



METODIKA

LIKVIDACE LAMPENFLORY V TURISTICKY PŘÍSTUPNÝCH JESKYNÍCH

JIŘÍ HEBELKA



SPRÁVA JESKYNÍ ČESKÉ REPUBLIKY
2014

METODIKA LIKVIDACE LAMPENFLORY V TURISTICKY PŘÍSTUPNÝCH JESKYNÍCH

Metodika přináší přehled vhodných postupů a preventivních opatření pro likvidaci a omezení růstu nežádoucích druhů porostů flory, vyskytujících se poblíž světelných zdrojů v turisticky přístupných jeskyních. Pro tyto porosty byl celosvětově přijat název lampenflora. Metodika je sestavena na základě více než třicetiletých praktických zkušeností s likvidací lampenflory ve zpřístupněných jeskyních Moravského krasu a rovněž zkušeností zahraničních.

Dodržením doporučených postupů a preventivních opatření, uvedených v této metodice, je možné problematiku vegetace kolem jeskynních svítidel uspokojivě řešit.



Punkevní jeskyně, foto z roku 1981

Obsah

1. Úvod	3
2. Přehled dosavadních výzkumů a provozních zkušeností	4
3. Přehled vybraných metod likvidace lampenflory	6
3.1. Metody mechanické	6
3.2. Metody využívající ultrafialové záření	6
3.3. Metody chemické	6
4. Doporučené postupy a preventivní opatření pro likvidaci a omezení růstu lampenflory	7
5. Likvidace lampenflory pomocí chlornanu sodného	8
6. Likvidace lampenflory, organického spadu a plísňových povlaků pomocí peroxidu vodíku	11
7. Péče o jeskyně v následujících letech	13
8. Závěr	14
9. Literatura	15

1. Úvod

Ve veřejnosti přístupných jeskyních s elektrickým osvětlením se na celém světě setkáváme s problémem výskytu a rozšiřování různých druhů převážně nižších rostlin v okolí osvětlovacích těles. Jedná se zejména o řasy, sinice, mechorosty, kapradiny a výjimečně semenné rostliny. Rostliny se v závislosti na druhu použitého světelného zdroje, druhu substrátu, jeho vlhkosti a dalších faktorech vyskytují ve vzdálenostech od několika centimetrů až po několik desítek metrů od světelného zdroje a mohou pokrývat rozlehlé plochy jeskyně včetně krápníkové výzdoby. Porosty lampenflory mění habitus krápníkové výzdoby a produkují huminové kyseliny, které mohou výzdobu nenávratně poškodit. Ve zpřístupněných jeskyních jsou cizorodým prvkem, který se v jeskyních bez osvětlení nevyskytuje. Chceme-li jeskyně uchovat ve stavu před jejich osvětlením, narážíme na problém, jak stávající porosty lampenflory odstranit a zamezit jejich opětovnému růstu bez negativního vlivu na jeskynní geosystémy.



2. Přehled dosavadních výzkumů a provozních zkušeností

Problematikou likvidace lampenflory v jeskyních Moravského krasu se začalo zabývat oddělení dokumentace organizace Moravský kras pod vedením Dr. O. Štelcl v roce 1978. Zpočátku byly používány mechanické metody likvidace (kartáče, tlaková voda) – účinnost těchto metod byla malá a dlouhodobě žádná. Proto se od použití mechanických metod upustilo a byly zkoušeny metody využívající ultrafialové záření, které ale mají dobrou účinnost pouze na krátkou vzdálenost. Pro rozsáhlé porosty lampenflory jsou nedostačující. Jako nejvhodnější se pro likvidaci lampenflory ukázaly sloučeniny z okruhu dezinfekčních prostředků na bázi chlóru. Výzkumy s použitím těchto prostředků byly prováděny v 70. letech na Novém Zélandu ve Waitomo Caves. Jako účinné látky byly vytipovány dvě chlornanové sloučeniny: chlornan vápenatý ($\text{Ca}(\text{ClO})_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$) a chlornan sodný (NaClO).

