RUSKO, M. – BALOG, K. [Eds.] 2008:
Manažérstvo životného prostredia 2008 ▼▲▼ Management of Environment ´2008
Zborník z VIII. konferencie so zahraničnou účasťou konanej 5.-6.12. 2008 v Bojniciach
Proceedings of the International Conference, Bojnice, December 5 - 6, 2008.
Žilina: Strix et VeV. Prvé vydanie. ISBN 978-80-89281-34-3.

PROBLEMATIKA LAMPENFLÓRY V SPRÍSTUPNENÝCH JASKYNIACH NA SLOVENSKU

PETER ZVONÁR - MIROSLAV RUSKO

LAMPENFLORA“ PROBLEMATICS IN PUBLIC OPEN CAVES IN SLOVAKIA

ABSTRAKT
Sprístupňovanie jaskýň je jednou z atraktívnych možností využívania jaskýň človekom. Elektrické osvetľovanie jaskynných priestorov však prinieslo problém invázneho nárastu rôznych taxónov (prevažne nižších) rastlín v okolí osvetľovacích telies. Pre zachovanie pôvodného vzhľadu a stavu jaskýň je nevyhnutné redukovať tento nárast bez negatívneho dopadu na jaskynné ekosystémy. Prvá časť predloženej práce opisuje zavlečenú vegetáciu ako esteticky a environmentálne škodlivý prvok v sprístupnených jaskyniach, jednotlivé príčiny, faktory a činitele jeho vnikania a nárastu. Druhá časť uvádza konkrétne druhy inváznych siníc, rias a machorastov v jaskyniach všeobecne, aj s dôrazom na niektoré vytipované slovenské jaskyne. Ďalšia časť zhrňuje poznatky o metódach, prostriedkoch a možnostiach odstraňovania jaskynnej zelene, testovaných v zahraničí a používaných na Slovensku. Záverečná časť je venovaná problematike lampenflóry a prezentácie vlastných skúseností z jej odstraňovaním v jaskyni Driny.
Kľúčové slová *: jaskyňa, lampenflóra, chlórnan sodný, potlačovanie rastu, sinice, riasy,*

ABSTRAKT
Making caves accessible for public is one of attractive possibilities of their commercial use. However, the electric illumination of caves has brought a problem of invasive growth of different taxa of (mostly primitive) plants aroung light bodies. In accordance to preserve an original shape and state of caves, a necessity has arosen to stop this invasion without negative effect on original cave ecosystems. The first part of the paper submitted contains description of hauled vegetation as an aesthetically and environmentally harmful element in commercial caves, individual causes, factors and agents of its intrusion and growth. The second part deals with species of invasive blue- and green algae and mosses in caves both generally, and with special emphasis to several selected Slovak caves. Next part comprises knowledge on methods, means and possibilities of removal of allogenous cave plants, tested in abroad and used in Slovakia. The closing part is devoted to „lampenflora“ problematics and to presentation of proper experience with its removal in the Driny Cave.
Key words*: Cave, lampenflora, sodium hypochlorite, growth inhibition, blue algae, green algae.*

ÚVOD

Existencia nežiaducej vegetácie je sekundárnym javom a dokladom zmien v jaskynnom prostredí, spôsobených sprístupnením jaskýň pre turistov. S uvedeným problémom sa nestretávame len na Slovensku a v okolitých štátoch ale dá sa hovoriť o probléme celosvetovom. Nežiaduca

vegetácia nie je len vizuálnym znehodnocovaním estetiky jaskynného interiéru, ale rastliny produkujú slabé organické kyseliny, ktoré časom deštrukčne pôsobia na substrát. Okrem toho rastúca biomasa môže byť prekrývaná vrstvičkami sintru, čím sa nenávratne mení habitus sintrovej dekorácie [6].

