřením roztokem etanolu (lihu) nebo roztoku butanolu (ve vodě) za dodržení bezpečnostních zásad (brýle, rukavice, rouška, viz kapitolu *Biologické poškození*).

4. Manipulace, balení

Grafické listy, ať už uložené volně, v deskách nebo v krabicích, přenášíme pouze ve vodorovné poloze, na tvrdé podložce. Zarámované práce přenášíme jako obrazy. Při manipulaci s nezarámovanou prací zásadně používáme čisté rukavice, nikdy nesaháme na papír holou rukou.

Knihy nevyjímáme z regálů za hřbet a nerozevíráme tak, aby se hřbet knihy mechanicky namáhal.

5. Prezentace

Všechny umělecké objekty z papíru a pergamenu, ať se jedná o tisky, rytiny či knihy, jsou velmi citlivé na světlo. Proto je třeba zásadně snížit jak intenzitu osvětlení, tak dobu osvětlení a UV složku světla. Je-li to možné: zcela vyloučíme filmování a intenzivní bodové osvětlení. Tyto artefakty by neměly být vystavovány trvale a neměly by být instalovány na nejchladnějších zdech, kde v určitém období může docházet ke kondenzaci vody. Pokud jsou instalovány ve vitrínách, měly by být chráněny jak proti prachu, tak proti intenzivnímu osvětlení a UV složce světla. (Sklo vitríny by mělo být opatřeno ochrannou fólií.)

Zavěšení grafických listů. Práce musí být v každém případě zasklené v a rámech. Grafické listy by měly být zavěšeny pouze na místa s nízkou intenzitou osvětlení, kde není nebezpečí přímého slunečního svitu. Nesmí být zavěšeny v bezprostřední blízkosti tepelného zdroje (např. stolní lampy) nebo v blízkosti venkovních dveří, kde jsou vždy velké výkyvy klimatu. Obrazy ani grafické listy by nikdy neměly být zavěšeny na vlhké zdi. Pokud zvlhnutí zdi nelze vyloučit, je nutné podložit rohy rámu tak, aby se zdi nedotýkal (např. korkovými válečky). Výjimečně, např. při výstavě, se mohou grafické listy vystavovat v zasklených vitrínách, ovšem ve vodorovné poloze, na čisté a nekyselé podložce.

Rozevřené historické knižní vazby ve vitrínách musí být podkládány vhodnými stojánky, např. z plexiskla nebo tvrdého polyuretanové pěny tak, aby hřbety knih nebyly namáhány.

Hlavním nebezpečím pro sbírkové předměty z papíru jsou:

- **hmyz, plísně a hlodavci**
- **vysoká intenzita osvětlení a dlouhodobé osvětlení**
- **kyselé polutanty v ovzduší**
- **vysoká teplota a R. V. a prudké výkyvy R. V.**
- **nevhodné uložení, které by mohlo způsobit mechanické poškození předmětů.**

Uložení grafik – zarámovaných a volných listů

Plíseň na grafice

Detail plísně na grafice

3.2.7 Závěsné obrazy

1. Charakter použitých materiálů

Pojmem závěsné obrazy zde rozumíme především malby na plátně a na dřevěné podložce – deskové obrazy, ale i malby na moderních materiálech – na překližce, na kartonu, *výjimečně se můžeme setkat i s malbou na kůži (některé etnografické materiály nebo na kovové desce*. Malba je obvykle tvořena několika vrstvami, z nichž nejspodnější, přiléhající k podložce, má vyrovnávací funkci (bolus, křídoklihové podklady apod.). Na ní je jedna nebo více vrstev vlastní malby, eventuálně podmalby a malby, nebo malby a pozdějších přemaleb. Vlastní malba je obvykle kryta ochrannou vrstvou laku na bázi terpentiničkových nebo syntetických pryskyřic. Komplex všech těchto vrstev nazýváme **barevná vrstva**. Taková je výstavba klasické malby. **Moderní umělci často experimentují s různými materiály a technikami a tento úzus obvykle nedodrží.**

Barvicí složkou jsou jemně mleté anorganické pigmenty, nebo organická barviva a lakové pigmenty rozmíchané v pojivu, které je schopno zesítovat, anebo zaschnout. Odolnost barevné vrstvy vůči degradaci se odvozuje právě od použitého druhu pojiva, respektive od jeho vlastností.

- **Olejomalba** – pojivem je vysychavý olej (obvykle lněný, zřídka ořechový nebo makový).
- **Tempera** – pojivem jsou koloidní roztoky organických látek, eventuálně s příměsí oleje. Může se jednat o bílkovinu (např. vaječnou nebo klič). Při větším obsahu oleje mluvíme o mastné tempeře.
- **Kvaš** – je speciálním typem tempery. Pigment je pojen polysacharidickým pojivem (arabskou gumou, tragantem nebo klovatinou z různých ovocných stromů – peckovin), eventuálně opět s příměsí oleje, který činí malbu méně citlivou vůči vlhkosti.
- **Akryl** – pojivem je vodná disperze akrylových polymerů nebo kopolymerů. (Tento název je vžitý a používá se, i když nepřesně, také pro označení staršího typu disperzí na bázi polyvinylacetátu.)

2. Specifická citlivost vůči degradačním vlivům

Podklad

Plátno pouhým stárnutím ztrácí časem svou pevnost a elasticitu, může praskat a rozpadat se. Tento proces může být urychlen působením vyšší teploty, UV záření, kyselých polutantů, kovů (urychlený rozpad plátna v bezprostřední blízkosti železných hřebíků), působením materiálů, které do něj byly vneseny při restaurování, respektive při rentoláži (např. kalafuna má kyselý charakter a její přítomnost urychluje degradaci celulóзовých vláken, klič nebo škrob zvyšují pravděpodobnost mikrobiálního napadení). Degradaci plátna může zrychlit působení vlhkosti (mění se vypnutí vláken, a tím i rozměry díla, kličová nebo škrobová rentoláž zbobtnáním ztrácí své fyzikální vlastnosti, a tedy i svou mechanickou funkci, dlouhodobě zvýšená vlhkost zvyšuje pravděpodobnost napadení plísněmi). Příčinou může být dlouhodobě vysoká R. V. v ovzduší, kondenzace vody nebo nevhodné mikroklima mezi zadní stranou obrazu a zdí.

Dřevěná deska je hydrokopická, může se deformovat (bobtnat nebo se smršťovat) v důsledku kolísání obsahu vody ve dřevě. Pokud jsou výkyvy vlhkosti prudké, může dojít až k porušení struktury – praskání. Rovněž vyšší teplota vyvolává ztrátu vlhkosti ve dřevě, následně pak smrštění a praskání dřeva. Nerovnoměrné zahřátí desky ke kterému může dojít např. nevhodným umístěním ob-

razu v blízkosti zdroje tepla, představuje největší nebezpečí. Naopak zvýšená vlhkost dřeva zvyšuje pravděpodobnost jeho napadení plísněmi. Obdobná poškození hrozí i dřevotřískovým podkladům malby a kartonům s tím rozdílem, že málokdy dochází až k popraskání, ale kolísání obsahu vody může způsobit velké deformace. Dřevěné desky mohou být napadeny dřevokazným hmyzem, nejčastěji červotočem.

Barevná vrstva

Obdobně jako podkladové materiály trpí extrémními hodnotami vlhkosti, zejména prudkými výkyvy vlhkosti i teploty barevné vrstvy. Citlivost na vlhkost je přímo úměrná relativnímu zastoupení hydrokopických pojiv (hlavně polysacharidů a bílkovin) v malbě. Nejcitlivější jsou kvaše, neboť příjem vody vysoce hydrokopickými polysacharidy vyvolává silné bobtnání materiálu, a tím i velké objemové změny (tvorba puchýřů, krakel, praskání, odlupování od podkladu apod.). Obdobně dochází k velkému bobtnání barev, spojených polyvinylacetátovými nebo polyakrylovými disperzemi. Při neregulovaném vysychání se tyto barvy vrásní nebo praskají. Relativně nejméně citlivé vůči vlhkosti jsou klasické olejomalby. Obecně změny obsahu vody a změny teploty vyvolávají rozměrové změny materiálu. Čím více se různí schopnost sorpce vody a tepelná roztažnost jednotlivých vrstev, kterými je malba tvořena, tím je pravděpodobnost jejího poškození (praskání, vznik krakel, odlučování sousedních vrstev, odlupování od podložky atp.).

Dlouhodobě zvýšená vlhkost nebo promrzání mívá za důsledek zakalení terpentnických obrazových laků. Barevná vrstva, resp. organická pojiva, která obsahuje, i laky mohou být cílem mikrobiálního napadení (plísněmi nebo bakteriemi). Projevem tohoto napadení může být, kromě typických výkvětů plísní na povrchu malby, lokální odbarvování nebo naopak barevné skvrny či rozpad některých částí malby v důsledku hydrolýzy pojiv.

Intenzivní osvit (přímé slunečné světlo) rozkládá lakové pigmenty a organická barviva, která mohou být součástí jak temperry, tak olejomalby (nejčastěji kraplak a indigo) a urychluje proces degradace organických pojiv i laků.

Souhrnná tabulka č. 14

Materiál	Rizikové faktory	Poškození
plátno	extrémní hodnoty R. V., výkyvy vlhkosti a teploty, kondenzace vody	rozměrové změny, ztráta soudržnosti partií nažehlovaných klišem nebo škrobem, možné mikrobiální napadení
	UV záření, kyselé polutanty, kyselé složky malby nebo rentoláže, styk s kovem (hřebíky)	urychlení degradace, zkrěhnutí a zpuchření vláken
dřevo	výkyvy vlhkosti a teploty, extrémní hodnoty R. V., nerovnoměrné zahřátí	rozměrové změny, deformace, praskání
	dlouhodobě vysoká R. V., kondenzace vody	zvýšená pravděpodobnost výskytu plísní
	dřevokazný hmyz	strukturní poškození až destrukce plísní
barevná vrstva	extrémní hodnoty R. V., výkyvy vlhkosti a teploty, promrznutí, kondenzace vody	tvorba puchýřů, krakel, praskání, odlupování od podkladu
	prudké změny obsahu vody a změny teploty	rozměrové změny materiálů, odlučování sousedních vrstev, praskání, odlupování, vrásnění povrchu
	intenzivní osvětlení, UV záření	urychlení degradace pojiv barevné vrstvy, možné tmavnutí laku, odbarvování přírodních nebo syntetických barviv a pigmentů
terpentnické laky	vysoká R. V., promrznutí	zákal

3. Preventivní ochrana

Těžiště preventivní ochrany závěsných maleb spočívá hlavně v dodržení vhodného klimatického režimu bez prudkých výkyvů relativní vlhkosti a teploty. Optimální pro tento typ sbírek je R. V. 50 – 55 % a teplota 20 + - 2 °C. V historických objektech, které nejsou vybaveny žádnou klimatizací a často nemohou být ani temperovány, není reálné zachování těchto parametrů v průběhu celého roku.

Obrazové sbírky mohou být stabilně kvalitně uchovány i za podmínek, které nejsou zcela ideální, ale jsou stabilní, bez prudkých výkyvů, pokud maximální a minimální hodnoty R. V. a teplota nevybočí z tzv. bezpečného intervalu (R. V. 45 – 65 %, teplota 10 – 25 °C). V takových případech je ovšem třeba častěji kontrolovat stav sbírek, zejména vypnutí pláten a eventuální mikrobiální napadení (výskyt plísní).

Malby nesmějí být vystaveny vysoké intenzitě osvětlení a UV záření, především přímého slunečního světlu. Pokud jsou uloženy v depozitáři, mohou být uloženy ve tmě. *Občas se setkáváme s názorem, že olejomalby ve tmě tmavnou. K tomu může docházet pouze u čerstvé malby. Poté, co oleje zesíťují, nemá již tento názor žádné racionální odůvodnění. Naopak světlo, stejně jako teplo urychluje všechny degradační procesy, tedy i tmavnutí laku.*

Pokud jsou malby uloženy v depozitáři, mohou být zavěšeny na stěnách (měly by viset tak, aby mezi plátnem či deskou mohl proudit vzduch, nesmějí viset na vlhkých nebo promrzajících zdech, na površích, na nichž kondenzuje voda, nebo v bezprostřední blízkosti tepelných zdrojů). Mohou být také zavěšeny na rostech, či být vertikálně řazeny na dřevěných regálech vzájemně oddělené příčkami tak, aby se závěsné zařízení obrazu (oka, skoby apod.) nemohlo dotýkat sousedního obrazu, ani jeho rámu.

4. Manipulace

Pro manipulaci, zejména s obrazy se zlacenými nebo kovovými rámy, je vhodné použít bavlněné rukavice. Rozměrnější plátna nebo desky by měly být zavěšeny ve dvou bodech a manipulovat s nimi by měly alespoň dvě osoby. **Pokud jsou malby stěhovány nebo půjčovány na výstavu, měly by mít po dobu převozu i expozice zajištěny stabilní klimatické podmínky stejných parametrů jako ty, ve kterých jsou dlouhodobě uloženy. Jsou-li např. dlouhodobě uloženy při R. V. 65 %, která sama o sobě není optimální, jejich přemístění do předpisových podmínek výstavních sál (R. V. 50 %) a skoková změna R. V. o více než 10 % může znamenat nevratné poškození díla.** *(Kontrola dodržení parametrů klimatu je možná např. umístěním elektronického měřicího a registračního zařízení, tzv. dataloggeru na bok rámu. Toto zařízení pak po celou dobu zápujčky monitoruje R. V. a teplotu).* V optimálním případě je převoz zajištěn odbornou firmou v klimatickém prostoru. Pokud tomu tak není, je vhodné použít dřevěné transportní bedny, které tlumí případné klimatické výkyvy a do nichž by obraz měl být umístěn alespoň týden před plánovaným převozem v prostředí, kde je dlouhodobě uložen. V tomto případě musí být pozornost věnována i klimatickým podmínkám během transportu.

5. Prezentace

Pro prezentaci maleb v instalaci nebo v expozici platí obdobné nároky na klima jako pro jejich uchování v depozitáři. Malby by měly viset tak, aby mezi rámem a stěnou mohl proudit vzduch (to lze zajistit např. podložením rohů rámu korkovými podložkami). Neměly by viset na vlhkých zdech nebo v bezprostřední blízkosti tepelných zdrojů (nad kamny nebo těsně nich). Ze zdí, které by v zimním období mohly promrznout, nebo by na nich na jaře mohla kondenzovat voda, musí být po litní sezóně přemístěny do vhodnějších podmínek. Malby nesmějí být vystaveny intenzivnímu osvětlení, UV záření, přímému slunečnímu světlu. Zvláště citlivé malby (tempery, kvaše, malby bez ochranné lakové vrstvy) by neměly být umístěny v těsné blízkosti dveří nebo v místnostech, které jsou intenzivněji využívány (např. pro svatby nebo koncerty), kde dochází k častým výkyvům mikroklimatu.

Při péči o závěsné obrazy je třeba:

- **Vyloučit extrémní teploty (nevěšet obrazy v blízkosti tepelných zdrojů nebo na zdi, které promrzají).**
- **Vyloučit prudké výkyvy R. V. (v instalaci, v depozitáři i během dopravy).**
- **Vyloučit přímé sluneční světlo.**
- **Opatrná manipulace.**

Druhotná degradace (vlhkostí) – zkrakelovaného povrchu laku

Plíseň na rubu plátna

Poškození barevné vrstvy (ztmavnutí a puchýřování) v důsledku působení tepla. Šedavá nepoškozená část byla chráněná rámem.

