

Biologické napadení kamene soch a reliéfů v Novém lese u Kuksu a možnosti jeho potlačení

Josef HALDA, Petr KOTLÍK, Zdeněk ŠTAFEN

ANOTACE: Článek shrnuje hlavní příčiny degradace kamene vlivem živých organismů a zásady jejího omezení. Na příkladu soch v Novém lese u Kuksu ukazuje, jak je možno vliv živých organismů na kamenné objekty nevhodnými zásahy podpořit a naopak jakými opatřeními jej lze omezit. Jsou rovněž uvedeny vstupní informace o zkušební aplikaci nanodisperze stříbra jako biocidního prostředku pro kámen.

Kamenné sochy a reliéfy v Novém lese u Kuksu

Sochařská díla M. B. Brauna v Novém lese nad obcí Žířeč nedaleko Kuksu vznikla v první polovině 18. století na panství Choustníkovo hradiště patřícím F. A. Šporkovi. V roce 2000 byl tento komplex sochařských děl zařazen organizací World Monument Fund mezi 100 nejohroženějších památek světa (mimo jiné velkou zásluhou Moniky Abbot, české malířky žijící v USA),¹ od roku 2001 patří mezi národní kulturní památky (tento status získal areál o 6 let později než Hospital v Kuksu).

Pískovcové sochy a reliéfy byly vytvořeny z kamenných bloků vystupujících nad terén na severně skloněném svahu směřujícím do údolí Labe. Erozí a později i těžbou zde byly obnaženy středně až hrubě zrnité, silicifikované („křemičité“) pískovce perucko-korycanského souvrství (cenomanu), které jsou nejstarším sedimentárním komplexem české křídové pánve. Skalní masiv Betlému a přilehlých lomů náleží korycanským vrstvám, dříve označovaným jako mořský cenoman. Komplex těchto pískovců dosahuje mocnosti až 30 m, vlivem erozní činnosti je však zpravidla tato hodnota snížena na 10–15 m.

Svah je dlouhodobě zalesněn – v současnosti z části hospodářsky využívaným lesem, z části náletovou zelení. Většina kamenných bloků, z nichž jsou jednotlivé objekty vytvořeny, je spojena s podložím (tzv. rostlá skála). Samotný pískovec patří k velice odolným druhům s minimálním obsahem uhličitánů či jílovitých složek, jak, na rozdíl od práce Rumlové a Šrámkové,² bylo zjištěno při rozsáhlém průzkumu, jehož výsledky jsou shrnuty v knize.³ Znovu to potvrdil i současný průzkum, neboť mikroskopické vyhodnocení výbrusů vzorků odebraných v roce 2011 prokázalo naprostý deficit uhličitánu vápenatého (CaCO₃) v jakémkoliv jeho podobě i absenci jílových složek.

Jednotlivé pískovcové objekty byly v minulosti opakovaně čištěny a podle dostupných restaurátorských zpráv a archivních údajů byly rovněž místně ošetřovány různými organickými



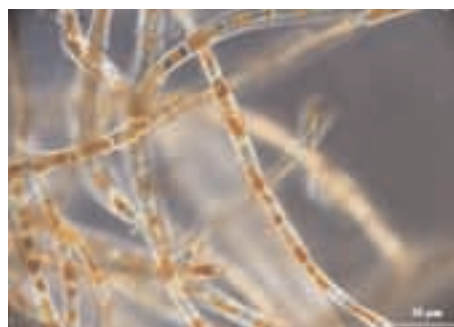
1a



1b



2a



2b

i anorganickými látkami (viz dále). Socha Onufria je od roku 1985 dlouhodobě chráněna přístřeškem a také nad centrálními reliéfy (Klaněná pastýřů, Přijezd tří králů a Vidění sv. Huberta) byl koncem 90. let na několik roků (viz dále) instalován dočasný přístřešek.

Prakticky všechny práce zabývající se stavem uvedených sochařských děl konstatují, že hlavní příčinou jejich poškozování a stavu, který rozhodně není možné označit jako „stabilizovaný“, je voda a s ní související porost různých typů organismů – řas, mikroskopických hub, lišejníků, mechů apod., které v různém rozsahu jednotlivé objekty pokrývají. V minulosti byly tyto organismy s určitou pravidelností odstraňovány, kámen byl čištěn a často i ošetřován dobovými prostředky a postupy, jak bude uvedeno dále. Úspěšnost těchto zásahů však, pokud byla, byla krátkodobá a vyžadovala časté opakování. Pokusme se shrnout, jaké jsou možné příčiny napadení kamene v Novém lese (a silikátových materiálů umístěných

Obr. 1a. Mikrosnímek sinic vyskytujících se na kameni soch v Novém lese, kokální sinice. (Foto: Josef Halda, XXXX)

Obr. 1b. Mikrosnímek sinic vyskytujících se na kameni soch v Novém lese, vláknité sinice. (Foto: Josef Halda, XXXX)

Obr. 2a. Vláknitá řasa *Trentepohlia aurea* z povrchu kamene v Novém lese. (Foto: Josef Halda, XXXX)

Obr. 2b. Vláknitá řasa *Trentepohlia aurea* z povrchu kamene v Novém lese – mikrosnímek vláken. (Foto: Josef Halda, XXXX)

■ Poznámky

1 ABBOT, Monika. Krátký popis navázání kontaktu a spolupráce s WMF. *Zpravodaj STOP*. 2000, roč. 2, č. 3, s. 5–6. ISSN 1212-4168.

2 RUMLOVÁ, Mariana; ŠRÁMEK, Jiří. Porušování sochařských děl M. B. Brauna v Novém lese u Žírče lišejníky. *Památky a příroda*. 1987, č. 12, s. 148–152. Bez ISSN.

3 KAŠE, Jiří; KOTLÍK, Petr. *Braunův Betlém*. Praha: Paseka, 1999. ISBN 80-7185-233-3.

v přírodních podmínkách obecně živými organismy a shrnout možnosti omezení jejich existence na kameni.

Příčiny biodegradace kamene

Objekty vystavené vnějšímu prostředí jsou v závislosti na okolních podmínkách postupně, avšak relativně brzy kolonizovány řadou organismů, které se v různé míře mohou podílet na degradaci „substrátu“ – tedy materiálů objektu. Samozřejmě ani památky (budovy, pomníky, náhrobky atd.) nejsou výjimkou.

Je všeobecně známým faktem, potvrzovaným opakovaně praktickým pozorováním, že biologický růst je velice úzce vázán především na teplotu a vlhkost vzduchu, dlouhodobou vlhkost „substrátu“, světelné podmínky, chemické složení podkladu a jeho fyzikální strukturu a chemické a biologické „znečištění“ prostředí. Množství a pestrost faktorů, které ovlivňují biokolonizaci, jsou velice široké, takže prakticky není možné je jednoduchým způsobem shrnout a zevšeobecnit. Přesto jsou některé základní poznatky platné pro dosti široké spektrum případů.

