FORUM 2017

PRO KONZERVÁTORY-RESTAURÁTORY

ODBORNÉ RECENZOVANÉ PERIODIKUM

TECHNICKÉ MUZEUM V BRNĚ

METODICKÉ CENTRUM KONZERVACE

Fórum pro konzervátory-restaurátory je odborné recenzované periodikum zařazené na Seznam recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR. V periodiku jsou publikovány původní odborné statě zabývající se péčí o kulturní dědictví z různých perspektiv. Základní tematické okruhy jsou zaměřeny na materiálové a technologické průzkumy, konzervátorsko-restaurátorské zásahy a nové metody a technologie v oblasti konzervování-restaurování a ochrany kulturního dědictví. Periodikum je určeno konzervátorům--restaurátorům z rozličných typů pracovišť, včetně soukromé sféry, a studentům. Zabývá se také problematikou preventivní konzervace a otázkami oborové metodologie, teorie a etiky. Příspěvky mívají často interdisciplinární charakter, souvisejícími obory jsou přírodovědné a technické i humanitní vědy, např. historie, archeologie, dějiny umění, muzeologie.

Publikace vychází s laskavou finanční podporou z programu Kulturní aktivity 2017 Ministerstva kultury ČR.

ISBN 978-80-87896-44-0
ISSN 1805-0050

TECHNICKÉ MUZEUM V BRNĚ

METODICKÉ CENTRUM KONZERVACE

Adresa
Metodické centrum konzervace / Technické muzeum v Brně
Purkyňova 105 / 612 00 Brno / tel.: +420 541 421 416
e-mail: mck@tmbrno.cz / stohrova@tmbrno.cz
Objednávky zasílejte na adresu gilbertova@tmbrno.cz

Pre-press GRAFICOON
Tisk Reprocentrum Blansko

© Technické muzeum v Brně, 2017
Reprodukování snímků a materiálů uveřejněných v tomto periodiku je možné pouze se souhlasem vydavatele a jejich vlastníků, autorů a správců.
Pokyny pro autory příspěvků naleznete na www.mck.technicalmuseum.cz/casopis-fkr. Nevyžádané rukopisy nevracíme. Za původnost a věcnou správnost uvedených příspěvků odpovídají autoři. Všechna práva k obsahu příspěvků a obrazové dokumentaci náležejí autorům. Jakékoliv další převzetí obsažených údajů musí být doloženo citací pramene dle autorského zákona. Vydavatel žádá o zaslání případné recenze či publikace citující z periodika Fórum pro konzervátory-restaurátory.

Na obálce byl se svolením Valašského muzea v přírodě v Rožnově pod Radhoštěm použit detail fotografie z příspěvku Santa Maria – restaurování modelu lodi Kryštofa Kolumba

REDAKCE

Editor: Ing. Alena Selucká
Redaktor: Mgr. Pavla Stöhrová
Technická spolupráce: Eva Řezáčová
Překlady: Mgr. Lenka Zimková
Jazyková korektura: Bc. Lenka Máčalová

SEZNAM PUBLIKUJÍCÍCH AUTORŮ

Ing. Václava Antušková
Mgr. Jaroslav Bašta
Ursula Baumer
Ing. Marie Benešová
MgA. Hana Bilavčíková
BcA. Zuzana Brotánková Šaníková
Doc. Ing. Vladimír Bukovský, CSc.
BcA. Michaela Caranová
prof. Ing. Tomáš Čechák, CSc.
Josef Čoban, akad. mal. a rest.
Mgr. David Daněček
Mgr. Helena Dáňová, Ph.D.
Dr. Patrick Dietemann
Lenka Dolanská
Ing. David Durčík
Mgr. art. Jakub Ďoubal, Ph.D.
Akad. mal. Igor Fogaš
MVDr. Lucia Frgelecová, Ph.D.
Jan Frišhons
MgA. Barbora Glombová
BcA. Jana Háková
RNDr. Radek Hanus, Ph.D.
Tomáš Hanus
Ing. Hana Holická
Mgr. Štěpánka Chlumská
Mgr. Lucie Janusová
Ing. Pavel Jirásek
prof. Ing. Jozef Kaiser, Ph.D
Bc. Katarína Kalistová
Ing. Martina Kmoníčková
Ing. Ivana Kopecká
Mgr. art. Veronika Kopecká
MUDr. Jan Krajsa, Ph.D.
RNDr. Lukáš Kučera
Doc. Ing. Štěpánka Kučková, Ph.D.
Ing. Ivana Kumpová
MgA. Jiři Lauterkranc
Mgr. Art. Luboš Machačko
Mgr. Michal Mazík
Ing. Martin Mrázek, PhD.
Mgr. Gabriela Obroučková
Mgr. Viktor Palíšek, DiS.
Ing. Hana Paulusová
Ing. Bohumil Planka, CSc.
Ing. Václav Pitthard, Ph.D.
prof. RNDr. Jiří Příhoda, CSc.[3]
Ing. Jiřina Přikrylová
Bc. Lucie Radoňová
Mgr. Karel Rapouch
Jan Růžička, DiS.
Ing. Alena Selucká
Ing. Aleš Sládek, Ph.D.
Ing. Oto Sládek, Ph.D.
Mgr. BcA. Radomír Slovik
Bc. Veronika Smékalová
MUDr. Jiří Svoboda
RNDr. Eva Svobodová, Ph.D.
Ondřej Šandor
RNDr. Markéta Šaňková, Ph.D.
Ing. Radka Šefců
RNDr. Richard Ševčík, Ph.D.
Mgr. MgA. Jan Šíblo
RNDr. Lilian Švábenická
Mariana Švehlová
doc. Ing. Tomáš Trojek, Ph.D.
Ing. Daniel Vavřík, Ph. D.
Daniela Vlková
doc. Ing. Michal Vopalenský, Ph.D.
Ing. Petra Witoszková
Ing. Tomáš Zikmund, Ph.D.
Ing. Jan Žemlička, Ph.D.
Bc. Ivana Žlebková

FORUM /2017

FÓRUM PRO KONZERVÁTORY-RESTAURÁTORY
FORUM FOR CONSERVATORS-RESTORERS

Odborné recenzované periodikum vydávané Metodickým centrem konzervace Technického muzea v Brně ve spolupráci s Komisí konzervátorů-restaurátorů Asociace muzeí a galerií ČR při příležitosti Konference konzervátorů-restaurátorů.

Reviewed journal published by the Methodical Centre of Conservation of the Technical Museum in Brno in cooperation with the Commission of Conservators-Restorers of Association of Museums and Galleries of the Czech Republic, on the occasion of the Conference of Conservators-Restorers.