Oddělení barevné vrstvy od textilního podkladu v důsledku působení zvýšené vlhkosti (nebo kondenzace vody)

Ukládání obrazů v depozitářích v policích a zavěšené na roštích

Izolace obrazu od stěny, na které je zavěšen

3.2.8 Textil, kůže a pergamen

1. Charakter textilu, kůže a pergamenu

Historické textilie se svou organickou podstatou řadí mezi materiály zvláště citlivé vůči **světlu, vlhkosti, prachu a kyselým polutantům (oxidům síry a dusíku)**.

Textilní sbírky zahrnují: tapiserie, koberce, závěsy, pokrývky, čalounění, oděvy, liturgický oděv, textil, prádlo a další.

Z druhové rozmanitosti vyplívají difference použitých materiálů (vlna, len, konopí, bavlna, hedvábí) i technik (od prostých tkalcovských vazeb a šití po složité vazebné kombinace, háčkování, pletení, paličkování, kombinované výšivky či aplikace). Na materiálových a technologických rozdílech pak závisí nutnost diferencovaného přístupu jak v průběhu konzervace, tak v preventivní péči. **Konzervací** se rozumí uvedení **textilních předmětů** do stabilního stavu, v němž je degradace materiálu omezena na minimum. Po náležitém průzkumu se textilie obvykle čistí, fixují, vlákno je regenerováno, případně opatřeno úpravou proti molům.

Kůže je vláknitý materiál bílkovinné povahy, tvořený převážně kolagenem. Činěním vzniká z kůže useň. Ve sbírkách se vyskytuje často v kombinaci s jinými materiály (oděvy, boty, čalounění, koňské postroje, knižní vazby). **Pergamen** se připravuje specifickým procesem z některých druhů kůží.

2. Specifická citlivost vůči degradačním vlivům.

Relativně nejodolnější jsou textilie z materiálů rostlinného původu – konopí, lnu a bavlny. Všechna přírodní vlákna jsou hygroskopické povahy. Vysoká vlhkost zvyšuje pravděpodobnost jejich biologického napadení (plísněmi) a může také vyvolat rozměrové změny textilu.

Vlněné materiály (bílkovinné povahy) jsou ze všech textilií nejvíce ohroženy biologickými škůdci, především moly.

Nejchoulostivější část textilních fondů představují tkaniny z hedvábí, které mimořádně citlivě reaguje hlavně na světlo, ale i na další negativní klimatické vlivy.

Zvýšenou pozornost zasluhují všechny textilie z kombinovaných materiálů – např. vlna + hedvábí na tapisériích či čalounění, hedvábí + kov ve výšivkách nebo brokátových vazbách. *(Může nastat totální destrukce citlivějších materiálů, např. se rozpadne hedvábný útek, zůstane vlněná osnova, anebo korozní produkty kovu na výšivce zničí celou textilií.)*

Odolnost některých textilií byla snížena (chemicky nebo mechanicky) již v procesu jejich výroby. *Například při procesu barvení přírodními barvivy byla jako mořidla běžně používány železnaté soli,* na konci 19. století bývaly hedvábné tkaniny „zatěžkávány“ solemi těžkých kovů, aby bylo dosaženo větší splývavosti.* Textilní vlákna po takovém zpracování jsou málo odolná, křehká, snadno se lámou a rozpadají, tedy stárnou rychleji a ve srovnání s textiliemi, které těmito procesy neprošly, jsou méně odolné vůči všem degradačním vlivům, kterým jsou sbírky běžně vystaveny.

Odolnost usně vůči stárnutí je daná druhem a kvalitou použité kůže, způsobem činění a dalšími úpravami. Nejodolnější jsou vověžiny a vepřovice, zejména ze starších zvířat. V suchém prostředí usně časem křehnou, ztrácejí pruž-

* např. hnědé odstíny vláken na tapisériích

nost, tvrdnou a stávají se málo odolné vůči mechanickému namáhání. Tyto změny vlastností jsou důsledkem dehydratace kolagenu. Při vyšších teplotách jsou bílkoviny usně denaturovány, tzn. že vlákna se smršťují (nevratně). Ve vlhkém prostředí hrozí usním napadení mikroorganismy, zejména plísněmi. Oxidy síry, dusíku, ozón degradaci usní podporují. Třísločiněné kůže podléhají vlivem kyselých polutantů a ozónu tzv. „červenému rozpadu“ (praskliny, růžovění, až rudnutí povrchu, práškovatění).

Pergamen je materiálově podobný usním, na rozdíl od nich však (v důsledku jiné technologie zpracování) obsahuje CaCO_3 a díky této alkalické rezervě je odolnější vůči kyselým polutantům. Je mimořádně citlivý jak na zvýšenou vlhkost, tak na vyšší teploty. Při trvalé zvýšených hodnotách R. V. (nad 70 %) silně bobtná, posléze se hydrolyzuje a nevratně degraduje (přechází až na želatinu). Při teplotách vyšších než 40 °C se smršťuje (nevratně), křehne a láme se.

Světlo způsobuje změnu barev, nevratné blednutí a křehnutí, až úplný rozpad textilních vláken a vyblednutí barvené kůže. **Míra poškození textilu světlem závisí na jeho specifické citlivosti a na jeho aktuálním stavu. Dále závisí na: intenzitě osvětlení, na spektrálním rozložení dopadajícího záření (na podílu UV záření) a na celkové době záření.**

Textilie je nutné chránit před přímým světlem, je nutné dodržet nízkou intenzitu osvětlení a minimalizovat celkovou dobu působení světla. Světelné hodnoty v depozitářích by měly být minimální, v expozicích by měly být pravidelně kontrolovány (alespoň 2x ročně). Na základě těchto měření by mělo být řešeno umístění exponátů a osvětlení, respektive zastínění výstavních prostor. **Je třeba velmi pečlivě zvážit charakter světla, jeho intenzitu a dobu ozáření, zejména pro potřeby filmování!**

Textilie, kůže i pergamen jsou materiálem mimořádně citlivým na **relativní vlhkost vzduchu – optimální limit R. V. je mezi 50 – 65 %.**

Prach představuje pro tkaniny větší nebezpečí, než se obecně připouští. Ulpívá na povrchu textilie, zadržuje v sebe vlhkost, eventuálně kyselé nebo zásadité látky, které napomáhají degradaci vlákna. Vrstvy prachu a nečistot jsou spolu s vlhkostí živnou půdou pro růst mikroorganismů.

Hmyz, hlodavci, bakterie, plísně a houby velmi hrubě a nevratně poškozují uvedené organické materiály. V prostorách, kde se jednou plísně a houby objeví, by měly být textilie, kůže a pergamen kontrolovány přednostně, neboť zde zůstává i po odstranění plísní latentní nebezpečí nové aktivizace jejich růstu.

Souhrnná tabulka č. 15

Materiál	Rizikový faktor	Poškození
textilie z přírodních vláken	dlouhodobě vysoká R. V. (vyšší než 65 %)	změna délky vlákna, rozpíjení barev, zvýšené nebezpečí biologického napadení (plísně), hydrolytická degradace vláken
	nízká R. V. (nižší než 40 %)	dehydratace, smršťování vláken, křehnutí, zvýšená lámavost
	světlo (intenzivní ozáření, příliš dlouhá doba ozáření, UV záření)	vyblednutí barev, křehnutí, až rozpad vláken (citlivé je zejména hedvábí)
	prach	znečištění, urychlení degradace
pergamen	kyselé polutanty	urychlení degradace
	dlouhodobě vysoká R. V. (vyšší než 65 %)	hydrolyza, totální destrukce, zvýšené nebezpečí biologického napadení (plísně)
	nízká R. V. (nižší než 40 %)	dehydratace, smršťování, lámavost, nevratné ztvrdnutí
textilie, usně a pergamen	hmyz, hlodavci, bakterie, plísně a houby	trvalá poškození až zničení

3. Preventivní ochrana

Preventivní ochrana uvedených organických materiálů spočívá především v dodržení limitů doporučené R. V., v ochraně před působením světla a před poškozením biologickými činiteli. Je nutná častá kontrola výskytu hmyzu, hlodavců, plísní a hub a **rychlá sanace** případného napadení. Pokud nejsou textilie zakryty, je vhodné větrat pouze zastíněným oknem, případně zajištěným sítí proti hmyzu. Udržování hygieny podlah a šech úložných prostor je v depozitáři textilu naprosto samozřejmým požadavkem.

Metody snížení škodlivých účinků světla. Textilie patřily vždy mezi nejluxusnější položky inventáře a jejich majitele si toho byli patřičně vědomi. Uchování svěžesti zářivých barev tkanin bylo velmi žádoucí, a tomu byla přizpůsobena i přiměřená ochrana textilií před světlem. V řadě památkových objektů se zachovaly více či méně kompletní systémy ochrany proti světlu: zvenku byla okna opatřena okenicemi, k přistínění sloužily rolety a uvnitř místností pak závěsy se záclonami. V době, kdy nebyl objekt využíván, byly choulostivé čalouny zakryty plátěnými potahy.

V depozitářích tuto situaci řešíme prostě a účinně **komplexním zakrytím** textilního mobiliáře.

V prohlídkových trasách mohou být vhodným způsobem ochrany před světlem „klasické“ **žaluzie** a polotransparentní **textilní rolety**. Ty mohou nastavením do různých poloh přizpůsobit místnost aktuálním světelným podmínkám. Nejefektivnější jsou rolety dvojité: vnitřní ze světlého materiálu pro zatažené počasí a vnější tmavé (nejlépe tmavomodré) pro sluneční dny.

Vždy je nutné pečlivě zjistit, zda přímé světlo nedopadá na žádnou textilií!

Ochrana proti biologickému napadení. Proti molům chráníme tkaniny důsledným udržováním čistoty a pravidelným provětráváním (ideálně je alespoň 1x ročně), preventivně pak insekticidními prostředky. Snažíme se vyloučit larvy hmyzu, které se živí textilním tkanivem. Moli mají přibližně 6 měsíční vývojový cyklus (vajíčko – **larva** – motýl). Dospělí motýlci vylétávají zpravidla na přelomu jara a léta (květen) a tato doba je také nejvhodnější pro aplikaci insekticidů, které hmyz vypudí a zabrání tak dalšímu naklazení vajíček. **Insekticidy nesmí v žádném případě přijít do přímého kontaktu s textilií.** *Vhodné jsou insekticidy v sáčcích, volně rozvěšené v prostoru depozitáře a pravidelně obměňované v souladu s návodem. Tzv. přírodní odpuzovače hmyzu (např. levandule, máta, pepř...) mohou skutečně po určitou dobu hmyz odpuzovat, zároveň však mohou být i zdrojem plísní. Rozhodně však nemají insekticidní charakter, tzn. že hmyz nehubí, a nemohou být proto ve smyslu insekticidů používány.* **Monitorování výskytu hmyzu** je nutné, a to zejména v jeho výletovém období.

K rozvoji **plísní a hub** dochází při každém déle trvajícím zvýšení vlhkosti prostředí. V historických objektech může tato situace nastat téměř v každé roční době, ale nejčastěji v jarním období. Výskyt plísní by měl být monitorován alespoň 4x v roce.

Pravidelná údržba. Veškeré historické textilie, usně a pergameny můžeme amatérsky čistit pouze suchou cestou jemným vysáváním, případně oprašováním jemným měkkým štětcem. V případě usní jemným flanelovým hadříkem. Ploché textilie a čalounění luxujeme přes nylonovou sítku (sítí proti mouchám) nejmenším tahem vysavače. Složitější povrchy vysáváme škvírovou hubicí, obalenou jemnou gázou. Na povrch textilie nikdy netlačíme! Pokud zjistíme rozvolněná, flotující (poletující) vlákna, od luxování raději upustíme. *V tomto případě lze čalounění překrýt krepelinou (tenkou pevnou a průsvitnou tkaninou), která je ochrání před mechanickým poškozením.*

Bytové textilie (čalounění, závěsy, koberce) takto čistíme 1x ročně, tapiserie po několika letech. Koberce v dobrém stavu lze i vyklepat, ale k jejich čištění není vhodné používat komerčně dodávané saponáty.

Jakékoli náročnější čištění musí provádět kvalifikovaný textilní konzervátor!

Ideální podmínky na uložení:

- **Stabilní klima: R. V. pro textil 55 % + 10 %, teplota 10 – 20 °C**
- **Tma, nebo stabilně velmi nízká intenzita osvětlení.**
- **Důsledné udržování čistoty v depozitáři.**
- **Zabránění biologickému napadení.**
- **Omezení přístupu kyselých polutantů.**

4. Manipulace, balení, ukládání

Pro jakoukoli manipulaci s textiliemi potřebujeme čistou, dostatečně velkou vodorovnou plochu. Je lépe pokládat textilie na čistou, papírem nebo plátnem vyloženou podlahu, než na menší stůl, přes jehož hrany se textilie větších rozměrů ohýbá (následně napíná a láme). U všech větších kusů (**přikrývky, ubrusy, závěsy, koberce**) je nezbytné, aby manipulaci prováděly dvě osoby, **u tapiserií** nejméně čtyři osoby. Při manipulaci s těžkými oděvy a s bohatě vyšíványými ornáty je nutná součinnost dvou osob, aby podpíraly předmět na obou koncích. Rozložením váhy při manipulaci s textilií zabráníme jednostrannému namáhání vazby a případnému poškození natržením. Při práci používáme bavlněné rukavice. Chráníme tím jednak sebe před přímým kontaktem s nepříjemnými prachovými alergeny a jednak textilii před potřísněním potem. U jemných dracounových výšivek používáme raději jemné kožené rukavice, aby nedošlo k zatření dracounu o úplet rukavice.

Textilie nemají být, pokud možno, přehýbány, neboť přehyby jsou příčinou lámání starších degradovaných vláken.

Ideální je horizontální ukládání do přiměřeně velkých schránek (krabice, zásuvky), maximálně ve dvou vrstvách nad sebou, s proložením sepraným plátnem nebo neutrálním papírem. Velmi cenné a choulostivé kusy by měly být ukládány separovaně pouze v jedné vrstvě. Pokud rozměrný exponát musí být přeložen, je nutné ohyb vypodlžit válečkem papíru nebo plátna, aby se netvořily ostré hrany.

Rozměrnější plochý textil (přikrývky, závěsy, koberce) he vhodné navinout na válce lícem nahoru a role překrýt plátnem nebo papírem.

Tapiserie je nejlepší navinout (podšívkou dovnitř) na dřevěné bubny a proložit plátnem (nikdy novinami!). Tapiserie svinujeme vždy po osnově, tzn. od jedné boční strany ke druhé (nikdy odshora dolů). Jednotlivé role, zakryté plátnem, pak zavěšujeme na stojany nebo kozy. Nenecháváme je ležet přímo na podlaze, neboť velká váha by poškozovala tkaninu ve spodní části.

Historické liturgické oděvy by měly být ukládány odděleně, horizontálně v plochých krabicích, vyložených plátnem. Všechny přehyby je nutné vypodlžit neutrálním papírem. Pouze u vlněných nebo plátěných oděvů, které jsou v relativně dobrém stavu, lze připustit zavěšení na oblá, vycpaná ramínka. U hedvábných oděvů se tomuto způsobu ukládání vyhýbáme, neboť hmotnost, zvláště u výšivkou zdobených oděvů, velmi namáhá a následně poškozuje partii ramen. Oděvy visící na oblých ramínech musí být opatřeny plátěným obalem a nesmí být na sobě ve skříni hustě natlačeny.

Tapiserie a nástěnné koberce zavěšujeme pomocí „suchých zipů/ a rámců ve tvaru obráceného U, který umožňuje částečné rozložení váhy textilie a

proudění vzduchu mezi stěnami a tapiserií. **Nikdy nevěšíme tapiserii přímo na holou stěnu.** Značná váha tapiserie namáhá při zavěšení útková vlákna; proto je prospěšné vždy po několika letech umožnit tapiseriím uložení v horizontální poloze (naplocho nebo na válci), aby si jejich textura odpočinula. Tato zásada platí pro všechny závěsy, korouhve a prapory. U závěsů alespoň každoročně po sezóně rozepneme boční držáky, aby se uvolnily záhyby. **Čalouněný nábytek** zakrýváme v době mimo provoz dostatečně velkými plátěnými povlaky.