Faktory vzniku „lampenflóry“

Väčšina nižších rastlín predstavuje organizmy schopné žiť v rôznych ekologických podmienkach. Vyskytujú sa takmer v každom vodnom, terestrickom, ale aj extrémnom biotope. Môžu vegetovať v blízkosti termálnych prameňov, v prostredí s nízkym pH, na snehu a ľade, v polárnych oblastiach, na povrchu iných organizmov a pod. Svojimi adaptačnými schopnosťami sa dokážu prispôsobiť životu v obmedzených ekologických podmienkach.

Jaskyne sú zaujímavé z hľadiska života svojim špecifickým hypogeálnym biotopom. Okrem unikátnych prírodných krasových výtvorov môžu byť významnými refúgiami pre mnoho rastlín a živočíchov. Vo svojej podstate nie sú typickým biotopom pre fotosyntetické organizmy, pretože absencia svetla im neumožňuje fotosyntézu. Sprístupňovaním jaskýň pre turistov a zavádzanie umelého osvetlenia do interiéru jaskýň sa vytvorili vhodné podmienky pre osídľovanie tohto biotopu aj inváznymi fotosyntetickými organizmami [10]. Po prevedení druhového rozboru nežiaducej vegetácie rastúcej v okolí svietidiel, sa zistilo, že tu rastie veľa druhov, ktoré rastú i na povrchu, v okolí jaskýň.

Rast „lampenlóry“ v jaskyniach závisí na dvoch základných faktoroch, a to možnosť prenosu spór a semien z vonkajšieho prostredia do vnútra jaskyne a na stanovištných podmienkach.

Spóry a semená sa môžu prenášať:

- prirodzenou cestou (prievan, podzemný tok, infiltračná voda, živočíchy).
- antropogénnou činnosťou (podstatná je návštevnosť, stavebné resp. údržbárske práce, výskumná činnosť).

Stanovištné podmienky možno rozdeliť do troch skupín:

- klimatické - svetlo, teplota, vlhkosť, chemické a fyzikálne vplyvy (čistota vzduchu, prievany, rádioaktívne žiarenie a pod.)
- edafické – akosť a vytváranie podkladu, chemické a fyzikálne vlastnosti pôdy
- biotické – vzájomné pôsobenie rastlín, živočíchov a človeka [6].

Najdôležitejšími činiteľmi pre rast jaskynnej flóry sú teplo, svetlo, vlhkosť a živiny. Teplota je postačujúca, vody a živín je tak isto v jaskyniach dostatok. Potrebné je len umelé osvetlenie, aby sa vytvorili vhodné podmienky pre rast lampenflóry.

Problematika lampenflóry v jaskyni Driny

Jaskyňa Driny sa nachádza v Smolenickom krase v Malých Karpatoch juhozápadne od Smoleníc, v blízkosti rekreačného strediska Jahodník. Vchod do jaskyne na západnom svahu vrchu Driny (434m) je v nadmorskej výške 399m. Smolenický kras s rozlohou 7 km^2 zahŕňa skupinu Jahodníka, Drín, Cejtacha, Molpíra a Kalvárie. Je súčasťou Smolenickej vrchoviny v rámci Pezinských Karpát [4], [11]. Má puklinovo-korózny charakter [3] a je vytvorená v spodnokriedových padlovodských a hlbočských vápencoch vysockej jednotky križnanského príkrovu [9]. Objavili ju v roku 1929 smolenickí rodáci Ján Banič a Imrich Vajsábel, sprístupnená v roku 1935. Po objavení Sládkovej chodby [15] dosahuje dĺžku 680 m. Puklinové podzemné priestory dekoruje bohatá sintrová výplň. Pre jaskyňu Driny sú typické záclony so zúbkovým lemovaním. Ďalej sú zastúpené sintrové vodopády a náteky, pagodovité stalgmity a rôzne formy stalaktitov. Miestami sa vyskytujú sintrové jazierka, ktoré sú doplňované presakujúcou zrážkovou vodou.