REDAKČNÍ RADA / EDITORIAL BOARD

Ing. Ivo Štěpánek (vedoucí redakční rady)
Ing. Pavel Jirásek
Ing. Jan Josef
doc. Petr Kuthan, akad. soch.
prof. RNDr. Jiří Příhoda, CSc.
Mgr. Pavla Stöhrová (tajemnice redakční rady)
Odborná spolupráce / **Cooperation:**
Rada Komise konzervátorů-restaurátorů AMG

OBSAH

RECENZOVANÉ PŘÍSPĚVKY 3
OSTATNÍ PŘÍSPĚVKY 118
FÓRUM 157

EDITORIAL

Vážené čtenářky, vážení čtenáři,

letošní číslo časopisu Fórum pro konzervátory-restaurátory přináší opět pestrou nabídku nejrůznějších příspěvků z oblasti průzkumu a konzervování-restaurování předmětů kulturního dědictví. Úvodní téma je věnováno restaurování temperové malby na plátně obrazu Čtoucí dívka od Karla Holana, které je ukázkou komplexního zpracování a záchrany poškozeného výtvarného díla realizovaného v ateliérech Fakulty restaurování Univerzity Pardubice. Vzdělávání mladých restaurátorů se na této univerzitě datuje již od roku 1993, kdy byla založena Škola restaurování a konzervačních technik v Litomyšli. Za tu dobu se podařilo vybudovat moderní studijní i technické zázemí oborového vysokoškolského vzdělávání, které významně přispívá ke zkvalitňování úrovně péče o kulturní statky v naší zemi. Proto určitě mnozí z Vás uvítají i další příspěvky prezentující výsledky restaurátorských zásahů, které prošly rukama studentů i zkušených pedagogů litomyšlské fakulty. Míra zkoumání materiálové i technologické podstaty ošetřovaných děl se neustále prohlubuje – bok po boku s interdisciplinárním výzkumem a nejnovějšími analýzami, o čemž svědčí i další statě. Příkladem je studie o původu přírodní křídy obsahující nanofosilie použité pro podkladové vrstvy středověkých deskových obrazů, která objasňuje různou kvalitu tohoto jemného sedimentu a jeho vliv na dílenské zpracování. Velkou výzvou bývají pro konzervátory-restaurátory předměty zhotovené kombinací více materiálů, které většinou nelze rozebrat a separovat na více částí, ale je nutné zvolit jejich čištění a stabilizaci v celku, postupy speciálně testovanými pro jednotlivé multimateriálové případy. Takovouto výzvou byl jistě hedvábný škapulířový amulet nebo dřevěný model lodi Santa Maria – příklady ojedinělých muzejních sbírkových předmětů a jejich konzervace. Bohužel, nemohu opět v editorialu zmínit všechny prezentované příspěvky, kterých je v letošním čísle sedmnáct recenzovaných a devět informativních, a dalších 23 abstraktů posterových prezentací. Každý si určitě přijde na své a získá tak užitečný zdroj nových poznatků a srovnání pro svoji profesní potřebu. Neméně inspirující jsou i témata v části Fórum. Vyzývají k zamyšlení se nad přístupy k restaurování papíru a knižní vazby, možnostmi a významem digitalizace sbírek a v neposlední řadě představují nový depozitář Uměleckoprůmyslového muzea v Praze – jednu z nejmodernějších účelových muzejních budov, která u nás v nedávně době vznikla.
Dovolte, abych v závěru poděkovala všem autorům příspěvků, díky kterým toto číslo mohlo být sestaveno, též oponentům, jejichž připomínky mnohdy zásadně přispívají k věcnému obsahu a srozumitelnosti publikovaných výsledků. Velký dík patří samozřejmě také členům redakční rady a celé redakci časopisu, kteří pečlivě procházejí a diskutují jednotlivá témata a bdí nad kvalitou tohoto časopisu.
Přeji Vám podnětné a zajímavé čtení!

ALENA SELUCKÁ
editorka časopisu

OBSAH

RECENZOVANÉ PŘÍSPĚVKY 3
OSTATNÍ PŘÍSPĚVKY 118
FÓRUM 157

PRŮZKUM A RESTAUROVÁNÍ TEMPERY NA PLÁTNĚ ČTOUCÍ DÍVKA OD KARLA HOLANA 3
Jana Háková, Josef Čoban, Luboš Machačko

TECHNIKA SYNTONOS V DÍLE ANTONÍNA SLAVÍČKA 8
Václava Antušková, Hana Bilavčíková, Martina Kmoníčková, Václav Pitthard, Radka Šefců

ROZLIŠENÍ CELOVAJEČNÉHO A ŽLOUTKOVÉHO POJIVA POMOCÍ HMOTNOSTNÍ SPEKTROMETRIE 16
Štěpánka Kučková, Ursula Baumer, Patrick Dietemann

BAREVNÁ KRESBA E. FILLY ZÁPAS ZVÍŘAT – PRŮZKUM PŘED RESTAUROVÁNÍM 19
Ivana Kopecká, Eva Svobodová, Daniela Vlková

RESTAUROVÁNÍ OBOUSTRANNÉ MALBY Z CÍRKEVNÍ KOROUHVE 23
Veronika Kopecká, Lenka Dolanská

RESTAUROVÁNÍ MALBY NA PLÁTNĚ Z PRŮČELÍ OLTÁŘNÍ MENZY Z KAPLE SV. ISIDORA V KŘENOVĚ 30
Luboš Machačko, Zuzana Brotánková Šaníková

ANALÝZA BAROKNÍ PIETY POMOCÍ KOMBINACE XRF ZOBRAZOVÁNÍ A RTG POČÍTAČOVÉ TOMOGRAFIE 35
Daniel Vavřík, Ivana Kumpová, Jiři Lauterkranc, Michal Vopalenský, Jan Žemlička

RESTAUROVÁNÍ POLYCHROMOVANÉ SOCHY SVATÉHO VÁCLAVA Z LAPIDÁRIA NÁRODNÍHO MUZEA 40
Jakub Ďouba, Barbora Glombovál

PŮVOD KŘÍDOVÝCH SEDIMENTŮ NA STŘEDOVĚKÝCH DESKOVÝCH OBRAZECH A ŘEZBÁCH NA ZÁKLADĚ STUDIA VÁPNITÝCH NANOFOSILIÍ 48
Radka Šefců, Lilian Švábenická, Štěpánka Chlumská, Helena Dáňová

POVRCHOVÉ VRSTVY A DŮSLEDKY APLIKACE MODERNÍCH KONZERVAČNÍCH MATERIÁLŮ NA SOCHAŘSKÝCH A UMĚLECKOŘEMESLNÝCH PAMÁTKÁCH Z PÍSKOVCE 59
Jiřina Přikrylová

SANTA MARIA – RESTAUROVÁNÍ MODELU LODI KRYŠTOFA KOLUMBA 66
Gabriela Obroučková

PRŮZKUM ŠKAPULÍŘOVÉHO AMULETU A JEHO ANALOGIÍ ZE SBÍRKY VLASTIVĚDNÉHO MUZEA V OLOMOUCI 70
Lucie Janusová, Lukáš Kučera, Veronika Smékalová, Tomáš Zikmund, Jozef Kaiser

PRŮZKUM HERBÁŘE ZE SBÍREK NTM 79
Ivana Kopecká, Eva Svobodová, Tomáš Čechák, Tomáš Trojek