5. Prezentace

V autentických interiérech přístupných veřejnosti, kde jsou textilie prezentovány, volíme při prezentaci obvykle cestu kompromisu, umožňující návštěvní provoz s maximálním respektem ke stavu a hodnotě vystavených textilií. Vždy je nutné dát přednost bezpečnosti textilie před atraktivností její prezentace a při zařizování expozice respektovat alespoň ty nejdůležitější zásady preventivní ochrany sbírek.:

Interiér musí být vždy vybaven **roletami, žaluziemi nebo závěsy**, chránícími exponáty před přímým slunečním světlem. Pokud to umožňuje logika autentické dispozice, nemají být textilie umístěny tam, kam dopadá přímé denní světlo. Na cenné koberce nestavíme těžké kusy nábytku.

Umístění textilií by mělo být mimo dosah návštěvníků.

Při měřeních bylo zjištěno, že až 80 % prachu v interiéru pochází z pohybu návštěvníků, hlavně z prachu jejich obuvi. V objektech, kde se užívají při prohlídkách pantofle, je nutné dbát na jejich časté vyklepávání. Tam, kde se chodí bez ochranných pantofle, se osvědčují **systemy několikanásobných rohoží** (až troje) při vstupu do objektu.

Instalované **ubrusy a pokrývky** chráníme v místě přehybu přes hranu silnější měkkou podložkou (tvoří ji několik vrstev papíru, plátna nebo plsti). Po sezóně necháme příkrývky „odpočívat“ v horizontální poloze. **Oděvy** se vystavují na individuálně upravených figurínách (odlehčených skeletech) ve vitrínách. Ve volném prostoru a na světle (jakkoli slabé intenzity) se doporučuje vystavovat oděvy jen krátkodobě v závislosti na jejich aktuálním stavu (*viz kapitola Záření*).

Plíseň na koženém postroji

Poškození vazebných útků a horizontálních švů (tzv. šliců) na tapiserii, které způsobuje vlastní váha předmětu při dlouhodobém vertikálním zavěšení

Dlouhodobým působením světla dochází ke značné degradaci barevnosti textilií. Viditelné změny jsou nereverzibilní. Hedvábný brokát na opěradle křesla (vlevo) byl několik let umístěn v blízkosti nezakrytého okna. Tatáž textilie na závěsu (vpravo) nebyla osvětluje vystavena.

Větší kusy plochého textilu ukládáme navinuté na válcích krytých plátnem.

Historické kostýmy prezentujeme na figurínách, zhotovených na míru podle tvaru oděvu. Figurína na fotografii je zhotovena z papírmaše a svou spodní částí podopírá těžké, kovem bohatě vyšívané šosy kostýmů

Uložení praporů na rošttech – v horizontální poloze

Válec na ukládání textilií

Drobnější kusy liturgického textilu byly také v minulosti baleny do plátna a ukládány do krabic

Liturgické oděvy ukládáme na speciálních zaoblených ramínkách, obalených roumem a potažených hladkou textilií.

3.2.9 Dřevo

1. Charakter dřevěných předmětů a degradační činitele

Dekoratивní i užitkové předměty (plastiky, deskové malby, nádobí, nábytek, hudební nástroje a další) bývají buď ze dřeva samotného, nebo ze dřeva v kombinaci s dalšími materiály (např. kovy, textilem, kůží, slonovinou). **V případě kombinace více materiálů volíme při určování klimatického režimu kompromis, respektive preferujeme podmínky, vhodné pro uchování nejcitlivějšího materiálu, které jsou pro další použité materiály alespoň přijatelné.** I velmi choulostivé předměty tak lze uchovat bez poškození. *Kromě dřevěného mobiliáře bývají na hradech a zámcích dřevěné stavební části (stropy, parkety, prkenné podlahy, dveře, historické konstrukce).*

Dřevo se skládá z buněk, jejichž tvar lze rozlišit až při mikroskopickém pozorování. Veškerou dřevní hmotu tvoří buněčné stěny. Chemicky jsou složeny hlavně z celulózy (40 – 55 %), z hemicelulózy a z ligninu (14 – 29 %). V malém množství dřevo obsahuje ještě další látky, jako pektiny, pryskyřice, třísloviny, minerální látky aj.). Uspořádání buněk je pro každou dřevinu specifické, odlišná je proto i makrostruktura. V zásadě dělíme dřeviny na měkké (jehličnany) a tvrdé (listnaté dřeviny). **Charakteristickým znakem dřeva je jeho vláknitá a nesymetrická struktura, která je příčinou odlišných parametrů fyzikálních vlastností dřeva v různých směrech. Nerovnoměrnost při smršťování dřeva je daná právě touto disproportionálností. Náhlé změny klimatu, vyvolávající bobtnání, nebo naopak smrštění dřeva, mohou být příčinou jeho vážného strukturního poškození.** V podélném směru má dřevo objemové změny 0 – 0,3 %, radiálním 2 – 8 % a v tangenciálním 4 – 14 %. Při smršťování vzniká ve dřevě vnitřní napětí, které v praxi způsobuje praskání.

Voda se ve dřevě nevyskytuje v čisté formě, ale jako roztok minerálních látek, polysacharidů a tříslovin. Rozeznáváme vodu volnou, uloženou v dutinách, která nemá podstatný vliv na bobtnání a smršťování. Jakmile je strom poražen a rozřezán, volná voda se vypaří a zbyde jen voda obsažená v buněčných stěnách (zadržovaná fyzikálně-chemickými vazbami) – voda vázaná. Ta velmi významně ovlivňuje objemové změny dřeva. Proto je z hlediska objemové stálosti dřeva nejdůležitější stabilita vlhkosti prostředí, resp. co nejmenší a nejpomalejší změny relativní vlhkosti.

2. Specifická citlivost vůči degradačním vlivům.

Relativní vlhkost. Obecně se doporučuje udržovat předměty v prostředí **R. V. v rozmezí 50 – 65 % s možností výkyvů v mezích 10 % během 24 hodin.** U předmětů z kombinovaných materiálů – zejména s kovy – a u hudebních nástrojů je třeba udržovat spíše dolní hodnoty výše uvedeného rozmezí (50 – 55 %). **Je nutné vyloučit prudké změny relativní vlhkosti** (ty může způsobit třeba i důkladné vyvětrání vytápěné místnosti se sušším klimatem za sychravých podzimních dnů nebo velký úklid. Právě skokové změny vlhkosti způsobují na dřevěném mobiliáři největší škody. Mezi vrstvami materiálu s rozdílnou hygroscopicitou (s rozdílnou sorpcí vody), např. mezi vrstvami polychromie na dřevě, se při sorpci vody projeví smykové namáhání, takže může dojít k jejich popraskání nebo odlupování.

Otázka R. V. úložných prostor souvisí vždy s teplotou. *V optimálním případě by měly být úložné prostory nepřetržitě temperovány. Maximální doporučené hodnoty teploty by neměly v zimním období přesáhnout 18°C, v letních pak*

24°C. V objektech s ústředním vytápěním dochází během topné sezóny k postupnému vysychání stavby a může tak dojít ke snížení R. V. až pod 30 % a následně ke strukturnímu poškození mobiliáře. (K rozesychání dřevěných stropů, k uvolňování truhlářských spojů mobiliáře a polychromovaných zlacených vrs-
tev). Vysoká R. V. zvyšuje nebezpečí koroze kovových prvků mobiliáře a nebezpečí napadení biologickými škůdci. Oba extrémy, jak vysoká, tak nízká vlhkost, mohou vážně ohrozit funkci, např. hudebních nástrojů.

Světlo. Přímé sluneční světlo ohrožuje povrchy se speciálními umělecko-řemeslnými technikami (intarzie, malba, textilní aplikace apod.). Důsledkem nepřiměřeného osvětlení bývá blednutí barev a změny odstínu. Lokální zvýšení teploty, jako vedlejší efekt oslunění vyvolává objemové změny materiálů a tím možné poruchy, zejména u kombinovaných technik (např. u intarzie různými materiály).

Intenzitu dopadajícího slunečního záření (i umělého osvětlení) je žádoucí snížit na minimum. Intenzita osvětlení 50 luxů je únosná i pro velmi citlivé materiály. V praxi je tato hodnota těžko dosažitelná, proto je považována za přijatelnou i intenzita osvětlení 100 – 150 luxů, tedy pološero. **Aby bylo možné tyto požadavky dodržet, je nutné intenzitu osvětlení měřit!** S ohledem na textil, který je vůči působení světla citlivější než dřevo, je vhodné pro mobiliář kombinovaný s textilem (čalouněný nábytek) celkovou dobu osvitů snížit na minimum. Pro stárnutí textilu (blednutí barev, křehnutí vláken) je důležité i kumulativní působení světla. **Proto doporučujeme v době mimo návštěv a úklidu udržovat expozice a depozitáře s tímto mobiliářem v šeru se zataženými záclonami a roletami nebo se zavřenými okenicemi.**

Dopad sálajících slunečních paprsků západním oknem na zadní část varhan může způsobit nejenom rozladění nástroje, ale i případné závady na chodu traktury, zejména u varhan pneumatického systému. Proto je v těchto případech vhodné (a v minulosti to bývalo v řadě kostelů dobrým zvykem) na západní okno kostela či kaple instalovat závěs.

Biologické napadení (hmyzem, plísněmi a houbami) je pro dřevěný mobiliář mimořádně nebezpečné. Pojednává o něm samostatná kapitola.

Předměty, u nichž napadení dřevokazným hmyzem nebo plísněmi není vyloučeno (nově získané předměty, vrácené zápůjčky aj.), nebo předměty, u kterých se napadení již projevilo, by měly být izolovány v samostatné místnosti dokud nebudou ošetřeny nebo dokud nebude jednoznačně jisté, že nejsou napadeny.

Souhrnná tabulka č. 16

Materiál	Rizikové faktory	Poškození
dřevo samotné	prudké výkyvy R. V. a teploty	rozměrové změny, praskání, borcení, poškození polychromie
	vysoká R. V. (vyšší než 65 %)	nebezpečí biologického napadení, bobtnání, strukturální změny
	nízká R. V. (nižší než 50 %)	praskání, destrukce, odlupování polychromie
	působení kyselých látek (kyselé polutanty spolu s vyšší R. V.	kyselá hydrolýza, degradace materiálu
	sluneční světlo, UV záření	fotooxidace (při nízké R. V. zhnědnutí povrchu, v exteriéru při vysoké R. V. zešednutí)
	dřevokazný hmyz	poškození dřeva, destrukce
	dřevokazné houby	změna zbarvení, rozklad dřeva (tlení)
	vysoká teplota	ztráta vody, snížení pevnosti a houževnatosti
polychromie, zlačené na dřevě	prudké výkyvy R. V. a teploty	praskání povrchové úpravy, odlupování polychromie a vrstev zlačené
intarzie, dřevo kombinované s jiným materiálem	vysoká teplota, teplota lokálně zvýšená nerovným osvětlením	poškození intarzií a vykládání v důsledku rozdílné tepelné roztažnosti použitých materiálů

3. Preventivní ochrana

Je směřována především k zajištění stálého klimatu.

Ideálním požadavkem na uložení dřevěných předmětů jsou konstantní hodnoty teploty a vlhkosti v rozmezí: teplota 15 – 18 °C a relativní vlhkost 50 – 60 %. Tyto podmínky mohou být dlouhodobě splněny pouze v klimatizovaných prostorech.

Za optimální jsou považovány prostory s přirozenou stabilitou klimatu, kde nedochází k prudkým výkyvům, kde změny parametrů (teploty a R. V.) nejsou velké a dochází k nim povlně. V historických interiérech většinou nelze celoročně udržet optimální hodnoty klimatu. Dřevěný mobiliář zde však může být uchovávan dlouhodobě ve velmi dobrém stavu za předpokladu že klima, zejména R. V. je dostatečně stabilní bez prudkých výkyvů. V takových případech je třeba častější kontroly, neboť při zvýšené R. V. se zvyšuje i pravděpodobnost napadení hmyzem, nebo plísněmi.

Menší předměty ukládáme do regálů, zavěšujeme na závěsech v prostoru. Hudební nástroje a hodiny by měly být překryty, aby se zabránilo usazování prachu v jemné mechanice. Aby nedocházelo ke kondenzaci vody uvnitř obalu, je vhodná paropropustná netkaná textilie. Nesmí dojít ke kontaktu sbírkových předmětů s vlhkým neizolovaným zdivem.

Pravidelná kontrola. Zejména na konci jarních období je nutné pravidelně kontrolovat dřevěné části mobiliáře, zde se někde neobjeví stopy působení dřevokazného hmyzu, případně plíseň nebo dřevokazná houba. *Dřevokazný hmyz má v té době výletové období. Na povrchu napadeného mobiliáře se objevují čerstvé výletové otvory.* Po ukončení sezóny je třeba zkontrolovat, zda nedošlo k mechanickému poškození nebo k uvolnění drobných spojů dřevěných částí mobiliáře.

Pravidelná údržba. K základním úkonům údržby mobiliáře patří pravidelné čištění povrchu od prachu a nečistot. Prach v sobě zadržuje vlhkost a je živnou půdou pro mikroorganismy. Čistota snižuje riziko biologického napadení i riziko poškození povrchu při eventuálním odstraňování vrstev letitých nečistot.

Abychom předešli poškození mobiliáře použitím nevhodného čistícího prostředku či metody, je třeba se seznámit s odpovídajícími postupy čištění různých typů povrchových úprav dřeva. Neméně důležité je jednotlivé typy povrchových úprav bezpečně rozeznat. Je vhodné konzultovat s restaurátorem o jaké povrchové úpravy jednotlivých kusů mobiliáře se jedná a jejich čištění. Tyto informace by měly být napsané k dispozici technickému personálu, který o mobiliář pečuje. Amatérské zásahy a použití komerčních čistících a konzervačních prostředků mohou vést k nevratnému poškození povrchových úprav.

Důležité upozornění: Na povrchy s politurou, polychromované, intarzované a zlacené nesmí nikdy přijít voda nebo vodní emulze ani agresivní čistící prostředky typu Diava apod. Případné použití čistících prostředků z obchodní produkce je třeba vždy konzultovat s restaurátorem.

Nepolychromované, voskované povrchy nebo povrchy lakované běžným způsobem (nábytek nebo obložení stěn) jsou na údržbu relativně nejméně náročné. K odstranění prachu lze užít hadr z běžné textilie, případně i lehce navlhčený – povrch se nemá zbytečně smáčet. Na větší plochy (obložení stěn) je možné použít měkký kartáč, nebo smetáček. Prach se musí odstraňovat lehce, nedrhnout, shrnovat jej do hadru, aby se nerozprášil po okolí. Členité řezby čistíme štětcem.

Čištění polychromovaných a zlacených povrchů a předmětů orientálních (čínské laky uruši) vyžaduje velkou opatrnost. Vhodný je měkký štětec, jehož plechová násada je omotána náplastí, aby při náhodném kontaktu s polychromií nezpůsobila oděrku. Postupujeme ve směru shora dolů a pracujeme jemně. Je-li polychromie ve špatném stavu, tzn. že se místy uvolňuje, je-li podezření na uvolněný podklad apod., je nutné obrátit se na restaurátora. Části odpadlé polychromie, nalezené v bezprostřední blízkosti plastiky, uschováme (do obálky, do krabičky) a předáme restaurátorovi. Údržba předmětů s orientálními laky spočívá jen v opatrném odstranění prachu jemnou textilií.

Citlivý přístup vyžadují mobilie opatřené politurou a intarzií. K odstranění jemných nečistot (otisků prstů) je nejvhodnější suchá jelenice, případně **suchý** flanelový hadr. Při zjevném poškození intarzie, maketerie apod. nepoužíváme flanel a postupujeme obdobně jako u polychromovaných a zlacených povrchů.