Podobne ako pri sprístupnených jaskyniach prakticky na celom svete, v ktorých bolo zavedené umelé elektrické osvetlenie, rovnako aj v jaskyni Driny sa vytvorili vhodné podmienky pre

osídľovanie tohto ekosystému fotosyntetickými organizmami. Preto aj v tejto jaskyni vznikol problém znehodnocovania podzemných priestorov nežiaducou vegetáciou, ktorý bolo potrebné riešiť, z hľadiska ochrany sprístupnených jaskýň a ich udržiavania v pôvodnom stave.

V roku 1989 slúžilo na osvetľovanie interiéru jaskyne Driny:

- 81 kusov kovových priemyselných osvetľovacích telies s ochrannou mriežkou na klasické 100 W žiarovky,
- 57 kusov svietidiel LF 47, do ktorých boli používané 150-200 W smerové reflektorové žiarovky
- 5 kusov 300W letištné smerové svietidlá,
- 4 kusy halogénových svetelných armatúr, každé o príkone 1000 W. Tieto sa bežne používali na osvetľovanie námestí, kostolných veží, štadiónov, tovární a pod.

Celkový elektrický príkon v roku 1989 predstavoval 25 kW.

Osvetlenie chodieb v jaskyni je rozdelené do piatich svetelných okruhov, čo bol asi jediný pozitívny prvok elektroinštalácie vo vzťahu k „lampenflóre“. Svetlá je možné ovládať na začiatku i na konci okruhu. Jednotlivé okruhy sa medzi sebou prelínajú niekoľkými svietidlami aby pri prechode návštevníkov na ďalší okruh poslední v skupine nezostali v úplnej tme, čo má značný význam pre bezpečnosť. Vizuálna kontrola rozsvietenia jednotlivých okruhov je možná na signalizačnom paneli v pokladni, odkiaľ sú organizované vstupy prehliadok. Sprievodcovia sú školení, ako smú obsluhovať elektrické zariadenie s dôrazom vypínať svetelné okruhy za sebou. Toto je možné len ak sa nachádza jedna skupina v jaskyni. Ak je na prehliadke viac skupín, zapína sprievodca prvej skupiny a vypína posledný. Pri vysokej návštevnosti aká je napríklad v júni, sú jaskynné priestory maximálne využívané [16]. Do jaskyne sa fyzicky vmestí päť skupín v počte 45 návštevníkov bez toho aby sa navzájom vyrušovali. Akonáhle jedna skupina ukončí prehliadku ihneď sa vpúšťa nasledujúca. V tomto prípade svietia všetky okruhy, niekedy i celý deň okrem Vstupnej chodby. Tú je potrebné vypínať aby sa dostala do pokladne informácia o vchádzaní resp. vychádzaní skupín.

V roku 1989 nebola možnosť ovládať svetelné okruhy z povrchu. Svetlá v jaskyni bolo možné vypnúť iba hlavným vypínačom v prvom elektrickom rozvádzači na začiatku vstupnej chodby, z pokladne vzdialenej asi 50 m alebo priamo v jaskyni. Práve v tomto technickom nedostatku ako i v znížení svetelného príkonu boli ešte skryté rezervy pri ktorými sa dá ušetriť svetelná expozícia na jaskynných substrátoch a v nemalej miere i elektrická energia.

Faktory ovplyvňujúce rast nežiaducej vegetácie v jaskyni Driny

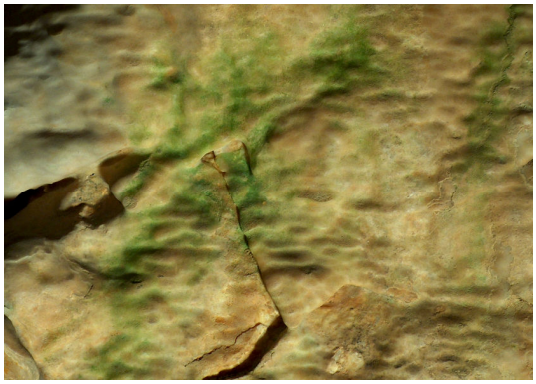
Hlavným a limitujúcim faktorom existencie nežiaducej vegetácie v jaskyni je svetlo, potom rozsah rastu závisí od inštalovaného svietidla, jeho výkonu, intenzity, svetelného spektra, vzdialenosti od vhodného substrátu a od doby osvitu. Je možné skonštatovať, že vzhľadom na charakter jaskyne, veľkosť a tvar jaskynných priestorov [1], sú všetky spomenuté podmienky rastu bez výhrady splnené, preto ani sa nemožno čudovať, že problém „lampenflóry“ sa stal akútnym a bolo ho treba riešiť.