NEJSTARŠÍ MĚSTSKÁ KNIHA JAROMĚŘICE NAD ROKYTNOU 85
Marie Benešová

ANALÝZA A RENOVACE HISTORICKÝCH ZOOLOGICKÝCH TEKUTINOVÝCH PREPARÁTŮ OBCHODNÍKA S PŘÍRODNINAMI VÁCLAVA FRIČE 91
Jan Frišhons, Ondřej Šandor, Jan Krajsa, Richard Ševčík, Markéta Šaňková, Jiří Svoboda, Lucia Frgelecová, Jiří Příhoda

PRŮZKUM A KONZERVACE VRTULE Z LETADLA FOCKE-WULF 190 METODOU ELEKTROLYTICKÉ REDUKCE 100
Karel Rapouch, Jaroslav Bašta, Alena Selucká, Michal Mazík, Martin Mrázek

VZDUCHOTECHNICKÉ SYSTÉMY A JEJICH OPTIMÁLNÍ ŘÍZENÍ PRO DEPOZITÁŘE 105
Igor Fogaš, Aleš Sládek, Oto Sládek

PRŮZKUM VÝSKYTU PLÍSNÍ V PAMĚŤOVÝCH INSTITUCÍCH 111
Michal Mazík

KONZERVACE LAKOVANÉ USNĚ A TEXTILNÍCH ČÁSTÍ JÍDELNÍ ŽIDLE 118
Lucie Radoňová

MNOŽSTVO VODY VO FOTOGRAFICKEJ ŽELATÍNE – VPLYV NA DEGRADÁCIU 121
Vladimír Bukovský, Katarína Kalistová, Mariana Švehlová

LEPIDOLITOVÁ KROPENKA Z ROŽNÉ NAD PERNŠTEJNEM NA VYSOČINĚ 126
Radek Hanus, Tomáš Hanus

„NÁLEZY OD KRBU“: RESTAUROVÁNÍ HRACÍCH KARET Z VLADISLAVSKÉHO SÁLU 131
Michaela Caranová

VLIV VYBRANÝCH METOD NEUTRALIZACE PAPÍRU NA MECHANICKOU STABILITU TISKAŘSKÉ ČERNĚ 135
Hana Holická, David Durčík, Ivana Žlebková, Hana Paulusová

RESTAUROVÁNÍ NÁLEZŮ NA PAPÍRU A PERGAMENU Z GENIZY V RYCHNOVĚ NAD KNĚŽNOU. 137
Jan Šíblo

RESTAUROVÁNÍ VĚŽNÍHO HODINOVÉHO STROJE 140
Viktor Palíšek

DEPOT Z TURSKA 146
Petra Witoszková, David Daněček

RESTAUROVÁNÍ NOVOBAROKNÍHO ZINKOVÉHO KALAMÁŘE Z PRODUKCE KOMÁROVSKÝCH ŽELEZÁREN 150
Jan Růžička

PŘEHLED POSTEROVÝCH PREZENTACÍ NA KONFERENCI KONZERVÁTORŮ-RESTAURÁTORŮ 2017 157

RESTAUROVÁNÍ KNIHY VČERA A DNES 162
Radomír Slovik

DIGITALIZACE DLOUHÝCH SBÍRKOVÝCH PŘEDMĚTŮ, ZEJMÉNA ČEPELÍ 165
Bohumil Planka

CENTRÁLNÍ DEPOZITÁŘ A REKONSTRUKCE HLAVNÍ BUDOVY UMĚLECKOPRŮMYSLOVÉHO MUSEA V PRAZE 168
Pavel Jirásek

PRŮZKUM VÝSKYTU PLÍSNÍ V PAMĚŤOVÝCH INSTITUCÍCH

Michal Mazík (mazik@tmbrno.cz)

Metodické centrum konzervace, Technické muzeum v Brně

Příspěvek se zabývá průzkumem výskytu plísní ve vybraných historických objektech památkové péče a muzejních depozitářích. Uvedeny jsou výsledky determinace plísní odebraných pomocí suchých stěrů z různých ploch kontaminovaných exponátů a sledovaných interiérů. Zpracovány jsou základní zásady pro správný postup vstupního průzkumu a odběru vzorků plísní in situ. V této souvislosti je část příspěvku též zaměřena na jednoduché možnosti rozlišení vláknitých hub od anorganických solných výkvětů, se kterými jsou tyto houby často zaměňovány.

INVESTIGATION OF MOLD IN MEMORY INSTITUTIONS

The paper addresses investigation of the occurrence of molds in selected historic buildings of heritage care and museum repositories. It contains the results of the determination of molds collected by dry scums from various surfaces of contaminated exhibits and monitored interiors. Basic principles have been developed for proper investigation procedure and sampling of molds in situ. In this context, part of the paper also focuses on simple possibilities of distinguishing fibrous fungi from inorganic salt efflorescence with which these fungi are often confused.

Působení biologických škůdců patří mezi sledované faktory prostředí dlouhodobého uchovávání předmětů kulturní povahy, a tudíž je i jednou ze součástí preventivní konzervace. Společně s dalšími mikroklimatickými parametry má zásadní vliv na kondici a životnost ochraňovaných předmětů. Z tohoto důvodu byla této oblasti věnována i pozornost během řešení projektu „Metodika uchovávání předmětů kulturní povahy – optimalizace podmínek s cílem dosažení dlouhodobé udržitelnosti“ DF 13P01OVV016 a ve vybraných objektech paměťových institucí byl proveden průzkum jejich biologického zatížení. V rámci širokého spektra různých forem biologického napadení mezi nejčastěji se vyskytující škůdce patří plísně, které mohou způsobovat vážná poškození nejen lidského organismu ale také degradaci nejrůznějších materiálů. Plísně napadají nejen organické materiály jako je textil, papír, useň, želatina, některé druhy plastů, ale i anorganické materiály – zdivo apod. Rozsah poškození může být v konečném důsledku obrovský, jelikož dochází k postupné kontaminaci jednotlivých předmětů i celého vnitřního prostředí. Důležité je proto dodržování preventivních opatření, včasná detekce a určení druhů plísní, případně volba jejich účinné sanace.

CHARAKTERISTIKA PLÍSNÍ

Plísně jsou eukaryotické jedno- nebo vícebuněčné organismy, které tvoří na povrchu a uvnitř substrátu vláknité povlaky – mycelium. Patří do říše hub a tvoří několik poddruhů, které se liší morfologicky a formou rozmnožování. Termín plísně je tedy nevědecké označení pro skupinu mikroskopicky vláknitých hub. Z hlediska oborů potravinářských nebo technických se děli do tří skupin: *Zygomycetes*, *Ascomycotina* a *Deuteromycotina*. V rámci běžného výskytu a sledované detekce v rámci této studie zahrnují tyto skupiny především:

Penicillinium sp. (štětičkovec) je hojně a běžně se vyskytující vláknitou houbou patřící do skupiny vřeckovýtrusných. Její výskyt souvisí s efektivním rozmnožováním za pomoci spor (konidií), které unáší vzduch. Tento druh je známý díky některým metabolitům, zejména laktamovým antibiotikům. Může vytvářet různé odstíny barev substrátu, např. žlutou. Její výskyt je spojen s vlhkým prostředím, přičemž může u některých lidí způsobovat alergie.