Prvním krokem biokolonizace bývá vznik tzv. „biofilmu“. Je tvořen extracelulárními polymerními látkami (substancemi, v angličtině EPS), vylučovanými mikroorganismy – nejvíce bakteriemi, řasami a mikroskopickými houbami.⁴ Přes mikroskopickou velikost některých těchto organismů (např. bakterií a řas) je i v případě jejich přítomnosti možno zaznamenat viditelné projevy jejich působení – znečištění, změnu zabarvení (patina?) apod. Praxe ukazuje, že velice často je takto napadenému materiálu, např. kameni, věnována pozornost právě na základě uvedených viditelných projevů biodegradace. Někdy však může být již probíhající proces „neviditelný“ – bez okem patrných projevů organismů vegetujících pod povrchem (tyto tzv. endolitické organismy významně působí především na bazické substráty typu vápence a mramoru, v případě kyselých substrátů typu pískovce či žuly tak významné nejsou), v pórech, prasklinách apod. nebo organismů bez výrazné pigmentace, bez barevných metabolitů atd.⁵

Biofilm je prakticky všudypřítomný, objevuje se na většině povrchů vystavených exteriérovým podmínkám. Plní několik funkcí důležitých pro existenci zmíněných mikroorganismů. Slouží mimo jiné k jejich uchycení na povrchu materiálů, podporuje zachytávání látek sloužících jim jako živiny pro růst buněk a chrání je proti vysychání (před dehydratací). V důsledku chemického složení má totiž značnou schopnost zadržovat vodu. Může sloužit (konkrétně přítomné odumřelé buňky) i jako zdroj živin dalším organismům. Do určité míry ztěžuje chemickou likvidaci přítomných mikroorganismů, protože biocidní látky k nim musí pronik-



3

nout právě vrstvou biofilmu. Z toho plyne i jeden z důležitých požadavků na účinný biocid – schopnost penetrace biofilmem k organismům, které má hubit (obr. 1a, 1b).⁶

V případě řas se obecně předpokládá, že přímé nebezpečí pro korozi kamene je malé, ale vznik biofilmu, na němž se velkou měrou podílejí, připravuje podmínky pro nástup dalších organismů se složitější stavbou, které kameni již prokazatelně škodí (obr. 3).⁷

Některé druhy řas jsou však výrazně barevné (např. oranžová řasa *Trentepohlia aurea*) a jejich přítomnost na povrchu kamene je velice nápadná (obr. 2a, 2b).

Mezi nejobávanější organismy, považované obecně za nebezpečné, patří především bazoofilní lišejníky (preferující zásadité prostředí). Druhá diverzita lišejníků v našich podmínkách je na bazických substrátech (mezi něž patří z přírodních materiálů především vápence a mramory) podstatně vyšší než na horninách kyselých. Charakteristickou vlastností lišejníků obecně je neschopnost stélky poutat delší dobu srážkovou vodu. Proto jsou schopny kolonizovat anorganické povrchy s minimem organické hmoty. Přítomnost biofilmu výskyt některých lišejníků podporuje. Jejich nebezpečí spočívá především v produkci organických jednoduchých (šťavelová) i komplexně působících kyselin (tzv. lišejníkové kyseliny schopné vázat některé prvky do ve vodě rozpustných komplexů). Existenci uvedených organických kyselin dokládá např. přítomnost šťavelanu vápenatého a dalších solí organických kyselin na kameni porostlém lišejníky.⁸

Vedle lišejníků se na poškozování kamene mohou podílet i mikroskopické houby. Jejich vlákna se projevují barevnými skvrnami. Produkují různá barviva – nejčastěji černý melanin.⁹ Nebezpečně chemicky působí kyselými a komplexotvornými (chelatačními) látkami, které produkují.¹⁰ Dalším negativním faktorem jsou objemově změny houbových vláken

Obr. 3. Příklad záznamu výskytu některých druhů organismů na kameni centrálního reliéfu v Novém lese. *Gyalectajenensis* (oranžové plochy); *Bilimbiasabuletorum* (zeleno-šedé plochy); *Leprariamembranacea* (červené plochy). (Foto: Josef Halda, XXXX)

■ Poznámky

4 WASSERBAUER, Richard. *Biologické znehodnocení staveb*. Praha : ABF, a. s., 2000. ISBN 80-86165-30-2; PINNA, Daniela; SALVADORI, Ornella. *Process of Biodeterioration: General Mechanism*. In Kol. aut. *Plant Biology for Cultural Heritage*. Los Angeles : GCI, 2008. ISBN 978-0-89236-939-3.

5 SALVADORI, Ornella; CHAROLA, A. Elena. *Methods to present biocolonization and recolonization: An overview of current research for architectural and archaeological heritage. Bicolonization of Stone: Control and preventive methods. Proceedings from the MCI workshop series*. Washington : Smithsonian Institution, 2011, s. 37–50. ISSN 1949-2367.

6 SALVADORI, O.; CHAROLA, A. E., cit. v pozn. 5.

7 Tamtéž; CALVO, Ortega; JULIO, José; ARINO, Xavier; HERNÁNDEZ-MARINE, Mariona; SAIZ-JIMENEZ, Cesareo. *Factors effecting the weathering and colonization of monuments by phototrophic microorganisms. The Science of the Total Environment*. 1995, č. 167, s. 329–341. ISSN?

8 JORGE, Villar S. E.; EDWARDS, Howell G. M.; SEAWARD, Mark R. D. *Lichen biodeterioration of ecclesiastical monuments in northern Spain. Spectrochimica Acta*. 2004, part A 60, s. 1229–1237. ISSN?; BOOM VAN DER, Pieter P. G.; APTROOT, André; HERK VAN, C. R. M. *The lichens flora of megalithic monuments in the Netherland. Nova Hedwigia*. 1996, roč. 62, č. 91. ISSN?; SEAWARD, Mark R. D. *Lichen Damage to Ancient Monuments: A Case Study. Lichanologist*. 1998, roč. 20, č. 291. ISSN?

9 DIAKUMAKU, Eugenia; GORBUSHINA, Anna; KRUMBEIN, Wolfgang F.; PANINA, Ludmila; SOUKHARJEVSKI, Stanislas. *Black fungi in marble and limestone – an aesthetic, chemical and physical problems for the conservation of monuments. The Science of the Total Environment*. 1995, č. 167, s. 295–304. ISSN?

pronikajících do struktury kamene, spojené s kolísáním obsahu vody v závislosti na změnách teploty.¹¹ Pro jejich existenci, na rozdíl od lišejníků, je nutný určitý obsah organické hmoty, již využívají jako zdroj živin (na rozdíl od lišejníků nejsou autotrofní). Je zřejmé, že existence biofilmu je i z tohoto důvodu velmi důležitá.