Najviac sa zeleni darilo v blízkosti halogénových svietidiel. Prvé osvetľovalo Vstupnú chodbu, konkrétne sintrové náteky na pravej strane, vo výške asi 6 - 12 m. Nad nimi sú mäkké, plastické sintre. V roku 1989 sa v celom priestore nachádzala takmer súvislá vrstva zelenej biomasy o rozmeroch 6x6 m, pripomínajúcej golfové ihrisko. Svietidlo bolo umiestnené na mierne šikmej stene a osvetľovalo dekoráciu priklonenej strany, kde voľne steká voda, z ktorej sa vyzrážaním uhličitanu vápenatého vytvárajú zaujímavé formy jaskynných výplní. V tejto výške má chodba šírku asi 2 m a silná intenzita halogénového svetla dostatočne exponovala odrazom od bielych sintrových nátekov i odklonenú stranu, ktorá je prakticky bez výzdoby. Túto stranu steny nevidno z prehliadkovej trasy ale bola podobne obrastená riasami a machorastami ako priklonená strana.

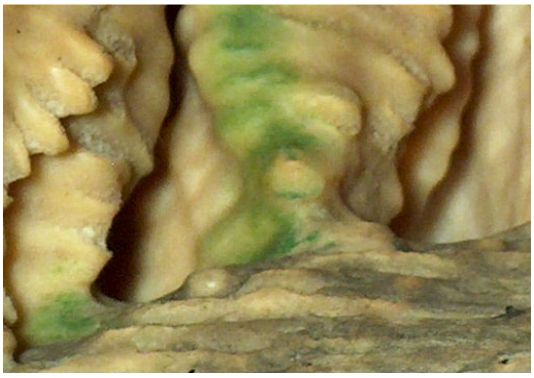
Druhé 1000 W svietidlo osvetľovalo priestor so zaujímavou dekoráciou v Objavnom komíne a kovový rebrík, slúžiaci ako názorná ukážka pre návštevníkov aby si ľahšie vedeli predstaviť spôsob objavenia jaskyne. Koniec rebríka je vo výške cca 12 m, je funkčný a dá sa ním vyjsť z jaskyne na

povrch. Časť priestoru možno vidieť z Jaskynnej križovatky, časť je skrytá za výklenkom. Zeleňou bol porastený celý priestor, návštevník mal vizuálny kontakt asi len z jednou tretinou.

Tretia halogénová armatúra sa nachádzala v Sieni spolupracovníkov, štvrtá na konci tejto siene za symbolom jaskyne Sloními ušami. Obe miesta boli poznačené „lampenlórou“ podobne ako dve predošlé. Zelené porasty predstavovali rozlohu niekoľkých metrov štvorcových. Na uvedených miestach jaskynná zeleň znehodnocovala interiér jaskyne najvýraznejšie. Ostatné priestory vykazovali nižšiu úroveň infekčného ataku, napriek tomu v blízkosti každého svietidla existovala zeleň na väčších alebo menších plochách.



Obr. 3 Riasy v Jaskyni Driny



Obr. 4 Riasy v Jaskyni Driny

Na osvetľovanie pozoruhodných, resp. zvláštnych útvarov boli použité smerové reflektory o výkone 150 W. Klasickými žiarovkami sú osvetľované chodníky prehliadkovej trasy, bočné pukliny, priepasti a menšie priestory resp. dutiny. K niektorým je možné prísť len v polohe plazením alebo lezením.