Aspergillus sp. je také běžně se vyskytující vláknitou houbou patřící do skupiny vřeckovýtrusných, tedy také dobře se šířících vzduchem za pomoci spor. Tvoří také celou řadu různě barevných kolonií. Známý je *Aspergilus niger* typický svým černým myceliem (viz níže Obr. 4). Zdravotně působí respirační problémy, je možný také přenos na člověka s následkem smrti.

Mucor spp. (plíseň hlavičková) je opět velmi běžným druhem vláknitých hub. Tvoří typicky bíle chomáčkovité mycelium a patří do třídy Zygomycet. Nalezneme jej v půdách a humusu, ale je schopná se rozšiřovat do ran od popálenin nebo napadat cévní systém.

Chaetomium sp. je plíseň, která se vyskytuje v půdě, často na potravinách a produktech rostlinného původu, rozkládá především celulózu. Často tvoří tmavě zbarvené mycelium. Patogenita u člověka je vzácná. *Byssochlamys sp.* Plíseň tvořící bíle chomáčky vyskytující se zejména na kazících se potravinách, má rychlý růst a některé druhy produkují toxin patulin, je také známe schopností spor odolávat vyšším teplotám. Problematika vláknitých hub (plísní) a hmyzu patří k nejčastějším sledovaným faktorům preventivní konzervace, zejména v historických objektech. I když plísně se vyskytují v širokém rozsahu teplot a relativní vlhkosti vzduchu, rozvoj těchto specifických mikroskopických hub je velice úzce spojen s množstvím vodní páry v prostředí. Obecně platí, že to nastává při relativní vlhkosti vzduchu od cca 65 %. V praxi se však lze potkat s vážnými problémy s řízením mikroklimatických podmínek a jejich sezónními výkyvy, které vyplývají zejména z charakteru historických budov (například nevytápěné prostory). Dále vnitřní vybavení a samotná konstrukce předmětů kulturní povahy umožnuje vznik různých mikroklimat, ve kterých mohou nastat příznivé podmínky růstu vláknitých hub (např. u fotografií na papírové podložce, které jsou v rámu se sklem, se vytváří lokálního prostředí se zvýšenou RV, umožňující rozvoj plísní, i když hodnoty RV interiéru jsou pod 65 %). Dalším parametrem výskytu je přítomnost vhodného substrátu, který v našem případě představuje předmět kulturní povahy. Tedy typ materiálu, který je vhodný na metabolizaci vláknitými houbami, konkrétně jsou to přírodní materiály na bázi sacharidů nebo proteinů, ale i anorganické materiály (zdivo, kamenné prvky, apod.). Problém může nastat i při snaze dovlhčovat prostor pomocí mobilních zvlhčovačů nebo vzduchotechnických systémů. Bezprostředně při vyústění zvlhčujícího zařízení bývají hodnoty RV vyšší (z tohoto důvodu by vlhký vzduch neměl přímo proudit na předměty). Zamezení rozmnožování, tedy šíření spor do prostředí s předměty kulturní povahy, je účinné zejména u klimatizací, vzduchotechnik a systémů, kde se dá využít speciálních filtrů nebo dezinfekce procházejícího vzduchu (ovšem za předpokladu, že funkčnost filtrů nebo dezinfekce je pravidelně kontrolována a případně nahrazována novými).

CÍLE PRŮZKUMU

Cílem průzkumu výskytu plísní bylo zpracovat přehled jejich druhového zastoupení na vybraných objektech, které slouží pro prezentaci nebo uchovávání předmětů kulturní povahy. Jednalo se o historické budovy památkově chráněné, ale i o stávající muzejní objekty včetně novostavby. Pozornost byla zaměřena na viditelné projevy výskytu plísní ve vytipovaných místech: SZ Lednice, SZ Hluboká nad Vltavou, SZ Kunštát, depozitáře Technického muzea v Brně (TMB) a Moravské galerie v Brně (MG). Vyšetřování povrchů s rostoucími plísněmi probíhalo na základě odběrů stěrem sterilními odběrovými tampóny, které byly posléze vyhodnoceny v mikrobiologické laboratoři Textilního zkušebního ústavu v Brně. V této souvislosti bylo záměrem studie též zpracovat vhodnou metodiku a zásady pro vstupní hodnocení a odběr stěrů. V běžné praxi dochází totiž k tomu, že počáteční posouzení napadení plísněmi přímo *in situ* bývá zajišťováno správci objektů či depozitářů, konzervátory-restaurátory, apod. Následná determinace (určení) druhů plísní vyžaduje potom externí spolupráci s příslušným specialistou. Získání objektivních výsledků analýzy a jejich správná interpretace je ale dána vzájemnou komunikací mezi danými pracovníky. Do značné míry závisí na znalosti místních podmínek, kde byly plísně detekovány a dodržení bezpečnostních a hygienických zásad při kontaktu s nimi. Z tohoto důvodu byla studie též doplněna o postup rozeznávání vláknitých hub vyskytujících se na omítkách nekultivačními metodami.

POPIS LOKACÍ ODBĚRŮ VZORKŮ PLÍSNÍ

Státní zámek Lednice Průzkum byl zaměřen na některé místnosti prohlídkové trasy (Modrý a Žlutý pokoj, Čínský salón, Rytířský sál, Knihovna) a prostory, kde lze předpokládat vhodné klimatické podmínky pro rozvoj plísní, zejména sklepní prostory, které mohou prostřednictvím průduchů původního teplovzdušného vytápění ovlivňovat biologické zatížení.

Státní zámek Hluboká nad Vltavou Průzkum opět probíhal ve vybraných místnostech prohlídkové trasy (Velká teplá kuchyně, Adolfův salón, Lovecká jídelna, Ranní salón).

Státní zámek Kunštát Vzorky byly odebrány v instalovaných interiérech Rytířského sálu, Knihovny a Kaple.

Depozitář Moravské galerie v Brně – Řečkovicích
Moderní novostavba depozitáře slouží pro ukládání sbírkových předmětů, zázemí restaurátorských dílen, kanceláří a provozního oddělení. Cílem průzkumu bylo především zhodnotit účinnost vzduchotechnického zařízení z hlediska funkčnosti odfiltrování průniku spor do depozitárních prostor.

Depozitář Technického muzea v Brně – Židenicích
Objekt byl adaptován pro účely muzejního depozitáře a konzervátorského pracoviště v 80. letech 20. století. Cílem průzkum bylo podle dlouhodobého pozorování oddělený speciální depozitář se zvláštním bezpečnostním režimem, kde byly opakovaně sledovány projevy plísní.