Na poškozování kamenného substrátu se podílejí i mechrosty, i když jejich nebezpečí pro kámen je považováno za menší. Napadají horniny chemicky – produkovanými kyselinami, mají velkou schopnost zadržovat vodu a předpokládá se i možnost mechanického poškození prorůstáním přichytných vláken (rhizoidů) porézním systémem substrátu.¹²

Možnosti ochrany kamene proti biodegradaci

Aby ochrana kamenných objektů (platí to i pro další materiály a objekty – nejen památkové) proti přítomnosti živých organismů a jejich destrukčním účinkům byla účinná, musí být komplexní. Měla by zahrnovat především opatření zhoršující podmínky usídlení a existence všech forem živých organismů, které mohou přímo či nepřímo kámen poškozovat nebo k jeho poškození přispívat. V případě, že tato opatření mají příliš pomalý nebo nedostatečný účinek nebo je nelze provádět v dostatečné míře a s potřebnou systematickostí, obvykle přistupujeme i k přímému, „akutnímu“ hubení jednotlivých skupin přítomných organismů. Zásahy z obou uvedených oblastí mají (nebo by měly mít) i preventivní účinek.

Je důležité si uvědomit, že na výskyt a rozšíření živých organismů na kameni mají vliv prakticky všechny zásahy, kterým je kámen v průběhu své existence vystavován. Jak mechanické opracování povrchu, tak postupy a prostředky pro čištění, doplňky (tmely) i povrchovou úpravu (barevné retuše, hydrofobizace) mohou pozitivně, ale bohužel i negativně ovlivnit rozsah biodegradace materiálu. Rychlost rekolonizace kamenných objektů po provedeném restaurátorském či konzervátorském zásahu je někdy překvapující. V některých případech restaurátorský zásah způsobí další kolonizaci dosud nepřítomnými druhy – např. použitím tmele s obsahem vápna na kyselém substrátu zvýšíme druhovou diverzitu o bazofilní druhy, které dosud neměly pro kolonizaci podmínky.

Ochrana úpravou prostředí (okolních podmínek)

Z výše uvedeného je zřejmé, že pro optimální existenci a růst potřebují živé organismy dostatek živin a vody (vlhkosti), autotrofní organismy zpravidla i dostatek světla, heterotrofní dostatek dostupných organických látek. Chceme-li tedy „ztížit“ podmínky pro existenci živých organismů úpravou okolního prostředí,

musíme se pokusit některý z uvedených faktorů změnit tak, aby byl pro živé organismy méně příznivý či zcela nepříznivý.

Omezení množství dostupných živin

Do této skupiny opatření patří hlavně pravidelná údržba, především u objektů v blízkosti stromů a keřů (v lesích, parcích, zahradách apod.). Spadané listy, jehličí, zbytky květů či plodů, drobné úlomky větviček, kůry atd. mohou být významnou zásobárnou organické hmoty, a tedy snadno dostupným zdrojem potřebných živin. Patří sem i uvážlivé používání postupů a materiálů (organických i anorganických) při restaurátorských a konzervačních zásazích. Některé z nich mohou být rovněž zdrojem živin využitelných bakteriemi, řasami, lišejníky atd. pro jejich růst nebo mohou vytvářet jinak vhodné prostředí pro jejich existenci.

Omezení množství vlhkosti (vody)

Zásahy omezující množství vody pronikající do materiálu jsou zásadní, avšak v řadě případů jen komplikovaně proveditelné. Velice obtížné je omezování kondenzační vlhkosti – souvisí především s aktuálními teplotními podmínkami a prouděním vzduchu v bezprostředním okolí objektu. Výrazně pozitivním opatřením omezujícím riziko kondenzace vody na povrchu objektu může být zajištění ventilace okolí objektů. To opět platí především pro lesní a parkové lokality, ale určité problémy s kondenzační vlhkostí se mohou objevovat např. i u objektů umístěných v blízkosti velkých staveb, jež omezují proudění vzduchu v blízkosti daného objektu nebo stíní daný objekt. Někdy se objevuje vyšší množství kondenzační vlhkosti pouze na určité části stavby – zpravidla na její severní nebo severovýchodní stěně, zvláště v prostředí s dlouhodobě vyšší vzdušnou vlhkostí (např. lesní či lesoparkové lokality, údolí se stojatou či tekoucí vodní plochou apod.).

Ochrana před vzlínající vlhkostí je zpravidla možná (s určitými omezeními) u stavebních objektů, často je však velice obtížné řešitelná u objektů vytvořených z tzv. rostlé skály (pevně spojené s podložím). Přesto i v těchto případech je třeba hledat možná řešení odvádějící srážkovou a podpovrchovou vodu co nejdál od chráněného objektu a tak omezující dotaci porézního systému vlhkostí. Možným řešením jsou správně umístěné drenáže, odvodňovací kanály, záchytné jímký apod.

Konečně ochrana před srážkovou vodou bývá řešena vhodným trvalým či sezónním zastřešením. Tyto ochranné přístřešky však musí splňovat určité základní požadavky, aby jejich funkce byla správná.¹³

Vhodně navržený a provedený přístřešek může ovlivnit rovněž množství nebo spektrální

složení světla a tím podpořit ochranný účinek.

Další možností omezení množství srážkové (ale i odstříkující) vody v porézním systému materiálu objektu je hydrofobní úprava jeho povrchu. Ani v tomto případě však není vhodné postupovat bez předchozího průzkumu stavu a bez dostatečných technologických znalostí o možných důsledcích tohoto zásahu. V opačném případě může mít hydrofobizace negativní účinek na stav kamene.

Chemická biocidní ochrana

Pro biocidní ochranu povrchů (akutní i preventivní) je možno využít biocidní účinky řady anorganických i organických látek. Z anorganických sloučenin jsou účinné např. chlornany – sodný nebo vápenatý. Bohužel, konečným produktem jejich rozkladu jsou chloridové aniony, které mohou podporovat poškozování ošetřených objektů. Fungicidní účinky mají i anorganické sloučeniny šestimocného chromu (v současné době je používání těchto sloučenin zakázané) a sloučeniny boru.