V Moravském krasu byly zkoušky s použitím chlornanů zahájeny na přelomu roku 1978/79. Problémy se vyskytly se získáním čistého chlornanu vápenatého, který v tehdejší ČSSR nebyl dostupný. Jako náhrada bylo použito chlorové vápno, které je směsí chlornanu vápenatého ($\text{Ca}(\text{ClO})_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$) s chloridem vápenatým (CaCl_2). Oproti čistému chlornanu vápenatému je chlorové vápno hůře rozpustné ve vodě. Pokusy byly prováděny nejprve na malých plochách o rozměrech 20x20 cm. Ke stoprocentnímu úhynu bylo zapotřebí postřík 2–4 % roztoku chlorového vápna třikrát opakovat. Pro další aplikaci na větších plochách (1m x 1m) ve Sloupsko-Šošůvských jeskyních byla proto koncentrace chlorového vápna zvýšena na 4–10 %. Tato koncentrace se osvědčila a byla používána pro celkovou likvidaci lampenflory v letech 1980–1983 ve všech turisticky přístupných jeskyních Moravského krasu. Koncentrace uvolněného chlóru, která byla měřena Okresní hygienickou stanicí v Blansku, se pohybovala pod mezí registrace použité techniky. Při aplikaci chlorového vápna vyvstaly dva problémy. Prvním problémem byla špatná rozpustnost chlorového vápna ve vodě, což vedlo k zanášení trysek rozprašovače. Druhým problémem bylo, že po aplikaci zůstávaly na ošetřených podkladech bílé povlaky – vysrážené zbytky použité chemikálie, které musely být pracně odstraňovány tlakovou vodou. Z výše uvedených důvodů bylo v roce 1984 započato s testováním jiné látky z okruhu dezinfekčních prostředků – chloraminu T. Chloramin T je *N*-chlor-4-methylbenzen-1-sulfoamid, sodná sůl se sumárním vzorcem $\text{C}_7\text{H}_7\text{SO}_2\text{NCINa}$. Oproti chlorovému vápnu se vyznačuje menší toxicitou a výbornou rozpustností ve vodě. Vzhledem k nižší toxicitě chloraminu T bylo nutno zvýšit jeho koncentraci na 10–15 %. Doba, za kterou došlo k úhynu lampenflory se ve srovnání s použitím chlorového vápna podstatně prodloužila – až na týdny. Tímto způsobem byla lampenflora likvidována až do roku 1990.

Počátkem roku 1991 byl v jeskyních Moravského krasu testován 2–4 % roztok chlornanu sodného. Zkoušky byly prováděny obdobným způsobem jako u chlorového vápna. Výsledky testů ukázaly, že z dostupných látek se jeví v současné době chlornan sodný jako nejvhodnější chemikálie pro likvidaci lampenflory.

V roce 1996 byly autorem ve Sloupsko-šošůvských jeskyních zahájeny experimenty s likvidací lampenflory pomocí peroxidu vodíku (H_2O_2), který je podstatně šetrnější k jeskynnímu prostředí. Protože se jednalo o novou metodu, byli k ověření její účinnosti a nalezení optimálních koncentrací, pH, resp. k odhalení případných negativních účinků požádáni o spolupráci pracovníci PřF MU Brno (RNDr. Jindřich Štelcl, CSc.; Ing. Jiří Faimon, Dr.; Mgr. Svatava Kubešová) a PřF UP Olomouc (Doc. RNDr. Jiří Zimák, CSc.), kteří tuto metodu dále rozpracovali (Faimon et al. 2002).

Dalšími zkouškami v jeskyních Moravského krasu bylo prokázáno, že peroxid vodíku zdaleka nedosahuje účinnosti chlornanových směsí. Účinnost peroxidu vodíku je dostačující pro likvidaci plísní, pro likvidaci mechů a řas je nutná opakovaná aplikace a výsledky nejsou jednoznačné.

V Koněpruských jeskyních, inspirováni Moravským krasem, se problematikou likvidace lampenflory začali zabývat po roce 1980, kdy zprvu zkoušeli chlorové vápno, které se neosvědčilo a bylo nahrazeno chloraminem, a dále peroxid vodíku, který se osvědčil pouze pro odstraňování plísní, organického spadu a sinic.



Obr. 1 – likvidace lampenflory v Kateřinské jeskyni, foto 2001

3. Přehled vybraných metod likvidace lampenflory

3.1. Metody mechanické

Použití mechanických metod pro likvidaci lampenflory pomocí kartáčů nebo tlakové vody je problematické. Účinnost těchto metod je malá a dlouhodobě žádná. Vážným nebezpečím použití mechanických metod je možnost dalšího šíření lampenflory do okolních dosud nepostižených míst a možnost poškození stěn a sintrů.