MIKROBIOLOGICKÝ PRŮZKUM

Postup provedení mikrobiologického průzkumu je ovlivňován celou řadou faktorů, přičemž pro zajištění objektivních výsledků je nutné dodržet následující zásady suchého odběru (stěru):

Načasování odběru
Pro úspěšnou kultivaci je nutné odebrat mycelium ve správné fázi rozmnožovacího cyklu, také je dobré načasovat průzkum výskytu na období, kdy jsou vhodné podmínky pro rozvoj plísní, tedy obecně období zvýšené RV, nad 65 %.

Provedení odběru
Je nutné zachytit co nejvíce mycelia, pro zvýšení pravděpodobnosti úspěšné kultivace; v případě, kdy nejsou evidentní viditelné znaky plísní (mycelia), stírá se plocha o velikosti 1 dm^2 (ke styku s odběrovým tamponem by mělo dojít pouze v místech průzkumu). Samozřejmá je fotodokumentace a vedení záznamů o přítomnosti biologického napadení. Přirozeně nejvhodnější je provedení odběru uvedeným specialistou, který zároveň provádí vyhodnocení vzorků. V případě, kdy toto nelze okamžitě zajistit, je vhodné alespoň konzultovat provedení odběru stěrů s konkrétní mikrobiologickou laboratoří.

Logistika odběru
Je vhodné kultivovat co nejdříve po provedení odběru plísně, dále počítat s transportními podmínkami z místa odběru do laboratoře – zejména s teplotou a relativní vlhkostí prostředí, které by měly být podobné původnímu mikroklimatu výskytu plísně (zejména teplotě místa odběru).

Použití správných pomůcek
U odběru je nutná sterilita odběrového tampónku a boxu, ve kterém bude tampon přepravován. Ideálně je použití přímo k tomu určenému odběrovému tamponu v plastovém zapečetěném kontejneru. Existuje celá řada druhů tamponů, jejichž využití však vyžaduje znalosti podmínek jejich aplikace (zejména v případě tamponů obsahujících živnou půdu). Pro studii byla tedy vybrána nejjednodušší varianta suchého sterilního tamponu v plastovém kontejneru od firmy Dispolab, s.r.o.

Bezpečnost práce
Při práci s vláknitými houbami je vhodné chránit sliznice, především dýchací ústrojí a zažívací ústrojí. Může dojít i k podráždění kůže a očí. Při citlivosti nebo alergii se může jednat o závažné zdravotní komplikace. Doporučuje se tedy používat ochranné pomůcky, tedy minimálně respirátor s aktivním uhlím nebo jinou vhodně upravenou ochrannou pomůckou chránící před vdechnutím patogenů. Důležité je také použití ochranných rukavic nebo celotělového jednorázového overalu, který zabraňuje kontaktu kůže s patogeny obsaženými v plísních.
Následuje pak vlastní kultivace odběru v mikrobiologické laboratoři a interpretace výsledků, kdy je nutné hodnotit celý kontext situace, tedy dlouhodobý vývoj a lokalizaci napadení, sezónní vlivy, účinnost a četnost sanačních opatření, možnosti řízení mikroklimatu, ekonomické a personální podmínky. Nutná je vzájemná komunikace mezi

odpovědným pracovníkem v daném hodnoceném objektu (správcem, konzervátorem-restaurátorem atd.) a specialistou na mikrobiologickou analýzu.

Determinace plísní Na základě sledovaných viditelných projevů výskytů plísní byly vytipovány plochy pro odběr vzorků za pomoci suchých stěrových sterilních kontejnerů. V případech pozorovatelného mycelia byl stěr prováděn s úmyslem zachytit co nejvíc mycelia na odběrový tampon. V tomto případě byl kladen důraz na zabránění vdechnutí spor a celkovou hygienickou zátěž. V případě nepozorovaného mycelia byla tamponem setřena přibližně plocha 1 dm^2 z požadované plochy. Vzorky byly neprodleně poslány k dalšímu zpracování a vyhodnocení. Vyhodnocení bylo provedeno pracovníky Textilního zkušebního ústavu v Brně. Vzorky byly převedeny do zkumavek za pomoci 5% roztoku NaCl a kultivovány na Petriho miskách s živným médiem (YGC agar) při teplotě 22–26 °C. Pozorován byl růst během sedmi dnů a poté byly vzorky vyhodnoceny. Celkem bylo provedeno 60 odběrů z 5 objektů, od roku 2014 do roku 2016, zejména v období od jara do podzimu. Výsledky průzkumu jsou uvedeny v Tabulkách 1–3.

Rozlišení solných výkvětů od vláknitých hub

Rozlišení solných výkvětu od plísní metabolizující součásti stavebního materiálu je poměrně komplikované vzhledem k podobné morfologii a okolností výskytu. Navíc se mohou projevit neaktivní formy vláknitých hub zachyceny dlouhodobě na povrchu zkoumané plochy, což může vést k mylné intepretaci solného výkvětu za biologicky aktivní formu napadení zdiva.

Vzhledem k tomu, že ale mikrobiologické zkoušky patří mezi ekonomicky i časově náročnější metody, prováděné specializovanými laboratořemi, byly testovány jednoduché postupy základního rozlišení plísní od minerálních produktů, které mohou být užitečné v rámci konzervátorské praxe. Sledovány byly vzorky odebrané z interiérů uvedených objektů. Aplikován byl průzkum za pomoci UV lampy, mikroskopické rozlišení morfologických znaků) a zkouška rozpustnosti. Poznatky při aplikaci těchto metod jsou shrnuty ve výsledcích.

VÝSLEDKY

Determinace plísní V Tab. 1 je uveden přehled vybraných stěrů vzhledem k místu původu materiálu, na kterém se vyskytují a lokalizaci. Tab. 2 popisuje četnost výskytu jednotlivých druhů vláknitých hub. V rámci hodnocených výsledků převažují vyšetřovaná místa z historických budov, odebraná převážně z ploch exponátů a ze stěn interiérů. Tyto prostory vykazují většinou specifické vnitřní klimatické podmínky s vyšší relativní vlhkostí oproti běžným expozicím nebo budovám určeným k deponování předmětů kulturní povahy. Ve výsledcích determinace plísní převažuje druh *Penicillinium sp.* V případě samostatného depozitáře TMB v Brně – Židenicích byly zjištěny plísně druhu *Cheatomimum* (vzorek č. 8). Jejich výskyt je spojen se substrátem, který umožňuje jejich růst, což u nich představuje starší konzervační prostředek zbraní. Důležitým aspektem je jsou rovněž uzavřené podmínky uvedeného depozitáře, s omezenou výměnou i cirkulací vzduchu, které přispívají k růstu plísní.

Pozornost byla dále zaměřena na vyhodnocení účinnosti HEPA filtrů, které jsou součástí vzduchotechnického zařízení depozitáře Moravské galerie v Brně (Tab. 3). V tomto případě nebyly v prostorách depozitáře přímo detekovány projevy plísní, čemuž odpovídaly i negativní výsledky stěrů z rozvodu vzduchotechniky. Pouze u vzniklých kondenzátů na stěně vstupních částí klimatizační jednotky (před filtry) byl potvrzen výskyt mikrobů a plísní.