Při čištění zrcadel je možné flanel i lehce navlhčit. Je nutné chránit vyřezávané a zlacené ozdoby zrcadlových rámců, kterých se vlhkost nemá dotknout. Lze je chránit pruhem tuhého papíru, který zasuneme do spáry mezi vnitřním okrajem rámu a plochou zrcadla a ohneme jako ochranný štítek.

4. Manipulace a balení

Každé stěhování představuje potenciální ohrožení předmětu. Při stěhování může dojít k mechanickému poškození mobiliáře nebo k poškození v důsledku **náhlé** změny klimatu. Pokud je skutečně nezbytné přestěhovat mobiliář do zásadně odlišného klimatu, než v jakém se dlouhodobě nalézá, je nutné tak učinit pozvolna (např. celý proces rozložit do několika kroků).

Před stěhováním se musí provést prohlídka stavu všech mobiliárních kusů, zejména v citlivých partiích spojů a drobných součástí. Předem je třeba ujasnit si cestu, kudy bude nábytek přenášen a zvážit kolik osob se bude muset práce ujmout a jaké nástroje (kurty, obaly, transportní rám) bude třeba použít.

Oddělené díly či součástky označíme tak, abychom nezasahovali do povrchu předmětu, drobné součástky zabalíme po kuse, uložíme do krabice a popíšeme. Rozebíratelné mobiliární kusy stěhujeme zásadně po jednotlivých částech.

Mobiliáře s uvolněnými vrstvami polychromie, zlacení či intarzií je možné stěhovat až po provizorním zajištění odborným restaurátorem či konzervátorem.

Nábytkové kusy s otevíratelnými dveřmi před transportem pevně převážeme po obvodu v partii dveří textilním pásem, aby při manipulaci nedošlo k poškození. Nesuneme a netaháme je po podlaze a při přenášení je vždy uchopíme ve spodní a masivní části. Pro přemístění větších kusů nábytku je ideální transportní rám na kolečkách. I zdánlivě méně rozměrné předměty stěhujeme ve dvojici. Mramorové desky stěhujeme odděleně. Při transportu se snažíme zachovat polohu odpovídající normálnímu umístění, např. zrcadla stěhujeme ve vertikální poloze a při manipulaci s nimi použijeme rukavice.

Tyto pokyny platí i pro stěhování nábytku v interiéru budovy. Pokud transport probíhá mezi dvěma budovami i v exteriéru, je pochopitelně třeba dbát na ochranu před klimatickými a povětrnostními vlivy. Zvláště při delším transportu je nutné přihlídnout i ke klimatu v uzavřeném prostoru přepravního prostředku. Ideální je speciální skříňový nákladní automobil s klimatizovaným přepravním prostorem. Při přepravování musí být nábytek chráněn proti mechanickému poškození měkkým obalem (např. bublinkovou PE fólií).

Zvláštní péči věnujeme **hudebním nástrojům**. Nejenom s žesťovými, ale i s konzervovanými dřevěnými dechovými a strunnými nástroji manipulujeme v textilních rukavicích. Maximální opatrnosti je třeba při transportu rozměrnějších klávesových hudebních nástrojů, hracích strojů a orchestrionů. Nástroje jako varhanní pozitivy, varhany apod. vyžadují před transportem odborné posouzení stavu, kvalifikovanou demontáž a popis dílů mechaniky a píšťal specializovaným odborníkem tak, aby nedošlo k trvalému poškození jak materiálu nástroje, tak funkčních a akustických vlastností.

Při balení dáváme přednost pevným obalům, pouzdrům. K prokládání lze použít molitanů, dek nebo bublinkových PE fólií.

5. Prezentace

K rozesychání mobiliáře umístěného v prostoru může dojít lokálním zahřátím (přímým působením slunce, topných těles nebo působením reflektorů).

Menší předměty mohou být prezentovány ve vitrínách. Pokud však nejsou dokonale těsné, jejich vnitřní klima kopíruje okolní klima s určitým zpožděním. Působení nárazových výkyvů vlhkosti (způsobených např. vstupem velkého počtu návštěvníků) je vitrínou částečně ztlumeno.

Historický mobiliář by neměl být zbytečně zatěžován. Pozor na vázy nebo květináče, které mohou vlhkostí poškodit svrchní desku nábytku.

Expozice dřevěných plastik v exteriéru není vhodná. Venkovní podmínky vedou dříve či později k jejich destrukci.

Pro uchování dřevěného mobiliáře je třeba:

- **Vyloučit prudké změny relativní vlhkosti**
- **Vyloučit biologické poškození.**
- **Pravidelně kontrolovat eventuální přítomnost hmyzu a plísní.**
- **Mobiliář napadený plísní nebo hmyzem ihned izolovat a ošetřit.**
- **Dodržovat způsob ošetření mobiliáře podle typu povrchové úpravy a podle pokynu restaurátora.**

Intarzie poškozená v důsledku prudkých změn vlhkosti a teploty.

Nábytek poškozený plísní v důsledku dlouhodobého uložení v neúměrně vlhkém prostoru. Plísně rozkládají kličové pojivo a způsobují odpadávání dýh.

Poškozená dýha po zatečení zálivky pod kořenáč.

Kostičkový rozpad dřeva v důsledku působení nižších hub.

Dřevomorka – plodnice na dřevě.

Dřevořezba poškozená červotočem.

3.2.10 Přírodovědecké sbírky

1. Charakter přírodovědeckých sbírek a jejich degradační činitelé

Botanické sbírky – herbáře, sbírky semen, plodů nebo dřev.

Mykologické sbírky – sušené plodnice hub a tekutinové preparáty hub.

Entomologické sbírky – většinou suché preparáty motýlů, brouků a dalších druhů hmyzu.

Zoologické sbírky – většinou dermoplastické preparáty (vycpaniny), dále pak sbírky koster, schránek mořských živočichů, ptačích vajec a hnízd. *Tekutinové preparáty (lihové nebo formaldehydové) se v zámeckých sbírkách vyskytují jen výjimečně.*

Mineralogické sbírky – minerály a horniny.

Přírodovědné sbírky jsou velmi křehké a citlivé, náročné jak na kvalitu podmínek uložení, tak na jemnost manipulace s nimi. S výjimkou sbírek minerálů, koster a vápenatých schránek se jedná o organický materiál. Degradační činiteli mohou být: vlhkost, světlo, teplo, mikroorganismy, přítomnost kyselých polutantů, neopatrná manipulace.

2. Specifická citlivost vůči degradačním vlivům.

Botanické, mykologické a entomologické sbírky, ze zoologických sbírek hlavně dermoplastické preparáty (vycpaniny) jsou extrémně náročné na:

- stabilní R. V. – degradaci působí jak vysoká R. V. (nad 65 %), tak nízká R. V. (pod 40 %),
- působení světla – urychluje většinu degradačních procesů (v optimálním případě jsou preparáty uchovány potmě),
- otřesy a vibrace – hrozí rozlámání),
- přítomnost kyselých polutantů – urychluje degradaci, způsobuje hydrolýzu biologických materiálů,
- prach – udržuje vlhkost na povrchu, zvyšuje b"nebezpečí biologického napadení,
- biologické poškození – působení hmyzu, bakterií a plísní, zvláště ve spojení s vyšší teplotou a vlhkostí.

Kostry, schránky mořských živočichů, ptačí vejce a minerály s vyšším obsahem vápníku, jsou zvláště citlivé na:

- přítomnost kyselých polutantů – postupný rozpad vápenatého pojiva,
- prach – estetické poškození (povrchy nelze rasantně čistit),
- otřesy nebo nárazy – hrozí mechanické poškození

Tekutinové preparáty nesmí vyschnout.

Souhrnná tabulka č. 17

Materiál	Rizikový faktor	Poškození
botanické, mykologické a entomologické preparáty, vycpaniny	vysoká R. V.	degradace materiálu, hydrolýza, vysoká pravděpodobnost biologického napadení
	nízká R. V.	zkřehnutí a rozpad materiálu
	světlo (UV záření, intenzivní a dlouhodobé osvětlení)	urychlení degradačních procesů, ztráta barev
	kyselé polutanty	hydrolýza, urychlení degradace
	mikroorganismy (hmyz, plísně, bakterie)	estetické poškození (barevné skvrny) rozpad, až totální destrukce materiálu
	prach	zvyšuje nebezpečí biologického napadení, udržuje vyšší vlhkost, estetické poškození
botanické, mykologické a entomologické materiály	otřesy, vibrace, zatížení, neopatrná manipulace	rozlámaní, destrukce
materiály s vyšším obsahem vápníku	kyselé polutanty	rozklad vápenatého pojiva
	prach	nevratné estetické poškození
	otřesy, vibrace, zatížení, neopatrná manipulace	rozpad, destrukce

3. Preventivní ochrana

Suché botanické a mykologické preparáty by měly být uchovány **v horizontální poloze** na papírech, chráněny deskami nebo v krabicích, nezatěžovány dalšími předměty. Měly by být umístěny ve skříních těsných proti vniknutí prachu, potmě, ve stálých klimatických podmínkách, při R. V. 40 – 60 %.

Rovněž **entomologické sbírky** myjí být uchovávány v prachotěsných krabicích v horizontální poloze ve skříních potmě, pokud možno v chladu (vyšší teploty urychlují degradaci materiálu a zvyšují pravděpodobnost biologického poškození).

Dermoplastické preparáty (vycpaniny) jsou obdobně citlivé jako kůže nebo textil, s tím rozdílem, že jsou častěji terčem biologického napadení. Vyžadují tedy nízké teploty, nízkou intenzitu osvětlení, stabilní R. V. a čisté prostředí. Jejich stav by měl být pravidelně kontrolován a jejich eventuální biologické poškození ihned ošetřeno. V uzavřených depozitářích, by přítomnost hmyzu měla být trvale monitorována. V tekutinových preparátech by měla být kontrolována úroveň hladiny, aby nevyschly.

Křehké sbírkové předměty – schránky mořských živočichů, ptačí vejce a minerály by měly být uloženy v krabicích na měkkých podložkách, zabezpečeny před otřesy a nárazy a uloženy ve skříních, chráněny před prachem a nezatíženy dalšími předměty.

4. Manipulace a balení

Většinou se jedná o křehké objekty, které vyžadují velmi opatrné zacházení. Botanické a mykologické sbírkové předměty musí být při manipulaci vždy v horizontální poloze a na pevné podložce. Všechny práce s křehkými předměty (schránky mořských živočichů, minerály, kosti, vejce) by měly probíhat nad pracovní plochou s měkkou podložkou, aby se minimalizovaly následky případného pádu. Při manipulaci se všemi přírodovědnými sbírkovými předměty je vhodné používat bavlněné rukavice. Důvody jsou to dva: jednak lidský pot obsahuje některé látky, které mohou působit na sbírkové předměty agresivně, jednak mnoho

sbírkových předmětů obsahuje konzervační a dezinfekční látky pro člověka vysoce toxické (týká se hlavně entomologických a zoologických preparátů). Pro přepravu je nutné zajistit stabilní podmínky klimatu (R. V. a teploty), aby nedocházelo ke kondenzaci vody na povrchu sbírkových předmětů.

5. Prezentace

Výše zmíněné klimatické požadavky platí i pro prezentaci sbírek. Sbírkové předměty citlivé na světlo, by měly být vystaveny jen omezenou dobu (týká se hlavně herbářů a entomologických sbírek). Okna expozic by měla být mimo návštěvní hodiny důsledně zatemňována. Pokud jsou v expozici botanické preparáty, měly by být vystaveny jen dočasně a vždy kryty sklem. Pro všechny přírodovědné sbírky je optimální umístění ve vitrínách, které do jisté míry tlumí klimatické výkyvy a chrání sbírky před prachem a mechanickým poškozením. Velké vycpaniny, které není možné uzavřít do vitrín, by měly být umístěny alespoň mimo dosah návštěvníků a v dostatečné vzdálenosti od okna, aby nebyly osluněny (přímým osluněním může dojít k lokálnímu přesušení a poškození kůže).

- **Přírodovědné sbírky jsou velmi křehké a citlivé, náročné jak na kvalitu podmínek uložení, tak na jemnost manipulace.**
- **Degradační činitelé mohou být: vlhkost, světlo, teplo, mikroorganismy, přítomnost kyselých polutantů, neopatrná manipulace.**
- **Sbírkové předměty je třeba chránit před prachem.**
- **Při manipulaci se všemi přírodovědnými sbírkovými předměty je vhodné používat bavlněné rukavice.**

Herbář – příklad adjustace rostlinného materiálu

Preparovaná hlava buvola – poškození působením v důsledku tepla a světla

Preparovaná hlava buvola – detail poškození

3.2.11 Další materiály (štuky, sádrové modely, ceroplastiky, pečetě)

Štuky a sádrové modely

Nejcitlivější části štukových ozdob a sádrových modelů v interiéru jsou jejich povrchové úpravy a patiny. Ke tvorbě patin byly často používány vosky (včelí vosky, ale jiné druhy vosků) nebo **šelak**, eventuálně s příměsí anorganických pigmentů nebo organických barviv.

Štuky a sádrové modely nemají žádné speciální požadavky na kvalitu klimatu. Pouze extrémně vysoké hodnoty R. V. mohou přispět k biologickému poškození povrchových úprav a patin a naopak extrémně nízké hodnoty R. V. mohou způsobit poškození a odlupování tenkých vrstev povrchové úpravy.

Souhrnná tabulka 18a

Materiál	Rizikový faktor	Poškození
sádra – štuk	mechanické poškození, pád, nárazy, vibrace	rozbití, destrukce
patiny	extrémně vysoká vlhkost	rozvoj plísní a bakterií
	extrémně nízká vlhkost	odlupování povrchové úpravy
	voda	nevratné skvrny na povrchu
	organická rozpouštědla, líh	rozpuštění patiny, skvrny

Preventivní péče o štuky a sádrové modely spočívá v dodržení přiměřených klimatických podmínek a vyloučení potřísněných modelů a štuků vodou a organickými rozpouštědly.

Pravidelná údržba je omezena pouze na oprašování, nikoli otírání, aby nedošlo k lokálnímu poškození (prodření) povrchové úpravy nebo patiny. Je naprosto vyloučeno používat k čištění vodu (na povrchu tvoří skvrny) nebo organická rozpouštědla, která patinu rozpouštějí.

Ceroplastiky a pečetě

Ceroplastiky je označení pro objekty vytvořené modelací různých hmot, jejichž základní složkou je vždy včelí vosk (včelí vosk, parafín).

Včelí vosk je jako materiál pro výtvarnou složku používán od starověku. Jsou známy antické **ceroplastiky**, další pak ze starověkého Egypta a z Blízkého i Dálného východu. V době renesance začaly v Evropě vznikat první voskové předměty (hlavně anatomické) modely jako učební pomůcky. I nadále však byl vosk používán pro čistě výtvarné účely. Největšího rozvoje tato technika dosáhla v 19. století.

Kromě včelího vosku byl používán i parafín a vlastností modelovací hmoty z něj vytvořené byly upravovány různými přísadami (např. přídavek sádra snižoval bod tání – *normální bod tání včelího vosku je cca 62 – 63 °C*, přídavek terpenických pryskyřic, např. benátského terpentýnu nebo kalafuny naopak bod tání zvyšoval, dále byl do vosku přidáván kaolín, mouka nebo škrob, organická barviva – dračí krev, indigo – i některé anorganické pigmenty – olověná běloba, minimum, okry aj.).