Mezi anorganické látky s biocidními účinky patří rovněž některé kovy – měď, zinek, olovo, stříbro, zlato nebo oxidy kovů (TiO₂).¹⁴ V případě obecných kovů – mědi, zinku nebo olova – byly zkoumány možnosti použití plechů či sítí z těchto kovů, kryjících horní část objektu. Dešťová voda z nich uvolňuje kov v podobě kationtů a splavuje jej na spodní části chráněného objektu. Výhodou je dlouhodobý účinek takové

■ Poznámky

10 SALVADORI, O.; CHAROLA, A. E., cit. v pozn. 5; STERFLINGER, Katja. Fungi: Their role in deterioration of cultural heritage. *Fungal Biology Reviews*. 2010, č. 24, s. 47–55. ISSN?

11 PLÁŠKOVÁ, Petra. *Biokoroze anorganických materiálů*. Zlín, 2008. Počet stran? Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Tomáše Bati, Ústav inženýrství ochrany životního prostředí, DD-MM-RRRR.

12 SALVADORI, O.; CHAROLA, A. E., cit. v pozn. 5; KOTLÍK, Petr. Vliv živých organismů na korozi kamene. In Kol. aut. *Sborník Vysoké školy chemicko-technologické v Praze*. Praha: VŠCHT, řada S10, s. 179–189. ISBN?

13 KOTLÍK, Petr. Ochranné zastřešení památek. In Kol. aut. *Seminář Ochranné přístřešky v památkové péči*. Praha: STOP, 1998. ISBN? S. 5–9; SUCHOMEL, Miloš. Několik poznámek k ochranným zastřešením kamenosochařských děl v exteriéru. In Kol. aut. *Ochrana přístřešků v památkové péči*. Praha: STOP, 1998. ISBN? S. 10–11.

14 MAGADÁN, L. Marcello; KORTH, M. A. Gisela; CEDROLA, L. Marcela; CHAROLA, A. Elena; POZZOBON, L. José. *Case study: Biocontrol Testing at the San Ignacio Miní Jesuit-Guaraní Mission, Misiones, Argentina. Bicolonization of Stone: Control and preventive methods*. Kol. aut. Proceedings from the MCI workshop series. Washington: Smithsonian Institution, 2011, s. 91–98. ISSN 1949-2367.

ochrany bez nutnosti obnovy zdroje kovových iontů. Nevýhodou je však nebezpečí nekontrolované kontaminace okolního prostředí kovovými kationty, nebezpečí vzniku barevných skvrn korozních produktů některých kovů na povrchu chráněného objektu a značná závislost účinnosti na množství dešťových srážek v lokalitě. Určitým rizikem v našich podmínkách může být i nebezpečí zcizení kovu.

Variantou tohoto postupu je příměs kovových sítí, prutů, drátků či podobných částíček do spárové malty, malty kryjící korunu zdiva apod. Některé z dříve uvedených nevýhod však tato varianta neodstraňuje.

Další variantou použití kovů s biocidním účinkem jsou kapsle, které umožňují postupné uvolňování kovových kationtů (obdobu postupného uvolňování léků v těle pacienta). Tato řešení se v současnosti zkoumají a ověřují se možnosti jejich praktického využití.

V poslední době jsou studovány i možnosti použití koloidních roztoků nebo disperzí kovových částic s velmi malými rozměry (nanodisperzí). V tomto případě lze uvažovat i o použití ušlechtilých kovů (stříbra, resp. zlata), protože množství použitého kovu je podstatně menší než v případě plechů, sítí apod. Výhodou uvedených systémů je tedy malá spotřeba kovů a dále možnost jednoduché povrchové aplikace. Lze předpokládat i jejich relativně dlouhodobý účinek. Pro dosažení dostatečné účinnosti je třeba zvolit vhodnou koncentraci částic, účinnost bude zcela jistě záviset i na jejich velikosti. Rovněž tato skupina biocidů je v současnosti předmětem intenzivního výzkumu.

Přídavek oxidu titaničitého TiO_2 má rovněž biocidní účinek. Jsou-li jeho částice dostatečně malé (v řádu jednotek či desítek nm), projevují fotoaktivní účinky. Po ozáření UV zářením jsou schopny vyvolat oxidaci přítomných organických látek (nečistot, ale i řas apod.) a tím znemožnit další existenci živých organismů.

Podobně aktivní jsou i ftalocyaninové sloučeniny; na světle produkují volné radikály, které ničí okolní buňky. Jsou však barevné, což znemožňuje jejich širší použití.

Spektrum organických látek sloužících jako biocidy je velmi široké, zahrnuje řadu sloučenin lišících se účinností i délkou účinku. Mezi často používané sloučeniny patří kvarterní amoniové soli (např. Ajatin – dimethyldodecylbenzylamonium bromid, patří sem i známý Preventol R50, kde je aktivní látkou dimethylalkyl /C12-C18/ benzylamonium chlorid) a sloučeniny obsahující organicky vázaný chlor. Používají se i deriváty močoviny (karbamáty), které blokují fotosyntetický proces, a samozřejmě skupinou jsou organické sloučeniny obsahující cín (sem patřily dříve používané prostředky obsahující bis (tributylcín) oxid – TBTO,

z komerčních prostředků např. některé druhy Lastanoxů.¹⁵ Nevýhodou organických biocidů je relativně krátká životnost a nebezpečí, že rozkladné produkty některých z nich mohou následně sloužit i jako zdroj živin.

Faktory ovlivňující výskyt živých organismů na kameni soch v Novém lese
Klimatické podmínky

Nový les u Kuksu patří mezi místa s vyšším množstvím srážek. Podle přehledu¹⁶ publikovaného v roce 1999 byly dlouhodobé průměrné měsíční srážkové úhrny v této lokalitě v měsících květnu až srpnu mezi 70 a 90 mm, tedy mezi 70 až 90 litry vody na 1 m². V ostatních měsících byly zjištěny nižší hodnoty, pohybující se pod 60 mm. Severně orientovaný svah je navíc velice málo osvětlován přímým sluncem. Pouze ve vrcholném létě slunce v pozdních odpoledních hodinách přímo osvětluje některé kamenné objekty (v současnosti např. partie kolem Garinovy jeskyně). To výrazně omezuje přímý ohřev kamene sluncem podporující jeho vysychání.