3.2. Metody využívající ultrafialové záření

Metody likvidace pomocí UV záření se vyznačují dobrou účinností na krátkou vzdálenost s minimálními vedlejšími účinky. Uhybnulá lampenflora získává po ozáření rezavě hnědé zbarvení a je nutno ji odstranit některou z mechanických metod. Limitujícím faktorem použití metod UV záření je jejich malý dosah. UV záření z 30 W lampy je účinné na vzdálenost 50–70 cm, zatímco lampenflora se vyskytuje i ve vzdálenostech větších než patnáct metrů od stávajících světelných zdrojů. Z tohoto důvodu se metody využívající UV záření v Moravském krasu neosvědčily. Je možné je aplikovat pouze v menších jeskynních prostorech. Další nevýhodou je, že v prostorech s bohatou krápníkovou výzdobou a úzkých puklinách se projevuje zastínění, které podstatně snižuje až znemožňuje využít účinky UV záření.

3.3. Metody chemické

Další cestou k odstranění nežádoucí lampenflory jsou metody chemické. Tyto metody však mohou při použití nevhodných chemikálií způsobit ještě více problémů a škod než metody mechanické. Při hledání a zkoušení vhodné látky je nutno zvážit její ekologickou přijatelnost, bezpečnost pro personál i pro návštěvníky vzhledem k nepřetržitému provozu v jeskyních. Po vyloučení sloučenin, které obsahují vysoce jedovaté látky jako je arzén, kyanid, olovo nebo rtuť a mírně jedovaté látky, které se rychle nerozpadají a mohly by se hromadit v jeskyních jako chlorační hydrokarbony a jiné uhličitánové sloučeniny. Dále je nutné vyloučit vysoce aromatické sloučeniny (formaldehyd) a jiné fyto toxické prostředky, u nichž není dostatek informací o možných negativních vlivech na jeskynní ekosystémy. Jako nejvhodnější se tedy pro likvidaci lampenflory ukázují sloučeniny z okruhu dezinfekčních prostředků na bázi chlóru. Výzkumy s použitím těchto prostředků byly prováděny v 70. letech 20. století na Novém Zélandu ve Waitomo Caves. Jako účinné látky byly vytipovány dvě chlormanové sloučeniny: chlorman vápenatý ($\text{Ca}(\text{ClO})_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$) a chlorman sodný (NaClO). Obě chlormanové sloučeniny mají silné oxidační účinky. Jejich roztoky se používají k desinfekčním účelům a k bělení v textilním průmyslu. Při aplikaci chlormanů na porosty lampenflory probíhá rychlý oxidační proces, projevující se jejich úhynem a vybělením. Oba tyto přípravky se rychle rozkládají (5 minut – 12 hodin), zejména při styku s organickými látkami. Při použití chlomanu vápenatého zůstávají po aplikaci na ošetřených podkladech bílé povlaky – vysrážené zbytky použité chemikálie, které musí být pracně odstraňovány tlakovou vodou.

Využití peroxidu vodíku (H_2O_2) pro likvidaci lampenflory je podstatně šetrnější k jeskynnímu prostředí, ale zdaleka nedosahuje účinnosti chlormanových směsí.

4. Doporučené postupy a preventivní opatření pro likvidaci a omezení růstu lampenflory

K likvidaci lampenflory a omezení jejího opětovného růstu je nutno přistupovat ve dvou směrech:

1) Odstranění stávajících porostů lampenflory

Odstranění stávajících porostů lampenflory je možné uspokojivě řešit chemickou cestou.

2) Omezení dalšího růstu lampenflory

Preventivní opatření k zamezení opětovného růstu lampenflory můžeme rozdělit do čtyř hlavních okruhů:

- Zkrácení doby osvitů.
- Snižování intenzity světla.
- Osvětlení svítidel o specifických vlnových délkách (v současné době se provádí experimenty s použitím germicidních lamp např. v Grotta Gigante v Itálii).
- Odstranění z jeskyně veškeré nečistoty, které podporují růst lampenflory a zabránit jejímu dalšímu znečišťování.

Zkrácení doby osvitů je nejúčinnější preventivní opatření. Postihuje všechny autotrofní rostliny omezením jejich vývoje. Realizace je možná změnami v zapojení a ovládní osvětlovacích okruhů, které by měly vést ke snížení celkové doby osvětlení ve specifických částech jeskyně. Osvětlení v jeskyni je vhodné rozdělit do dvou okruhů:

1. okruh – osvětlení turistické trasy (chodníků), pro zajištění bezpečného průchodu návštěvníků jeskyní.

2. okruh – specifické osvětlení na zdůraznění zvláštních útvarů, které se zapíná pouze na nezbytně nutnou dobu při průchodu nebo zastavení návštěvníků.