Pečetě – znaky otištěné do vosku pryskyřic nebo kovu. Původním materiálem pro tvorbu pečetě byl nebarvený včelí vosk. Později byly do vosku přidávány pryskyřice (např. kalafuna) a pečetě byly barveny. Od 16. století byl při výrobě pečetního vosku používán šelak. *Nejstarší kovové pečetě (buly) pocházejí*

již ze starověku. Pro jejich výrobu bylo používáno nejčastěji olovo, ale také stříbro, nebo zlato. Degradace těchto kovů je popsána samostatně (viz kapitola Kovy).

Voskové pečetě jsou především křehké, zejména při nízkých teplotách. Vyšší vlhkosti na nich mohou vyvolat bělavé výkvěty a v případě dalších přísad organického charakteru se může zvýšit pravděpodobnost biologického poškození. Při vysokých teplotách měknou a tají.

Vosky (včelí vosk, parafín, rostlinné vosky). Obecně jsou to materiály po chemické stránce velmi stabilní, které prakticky nedegradují. Jsou však rozpustné v mnoha organických rozpouštědlech, při velmi nízkých teplotách jsou křehké a lámavé, při teplotách nad 40 °C většina vosků již měkne a nad 60 °C již taje. Různé přísady organického charakteru – tuky a sacharidy (škrob nebo mouka) a vysoká vlhkost zvyšují pravděpodobnost biologického poškození ceroplastik (hlodavci, hmyz, plísně, bakterie). Vysoká vlhkost může rovněž vyvolat bělavé výkvěty na povrchu vosku.

Souhrnná tabulka č. 18b

Materiál	Rizikový faktor	Poškození
vosk	vysoká teplota (nad 30 °C)	měknutí, ztráta tvarů, destrukce
	nízké teploty (pod 10 °C)	křehnutí
	vysoká vlhkost	bělavé výkvěty na povrchu, větší pravděpodobnost biologického poškození
	mechanická poškození	destrukce
	organická rozpouštědla	rozpuštění
vosk s přídavkem škrobu nebo mouky	voda	bobtnání škrobu či mouky, objemové změny, destrukce

Preventivní péče o ceroplastiky i voskové pečetě spočívá v dodržení klimatických podmínek: optimální teplota je 15 – 18 °C (lze tolerovat i vyšší, ale maximálně do 24 °C) a stabilní R. V. 50 – 60 %. Jedná se o měkké a křehké materiály, vyžadující jemné a opatrné zacházení, uložení na místě, které není v blízkosti tepelného zdroje a kam nedopadá přímé sluneční světlo.

Při **běžné údržbě** mohou být tyto předměty pouze lehce oprášeny, nesmí být použita ani voda, ani organická rozpouštědla nebo líh.

3.2.12 Fotografický materiál

1. Charakter fotografického materiálu

Materiálové složení fotomateriálů, které se dnes nacházejí ve sbírkách, je velmi různorodé, neboť je závislé na fotografické technice. Obecně o nich lze říci, že jsou vždy vícevrstvé a jsou tvořeny podložkou a emulzní vrstvou. Fotografie lze rozdělit do dvou kategorií. Jednu tvoří obrázky, které jsou unikátní (daguerrotypie, ambrotypie, ferrotypie, diapozitivy a negativy). Ostatní typy fotografií mohou existovat ve více exemplářích, vyrobených z jednoho negativu. Převážnou většinu sbírkových fotografických fondů tvoří suché želatinové vrstvy na různých podložkách, nejběžnější jsou na papíru.

Podložky

Podložkou fotomateriálu může být kov, sklo, různé **typy papíru** a polyetylentereftalát pro fotografie, nitrocelulóza a acetylcelulóza pro negativy a filmy.

Podložkou daguerrotypie je **měděný plech**, který může sám o sobě korodovat způsobem pro měď obvyklým. Obdobně koroduje železný plech jako podložka ferrotypie (speciální případ ambrotypie).

Sklo je podložkou pro ambrotypie. Trvanlivost kvalitního sodno-vápenato-křemičitého skla je vysoká. Devitrifikace (samovolný rozpad skla) zde téměř neprobíhá, největším nebezpečím je mechanické poškození (rozbití).

Nitrocelulózová podložka se používala od konce 19. století až do začátku 50. let 20. století. Její rozpad se relativně rychle, probíhá v několika stádiích:

- *jantarové zabarvení podložky (počátek mizení obrazu),*
- *emulze se začíná lepit, negativy se přilepují k sobě i k obálkám (kyselý zápach),*
- *film obsahuje bublinky plynu (vylučuje se nepříjemný zápach),*
- *film je měkký, nalepený na sousední negativy,*
- *hmota filmu se rozpadá na hnědavý, čpící prášek.*

Podložka na bázi acetylcelulózy, tzv. bezpečná – nehořlavá (CTA) byla vyvinuta počátkem 20. století. Podléhá autodegradaci, tzn. že se rozkládá za vzniku kyseliny octové, jejíž přítomnost ještě urychluje další rozklad acetylcelulózy. Obdobně její rozpad urychlují jakékoli kyselé látky, např. oxidy síry, dusíku, organické látky, organické kyseliny (viz vnitřní polutanty).

Polyetylentereftalát (PET) je nejmodernější běžně používanou filmovou podložkou. Má výbornou rozměrovou stálost, pevnost, pružnost, chemicky je odolný a stálý.

Barytový papír (eventuálně vrstvený nebo potažený plastem).

Emulzní vrstvy

Většina emulzních vrstev je na bázi želatiny a obsahuje stříbro.

Želatina – bílkovina, citlivá na vlhkost (*při extrémně nízké vlhkosti může být vysušena, nastává objemová kontrakce, praskání, odlupování od podložky, posléze rozpad až na prach, naopak při vysoké vlhkosti měkne, gelovatí a roztéká se*). S rostoucí teplotou prudce narůstá rychlost degradace, způsobená jinými faktory. Degradaci rovněž urychluje přítomnost těžkých kovů a oxidů dusíku v atmosféře.

Želatina lehce podléhá mikrobiálnímu napadení (plísně, bakterie) a je měkká, málo odolná proti mechanickému poškození.

Stříbro, obsažené v emulzi může oxidovat, nebo reagovat se sirnými sloučeninami na sirník stříbrný (příčinou této reakce může být přítomnost atmosferických polutantů (H₂S) či špatně vypraná emulze při vyvolání). Kyselé prostředí a přítomnost těžkých kovů oba procesy urychlují. Vzniklý sirník stříbrný je hnědý a má nižší optickou hustotu než stříbro, v emulzi se objevují žlutavé až hnědavé skvrny a závoje, na povrchu emulze i stříbřité či bronzové povlaky sirníku stříbrného.

2. Specifická citlivost

Ve fotografických materiálech probíhá řada degradačních procesů, jimiž nelze zcela zabránit. Lze je pouze minimalizovat a stabilizovat stav materiálu.

Fotografické materiály jsou obecně citlivé na klimatické podmínky. Se vzrůstající teplotou probíhá rychleji většina chemických reakcí. Rychlost degradačních reakcí ve fotomateriálu se po stoupnutí teploty o každých 5 °C přibližně zdvojnásobí. Pro zpomalení degradace fotomateriálu je tedy žádoucí udržovat teplotu co nejnižší (ale nad rosným bodem, aby na povrchu nedocházelo ke kondenzaci vody). Fotografické materiály se obdobně, jako pastely, malované hedvábí či staré tisky řadí do skupiny sbírkových předmětů mimořádně citlivých na **světlo**. Vysoká intenzita osvětlení, stejně jako dlouhodobá osvětlenost působí na fotomateriálu nevratné škody. *Zejména barevné materiály jsou na světlo extrémně citlivé a to v závislosti na typu fotografického procesu. Obecně lze konstatovat, že u moderních barevných materiálů je situace výrazně lepší.*

Fotomateriál je extrémně citlivý na přítomnost kyselých atmosferických polutantů, nejenom oxidů síry, ale i oxidů dusíku a organických kyselin.

Daguerrotypie a ambrotypie jsou velmi křehké, je třeba je chránit před mechanickým poškozením a abrazí (oděrem).

Souhrnná tabulka č. 19

Materiál	Rizikový faktor	Poškození
sklo (ambrotypie)	mechanické poškození	rozbití
kov (měď, železo) (daguerrotypie, ferrotypie)	vysoká vlhkost, kyselé polutanty, abraze (oděr)	korozie, vznik korozních produktů, změny objemu, odpadnutí emulzní vrstvy poškození obrazu
nitrocelulózový film	teplota, vysoká R. V., plynné polu- tanty	rozpad v několika stádiích, viz sub- kapitola Podložky
acetylcelulóza	teplota (+ kyselé polutanty)	autodegradace
želatina	extrémně nízká R. V.	objemová kontrakce, praskání, od- lupování emulze, rozpad na prach
	dlouhodobě vysoká R. V.	degradace bílkoviny, měknutí až do stavu tekutosti
	mechanické poškození	lokální destrukce
	těžké kovy, oxidy dusíku (zvýšená teplota proces urychluje)	degradace bílkoviny
	mikrobiální napadení (zvýšená tep- lota a R. V. proces urychluje)	lokální degradace, destrukce (skvr- ny, rozpad)
stříbro (černobílá fotografie)	polutanty /zejména sirné sloučeni- ny)	žluté až hnědé skvrny sirníku stří- brného
Světlo, zvýšená teplota a přítomnost dalších chemikálií mohou urychlit všechny procesy de- gradace fotomateriálu		

Poznámka: **Riziko mechanického poškození (rozbití desky) je daleko menším nebezpečím než poškození fotografického materiálu v důsledku**

působení polutantů. Toto poškození se obvykle týká celého souboru děl a hlavně je naprosto nevratné!

3. Preventivní ochrana

Preventivní ochrana fotomateriálů spočívá především v dodržení vhodných **klimatických podmínek a čistoty** (včetně čistoty ovzduší).

Kvalitní uložení fotografických materiálů předpokládá:

- co nejnižší teplotu (optimálně 4 – 15 °C), za únosné jsou pokládány teploty do 20 °C. (*Citlivé jsou zejména materiály barevné a materiály již degradované.*),
- relativní vlhkost by měla být s ohledem na citlivost želatiny stabilní (optimální je pro filmy 30 – 40 %, pro fotografické desky 30 – 50 %, pro fotografie na papíru do 50 %). Za přijatelné pokládáme hodnoty do 50 % s co nejmenšími výkyvy.
- čisté prostředí (bez chemických polutantů i bez prachových částic). (*Pro úložné prostory v městských aglomeracích nebo v těsné blízkosti frekventovaných silnic je nebezpečná zejména zvýšená koncentrace oxidů dusíku. Protože jejich koncentrace je nejnižší při zemi, lze ji obvykle snížit přestěhováním materiálu do vyšších podlaží.*) Fotografie by neměly být uloženy v místnosti společně s chemikáliemi nebo se sbírkami, které byly chemicky ošetřeny.

4. Manipulace, balení

Skleněné desky – uložení ve svislé poloze v obálcích s alkalickou rezervou v uzavřených kontejnerech z kovu, nebo z inertního plastu.

Svitkové filmy – těsně navinuty v pouzdrech z inertních plastů, nebo hliníku a uloženy svisle.

Listové filmy – v papírových nebo plastových obálcích, či pořadačích. Ty jsou uloženy v krabicích z papíru s alkalickou rezervou, inertního plastu, nebo hliníku.

Pro uložení filmů při nízkých teplotách se používají zatavené obálky z hliníkové fólie potažené uvnitř papírem s alkalickou rezervou, zvenku izolované proti kondenzační vlhkosti vrstvou polyetylenu.

Fotografie na papíře – v obálcích z papíru s alkalickou rezervou, nebo inertního plastu, proloženy papírem, nebo lepenkou s alkalickou rezervou.

Pro ukládání nejsou vhodné ani jejich původní obaly (krabice) neboť nevyhovují kvalitou (jsou kyselé), ani dřevěné bedničky (mohou uvolňovat organické kyseliny). Nahrazujeme je obaly z papíru a kartonů s alkalickou rezervou.

Uložný mobiliář by měl být uzavřený proti vniknutí prachu, z materiálu, který nekoroduje a neuvolňuje látky, způsobující či urychlující korozi. (Zcela nevhodným materiálem pro mobiliář jsou dřevotřísky, polyvinylacetátové nátěry (tzv. latexy) a olejové nátěry). Ideálním je mobiliář kovový s kvalitní povrchovou úpravou (např. eloxovaný), z inertních plastů (polyetylen – PE, polypropylén – PPE, některé polyesterové jako např. polyethyltereftalát). Uzavřené skříně by měly mít otvory pro větrání. Otevřené regály jsou přijatelné jen v tom případě, že sbírky jsou umístěny v dobře těsnících schránkách či krabicích. Fotomateriály, obsahující nitrocelulózu* a acetát celulózy**, musí být uchovány odděleně v dobře větraných prostorech.

* uvolňují oxidy dusíku

** uvolňují kyselinu octovou

Každý sbírkový fotografický záznam by měl mít svůj obal z papíru s alkalickou rezervou, nebo z plastu (vhodné je opět PE, PPE, nebo polyetyltetrafalát, nikdy ne PVC!). Vzácnější fotografie je dobré uchovat v hlubokých paspartách, popisy na obaly provádět grafitovou tužkou (ne fixem, kuličkovým perem, inkoustem aj.). Pokud jsou užívány kartónové krabice, musí být z papíru s alkalickou rezervou, nelepené, pouze sešíváné nerezovými sponkami (do krabic se jednotlivé negativy i fotografie ukládají každý kus ve zvláštním obalu). Negativy i pozitivy by měly být v krabici uloženy vertikálně – na hraně s minimální možností samovolného pohybu uvnitř krabice, pouze fotografie v paspartách mohou být v krabicích ukládány vodorovně. Z důvodu snadnější manipulace a zmenšení rizika možného poškození sbírek (zejména skleněných negativů) je výhodnější používat menší krabice (pro menší počet kusů).

Manipulace s fotografickým materiálem vyžaduje vždy opatrnost a práci v bavlněných rukavicích. Vždy musí být vyloučen přímý dotek na emulzní vrstvu, zejména holou rukou. Desky filmy i fotografie doporučujeme uchopit na hranách ve dvou protilehlých místech.

5. Prezentace

Pro vystavení fotografií platí teoreticky stejné požadavky na klima jako pro jejich ukládání. V praxi, zejména v historických objektech, jsou však těžko dosažitelné. Za přijatelné pokládáme podmínky, kdy teplota nepřekročí 22,20 °C (a současně je vždy vyšší rosný bod) a R. V. se pohybuje okolo 50 % (eventuálně je nižší), intenzita i doba osvětlení jsou co nejnižší (50 luxů **po dobu nezbytně nutnou**). Protože negativní účinky působení světla na fotografický materiál jsou kumulativní, je žádoucí snímky v expozici obměňovat, aby nebyly vystaveny dlouhodobě. Po dlouhodobou expozici doporučujeme namísto vzácných původních fotografií vystavit kopie (přefotografované originály).

Fotografie by měly být uloženy v ochranných obalech, bez přístupu světla.

Pro dlouhodobé uchování fotografických materiálů je třeba:

- **Dodržení vhodných klimatických podmínek a čistoty (včetně čistoty ovzduší).**
- **Opatrná manipulace.**
- **Nízká úroveň osvětlení.**

Fotografie poškozená plísní při normálním osvětlení

Luminiscence plísně (po zvlhčení roztokem calcofluor white) při UV osvětlení

3.2.13 Nástěnná malba

1. Typy nástěnné malby a možné způsoby degradace

Často se pro nástěnné malby nesprávně používá termín „freska“. Tento výraz však označuje pouze jeden typ techniky nástěnné malby, a to malbu pigmenty rozmíchanými jen ve vodě (bez organického pojiva) do čerstvé ještě vlhké omítky. Vápno pak reakcí s oxidem uhličitým ze vzduchu karbonizuje, na povrchu se vytváří tvrdá a odolná vrstvička krystalického uhličitanu vápenatého. Tato technika byla používána již v antice (vnitřní dekor domů v Pompejích). Největšího rozvoje doznala technika fresky v době renesance – hlavně v Itálii. Odtud pramení také její název – al fresco. Tento typ malby je relativně odolnější, u nás velmi vzácný, respektive ojedinělý.