Tab. 1 Přehled druhové zastoupení vláknitých hub a jejich lokalizace

Vzorek	Popis místa odběru vzorku aktivní plísně	Nalezený druh plísně
1.	Bavlněný polštář (prohlídková trasa, SZ Hluboká)	*Mucor sp. Penicillium sp.*
2.	Kožený kufr (prohlídková trasa, SZ Hluboká)	*Penicillium sp.*
3.	Kniha,papír (prohlídková trasa, SZ Lednice)	*Aspergillus sp*
4.	Omítka – obvodová stěna (prohlídková trasa, SZ Lednice)	*Byssochlamys sp.*
5.	Kniha, papír (prohlídková trasa, SZ Lednice)	*Asprgillus sp. Scopullariopsis sp. Penicillinium sp.*
6.	Dermatoplastický preparát bažanta, peří (prohlídková trasa, SZ Hluboká)	*Mucor sp. Penicillium sp.*
7.	Kožený měch, konzervovaná useň tukovacími prostředky, depozitář TMB)	*Aspergillus sp.*
8.	Puška, kov (depozitář TMB	*Cheatomimum sp. Penicillium sp.*
9.	Papírové tapety na stěně, barvený papír, (prohlídková trasa, SZ Kunštát)	*Penicillium sp.*
10.	Dřevěná truhla (prohlídková trasa, SZ Lednice)	*Penicillium sp*
11.	Papírové tapety na stěně, barvený papír (prohlídková trasa,SZ Lednice)	*Aspergillus sp.*
12.	Zbroj, kov, konzervační prostředky, (SZ Hluboká)	*Penicillium sp. Aspergillus sp.*
13.	Plátno obrazu - rub (prohlídková trasa, SZ Lednice)	*Cladosporium sp. Penicilinium sp. Aspergillus sp.*
14.	Koberec - rub (prohlídková trasa SZ Lednice)	*Scopulariopsis sp.*
15.	Dřevo při krbu (prohlídková trasa, SZ Lednice)	*Byssochlamys sp.*
16.	Omítka po zatečení (prohlídková trasa, SZ Lednice)	*Alternaria sp. Penicilinium sp. Aspergillus sp.*

Tab. 2 Četnost druhového výskytu vláknitých hub ze všech pozorovaných objektů

Druh plísně	Četnost výskytu
Penicillium sp.	**18**
Aspergillus sp.	**9**
Mucor sp.	**4**
Scopullariopsis sp	**1**
Cladosporium sp.	**3**
Byssochlamys sp.	**2**
Alternaria sp.	**2**
Cheatomimum sp.	**2**
Negativní na plísně	**19**

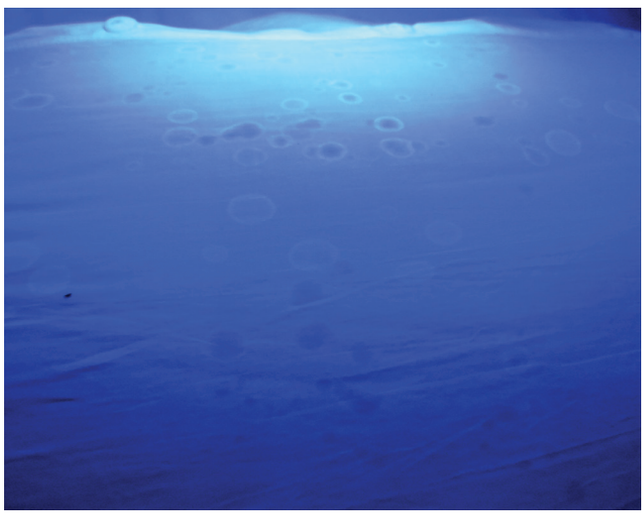
Tab. 3 Vyhodnocení stěrů odebraných z rozvodu VZT s HEPA filtry v depozitáři MG.

Lokalizace odběru	Druh plísně
vstup – stěr z kondenzátu na stěně	Aspergillus sp., Penicillinium sp., Mucor sp., Chaetomium sp.
vstup 1	negativní
vstup 2	negativní
filtr 1	negativní
filtr 2	negativní
výstup 1	negativní
výstup 2	negativní
výstup 3	negativní
výstup 4	negativní

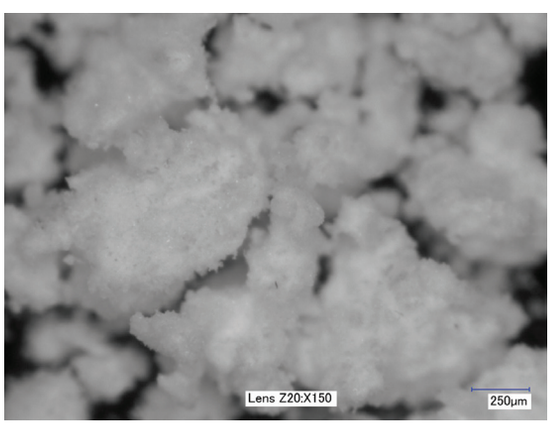
Rozlišení solných výkvětů od vláknitých hub

Detekce výkvětů za pomoci UV záření

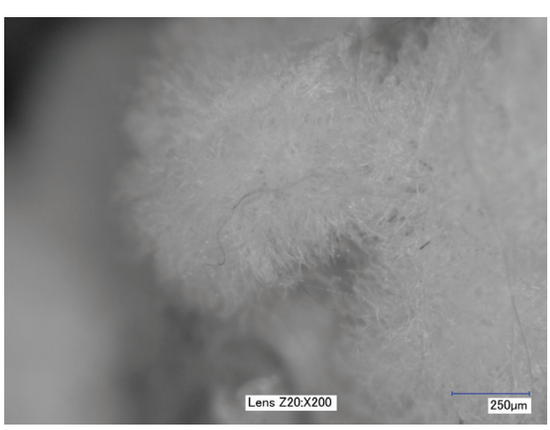
UV záření (250–366 nm) vytváří spolu s některými organickými zásobními látkami, tvořenými vláknitými houbami, fluorescenci. Solné výkvěty jsou tvořeny z anorganických solí, které nefluoreskují. V praxi však velmi slabou fluorescenci je těžké vizuálně detekovat. Je zapotřebí celkového zastínění a pozorování i tak komplikuje pozadí, na kterém je plíseň nebo výkvět pozorován. Velkým problém jsou opticky aktivní látky, které jsou součástí oblečení i některých nátěrových hmot. Navíc metoda nedokáže detekovat všechny druhy vláknitých hub.