Stejný literární zdroj¹⁷ dokládá korelaci mezi množstvím vody v prameni vytékajícím z jeskyně u centrálního reliéfu a množstvím srážek v regionu. Zdá se tedy zřejmě přímá souvislost mezi množstvím srážek v uvedené lokalitě a množstvím vody, která je „k dispozici“ v půdě a představuje hlavní zdroj vlhkosti vztlínající do pískovcových bloků. V archivních pramenech bylo opakovaně konstatováno, že stav centrálního reliéfu, pokud jde o výskyt vegetace, je podstatně horší než stav vedlejšího reliéfu Vidění sv. Huberta, případně dalších soch, které mají s půdou menší kontaktní plochu.¹⁸

Průměrné měsíční teploty lokality jsou podle očekávání nejvyšší v letních měsících, v období duben až září se pohybují mezi 9 a 17 °C.¹⁹

Souvislé zalesnění lokality vzrostlými stromy výrazně ztěžuje její ventilaci. Dlouhodobá měření shrnutá ve zprávě²⁰ ukazují velice časté situace, kdy relativní vlhkost vzduchu v okolí centrálního reliéfu byla 100 %, a tedy teplota vzduchu, tím spíše teplota povrchu kamene, byla rovna nebo velice blízká teplotě rosného bodu. Její průměrná hodnota se v období od 1. 7. 2000 do 19. 1. 2002 pohybovala v rozmezí od cca -5 do cca +15 °C s maximy v letních měsících, kdy výjimečně dosahovala i hodnot +20 °C.²¹ Za této situace snadno dochází ke kondenzaci vodní páry na povrchu kamene, čímž je podporováno jeho zavlhčení. Teplota povrchu kamene je snižována již přítomnou vlhkostí a výše zmíněný nedostatek oslunění povrchu kamenných objektů tento fakt dále podporuje.

Jednou z možných variant ochrany kamenných objektů je jejich zastřešení. Koncem roku 1998 byl nad centrální částí areálu (nad obě-

ma hlavními reliéfy) zbudován přístřešek, jehož účelem bylo posoudit jeho vliv na stav chráněného kamene (na vlhkost, biologické napadení apod.) a porovnat mikroklimatické podmínky pod přístřeškem s podmínkami mimo něj. V následujících letech (od září 1999 do ledna 2002) byl stav kamene (teplota a vlhkost povrchu) monitorován a zároveň bylo sledováno zastoupení živých porostů na povrchu kamene tohoto díla.²² Výsledky ukázaly, že výraznější vliv na vlhkost kamene (sledovány byly povrchové vrstvy) než voda srážková má voda vztlínající z půdy. Dokládá to zpravidla vyšší vlhkost míst při spodní části bloků a celkově vyšší vlhkost kamene centrálního reliéfu v porovnání s kamenem Onufria nebo Garina, které byly rovněž sledovány. Navíc konstrukce přístřešku do určité míry omezovala větrání prostoru v okolí horní části kamenného bloku s reliéfem Příjezd tří králů. Po roce pozorování (koncem roku 2000) bylo konstatováno, že se zastřešení pozitivně projevilo (díky omezení srážkové vody a přístupu světla, především v horních částech kamenných bloků) na existenci živých organismů. Bylo konstatováno, že je dobře patrné odumírání mechorostů a cévnatých rostlin v horní části reliéfu (ve spodní části však vytrvávaly dále). Zdál se být prokazatelný i určitý kvantitativní úbytek řas v horní části reliéfu. Odumřelé mechorosty buď samy odpadaly, nebo je bylo možné snadno mechanicky odstranit. Pouze jediný druh (*Fissidens pusillus*) – typický obyvatel zastíněných pískovcových skal – získal odumíráním ostatních druhů prostor (jakousi niku) a začal se šířit. Uvolněné prostory po odumřelých mechorostech ve střední části reliéfu osidlovaly některé druhy lišejníků (i stélkové šupiny lupeňitých druhů rodu *Cladonia*). Tento jev souvisel s poměrně nízkou schopností konkurence lišejníků (dlouhodobě pomalu rostoucí organismy, nemají možnost se prosadit proti rychleji rostoucím druhům).

Bohužel zároveň s přístřeškem byl v jeho zadní části (směrem ke svahu) vystavěn i ka-

■ Poznámky

15 ZELINGER, Jiří a kol. *Přehled chemických prostředků použitelných v konzervátorské praxi*. Praha : VÚTECHP, 1979. Bez ISBN.

16 KAŠE, J.; KOTLÍK, P., cit. v pozn. 3.

17 Tamtéž.

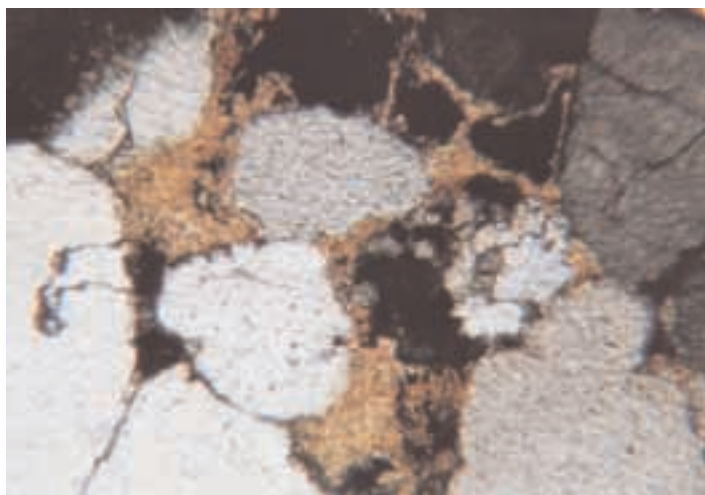
18 Tamtéž.

19 Tamtéž.

20 KOTLÍK, Petr; HEIDINGSFELD, Viktor. *Sledování stavu reliéfu M. B. Brauna v Novém lese u Kuksu*. Výzkumná zpráva vypracovaná pro Státní památkový ústav v Pardubicích, 2002. Uloženo v NPÚ, ÚOP v Pardubicích.

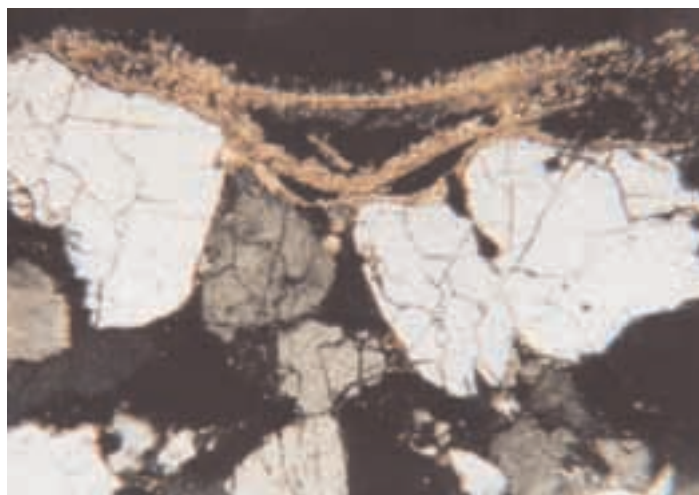
21 Tamtéž.