Převážná většina nástěnných maleb v Čechách a na Moravě je malovaná technikou al secco, kdy pigmenty jsou rozmíchaný v pojivu (převážně organického charakteru) a nanáší se na suchý podklad. Pojivem mohou být např. váječné proteiny a olej, kasein, kliš nebo (méně často) polysacharidy. Ve všech případech látky hydroskopické a citlivé k biodegradaci. Tento typ malby je také citlivější k abrazi (oděru) než pravá freska. V důsledku klimatických výkyvů mohou pojiva sorbovat či uvolňovat vlhkost. S těmito procesy jsou spojeny i objemové změny barevné vrstvy, které mohou vyvolat poruchy malby – praskání, odlupování od podkladové vrstvy omítky (od intonacca).

Ve všech případech je podklad nástěnné malby tvořen několika vrstvami omítky různé kvality (odlišného složení i zrnitosti). Proto se také mohou lišit mechanické vlastnosti jednotlivých vrstev omítky, zejména při namáhání. V důsledku vlhkosti, teplotních výkyvů, vibrací, otřesů nebo statických poruch budovy mohou jednotlivé vrstvy ztrácet adhezi, oddělovat se, mohou vytvářet dutiny apod.

Nástěnnou malbu nelze chápat v pravém smyslu jako samostatné umělecké dílo. Je to integrální součást architektury a její stav odráží všechny problémy stavby (zatékání, vzlínání nebo kondenzační vlhkost, zasolené zdivo, statické poruchy). Dobrý stav budovy je prvořadým předpokladem pro její dlouhodobé uchování. Materiály tvořící nástěnnou malbu mají hydroskopický charakter (tj. tendenci sorbovat vodu) a jsou porézní. **Hlavní příčinou degradace nástěnné malby je vlhkost, resp. změny vlhkosti.** *(Infiltrace vlhkosti zatékáním nebo vzlínáním bývá spojena s transportem solí a způsobuje objemové změny podkladu i malby, které mohou vést až k úplné destrukci díla, a současně zvyšuje pravděpodobnost biodegradace. Naopak, je-li vzduch v interiéru příliš suchý, vlhkost obsažená ve zdi, má tendenci se odpařovat a rozpuštěné soli přitom transportuje na povrch malby. Tam se tvoří výkvěty či bělavý povlak, který činí malbu nečitelnou, rekrystalizace solí pak směřuje k celkové destrukci malby.)*

2. Typické poruchy nástěnné malby

Poruchy se mohou týkat jak samotné malby, tak jejího podkladu – intonacca, omítky nebo dokonce samotné zdi.

- Podklad se může oddělovat od zdi (mohou se tvořit dutiny, tzv. kapsy), mohou se v něm vytvářet větší či menší trhliny, může se ztrácet soudržnost a drolit se.
- Barevná vrstva může krakelovat, odlupovat se od intonacca, tmavnout, ztrácet čitelnost, na jejím povrchu se mohou vytvářet výkvěty solí, povlaky mikroorganismů (řasy, plísně, bakterie).

Kromě špatného stavu budovy může být příčinou některých poruch nástěnné malby samotná technologie a původní materiály malby nebo materiály, které byly v minulosti použity při restaurování. Výkvěty solí na povrchu bývají buď důsledkem poruch stavby (střecha, okapy, instalace), použití nevhodných materiálů při restaurování (např. injektáž dutin materiály na bázi cementu s obsahem solí), nebo důsledkem výkyvů vnitřního klimatu. Vlhkost, kondenzující na povrchu nástěnné malby, bývá příčinou mikrobiálního poškození, ale také urychlené degradace pojiv, a tím i celkové dezintegrace barevné vrstvy.

Souhrnná tabulka č. 20

Materiál	Rizikový faktor	Poškození
podklad malby – omítky	vysoká vlhkost, přítomnost vodorozpustných solí	postupná degradace omítky, oddělování jednotlivých vrstev, mobilizace vodorozpustných solí, pravděpodobnost biodegradace
	vibrace, otřesy	praskání a mechanická degradace omítky
barevná vrstva	náhlé změny klimatu (vlhkosti a teploty)	Změny objemu (bobtnání, sesychání), praskání a odlupování malby (al secco)
	vysoká vlhkost	pravděpodobnost biodegradace (řasy, plísně, bakterie)
	změny vlhkosti a přítomnost vodorozpustných solí	výkvěty solí na malbě, nečitelnost malby, odtrhávání barevné vrstvy od podkladu, celková destrukce
	extrémně nízká vlhkost	zpráškování pigmentů
	vysoká teplota (oheň nebo bezprostřední blízkost svíček)	přeměna některých pigmentů spojená se změnou barvy
	znečištění prostředí (kouř, oxidy síry aj)	depozita nečistot na malbě (dehet z kouře, povlak malby sádrovcovou krustou)
	prudké nebo dlouhodobé proudění vzduchu v bezprostřední blízkosti malby	abraze povrchu malby, zvýšený odpar vlhkosti na povrchu (degradace pojiv, a tím zpráškování pigmentů, možné výkvěty solí)

3. Údržba

Nástěnná malba žádnou průběžnou údržbu nevyžaduje, resp. **jakýkoli neodborný zásah je zde nežádoucí**. Nevyhovující je malby oprašovat (mohly by se projevit skryté dutiny a odpadnout části malby, poškodit se povrchové lazury apod.) a luxovat. Provádět jakékoli amatérské pokusy o „oživení barev“ nástěnné malby jsou naprosto nepřijatelné. Průzkum, čištění i restaurování nástěnných maleb přísluší pouze kvalifikovanému restaurátorovi.

Pokud je pod nátěrem objevená nástěnná malba, nikdy by neměla být amatérsky odkrývána, ale její průzkum i odkrytí by mělo být svěřeno restaurátorovi. V některých případech může být pojivo malby silně degradované a malba ihned po odkrytí práškuje a rozpadá se. Pokud se má zachovat, je nutné ji ihned odborně zafixovat.

4. Preventivní péče

Základní preventivní ochranou nástěnných maleb je dobrý technický stav budovy. Je třeba vyloučit zatékání, vzlínající kondenzační vlhkost. V zimě a na jaře je v netemperovaném objektu nutné zamezit náhlému přístupu teplého vzduchu obsahujícího větší množství par než je pro vychladlý interiér únosné, aby na jejich povrchu nemohlo docházet ke kondenzaci vlhkosti. Jsou-li místnosti

s nástěnnými malbami součástí prohlídkového okruhu, je nutné malby zabezpečit před doteky návštěvníků. (Dostatečný odstup zajistit např. napnutou šňůrou v patřičné vzdálenosti od maleb, nebo zvýšeným dohledem a snížením počtu návštěvníků ve skupině. To platí zejména pro chodby, kde je koridor omezen.)

Další podmínkou pro preventivní ochranu nástěnných maleb je zajištění klimatu bez prudkých výkyvů a omezení znečištění atmosféry na minimum. To souvisí s využíváním interiérů s nástěnnými malbami. Tyto prostory bývají velmi atraktivní pro konání různých reprezentačních akcí. Mělo by být samozřejmostí, že takové akce se zde mohou konat pouze v ročních obdobích, kde budova (netemperovaná) již akumulovala dostatek tepla a nehrozí kondenzace vlhkosti (plné léto a podzim), v prostorách se nebude kouřit ani svítit svíčkami či dokonce louči a počet návštěvníků bude omezen na únosnou míru. Během těchto akcí by klima (teplota a R. V.) mělo být monitorováno, aby bylo možné zhodnotit, je-li takové využívání pro památku vhodné.

- **Nástěnná malba je součástí architektury a její stav odráží všechny problémy stavby.**
- **Hlavní příčinou degradace nástěnné malby je vlhkost, respektive změny vlhkosti.**
- **Dobrá stav budovy je prvořadým předpokladem pro dlouhodobé uchování nástěnných maleb.**

Příklad zazimované expozice

Příklad hrubého zanedbání údržby – vegetace na budově, nefunkční izolace pochází plochy, zatékání do zdiva, výkvěty solí, opadaná omítka

4 Nutná základní péče o historické objekty

4.1 Průběžná stavební údržba objektu

4.1.1 Exteriér

- **Střechy** – neporušenost krytiny by měla být kontrolována alespoň 2x do roka a po všech větších bouřkách a průtržích mračen, na půdách občas i za deště, neboť drobné poruchy jsou jinak téměř nezjistitelné.
- Zvýšenou pozornost je třeba věnovat nezastřešeným konstrukcím – **atikám a římsám, přesahům zdiva** nad střechu (hrany a ozdobné nástavce štítů) a **komínům** (zejména hlavám komínů).
- **Okapy a svody.** Pravidelné čištění okapů a jímek okapů, svodů i chrličů na podzim po opadání listí nebo na jaře před sezónou. Kontrola netěsností a včasná náhrada chybějících částí. Občas by měly být žlaby kontrolovány za deště, neboť některé jejich vady (např. průhyb a následné odstřikování vody na fasádu) se projeví právě za deště. Pravidelná kontrola odtoků z jímek do kanalizace (zejména tam, kde mohou být zaneseny listím, pískem, zeminou aj.).
- **Okapové chodníčky.** Funkčnost drenáží a kanalizace je třeba kontrolovat obdobně. Chodníčky je třeba pravidelně čistit, případně z nich odstraňovat drobné rostliny.
- Průběžně by měly být vysekávány **traviny** v bezprostřední blízkosti objektu, tím se zamezí i usazování nálezoých porostů, které zbytečně zadržují vlhkost.
- **Zdivo omítky** (vlhkost, statika). Během roku je průběžná kontrola vlhkosti zdiva a výše hladiny spodní vody v kontrolních hydrogeologických vrtech nutná. Jedenkrát ročně by měl celý objekt projít statik, zkontrolovat citlivá místa budovy a o prohlídce udělat zápis.
- Sledování **úrovně hladiny spodní vody** je nezbytné hlavně pokud se jedná o budovu postavenou na dřevěných pilotech. V takovém případě vod nesmí klesnout do míry, aby piloty vysychaly a mohlo by dojít k narušení stability celého objektu. Nesmí však ani vystoupit nad horizont, kdy by mohla začít vzlínat do zdiva.
- **Balkony, schodiště, terasy, balustrády.** Rozsáhlé závady musí být odstraňovány odborně, ale drobné netěsnosti spár, které mohou být prvním krokem k narušení hlubších izolačních i nosných konstrukcí, by mohly být zajištěny i laicky a hlavně včas (asi s roční periodou).

4.1.2 Interiér

Dřevěné prvky

- **Krovy** (statika, biologické poškození). V pozdním jarním období je vhodná kontrola krovů – poškození dřevokazným hmyzem (výletové otvory, čerstvé požerky). Před případnou sanací je třeba krovy očistit od nánosů prachu, aby sanační chemické prostředky mohly penetrovat (pronikat) co nejhlouběji do dřeva.

- **Okna.** Pravidelně na jaře by měl být kontrolován stav oken (stav dřeva, nátěrů, skla, tmelení a těsnost) tak, aby zjištěné nedostatky mohly být do zimy odstraněny. Pravidelně by měly být také promazávány panty a zavírací mechanismy dveří a oken.
- **Podlahy, schody, dveře, dřevěná ostění.** Je třeba průběžně sledovat, nedochází-li k poškození plísněmi nebo dřevokazným hmyzem. Dřevěné podlahy by nikdy neměly být zakryty neprodyšnou krytinou (nebezpečí rozvoje plísní a hub). Mohou však být poškozeny i praskáním v důsledku přílišného vysychání. Udržovat podlahy a schody čisté, napuštěné voskovými emulzemi (bezbarvý hydrovosk nebo emulze na bázi včelího vosku) nebo speciálně k tomuto účelu vyráběnými penetračními oleji. Před novým napuštěním je nutné předchozí nátěr odstranit (odmýt). K mytí dřevěných podlah se nikdy nesmí používat alkalické přípravky a mýdla, která mohou způsobit jejich zčernání. Kromě celoplošné úpravy je vhodné provádět včas drobné výměny narušených prvků. Pravidelná kontrola stavu schodů, a to i z hlediska bezpečnosti, zejména jsou-li součástí prohlídkové trasy, je neopominutelná.
- **Stropy.** Trhliny v omítce a praskání dřevěných stropů může signalizovat statickou nestabilitu objektu nebo nevhodné klimatické poměry interiéru (příliš velké sucho ve vytápěných prostorách může způsobit vypadávání dřevěných vysprávek restaurovaných stropů, k odlupování polychromie apod.). Praskliny ve vrcholové části klenby mohou svědčit o přetížení klenby nebo o rozestupování protilehlých zdí. V takovém případě je nutný posudek statika.
- **Mobiliář k užívání,** tj. využívaný pro ukládání uměleckých objektů nebo přímo konstruovaný pro uložení některých sbírek. (Nábytek jako součást prohlášených mobiliárních fondů by nikdy neměl být užíván pro každodenní potřeby správy a provozu objektu.) Při nálezu poškození zajistit neprodleně opravu, aby dalším používáním nedocházelo ke zbytečně rozsáhlým škodám, ať již na samotném mobiliáři nebo na ostatních objektech v poškozené skříni.
- **Mobiliář v expozici a v depozitářích.** Mobiliář v expozici by během sezóny měl být umístěn mimo dopad přímého slunečního záření (zejména intarzovaný a čalouněný nábytek), v optimálním případě i mimo fyzický dosah návštěvníků. Mobiliář v expozici je vhodné na konci sezóny prohlédnout, je-li to třeba, ošetřit ho, a potom „zazimovat“ – tzn. zakrýt proti prachu i slunečnímu osvětlení. Vhodným materiálem je např. seprané plátno (v suchých prostorách) či polypropylenové netkané textilie. Nevystavovaný mobiliář je vhodné uchovávat v čistém, udržovaném depozitáři zakrýtý a kontrolovat alespoň 2x ročně, zda nedošlo k poškození hmyzem nebo plísněmi. Kontrola je nutná zejména na konci jarního období – ve výletovém období dřevokazného hmyzu a molů.

Kamenné a keramické prvky

- **Dlažby, schody, ostění.** Pukliny v kamenných prvcích signalizují především statické poruchy. Z klimatického hlediska jsou kámen i keramika velmi stabilní, škodí jim jen extrémy R. V. Dlouhodobě vysoká R. V. v materiálu mobilizuje soli a u nedokonale vypálené keramiky může vést k porušení, až rozpadu. Naopak krajně nízká R. V. může vyvolat výkvěty solí jak na povrchu kamene, tak keramiky.

Kovové prvky

- **Mříže, zábradlí a kování.** U kovových prvků je nutné sledovat, zda se neobjevují známky koroze (na exponátech zejména v místech návštěvníků) a postižená místa ošetřit. Koroze mříží a zábradlí může vést až ke statickému poškození a nebezpečí úrazu, v exteriéru mohou korozní produkty stékat na jiné stavební materiály, zabarvovat je rzi, případně urychlovat jejich destrukci.

Úklid

Rozsah úklidu se řídí vždy charakterem objektu a způsobem a rozsahem jeho využití.