Obr. 1 *UV detekce napadení vláknitými houbami SZ Hluboká, polštář (bavlna), vzorek č. 1*



Obr. 2 *Solný výkvět (odebráno ze SZ Hluboká)*



Obr. 3 *Vláknitá houba Aspergillus sp. (odebráno ze SZ Hluboká)*

Morfologické pozorování výkvětů

Vizuálním pozorováním pod mikroskopem lze rozlišit morfologické znaky vláknitých hub od anorganických výkvětů na základě pozorování hyf s typickými rozmnožovacími morfologickými prvky blastospor, chlamydospor, sporangia, atd. (viz Obr. 2–4).

Tyto morfologicky zřejmé prvky, které se snadno dají rozeznat od krystalických aglomerátů solných výkvětů, však nemusí být přítomny vždy. Záleží na druhu vláknité houby a na momentálním stavu růstu mycelia. U druhů vláknitých hub, které jsou zbarveny černě, je velmi pravděpodobné, že nejde o solné výkvěty. Pozorování komplikuje velká křehkost morfologických znaků vláknitých mikroskopických hub. Pro pozorování pod mikroskopem je nutné odebrání vzorku, přičemž často dochází k slepení nebo narušení křehké morfologické soustavy mycelia a znemožnění sledování typických charakteristických morfologických znaků. V laboratorních podmínkách se morfologie pozoruje přímo na substrátu, kde je kultivována.

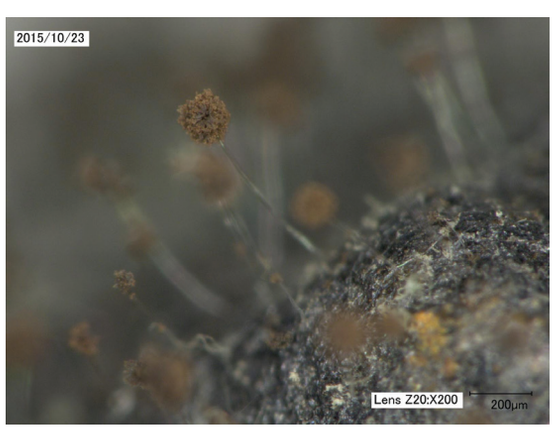
Jednoduchá nekultivační metoda rozlišení solných výkvětů od mycelia vláknitých hub Solné výkvěty (obecně též sanitr nebo také sanytr) jsou produkty reakcí kontaminantů zdiva ve formě chloridů, dusičnanů nebo jiných dobře rozpustných solí (hnojiva, splašky, solení cest atd.). Tyto výkvěty reagují se stavebním materiálem a migrují v důsledku koncentračního spádu nebo kapilárně na povrch zdiva, kde krystalizují. Vzniklý roztok zvyšuje rozpustnost složek stavebního materiálu zejména uhličitanu vápenatého, který může rekrystalizovat na povrchu spolu s chloridy nebo dusičnany. Z tohoto důvodu je test založen na rozpustnosti v slabě kyselém roztoku HCl a nikoliv pouze jen ve vodě:

Odebrání vzorku

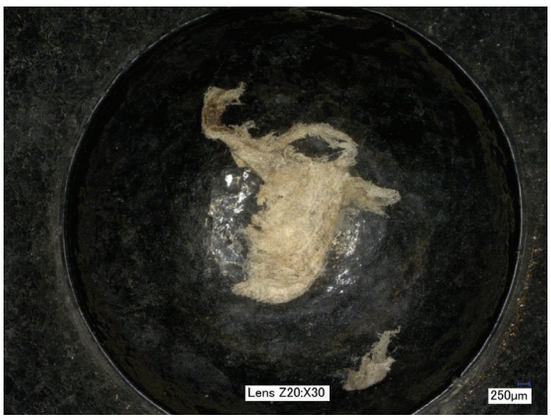
Je pro pozdější možnosti rozeznání zásadní. Odběr by měl obsahovat minimum substrátu, tedy zdiva, nebo jiného materiálu testovaného na přítomnost plísní. Vhodný je odběr ve více krocích, kdy se nejdříve odebere podezřelý povlak nebo chomáčky s podkladem pro pozorování morfologie. V druhém kroku odebereme za pomoci skalpelu nebo pinzety pouze část mycelia nebo aglomerátů solí, které jsou nad substrátem. V případě přítomnosti substrátu, tedy zdiva dochází k podobným projevům reakce jako u solných výkvětů. Tuto druhou sadu vzorků podrobíme testu rozpustnosti. Při odběru plísní je nutné dodržovat hygienická opatření (viz odstavec k bezpečnosti práce).

Provedení testu rozpustnosti

Pro pozorování je vhodný stereomikroskop, kvůli detailní možnosti sledování jednotlivých složek vzorku. Únik plynného oxidu uhličitého, nebo rozpuštění vzorku je pozorovatelné i bez zvětšení, může se však jednat o vzorek plísně s částečkami zdiva nebo omítky, které uvolňují oxid uhličitý nebo jsou rozpustné. Je vhodné pozorovat konkrétní vlákna hub nebo krystaly, připomínající tyto vlákna, a sledovat původ unikajícího plynu vedle samotného rozpouštění složek vzorku. Po odebrání vzorek přeneseme na kapací destičku. Za pozorování se přikápne 0,1–1% roztok kyseliny chlorovodíkové. Reakce solných výkvětů s kyselinou chlorovodíkovou je charakteristická bouřlivým, dobře pozorovatelným průběhem, viditelným na uvedené fotodokumentaci, Obr. 5–10.



Obr. 4 *Detail na typickou morfologickou stavbu vláknité houby (Aspergillus niger), kultivováno v MCK TMB*

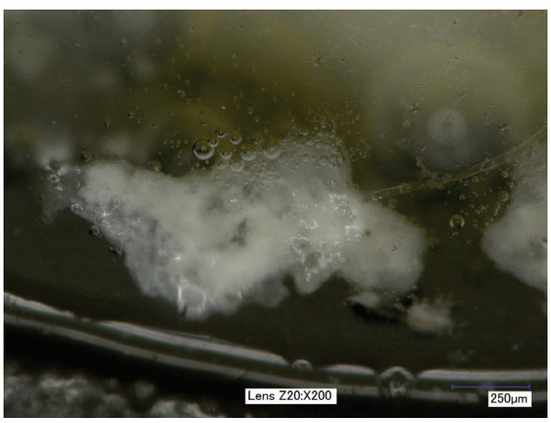


Obr. 5 *Vzorek vláknité houby před zakápnutím HCl*

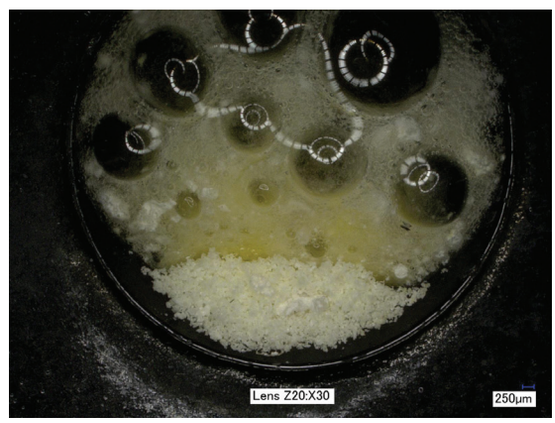
Obr. 6 *Vzorek vláknité houby po zakápnutí HCl*