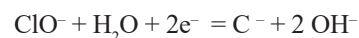
Každý z těchto okruhů musí mít samostatné ovládní, přitom ovládní druhého okruhu je vhodné zajistit infračervenými (popř. jinými) senzory, reagujícími na pohyb návštěvníků.

Snižování intenzity světla je možné provést odstraněním silných reflektorů z exponovaných míst (zvláště halogenových) a jejich nahrazením méně výkonnými svítidly (např. LED osvětlením) s přihlédnutím k bezpečnosti návštěvníků jeskyní.

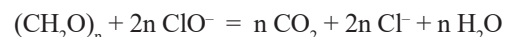
5. Likvidace lampenflory pomocí chlornanu sodného

Při aplikaci chlornanu sodného probíhá rychlý oxidační proces, projevující se úhynem porostů lampenflory a vybělením ošetřené místo. Chlornan sodný se rychle rozkládá (5 minut – 12 hodin), zejména při styku s organickými látkami. Během jeho rozkladu se uvolňuje plynný chlór, který při citlivosti člověka na tuto látku vyvolává určité podráždění. Skutečná koncentrace chlóru v ovzduší je však velmi nízká.

V alkalickém prostředí probíhá oxidace podle rovnice



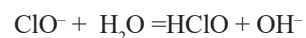
Míru oxidačních schopností vyjadřuje vysoká hodnota standardního redox potenciálu $E^\circ = 0,89\text{ V}$ (Gažo et al. 1974). Celý proces oxidace biomasy s formálním stechiometrickým složením $(\text{CH}_2\text{O})_n$ lze znázornit sumární rovnicí



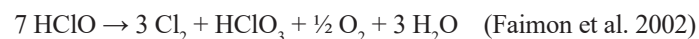
Produktem oxidace je oxid uhličitý, voda a chloridové ionty. Paralelně s těmito procesy však probíhají i další reakce. V roztoku je chlornan zcela disociován na ionty



Vzhledem k tomu, že kyselina chlorná je slabá kyselina ($\text{pK} = 7,47$), chlornanové ionty snadno hydrolyzují



Vzniklá kyselina chlorná je nestálá a rychle se rozkládá podle rovnice



Účinnost této metody závisí na koncentraci chlornanu (chlóru) v použitém roztoku, na hustotě a druhu rostlinného materiálu, na podkladu na němž je lampenflora vyvinuta, na množství skapové vody stékající po ošetřovaném povrchu a v neposlední řadě též na stáří použitého prostředku. Jednorázová aplikace 4 % roztoku chlornanu sodného v jeskyních Moravského krasu dosahuje účinnosti průměrně 80 % – viz obr. 2 a 3.



Obr. 2 – Punkevní jeskyně – stav před aplikací chlornanu sodného, 1993



Obr. 3 – Punkevní jeskyně – stav po aplikaci chlornanu sodného, 1993

Aplikace chlornanu sodného

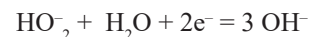
- Postřik porostů lampenflory roztokem chlornanu sodného, koncentrace 4 % (na plochách se silnými porosty je možné koncentraci zvýšit až na 8 %).
- Obsluha musí být vybavena ochrannými prostředky (gumové boty, gumové rukavice, gumová kombinéza s kapucí, ochranné brýle nebo chemický štít, respirátor) – viz obr. 1.
- Aplikace plastovým ručním postřikovačem (malé plochy) nebo plastovým zádovým postřikovačem (souvislé plochy) – zajistit rovnoměrné zvlhčení celé porostlé plochy.
- Aplikaci provádět zejména v období mimo hlavní turistickou sezónu po skončení hibernace netopýrů. Dílčí a preventivní aplikace možno i po skončení denního provozu.
- Na místech s citlivým povrchem (např. nickamínek) je vhodné před aplikací provést testování působení přípravku na malé ploše o rozměrech 10 x 10 cm.
- Aplikovat opatrně a šetrně k okolnímu prostředí .
- Aplikaci neprovádět v období silného skapu.
- Po aplikaci zajistit v maximální možné míře odvětrání uvolněného plynného chlóru z jeskyně (např. otevřením dveří).
- V jeskyních s velkými plochami lampenflory a špatným větráním je vhodné neprovádět aplikaci v celé jeskyni najednou, ale postupně na menších plochách v průběhu několika týdnů.
- Po dobu nejméně dvanácti hodin po aplikaci neprovádět jeskyní návštěvníky.
- Za 2 až 5 dní po prvním postřiku překontrolovat ošetřené plochy a ošetřit rostliny, které přežily, toto opakovat až do úplného zničení porostu (cca 2–3x).
- Zbytky uhynulých lampenflory je vhodné po cca čtrnácti dnech odstranit opláchnutím vodou (nejlépe vodou z jeskyně).