- Pravidelný úklid by měl udržovat povrchy čisté, bez prachu a hrubších nečistot. Obvykle zahrnuje stírání prachu, vysávání, případně vytírání.
- Sezónní úklid zahrnuje obvykle i tzv. „mokrý“ úklid, obnovu povrchových úprav dřevěných podlah, čištění mobiliáře a přípravu objektů na zimní sezónu.
- Je naprosto nevhodné používat rasantní čisticí prostředky, obsahující louh nebo čisticí dezinfekční prostředky s obsahem chlóru.
- Rozsah úklidových prací (jak běžných tak sezónních) včetně používaných čisticích prostředků by měl být stanoven písemně, formou interní směrnice objektu.
- *Úklid se netýká umělecké výzdoby objektů, např. nástěnných maleb nebo štuků. Jejich údržba i čištění patří výhradně do péče restaurátora.*

Klima

Základem udržení optimálních klimatických podmínek v památkovém objektu je znalost původních systémů větrání, u staveb na pilotových dřevěných rostech i znalost možností regulace hladiny spodní vody. Obnova přirozeného způsobu větrání a regulace spodní vody je nejúčinnější a z dlouhodobého hlediska nejlevnější způsob omezení chátrání památkového objektu. Záměrně vytvořené dutiny ve stěnách a větrací kanály často ústily v komínech a proto by měla být jejich funkčnost zachována a kontrolována. Vzhledem k tomu, že každý objekt má svůj specifický režim, připomeneme několik základních pravidel.

• Zimní a letní režim

A počátku zimního období by měl být objekt zateplen, aby se omezilo promrzání, které vede k destrukci zdiva. To znamená, že sklepní a půdní okna i sací vnější průduchy větracího systému by měly být uzavřeny, případně izolovány, např. deskami z pěnového polystyrénu. Naopak v letním období je třeba včas objekt postupně otevřít, aby nasál suchý venkovní vzduch přiměřené teploty. Tento **základní režim** je pro každý objekt specifický. Ve stručnosti by měl být zpracován i **v písemné formě**, aby např. v souvislosti s personálními změnami nedocházelo ke ztrátě cenných informací.

Pokud se objeví na stěnách nebo zdech mapy způsobené vlhkostí, je třeba posoudit, zda se jedná o vlhkost vzlíající, kondenzační, nebo o únik vody z potrubí vodovodního řádu či z odpadního potrubí. Je potřeba sledovat rozsah vlhnutí a zaznamenávat vývoj. Hladina vlhkosti během roku může být základním vodítkem.

Hladina vzlíající vlhkosti zůstává obvykle v průběhu celého roku přibližně na stejné úrovni, zatímco místa kondenzace vlhkosti se během roku mění, resp. kondenzace mizí a posléze se objevuje na stejném místě za obdobných klimatických podmínek, obvykle ve stejném ročním období. Masivní zdivo historických

budov s velkou tepelnou kapacitou bývá příčinou tzv. „letní“ kondenzace vlhkosti na povrchu stěn a dlažeb. Nastává ponejvíce na jaře a na počátku léta, kdy je budova výrazně chladnější než okolní atmosféra (teplota povrchu zdí je nižší než rosný bod) a kdy vlhkost, obsažená ve venkovním teplém vzduchu, v důsledku nevhodného větrání kondenzuje na chladných površích interiéru.

Pomoc proti letní kondenzaci může být:

- celoroční topení, respektive temperování budovy
- omezení větrání na jaře a začátkem léta, resp. větrání pouze tehdy, je-li přicházející vzduch suchý a teplota povrchů je nižší než rosný bod (*nevětrat v jarních měsících, kdy teplý vzduch venku může obsahovat i za průměrných R. V. velké množství vodní páry, nevětrat za deště a během noci, kdy R. V. bývá vysoká*).

Aby větrání přispělo ke snížení vlhkosti v budově a nebylo kontraproduktivní, musí být regulované a do budovy přivádět pouze suchý vzduch, který do interiéru nevnáší vlhkost. V takovém případě větrání zlepšuje momentální komfort, ale samo o sobě problém vlhkosti neřeší. Jeho účinek je pouze dočasný – po dobu větrání. Naopak topení a temperování budov je při řešení letní kondenzace velmi účinné. V zimě je optimální temperování, na jaře a v létě pak vytápění (v extrémních vlhkých obdobích je účinné lokální přitápění nebo dočasné použití odvlhčovače.). *Větrání za mrazů sice sníží momentální vlhkost vzduchu v místnosti, ale neřeší vlhkost zdí a zvyšuje riziko promrzání objektu.*

Další informace a vysvětlení některých pojmů (např. R. V., rosný bod) naleznete v teoretické části.

• **Způsoby monitorování klimatu**

V současné době lze volit z mnoha způsobů měření a registrace hodnot relativní vlhkosti a teploty. Elektronické digitální přístroje bez velkých nároků na kalibraci a údržbu již prakticky nahradily starší typy vlasových termohygrometrů a termohygrografů. Existují již digitální měřicí přístroje v rámci objektu bezdrátově spojené s centrálním počítačem nebo digitální datové záznamníky s určitou kapacitou, jejichž záznamy je možné vyhodnotit po přenesení do počítače a digitální měřicí přístroje s displejem, bez možnosti registrace naměřených hodnot. Volba typu přístrojového vybavení bude záviset na velikosti objektu, na jeho klimatické stabilitě, na charakteru mobiliáře a sbírek v něm umístěných (a na jejich ceně) i na aktuálních ekonomických možnostech.

Je nutné mít na zřeteli, že veškeré monitorování klimatu má vést k udržení optimálního prostředí v rámci možnosti a k zamezení poškození jak budovy, tak mobiliáře a sbírek. Přednostně by měly být monitorovány prostory nejméně klimaticky stabilní a prostory, v nichž jsou umístěny sbírky či mobiliář nejnáročnější na kvalitu klimatu. Klima těchto prostor by mělo být v průběhu roku měřeno a registrováno a poté **vyhodnoceno**. Monitorování vnitřního prostředí není cílem, ale jen prostředkem, který má napomoci odstranit nedostatky. V případě, že naměřené hodnoty jsou nevyhovující (ať již z hlediska chlátrání budovy nebo uloženého mobiliáře), musí být z této skutečnosti vyvozeny důsledky a navrženo řešení situace (např. změna režimu prostor, instalace dehumidifikátorů (odvlhčovače), případně učiněná záměna skladby mobiliáře, instalace závěsů nebo zimního zateplení oken.

4.1.3 Komíny, odpady, inženýrské sítě, pravidelná revize a doplňování plánů

- **Komíny a odpadní kanály.** Jejich průchodnost by měla být zachována (a pravidelně kontrolována), neboť mohou být součástí větracích systémů, na jejichž fungování do jisté míry závisí stav budovy.
- **Dokumentace inženýrských sítí** musí být pravidelně doplňována, i když dojde pouze k malým změnám v průběhu tzv. malé údržby. I k nepatrným zásahům ve zdivu památkového objektu je potřeba vypracovat závazné rozhodnutí. Dokumentace by měla obsahovat i mapu podzemních archeologických objektů.

4.1.4 Různé

- **Nevhodné úpravy v prohlídkových trasách a nevhodné využívání památkových objektů.**

Ve snaze vyhovět požadavkům návštěvníků památkových objektů a co nejvíce zpříjemnit a zpestřit interiér může dojít i k poškození objektu nebo mobiliáře.

Například instalace živých květin vyžaduje pečlivý přístup pracovníků a správnou volbu podložek pod vázy a keramické nádoby. Podložky nesmí propouštět vodu ani mechanicky porušovat mobiliář. Na nábytek s vysokým leskem povrchové úpravy a na intarzovaný nábytek by živé květiny neměly být aranžovány.

Pořádáním nočních prohlídek při nedostatečné možnosti osvětlení se zvyšuje pravděpodobnost odcizení a poškození mobiliáře (**osvětlení otevřeným ohněm – svíčky, louče – považujeme z bezpečnostních důvodů za absolutně vyloučené**), zimní prohlídky v netemperovaném objektu způsobují nežádoucí vlhkost a teplotní šoky. Stejný efekt má nárazové vytápění v zimním období. Velmi nebezpečné může být zatopení v historickém topeništi (krbu, kamnech) bez předchozí technické revize jejich stavu a stavu komínu. Vytápění svatebních sál a obdobně nárazově využívaných historických prostor na příjemnou teplotu pro návštěvníky je mnohdy nevhodné pro instalovaný nábytek a dřevěné stropy. V těchto místnostech by neměly být instalovány významné závěsné malby nebo jiné cenné originály, protože pravděpodobnost náhlých klimatických výkyvů i mechanického poškození je zde větší než v prostorách, které nejsou takto intenzivně využívány.

- **Návštěvníci**

Důležitým faktorem, který významně ovlivňuje stav památky je celkový počet návštěvníků za sezónu. Pro únosné provozování památkového objektu je potřeba rozumně stanovit limit počtu návštěvníků ve skupině a maximální možnou četnost prohlídek. (Nebezpečí lokálního statického namáhání a přetížení budovy – stropy, schody, lávky – a nebezpečí velkých lokálních výkyvů klimatu.) *Během 1 hodiny 1 osoba vyprodukuje 50 g vody, teplotu v místnosti o objemu 125 m³ zvýší o 0,3 °C a ani přírůstek oxidu uhličitého není zanedbatelný.*

Pro zajištění větší ochrany mobiliáře by si měli návštěvníci před vstupem do expozice odkládat batohy. Odkládání deštníků a mokrých svršků před vstupem do expozice zase zmenší nežádoucí klimatický výkyv, ke kterému stejně během prohlídky dochází. Používání ochranných návleků je užitečné za předpokladu, že jsou udržovány v čistotě. Instalování rohoží před vstupy je účinné, i když z estetického hlediska ne vždy optimální (předpokladem opět je, že budou udržovány v čistotě).

- **Filmování**

Filmování v originálních historických interiérech je přípustné pouze tehdy, že nedojde k žádnému porušení či poškození mobiliáře a úprava interiéru nebude vyžadovat žádné zásahy do historických materiálů (např. novou výmalbu, tapetování). I v těchto případech by měly být z filmování zcela vyloučeny prostory s vybavením, které je výjimečně citlivé na působení světla a klimatické výkyvy, např. jakékoli historické tapety a tapiserie, mobiliář s historickým čalouněním, deskové obrazy a objekty výjimečně křehké. Přes veškerá upozornění dochází k poškození mobiliáře neukázněností účastníků filmování, proto je nutné zapůjčený mobiliář řádně pojistit s reálným oceněním jednotlivých objektů, aby si uživatel dostatečně uvědomil finanční důsledky.

- **Režim v případě speciálních prací (stavba)**

Před začátkem vnitřních stavebních prací je velmi užitečné izolovat prostor se zvýšenou prašností a vlhkostí od okolního prostoru jak v depozitářích, tak v prováděcích trasách, např. postavením prachotěsné stěny z lehkých a poměrně levných materiálů (sadrokarton) a meziprostoru pro očistu dělníků i restaurátorů. Prach by se měl odsávat výkonnými technickými vysavači. *Pro návštěvníky je zajímavé a přínosné, když mohou sledovat průběh stavebních nebo restaurátorských prací např. průhledem ve stěně.* Stavební práce samozřejmě předpokládají vyprázdněné prostory (je nutné odstěhovat jak mobiliář, tak sbírky), ale i při malém stavebním zásahu (např. drobné zásahy do elektroinstalace) musí být veškerý mobiliář preventivně zakryt a chráněn proti prachu.

4.2 Preventivní opatření na ochranu památkových objektů proti důsledkům živelných pohrom a jiných katastrof

Každý objekt by měl mít preventivně zpracovaný plán nutných zásahů pro případ živelných či jiných pohrom. Naše země se nenachází v aktivní seizmické oblasti, hradům a zámkům tedy nehrozí zemětřesení ani vlny tsunami, i válečný konflikt se v současné politické situaci jeví jako málo pravděpodobný. Stále však existuje nezanedbatelná pravděpodobnost požárů a záplav, resp. poškození vodou. nemusí se vždy jednat o záplavy v pravém slova smyslu, toto nebezpečí se týká jen objektů v záplavových oblastech. Stačí, když prudký vítr poškodí střechu a následuje přívalový déšť. V případě požáru a následného hašení vodou se většinou jedná o dvě katastrofy se srovnatelnými důsledky.

Pro oba tyto případy by měl mít každý objekt zpracovaný plán, který by umožnil okamžitý a maximálně efektní zásah a pomohl tak minimalizovat škody jak na objektu samém, tak na sbírkách a mobiliáři.

Zásady pro tvorbu plánu:

- **Cílem by nemělo být vypracování formálně dokonalého plánu, ale plánu realistického, tedy uskutečnitelného. Tento plán musí respektovat specifickou situaci objektu a předvídat základní možná ohrožení. *Ne všechny události však je možné předvídat. Plán bude tedy vždy kompromisem.***
- **Za plán by měla nést odpovědnost konkrétní osoba.**
- **Příprava plánu by měla být projednána a konzultována se všemi, kteří se na provozu objektu podílejí, a jejich připomínky by měly být, pokud možno, do plánu zapracovány.**

- **Plán by měl být konzultován i se zástupci místního hasičského sboru. Ti by jej rovněž měli mít preventivně k dispozici.**
- **Mělo by být předem jasné, jaké hasební prostředky je možné v objektu použít (s ohledem na charakter sbírek), podle toho by měl být objekt vybaven. Tuto informaci by měli mít i zástupci místního záchranného hasičského sboru.**
- **Leží-li objekt v záplavové oblasti, měl by být tento plán součástí integrovaného záchranného systému pro danou oblast.**
- **V plánu by měly být označeny nejzranitelnější části stavby (pro případ ohně např. dřevěné části, jejichž poškození ohrozí statiku budovy) a nejcennější části z hlediska umělecko-historického nebo části, obsahující nejcennější sbírky.**
- **V plánu by mělo být vyznačeno rozmístění hydrantů a hasičských přístrojů, hlavní uzávěr vody a hlavní jističe elektřiny, kde je umístěno základní náradí včetně žebříku a další potřebné věci (plachty, větší nádoby).**
- **Měly by být označeny únikové cesty.**
- **Plán by měl obsahovat harmonogram záchrany sbírek. (Co zachraňovat jako první, jak postupovat, máme-li k dispozici 5 minut, 20 minut apod.)**
- **Musí být předem jasné, kam budou vystěhované sbírky či mobiliář přemístěny.**
- **Podle citlivosti materiálů a hodnoty předmětů by měly být předem určeny priority konzervace a restaurování poškozených sbírek.**
- **Pro případ zátop nebo poškození vodou by měla být preventivně zajištěna možnost neodkladného zmrazení mokrých knih, papíru či pergamenu v průmyslových velkoobjemových mrazírnách. Je to jediná cesta, jak tyto sbírky zachránit!**
- **Obdobně by pro tyto případy měla být preventivně zajištěna okamžitá spolupráce konzervátora a restaurátora (několik kontaktů v okolí objektu) a informace, kde lze zajistit (vypůjčit) potřebné množství odvlhčovačů, vodních čerpadel a další techniky.**

Okamžitá spolupráce konzervátora nebo restaurátora je nutná zejména při poškození (nebo namočení) sbírkových předmětů nebo uměleckých děl z organických materiálů (malba, papír, fotografický materiál, kůže, textil, dřevo). Okamžitý kvalifikovaný zásah v takových případech může zachránit velké hodnoty. (Okamžitý, byť dobře míněný zásah nepoučené osoby může naopak napáchat ještě další škody.)

S plánem by měli být seznámeni všichni, kteří se na provozu objektu podílejí. Měl by být pravidelně (asi po půl roce) kontrolován, eventuálně aktualizován. *Fungování součinnosti všech zainteresovaných by mělo čas od času prověřit cvičení.*

Telefonická spojení na:

- místní záchranný hasičský sbor,
- policii a místní autority,
- smluvně zajištěné mrazírny,
- konzervátora, restaurátora,
- zástupce pojišťovny,

by měla být rovněž pravidelně aktualizována a stále k dispozici.