Obr. 7 *Vzorek solných výkvětů před zakápnutím HCl*

Obr. 8 *Vzorek solných výkvětů po zakápnutím HCl*



Obr. 9 *Zdivo s reakcí s HCl (stejná reakce jako u sintru)*



Obr. 10 *Reakce nezvykle žlutého solného výkvětu s HCl*

ZÁVĚR

Při hodnocení mikrobiologického zatížení prostředí, je nutné počítat s tím, že kultivace, zejména z důvodu problematické manipulace se vzorkem, nedokáže stoprocentně potvrdit nebo vyvrátit přítomnost vláknitých hub. Je tedy nezbytná znalost místních mikroklimatických poměrů a pravidelná smyslová kontrola vytipovaných problematických míst. Při odběrech bylo uskutečněno několik stěrů mycelia z předmětů, u kterých po kultivaci vyšel negativní výsledek, vysvětlujeme si to nedodržením přepravních nebo skladovacích podmínek. Tedy odebraná plíseň zahynula, přičemž vzorek neobsahoval spory, které by se podařilo kultivací oživit. Při biologickém napadení kovových povrchů, se nejspíše jedná o napadení konzervačního prostředku kontaminovaného použitým textilním prostředkem při aplikaci na předmět. Při zhodnocení účinnosti HEPA filtrů vzduchotechnického zařízení nebyla kultivována žádná plíseň, což odpovídá dlouhodobým pozorováním pracovníků MG. Vlastnosti jednotlivých druhů plísní jsou velice podobné vzhledem k jejich účinkům na materiály nebo vzhledem k možnostem jejich sanace. Navíc z průzkumu vyplývá, že drtivou většinu druhů plísní vyskytujících se na pozorovaných objektech tvoří druh *Penicillinium sp*. V rámci celkového projektu byl dále sledován široký kontext preventivní konzervace a jednotlivých vlivů prostředí na mechanismy poškozování předmětů (tj. mikroklimatické podmínky, stavební charakteristiky, režim využívání a zacházení s předměty atd.). Z praxe vyplývá potřeba určit jednoduchou (nekultivační) metodou, zda se jedná o plíseň nebo o anorganický solný výkvět. Z tohoto důvodu byla vytvořena metodika pro její rozlišení na základě dostupné zkoušky rozpustnosti v zředěné minerální kyselině. Zkouška je založená na dobré rozpustnosti anorganických solných výkvětů za vzniku plynů unikajících prostřednictvím bublinek z roztoku. Těla vláknitých hub na rozdíl od solných výkvětů rozpustná nejsou.

Výskyt vláknitých hub na omítkách v interiérech památkově chráněných budov je častým problémem. Jejich výskyt snižuje bezpečnost návštěvníků i personálu a degraduje hodnotu památky. Včasná detekce snižuje možnosti rozšíření hub po interiéru a je nutná i pro následnou sanaci. Výskyt hub je podmínečně provázán s vyšší relativní vlhkostí prostředí, které může zapříčiňovat i takzvané solné výkvěty, tzv. sanytr. Solné výkvěty jsou obecně rekrystalizační produkty stavebního materiálu iniciované převážně chloridovou nebo dusičnanovou kontaminací. Výskyt solných výkvětů ve spojení s vysokou vlhkostí prostor nebo zdiva často vede k mylné intepretaci výskytu vláknitých hub. Dochází k tomu také kvůli podobné morfologii vláknitých hub s krystalickými produkty sanytru a k častému následnému výskytu plísní na místech výkvětů. Možnost rychlého rozlišení je tedy žádoucí a umožnuje přijetí potřebných preventivních opatření. Výskyt výkvětů také často předchází výskytu plísní, protože pro svůj vznik nepotřebují stabilní prostředí vysoké relativní vlhkosti. Často se jedná o procesy spojené s transportem vody (vzlínáním) skrze stavební materiály, což se nemusí projevit sledováním hodnot relativní vlhkosti v interiérech. Detekce výkvětu a jejich rozlišení může také napomoct k intepretaci zdrojů vody a vysoké relativní vlhkosti v kontrolovaných památkových budovách.

Výsledky byly zpracovány v rámci projektu Metodika uchovávaní předmětů kulturní povahy - optimalizace podmínek s cílem dosažení dlouhodobé udržitelnosti, DF13P01OVV016, který byl podpořen v rámci programu NAKI Ministerstva kultury ČR.

PODĚKOVÁNÍ

Zkušebnímu textilnímu ústavu v Brně, jmenovitě Mgr. Haně Poláškové, Mgr. Lence Švarcové, pracovníkům Národního památkového ústavu, pracovníkům Moravské galerie v Brně a všem kolegům z projektu DF 13PO1OVV016 za spolupráci a pomoc.

LITERATURA

- PINNIGER, D. *Intergrated Pest Managment in Cultural Heratige*. London: Archetype Books, 2015. ISBN 978-1909492226
- PINNIGER, D. *Pest Management in Museums, Archives and Historic Houses,* London: Archetype Publications Ltd., Reprinted, 2004. ISBN 1873132867
- DAWSON, J. *Solving Museum Insect Problems - Chemical Control*. Technical Bulletin 15. Ottawa: Canadian Conservation Institute, 1992. ISBN 0-662-28311-2
- ĎUROVIČ, M. – PAULUSOVÁ, H. – BACÍLKOVÁ, B. – KREJČÍ, A. – NEUVIRT, J. – ZELINGER, J.: Vliv světla a ultrafialového záření na archivní dokumenty. *Závěrečná zpráva grantového projektu MV ČR*. Praha: Národní archiv, 2000.
- ĎUROVIČ, M. *Restaurování a konzervování archiválií a knih*. Praha: Paseka, 2002. *ISBN* 8071853836
- CHILD, R. The influence of the museum environment in controlling insect pests. In: *Climate for Collections - Standards and uncertainties*. Edd. ASHLEY–SMITH, J. – BURMESTER, A. – EIBEL, M. Munich: Aarchetype Publications Ltd in association with Doerner Institute, 2013. ISBN 978-1909492004
- KOPECKÁ, I. a kol. *Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené*. Praha: Státní ústav památkové péče, 2002. ISBN 80-86234-28-2
- KOPECKÁ, I. – DVOŘÁK, M. Nároky na muzejní úložné prostory z hlediska stability různých materiálů, In: *Zprávy památkové péče*. Roč. 55, č. 8. Praha: Národní památkový ústav, 1995. s. 1 - 16. ISSN 1210-5538
- HRUBANOVÁ, M. – POLÁŠKOVÁ, H. – NASADIL, P. *„Tradiční lidový oděv na Moravě - identifikace, analýza, konzervace a trvale udržitelný stav sbírkového materiálu z let 1850 – 1950“ (DF11P01OVV017), certifikovaná* metodika *Postup identifikace mikrobiologické kontaminace prostředí.* 2015