Údaje o složení chlornanu sodného, jeho nebezpečnosti, zásadách první pomoci, skladování aj. jsou uvedeny v Bezpečnostním listu zpracovaném dle Nařízení (ES) č. 1907/2006 (REACH) – viz příloha 1. Tento bezpečnostní list je možné získat při nákupu přípravku nebo na internetu.

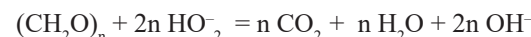
6. Likvidace lampenflory, organického spadu a plísňových povlaků pomocí peroxidu vodíku

Jak již bylo uvedeno výše, využití peroxidu vodíku (H_2O_2) pro likvidaci lampenflory je podstatně šetrnější k jeskynnímu prostředí, ale zdaleka nedosahuje účinnosti chlornanových směsí. Zkouškami byla stanovena jako nejnižší ještě účinná desetiprocentní koncentrace. Pro vlastní likvidaci byl používán 15% roztok. Účinnost peroxidu vodíku je dostačující pro likvidaci plísní, pro likvidaci mechů a řas je nutná opakovaná aplikace a výsledky nejsou jednoznačné.

Oxidační vlastnosti H_2O_2 v alkalickém prostředí jsou vyjádřeny rovnicí



Hodnota standardního redox potenciálu $E^\circ = +0,88 \text{ V}$ (Gažo et al. 1974) naznačuje obdobné oxidační schopnosti jako má chlornan. Celý proces oxidace biomasy peroxidem vodíku lze popsat rovnicí



Tímto procesem nevznikají žádné vedlejší nepřírodní produkty zatěžující prostředí. Uvolní se jen voda a ekvivalentní množství oxidu uhličitého (CO_2). (Faimon et al. 2002).

Aplikace peroxidu vodíku

- Postřik porostů lampenflory roztokem peroxidu vodíku, koncentrace 15 %.
- Deset hodin před vlastní aplikací peroxidu se doporučuje předběžné sycení roztoku kalcitem (vápencem) – (Faimon et al. 2002).
- Obsluha musí být vybavena ochrannými prostředky (gumové boty, gumové rukavice, gumová kombinéza s kapucí, ochranné brýle nebo chemický štít, respirátor).
- Aplikace plastovým ručním postřikovačem (malé plochy) nebo plastovým zádovým postřikovačem (souvislé plochy) – zajistit rovnoměrné zvlhčení celé porostlé plochy.
- Aplikaci provádět mimo období hibernace netopýrů.
- Na místech s citlivým povrchem (např. nickamínek) je vhodné před aplikací provést testování působení přípravku na malé ploše o rozměrech 10 cm x 10 cm.
- Aplikovat opatrně a šetrně k okolnímu prostředí.
- Aplikaci neprovádět v období silného skapu.
- Po dobu nejméně 4 hodin po aplikaci neprovádět jeskyní návštěvníky.
- Za 2 až 5 dní po prvním postřiku překontrolovat ošetřené plochy a ošetřit rostliny, které přežily, toto opakovat až do úplného zničení porostu (cca 4 – 6x).

- Zbytky uhynulé lampenflory je vhodné po cca 14 dnech odstranit opláchnutím vodou (nejlépe vodou z jeskyně).

Údaje o složení peroxidu vodíku, jeho nebezpečnosti, zásadách první pomoci, skladování aj. jsou uvedeny v Bezpečnostním listu zpracovaném dle Nařízení (ES) č. 1907/2006 (REACH) – viz příloha 2.



Před aplikací, Punkevní jeskyně, foto z roku 1993

7. Péče o jeskyně v následujících letech

- Lampenflora obnovující se po zásahu se ošetřuje stejně, tj. postřikem.
- Plochy, kde došlo k odstranění porostů lampenflory je potřeba několik let monitorovat, případný další výskyt tlumit ihned v počátcích (přijmout program čtvrtletních prohlídek jeskyní za účelem kontroly opětovného růstu lampenflory).
- K přirozenému tlumení dalšího růstu lampenflory postupně realizovat preventivní opatření uvedené v kapitole 4.