22 Tamtéž.



4

Obr. 4. Mikro snímek vzorku krusty kamene nad studánkou u centrálního reliéfu v Novém lese (křemenný, středně až hrubozrnný, silicifikovaný pískovec), zvětšeno 63×, zkřížené nikoly. Na snímku je patrné vyplnění pórového prostoru struktury pískovce mikrosparitem (kalcitem). (Foto: Zdeněk Štaffen, XXXX)



5

Obr. 5. Mikro snímek vzorku kamene z hrany klobouku – centrální reliéfu v Novém lese (křemenný, středně až hrubozrnný silicifikovaný pískovec), zvětšeno 32×, zkřížené nikoly. Na snímku je patrný vápenný povlak na povrchu kamene (mikrosparitu) a mechanické poškození křemenných zrn. (Foto: Zdeněk Štaffen, XXXX)

menný žlab odvádějící část vody z přístřešku mimo objekt.

Hlavním materiálem byla opuka, zděná pravděpodobně na vápeno-cementovou maltu. Srážkovou vodou byla část pojiva (včetně vápenatých sloučenin z opuky) vyplavována ven z konstrukce žlabu – částečně až na sochařsky opracovaný povrch reliéfu. To se projevilo vznikem štávelanu vápenatého, který byl ve formě výkvětů pozorován na povrchu reliéfu. Koncem roku 2000 bylo však ještě konstatováno, že ovlivnění bazickými solemi („výluhy“) se prozradí na skladbě vegetace neprojevovalo.²³

V roce 2005 byly tyto přístřešky odstraněny,²⁴ žlab však byl ponechán a existuje do současnosti.

V letech 2002 a 2003 byly rovněž provedeny úpravy terénu okolí některých objektů, především byla snížena úroveň terénu kolem Jákobovy studny a částečně i před centrálním reliéfem. Tím byl usnadněn odtok srážkové vody z bezprostřední blízkosti těchto kamenných sochařských děl.

Shrneme-li uvedené znaky, je zřejmé, že mikroklima, v němž se kamenné sochy nacházejí, je velice příznivé pro existenci živých organismů prakticky všech „úrovní“. Dostatek srážek, omezené přímé oslunění kamenných bloků a omezená možnost proudění vzduchu

vyvolávají podmínky pro dostatečně dlouhá období s vysokou vlhkostí vzduchu (relativní i absolutní) i kamene soch, protože zároveň zhoršují podmínky pro jeho vysychání (odpařování vody z povrchu kamene).

Situace není výrazně lepší ani v zimním období. Množství srážek je v tomto období ve srovnání s pozdním jarem až počátkem podzimu poněkud nižší, tající sníh však představuje vítaný zdroj vody v jarních měsících. Bohužel nedostatečné odklízení sněhu v zimních měsících k tomuto faktu dále přispívá.

Terénní úpravy provedené v letech 2002 a 2003 pomohly v odvodu vody v místech úprav (především okolí Studně Jákobovy a centrálního reliéfu), ale samy o sobě nestačí vyřešit problémy se zemní vlhkostí.

Živiny potřebné pro růst mikroorganismů

Jak již bylo řečeno, lokalita je dlouhodobě pokrytá víceméně souvislým porostem hospodářsky pěstovaných nebo náletových dřevin, nad reliéfem Příjezd tří králů konkrétně náletem břízy. Historické fotografie²⁵ z počátku 20. století ukazují, že i tehdy rostly stromy v těsném sousedství jednotlivých soch (dokonce v některých případech blíže než v současnosti). Bohužel nejsou známy přesné údaje o údržbě okolí soch v té době. Současná zkušenost však ukazuje, že tato pravidelná údržba je dnes velice omezená. Organická hmota pocházející ze spadaneho listí, jehličí, drobných úlomků větviček, pylových zrn apod., která není z povrchu kamenných bloků odklízena, je vítaným zdrojem živin pro organismy vegetující na sochách.

Dalším zdrojem živin mohou být zbytky dříve použitých prostředků pro čištění, konsolidaci nebo vodoodpudivou úpravu. Archivní prameny shrnuté v práci²⁶ poskytují byť jistě ne zcela vyčerpávající, ale přesto zajímavé informace o používaných materiálech. V roce 1907 byly podle záznamu V. Paula na kamenných objektech v Novém lese prováděny konzervační prá-

ce, při nichž byl kámen po bližší nespecifikovaném očištění napouštěn roztokem vosku v benzínu pro ochranu proti vodě. Opakovaně se objevuje zmínka o tom, že sochy a reliéfy byly původně barevné a napouštění olejem bylo zmíněno i v některých pozdějších zprávách.²⁷ Přítomnost zbytků olejů je podpořena rovněž použitím louhu, který měl být v roce 1924 aplikován pro očištění a odstranění zbytků olejových nátěrů před následným fluátováním.²⁸ Zbytky polychromie byly konstatovány na sochách ještě v roce 1990. Je tedy nanejvýš pravděpodobné, že kámen stále obsahuje zbytky těchto olejů, resp. zbytky po jejich louhování. Také ty mohou fungovat jako zdroj živin.

Podle některých dochovaných restaurátorských zpráv²⁹ byly pískovcové sochy opakovaně čištěny bližší neurčeným postupem (nejspíše mechanicky). Po očištění v roce 1936 a v pozdějších letech ještě několikrát byl kámen soch a reliéfů napouštěn vápennou vodou.

V roce 1954 bylo navrhováno kombinované ošetření očištěného kamene vápennou vodou s přídavkem kaseinu a závěrečný postřik hydroxidem barnatým. Pro tmelení byla navrhována směs říčního písku, vápna s cementem v poměru 4:1 (písek : pojivo). Již v roce 1957 však byl konstatován opět bohatý porost „lišejníků a mechů“.

Další informace o použití vápenné vody jsou v restaurátorské zprávě Antonína Wagnera

■ Poznámky

²³ Tamtéž.

²⁴ ZATLOUKALOVÁ, Ilona. *Braunův Betlem*. Brno, 2012. Diplomová práce (Mgr.). Fakulta?, Masarykova Univerzita Brno, DD-MM-RRRR.

²⁵ KAŠE, J.; KOTLÍK, P., cit. v pozn. 3.

²⁶ Tamtéž.

²⁷ Tamtéž.

²⁸ Tamtéž.

²⁹ Tamtéž; ZATLOUKALOVÁ, I., cit. v pozn. 24.

z roku 1961.³⁰ Ve stejném roce plánované restaurování soch v Novém lese, při kterém měly být očištěny, restaurovány a opatřeny postřikem proti „plísním a mechům“, se neuskutečnilo. Bylo rozhodnuto, že bude provedeno až po regulačních terénních úpravách, které byly v té době plánovány.

Další zprávy³¹ o ošetřování kamene soch v Novém lese jsou z roku 1973 a 1981, kdy byly sochy očištěny a zřejmě i konzervovány studenty střední odborné školy z Brna. Použité prostředky ani postupy nebyly pracovníkům památkové péče sděleny ani po písemném dotazu (alespoň o tom nebyly nalezeny archivní zprávy). Nicméně na sochách byly patrné stopy stékající konzervační kapaliny.