Pravidelná kontrola

Předejít některým živelným pohromám není možné, avšak pravidelnou kontrolou a údržbou elektrického vedení, hromosvodů, případně požární signalizace a kontrolou funkčnosti hasících přístrojů či suchovodů je možné omezit pravděpodobnost vzniku požáru nebo alespoň zmírnit jeho důsledky. Obdobně by měla být samozřejmostí pravidelná kontrola stavu střechy a stavu všech vodovodních instalací a potrubí. Průchodnost a průjezdnost únikových cest by měla být rovněž udržována a průběžně kontrolována.

Dokumentace mobiliáře a sbírek v památkově chráněných objektech je nezbytné např. při dohledávání ukradených uměleckých děl. Pro práci na obnově poškozeného objektu je mimořádně cenná zejména dokumentace původních a typických stavebních detailů. Tato dokumentace, stejně jaké dokumentace expozic a depozitářů by měla být uložena (alespoň jedno paré) jinde než v objektu, kterého se týká. V případě poškození je vhodné stav interiéru, sbírek nebo mobiliáře ihned dokumentovat (nafilmovat videokamerou nebo digitálním fotoaparátem).

Zabezpečení proti krádeži, vandalům a proti vniknutí cizích osob jak formou technických opatření, tak formou organizačních pokynů pro provoz objektu, by mělo být v současné době samozřejmostí. Tato opatření jsou pro každý objekt velmi specifická a jejich podrobný výklad není námětem tohoto textu.

4.3 Sanace sbírkových předmětů poškozených vodou

Papír (knihy, grafiky, archiválie apod.) Pokud je papír kromě vody znečištěn i bahnem, je třeba jej nejdříve očistit, tzn. omýt čistou vodou. (Grafiky je nutné předem vysklít). Pokud se jedná o knihy nebo svázané složky, nikdy je nerozevíráme a nerozbalujeme, omýváme je pouze svrchu, knihy hřbetem vzhůru buď ve vanách čistou vodou nebo hadicí s rozptýleným proudem vody. V době mezi vyzvednutím ze zaplaveného prostoru a omytím by nemělo dojít k vysychání znečištěného materiálu, proces vynášení a omývání by měl být kontinuální, bez časových prodlev. *(Počet pracovníků, kteří materiál vynášejí a těch, kteří jej čistí by měl být přibližně stejný.)*

Poté musí být mokrý materiál ihned buď sušen nebo zmražen. Sušení se děje v teple na volném vzduchu (v létě na půdě, ne na přímém slunci) nebo vysoušeči vlasů (je-li k dispozici elektrický proud a dostatečné množství pracovníků). Materiál určený k zmrazení je třeba naskládat do přepravek, eventuálně zabalit do PE fólií. Zmrazení musí být rychlé, a to na teplotu blízkou $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Děje se tak již v mrazících vozech, které materiál odvázejí do velkokapacitních mrazíren. *Cenný sbírkový materiál se posléze vysouší lyofilizací (sublimací vody vakuem) dezinfikuje a restauruje.* Tato metoda není vhodná pro iluminované rukopisy.

Záchrana by měla proběhnout do 48 hodin po zatopení. Později se výrazně snižuje pravděpodobnost úspěšného zásahu, neboť se masivně rozvíjejí mikroorganismy, zejména plísně.

Fotografický materiál. Obdobně jako papír i fotomateriál je nutné nejdříve zbavit bahna. Fotografie v historických paspartách je nutné zdokumentovat, pokud je to možné, oddělit je od nich a sanovat je odděleně (staré pasparty jsou kyselé a obsahují kliš). K tomu by měly být použity vany s čistou vodou, fotografie by měly být omývány jednotlivě, v horizontální poloze, drženy opatrně za okraje a pokud možno bez dotyků emulze. Je-li pro lepší smáčivost použito

minimálního přídávku neionogenního tenzidu (saponátu), je nutné jej dobře vymýt čistou vodou. Do poslední oplachové vody je vhodné přidat etanol (do 10 %). Fotomateriály mohou být sušeny na volném vzduchu v horizontální poloze (v případě poškozených snímků) anebo v ostatních případech zavěšeny na šňůrách.

Fotografie na kovových podložkách (daguerrotypie, ferotypie) musí být sušeny velmi pozvolna a opět v horizontální poloze. I po zdánlivém vysušení by měly být uloženy v klimatizovaném prostoru, kde R. V. nepřesáhne 50 %.

Fotomateriál není možné sušit vakuově. S mrazením fotomateriálu není dosud dostatek zkušeností, a proto jej nedoporučujeme.

Malby na plátně. Z malby (i z rubu) musí být nejdříve opatrně mechanicky a jemnými štětci, namočenými v čisté vodě, odstraněny nečistoty a bahno. (vysychat by měly pomalu, v horizontální poloze (zejména je-li malba krakelovaná nebo uvolněná od podkladu), optimálně v klimatizované komoře s řízeným poklesem vlhkosti, **v péči restaurátora**. Zarámované obrazy je žádoucí ihned vyrámovat a „blind rám“ postupně vypínat tak, aby se malba nedeformovala a plátno ve všech stádiích vysychání zůstalo napnuté. Eventuální dezinfekce malby jako prevence proti rozvoji plísní se musí provádět velmi opatrně. Dezinfekční prostředek je nutno odzkoušet na malé ploše (nejlépe skryté pod rámem) a konzultovat s restaurátorem nebo technologem. *V žádném případě nesmí být použit prostředek na bázi chlóru (např. Savo), peroxid vodíku nebo kyseliny peroxyoctové.*

Nástěnné malby je třeba hned po opadnutí vody opláchnout čistou vodou a **ihned ošetřit proti plísním**. Výběr dezinfekčního prostředku se řídí stejným požadavkem jako pro závěsnou malbu. K restaurátorskému zásahu je možné přistoupit až po vyschnutí celého objektu, respektive zdi, na které se malba nachází.

Dřevěný mobiliář. V každém případě je nutné dřevo nejdříve omýt čistou vodou, preventivně dezinfikovat proti rozvoji plísní a hub a nechat **pomalou** vysychat. (Při rychlém vysychání může docházet k deformacím a strukturálnímu poškození dřeva.) K relativně nejmenšímu poškození dochází u masivního dřeva bez povrchových úprav. Klasické politury působení vody nenávratně zničilo, a proto je nutná jejich kompletní obnova. Intarzie, pokud neodpadly, je vhodné zdokumentovat a případně mechanicky přidržet do té doby než vyschnou a budou svěřeny odbornému restaurátorovi. Kování by od nábytku mělo být v optimálním případě odděleno a ošetřeno samostatně. Pokud to není možné, musí být alespoň uvolněny vruty, aby nezkorodovaly.

Kovy. Z předmětů je především nutné kartáčem a proudem čisté vody odstranit bahno, které může obsahovat korozně agresivní látky. Vysoušení kovů může být ve srovnání s ostatními materiály intenzivní, rychlé a s výjimkou archeologických nálezů může probíhat při vyšších teplotách (105 °C). Pro menší předměty je ideální použití vakuové sušárny (zde probíhá intenzivní vysoušení i při nižších teplotách). Na závěr čištění archeologického materiálu je vhodný oplach destilovanou vodou. Po jejím vysušení lze provést konzervaci.

Předměty, které byly třeba jen částečně pod vodou a musely být takto sanovány, budou od této doby zranitelnější a snáze podlehnou různým typům degradace. Proto budou vyžadovat optimální klima při uložení a jejich stav musí být častěji kontrolován.

Ke všem uvedeným sanačním pracím je nezbytný příslušný materiál (stoly, vany, fotografické misky, kbelíky, kartáče, štětce, houby, šňůry, kolíčky, podložky na sušení, holínky, rukavice, roušky, dezinfekční prostředky) v dostatečném počtu.

Pokud jsou sbírkové předměty znečistěné kontaminovanou splaškovou vodou, je na místě upozornit i na zdravotní rizika práce s tímto materiálem. Pracovníci by měli důsledně používat ochranné pomůcky, dezinfekční prostředky a dbát pokynů pracovníků hygienických stanic, případně MZ ČR.

5 Literatura

1. Thompson, Garry: *The Museum Environment*, Butterworth-Heinemann, London 1985.
2. Kolektiv autorů: *Preventivní ochrana sbírkových předmětů*, NM Praha, Praha 2000.
3. Kolektiv autorů: *Základní muzejní konzervace*, Moravské muzeum, Brno 1989.
4. Stambolov, Todor: *The Corrosion and Conservation of Metallic Antiquities and Works of Art*, Amsterdam 1985.
5. Zelinger, Jiří: *Poškození kulturních památek vlivem světla a ochrana proti němu*, in: ZPP, ročník 60, 2000, č. 7, příloha, s. LXI – LXXXIV.
6. Canuffo, Dario: *Misroclimate for Cultural Heritage*, Elsevier, Amsterdam 2001.
7. Flieder, Françoise – Capderou, Christine: *Sauvegarde des collections du Patrimoine*, CNRS Editions, Paris 1999.
8. *Préserver les objets de son patrimoine* (ed. Marcel Stefanaggi), Sfiic, Mardaga, Liège 2001.

Poznámky

Opis odborně metodické publikace Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené (I. Kopecká a kol, Praha 2002) byl vypracován v rámci plnění vědeckého záměru VZ MK 07503233301, úkolu 101 HS-I. Vědecký výzkum ke zkvalitňování odborně metodického řízení státní památkové péče. Přepis zajistil Mgr. Milan Jančo.

Poznámky

Poznámky

Poznámky

STÁTNÍ ÚSTAV PAMÁTKOVÉ PÉČE
Odborné a metodické publikace, svazek 25

PREVENTIVNÍ PÉČE O HISTORICKÉ OBJEKTY A SBÍRKY V NICH ULOŽENÉ

Ivana KOPECKÁ a kolektiv

Vydal Státní ústav památkové péče v Praze v roce 2002
jako přílohu časopisu Zprávy památkové péče, ročník 62

Odpovědná redaktorka: Ing. Hana Samková

Adresa redakce: Státní ústav památkové péče, redakce časopisu Zprávy památkové péče, Valdštejnské náměstí 3, 118 01 Praha 1, tel: 257 010 145,
e-mail: redakce@supp.cz, Samkova.H@supp.cz

Layout: PhDr. Václav Šimice

Technická redakce: Mgr. Ivan Kruis

Nakladatel: LARUS PRESS SERVIS, spol. s r. o., Štúrova 1701/55, Praha 4

Prepress and tisk: SPRINTER, spol. s r. o., Václavská 12, Praha 2

Registrace povolena pod č. MK ČR 5993, MIČ 47 992

Podání novinových zásilek povoleno RPP Bratislava, čj. 465 – RPP/952 ze dne 18. 1. 1995

časopis rozšiřuje a objednávky předplatného přijímá a vyřizuje DUPRESS, Podolská 110, 147 00 Praha 4, tel.: 241 433 396, e-mail: dupress@tnet.cz.

ISSN 1210-5538

ISBN 80-86234-28-2

Výběr publikací vydaných Státním ústavem památkové péče

Odborné a metodické publikace:

(Státní ústav památkové péče a ochrany přírody, Praha 1986-1991.

Od roku 1991 Státní ústav památkové péče)

11. Hugo ROKYTA, J. J. Winckelmann a Čechy, 1988. ** (10 Kč)
13. Miloš SUCHOMEL: Záchrana kamenných soch, 2. díl, 1990. ** (20 Kč)
15. Vojtěch LÁSKA, Alfréd SCHUBERT, Josef ŠTULC: Péče o střechy historických budov, 1997. ***
16. Josef ŠTULC, Miloš SUCHOMEL, Ivana MAXOVÁ: Péče o kamenné sochařské a stavební památky, 1988. * (20 Kč)
17. Jan SOKOL, Tomáš DURDÍK, Josef ŠTULC: Ochrana, údržba a stavební opravy zřícenin hradů, 1998. ***
18. Věra KUČOVÁ, Pavel BUREŠ: Principy péče o lidové stavby, 1999. * (57 Kč)
20. Ladislav BEZDĚK, Květa KRÍŽOVÁ, Eva LUKÁŠOVÁ, Vojtěch PÍSAŘÍK: Barevná fotodokumentace mobiliárních fondů hradů a zámků (Metodika standardního postupu při zhotovování barevné fotodokumentace jako součásti Základní evidence mobiliárních fondů hradů a zámků), 2000. * (40 Kč)
21. Ondřej ŠEFCŮ, Jan VINAŘ, Marie PACÁKOVÁ: Metodika ochrany dřeva, 2000. * (70 Kč)
22. Zdeněk NOVÁK: Dřeviny na veřejných městských prostranstvích, 2001. * (45 Kč)
23. Petr MACEK: Standardní nedestruktivní stavebně-historický průzkum. 2001 * (2. rozšířené vydání) (35 Kč)
24. Seznam nejohroženějších a nevyužívaných nemovitých památek v České republice, 2001. ***
25. Ivana Kopecká a kol.: Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené, 2002. * (85 Kč)

Metodické materiály, které vyšly formou přílohy časopisu Zprávy památkové péče:

- Ivana KOPECKÁ, Martin DVOŘÁK: Národy na muzejní úložné prostory z hlediska stability různých materiálů, 1995. * (10 Kč)
- Jiří ZELINGER: Poškození kulturních památek vlivem světla a ochrana proti němu, 2000. * (20 Kč)
- Dagmar KNOTKOVÁ, Kateřina KREISLOVÁ: Koroze mědi a bronzu – vznik patin, 2001. * (32 Kč)

Další přílohy zpracované v redakci Zprávy památkové péče:

- Karel KUČA: Zvonice českých venkovských kostelů, 1994. * (10 Kč)
- Palácové zahrady pod Pražským hradem. Zahrada Ledeburská a Malá Pálffyovská, 1997. * (Sborník statí) (45 Kč)
- Ivana MAXOVÁ, Vratislav NEJEDLÝ, Miloš SUCHOMEL, Pavel ZAHRADNÍK: Mariánské trojiční a další světecké sloupy a pilíře v okrese Svitavy, 1997 * (Soupisná publikace) (170 Kč)
- Ivana MAXOVÁ, Vratislav NEJEDLÝ, Miloš SUCHOMEL, Pavel ZAHRADNÍK: Mariánské trojiční a další světecké sloupy a pilíře v okrese Ústí nad Orlicí, 1998 * (Soupisná publikace) (230 Kč)
- Zříceniny historických staveb a jejich ochrana, 1998. (Sborník statí) * (150 Kč)
- Ivana MAXOVÁ, Vratislav NEJEDLÝ, Pavel ZAHRADNÍK: Mariánské trojiční a další světecké sloupy a pilíře v okrese Rychnov nad Kněžnou, 1999 * (Soupisná publikace) (190 Kč)
- Ivana MAXOVÁ, Vratislav NEJEDLÝ, Pavel ZAHRADNÍK: Mariánské trojiční a další světecké sloupy a pilíře v okrese Hradec Králové, 2000 * (Soupisná publikace) (160 Kč)
- Miloš MATĚJ: Kulturní dědictví Centrálního kladenského kamenouhelného revíru, 2001. * (45 Kč)
- Palácové zahrady pod Pražským hradem, 2001. (Sborník statí) * (95 Kč)
- Ivana MAXOVÁ, Vratislav NEJEDLÝ, Pavel ZAHRADNÍK: Mariánské trojiční a další světecké sloupy a pilíře v okrese Náchod, 2002 * (Soupisná publikace) (250 Kč)

Tituly označené * je možno zakoupit v redakci časopisu Zprávy památkové péče, Valdštejnské nám. 3, 118 01 Praha 1 nebo v knihkupectví ACADEMIA, Václavské nám. 34, Praha 1. Publikace označené ** lze zakoupit v redakci ZPP NPÚ ÚP, Valdštejnské nám. 3, 118 01 Praha 1. *** Publikace již byly rozebrány, ale dají se získat na internetové stránce www.npu.cz. V závorce jsou uvedeny prodejní ceny. U objednávek vyřizovaných poštou bude účtováno balné a poštovné.