Po aplikaci, Punkevní jeskyně, foto z roku 1993

8. Závěr

Zkušenosti za třicetileté období aplikace chlornanových sloučenin ve čtyřech turisticky zpřístupněných jeskyních Moravského krasu naznačují, že tato metoda likvidace ve spojení s preventivními opatřeními, omezující další růst lampenflory je schopna problematiku vegetace kolem jeskynních svítidel uspokojivě řešit. Přístup k dané problematice však musí být komplexní. Chemickou cestou je možné odstranit stávající společenstva lampenflory, ale vzhledem ke krátkodobé účinnosti, dané vysokou rychlostí rozpadu chlornanových látek, začíná brzy její opětovný vývoj. Ten je možno zastavit opakovaným ošetřením nebo prevencí. Opakování postřiků není možné provádět donekonečna. Toto tvrzení nevyplývá z nějakého zřejmého rizika spojeného s požitím chlornanů. Je výsledkem obecně uznávaného názoru, že každá cizí látka zavedená do jeskynního prostředí může mít dlouhodobé účinky, které nejsou bezprostředně zjevné. Z tohoto důvodu je vhodnější přistoupit k preventivním opatřením, která jsou mnohem přijatelnější z ekologického, ale i ekonomického hlediska.

Účinnost peroxidu vodíku je vhodná pro likvidaci plísní a organického spadu. Peroxid vodíku však pro nejednoznačnost výsledků nedoporučujeme používat pro likvidaci mechů a řas.

9. Literatura

FABBRICATORE A. (Ed.), 2009. *Grotta Gigante, turismo, ambiente, cultura*. Società Alpina delle Giulie, Trieste: 1–24.

FAIMON, JIŘÍ a JINDŘICH ŠTELCL a JIŘÍ ZIMÁK a SVATAVA KUBEŠOVÁ. *Environmentálně šetrná eliminace „lampenflory“ v turisticky přístupných jeskyních*. In Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov. Liptovský Mikuláš: Správa slovenských jaskýň, 2002. s. 179-181. III. vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou. ISBN 80-8064-145-5.

FAIMON J., STELCL J., KUBESOVA S. & ZIMAK J., 2003. *Environmentally acceptable effect of hydrogen peroxide on cave “lamp-flora”, calcite speleothems and limestones*. Environmental Pollution, 122: 417–422.

GAŽO, J. - KOHOUT, J. - SERÁTOR, M. - ŠRAMKO, T. - ZIKMUND, M. (1974): *Všeobecná a anorganická chemia*. - Alfa Bratislava, SNTL Praha.

HEBELKA, J. ,1989: *Výskyt flory kolem svítidel v turisticky přístupných jeskyních a možnosti její likvidace*; Interní studie, ČÚOP – SČMJ, Blansko, 28 pages.

JOHNSON K., 1979. *Control of Lampenflora at Waitomo Caves, New Zealand*. In: Robinson A. A. (Ed.) Cave Management in Australia III. Proc.Third Aust, Conf. Cave Tourism and Management, Mt. Gambier, South Australian National Parks and Australian Speleological Federation, Adelaide.

KUBEŠOVÁ, S. *Bryophytes in public caves in the Czech Republic*. In Environmental changes and biological assessment III. Book of Abstracts. Ostrava: Faculty of Science, University of Ostrava, 2006. p. 23-23.

ŠTELCL O., 1984: *K problému likvidace flory kolem svítidel v turisticky přístupných jeskyních*. Československý kras, 34/84

WILLIAMS P., 1975: *Report on the conservation of Waitomo Caves*. New Zealand Speleological Bulletin 5:93

ZELINKA, J. – HEBELKA, J. – FILLO, M. – NOVOMESKÝ, J. (2002). *Illumination Reconstruction in Slovakian Show Caves in Relation to “Lampflora” Creation Prevention*. Proceedings of the International Conference on Cavelighting, Budapest, 151-157.

Na přední a zadní straně obálky foto ze Sloupsko-šošůvských jeskyní, 2001

METODIKA
LIKVIDACE LAMPENFLORY
V TURISTICKY
PŘÍSTUPNÝCH JESKYNÍCH

Autor: Jiří Hebelka

Fotografie: Jiří Hebelka a archiv SJ ČR

Vydala: Správa jeskyní České republiky

Květnové náměstí 3, 252 43 Průhonice

1. vydání – Průhonice, leden 2014

Tisk: Ing. Simona Formanová, DTP studio Pardubice

ISBN 978-80-87309-23-0



ISBN 978-80-87309-23-0



www.caves.cz