V roce 1984 byl konstatován bujný porost mechů a lišejníků. V následujícím roce byla ověřena účinnost biocidu Lastanox (blíže neurčený typ) pro hubení vegetace na kameni soch. Na třech místech (plášť Marie Magdaleny, výsek reliéfu Příjezd tří králů a pruh na bloku sousoší Studna Jákobova) byly vymezeny zkušební plochy, kde byl uveden biocid použit a jeho likvidační účinek potvrzen.³² V případě reliéfu však bylo konstatováno, že po odstranění zahubené vegetace byl odhalený povrch kamene drolivý (narušený).

Ve stejném roce konstatují autoři Kotalík a Eckert,³³ že některé dřívější zásahy (uvádějí např. ošetření blíže neurčeným Lukofobem) vyvolaly rychlou rekolonizaci povrchu kamene řasami, lišejníky a mechorosty.

Zpráva Státních restaurátorských atelierů z roku 1990 předpokládala, že bez vyřešení problémů se spodní vodou bude životnost biocidní úpravy 5 až 7 roků, a proto ji za dané situace nedoporučovala provádět.

Shrnutí

Z dostupných pramenů je zřejmé, že pískovec soch a reliéfů byl v minulosti opakovaně napouštěn rostlinným olejem, který byl v jiných obdobích zmýdelňován hydroxidem (louhem) a jeho zbytky odstraňovány, téměř jistě však ne zcela dokonale, proto v kameni s největší pravděpodobností dodnes zůstaly zbytky degradovaných organických uhlíkatých řetězců oleje.

Kámen byl rovněž opakovaně napouštěn vápennou vodou, minimálně v jednom případě kombinovanou s kaseinem, případně s hydroxidem barnatým (barytovou vodou). Místní pískovec, který je „v přírodním stavu“ bez uhlíkatých složek (viz výše), byl tak použitím vápenné vody (někdy v kombinaci s hydroxidem barnatým nebo kaseinem) opakovaně dotován sloučeninami vápníku (případně baria), nebo dokonce bílkovinnou látkou. Zároveň od konce 90. let z vyžděného žlabu nad centrálním reliéfem vymývá srážková voda pojivo (ve

Tabulka 1.

Zkušební plocha	Lokalizace plochy	Porost
č. 1	nepravidelná plocha na středu reliéfu Příjezd tří králů, částečně očištěna	část očištěna, částečně oranžový porost řasy <i>Trentepohlia aurea</i>
č. 2	špička nohy jednoho z králů	mech, oranžová řasa <i>Trentepohlia aurea</i>
č. 3	část svislé plochy schodu pod zadkem dobytčete	mech, oranžová řasa <i>Trentepohlia aurea</i>
č. 4	okolí otvoru v horní části reliéfu Klanění pastýřů	vápnomilný lišejník <i>Gyalecta jenensis</i>

vodě rozpustné sloučeniny vápníku, především hydroxid vápenatý nebo hydrogenuhličitan vápenatý) a část tohoto výluhu stéká na kamenný blok včetně lícové, sochařsky opracované stěny reliéfu.³⁴

Potvrzují to nedávná mikroskopická pozorování vzorků odebraných (se svolením orgánů PP) z povrchu vybraných objektů v Novém lese, prokazující v některých případech přítomnost uhličitanu vápenatého. Konkrétně u vzorku krusty z povrchu pískovce v prostoru pramene v jeskyni za reliéfem Vidění sv. Huberta (označeného KB-4) je kalcit dokumentován v hlubší struktuře pískovce (viz obr. 4).

Původ kalcitu je infiltrační povahy, do kamene pronikl pravděpodobně průsakem atmosférické vody mineralizované rozpustnou formou vápenatých iontů, která se ve změněných podmínkách struktury křemenného pískovce přeměnila na kalcit, vyplňující jeho původně volný pórový systém.

Druhou formu zastiženého kalcitu v křemenných pískovcích Betlému dokumentuje vzorek odebraný pod hranou klobouku adorujícího pastýře vlevo od jeskyně s pramenem (označený KB-6). Zde byl kalcit identifikován jako povrchová krusta s četnými dutinami na povrchu pískovce s mechanicky poškozenými zrny křemene (rozpuštěné úlomky – viz obr 5).

Síla kalcitové krusty se pohybuje v řádu desetín až celých milimetrů a na rozdíl od předchozího vzorku (KB-4) nezasahuje do hlubší struktury pískovce. Samotný pískovec („křemíčitýho typu“) nemůže být prokazatelně zdrojem tohoto minerálu, zdá se tedy, že zdroj uhličitanu vápenatého je antropogenního původu.

Na ostatních vzorcích v okolí (např. z nohy pastýře, z levé stěny jeskyně s pramenem za reliéfem Vidění sv. Huberta nebo ve výkvětu v této jeskyni) kalcit nalezen nebyl.

Dokladem kontaminace kamene centrálního reliéfu vápenatými kationty je rovněž již zmíněný výskyt krystalické formy štavelanu vápenatého na povrchu porostu mechů, který byl konstatován ve studii.³⁵ Důsledkem této kontaminace je výskyt vápnomilných organismů identifikovaných na centrálním reliéfu, které na jiných kamenech lokality nebyly zaznamenány.

Kriticky zasaženou část reliéfu Klanění tří králů porůstá ve velkém množství oranžově zbarvená řasa *Trentepohlia*. Společně s ní bazický substrát masivně kolonizovaly bazofilní mikrolišejníky (*Gyalecta jenensis*, *Verrucaria muralis* a *Bilimbia sabuletorum*). Tyto druhy rostou právě jen zde, na skalách přilehlých lomů ani v těsné blízkosti reliéfu nebyly potvrzeny. Proto se domníváme, že jejich nedávnou sukcesí podnítily změny nastalé v poslední době.

Bohužel, rozsah jednotlivých zásahů (na které objekty byly které konkrétní látky aplikovány a v jakém rozsahu) není zpravidla v restaurátorských zprávách blíže specifikován, ale protože centrální reliéf je považován za nejcennější část celého souboru a zároveň je nejvíce ohrožen porostem hub, lišejníků, mechů apod., je pravděpodobné, že nejvíce zásahů bylo prováděno právě na něm.

Úvodní zkoušky biocidní účinnosti nanodisperze stříbra

Jak bylo uvedeno výše, ochrana památkových objektů v exteriéru by měla být založena především na úpravě podmínek, kterým je objekt vystaven. Bohužel na existenci této preventivní ochrany není vždy možno spoléhat. V případě kamenných soch a reliéfů v Novém lese u Kuksu není dlouhodobě splněno hned několik důležitých podmínek (vodní režim lokality, pravidelná údržba jednotlivých kamenných děl a jejich okolí, přiměřená redukce stromů a keřů v lokalitě atd.). Proto je zde nutno uvažovat i o „poslední, nouzové“ možnosti ochrany – aplikaci vhodných biocidních prostředků, které by omezily nebo potlačily existenci živých organismů na kameni i za současných

■ Poznámky

³⁰ KAŠE, J.; KOTLÍK, P., cit. v pozn. 3.

³¹ Tamtéž; ZATLOUKALOVÁ, I., cit. v pozn. 24.

³² Totéž.

³³ KAŠE, J.; KOTLÍK, P., cit. v pozn. 3.

³⁴ KOTLÍK, Petr; HEIDINGSFELD, Viktor. *The results of research works in Nový les area by Kuks (1994–2001)*. Výzkumná zpráva vypracovaná pro Památkový ústav v Pardubicích, 2001. Uloženo v NPÚ, ÚOP v Pardubicích.

³⁵ Tamtéž.



6



7



8



9

podmínek charakteristických především vysokou vlhkostí kamene. Jednou z možností biocidní ochrany soch a reliéfů v Novém lese by mohlo být použití nanodisperzí pevných částic stříbra, případně některých dalších kovů. Materiály obsahující kovy nebo jejich ionty byly jako biocidní úprava aplikovány u řady zahraničních památek (viz výše), zatím však nikdy ve formě nanodisperzí kovových částic – tedy bez dalších doprovodných látek. V tom spočívá výhoda uvedených systémů – otázkou však zůstává jejich účinnost (zatím prověřena laboratorně na řasách apod.).

Protože v současnosti nejsou na trhu komerční prostředky z této skupiny určené primárně pro ochranu kamene, byla v průběhu roku 2012 zkoušena účinnost tzv. koloidního roztoku stříbra v demineralizované vodě, který je deklarován jako prostředek pro posílení imunity a potlačení mikrobiálních onemocnění člověka (výrobce firma Biostribro.cz – Výzkum, výroba, prodej, Karlovy Vary). Koncentrace zkoušených vodních disperzí deklarovaná výrobcem je 14 mg stříbra v 1 litru.

V areálu Nového lesa bylo vytipováno několik zkušebních ploch – buď ve tvaru obdélníku o velikosti 16 × 22 cm vymezeném dřevěným rámečkem, nebo ohraničených přirozeným tvarem povrchového reliéfu. Většina zkoušek neprobíhá na kameni soch, ale v sousedství sochařských děl, na lomové stěně apod. Bohužel v důsledku některých starších zásahů (viz výše) se na reliéfech vyskytují typy organismů, které se na jiných kamenech této lokality nenacházejí. Proto byl omezený počet zkušeb-

ních ploch, samozřejmě se souhlasem orgánů památkové péče, zvolen i na samotném reliéfu. Přehled vybraných zkušebních ploch je v tabulce 1 (obr. 6, obr. 7).

Na každou sledovanou plochu byl nastříkán uvedený prostředek opakovaně, minimálně 2x, tak aby celá plocha byla smočena. Přibližná spotřeba byla 50 ml na 1 zkušební plochu. Po několika týdnech byl stav ošetřených ploch zkontrolován a působení ošetření je sledováno i dále. Stav zkušebních ploch před aplikací biocidu a v průběhu zkoušky je dokumentován fotograficky.

Bohužel, aplikace uvedeného biocidu nepůsobila zatím pozorovatelné změny, jeho účinky nejsou ve srovnání s chemickými přípravky (např. zmíněným Lastanoxem) ani po několika měsících zřejmé, přestože laboratorní zkoušky biocidní účinnosti proti řasám byly úspěšné (obr. 8, obr. 9).

Důvodů omezené účinnosti může být několik:

- nedostatečně aplikované množství,
- špatné smočení povrchu kamene porostlého vegetací vodním systémem (zvláště u některých lišejníků),
- spláchnutí biocidu deštěm předtím, než mohl účinkovat,
- schopnost organismů absorbovat toxickou složku aniž by utrpěly viditelnou újmu (tato vlastnost byla u některých druhů lišejníků prokázána),
- příliš velké částice kovové disperze (podle předpokladu jsou biocidně aktivní ionty stříbra, které se uvolňují z povrchu pevných částic, se

Obr. 6. Aplikace koloidního roztoku stříbra ve střední části centrálního reliéfu – plocha č. 3. (Foto: Josef Halda, XXXX)

Obr. 7. Aplikace koloidního roztoku stříbra v horní části centrálního reliéfu – plocha č. 4. (Foto: Josef Halda, XXXX)

Obr. 8. Stav zkušební plochy č. 3 v květnu 2013. (Foto: Josef Halda, XXXX)

Obr. 9. Stav zkušební plochy č. 4 v květnu 2013. (Foto: Josef Halda, XXXX)

zmenšujícím se rozměrem částic roste jejich povrch a tím i možnost uvolnění iontů kovu).

Protože biocidní účinnost uvedeného prostředku obsahujícího koloidní částice stříbra na bakterie byla laboratorně prokázána, bude ověřování účinnosti těchto kovových částic v reálných podmínkách pokračovat. V následujícím období budou zkoušeny i další varianty nanodisperzí (disperze obsahující zinek nebo měď, disperze s menšími částicemi apod.).

Závěr

Dlouhá historie péče o kamenné sochy a reliéfy v Novém lese s sebou nese řadu různých zásahů, které zde byly v minulosti prováděny a jejichž stopy či pozůstatky mohou výrazně ovlivňovat biologické napadení kamene jednotlivých děl. To spolu s klimatickými podmínkami lokality a nedostatečnou údržbou značně přispívá k výskytu různých živých organismů, jež mohou kámen esteticky nebo i fyzicky či chemicky poškozovat.

Při plánování ochranných nebo záchranných opatření pro tento soubor kamenných děl je třeba se zaměřit na všechny prvky, které mohou k výskytu a „úspěšné“ existenci živých organismů přispívat. Některé užitečné kroky jsou teoreticky jasné, problémy činí organizování, někdy finanční zajištění. Chemické ošetření by mělo být posledním krokem, když ostatní zásahy není možno provést vůbec nebo v potřebném rozsahu. Výběr vhodného biocidního prostředku by měl být veden kromě požadavku na účinnost i snahou o šetrnost k ošetřovanému kameni.

Článek vznikl v rámci výzkumného projektu Vybrané památkové postupy pro zkvalitnění péče o sochařské a stavební památky (kód projektu DF11P010VV027), financovaného z Programu aplikovaného výzkumu a vývoje Národní a kulturní identity (NAKI).