Lokalizácia jaskyne ako faktor rastu „lampenflóry“

Jaskyňa Driny je lokalizovaná v blízkosti povrchu, mocnosť vápenca dosahuje hrúbku 20-25 m. Jaskynné priestory sú prakticky hneď za vstupnými dverami. To uľahčuje prenos spór, výtrusov a organických nečistôt, ktoré sú zdrojom živín pre nižšie rastliny v interiéri jaskyne. Prenos prebieha prirodzenou cestou - prúdením vzduchu, priesakovými vodami, alebo antropogénnou činnosťou – návštevníkmi [2]. Druhá možnosť je pre zamorenie jaskyne Driny najnebezpečnejšia.

Umývanie prehliadkovej trasy jaskyne

Najväčším problémom bola dostupnosť vody, nakoľko jaskyňa nemala vlastný vodovod a samotné umývanie vykonávali pracovníci jaskyne roznášaním vedier s vodou po prehliadkovej trase. Na umývanie jaskyne slúžila zachytená priesaková voda, hlavne v jarných mesiacoch pri topení snehu a zachytená dažďová voda zo strechy prevádzkovej budovy. Pred rokom 1989 bola využívaná len priesaková voda, ktorá však nestačila pokryť celosezónnu spotrebu, tak neskôr musela byť dovážaná. Zo začiatku najskôr v plastových kanistroch osobným autom. Po vybudovaní lokálneho vodovodu (1992), osadení čerpadla, tlakovej nádoby a zväčšení kapacity zásobníkov v jaskynných priestoroch na 8 m^3 dovážala vodu požiarna cisterna (8 m^3).

Treba spomenúť kvalitu vody na umývanie prehliadkovej trasy. Podľa záverečnej správy z prieskumu spoločenstiev bezstavovcov [8] bola zistená omnoho bohatšia vodná fauna ako sa očakávalo. Išlo o alochtónne druhy, ktoré sa vo veľkých počtoch vyskytujú v prirodzených vodách okolitých rybníkov. Z toho vyplýva, že vodná fauna sa do jaskyne mohla dostať jedine ako inokulum v dovezenej vode používanej na čistenie jaskyne. I keď bola voda priebežne dezinfikovaná pochopiteľne sa v nej mohli nachádzať aj zárodky siníc, rias, baktérií a plesní, ktoré potom nachádzali v jaskyni Driny živnú pôdu.

Možno konštatovať, že umývanie chodníkov môže mať značný vplyv na inváziu fotosyntetických organizmov do jaskynných priestorov a umývanie sa môže považovať za ďalší spôsob prenosu spór a výtrusov do jaskynného ekosystému.

Prevencia k zamedzeniu nárastu nežiaducej vegetácie

Likvidácii zelene predchádzali úpravy na elektrickom zariadení a vyčistenie jaskynných priestorov v jaskyni Driny. Zo speleologických kruhov prišli formácie o tom, je možné lampenflóru likvidovať chemickými dezinfekčnými prostriedkami na báze chlóru.

Obr.1 - Svietivosť 1000W halogénového reflektoru

Obr.2 - Svietivosť troch smerových reflektorov á 80W

Zníženie intenzity osvetlenia

Prvým krokom bolo zredukovanie intenzity osvetlenia. Ešte v priebehu turistickej sezóny v roku1989 došlo po dohode s energetikom (v roku 1989 jaskyne boli v pôsobnosti Ústredia štátnej ochrany prírody v Liptovskom Mikuláši), k zaobstaraniu potrebného materiálu na výmenu hlavne halogénových reflektorov. Hneď po skončení sezóny sa vo vstupnej chodbe nainštalovali miesto 1000W lampy tri kusy 120W smerových reflektorov, ktorých rozdiel v svietivosti je na obr.1.

V objavnom komíne, v Chodbe Spolupracovníkov i za Sloními ušami sú po dve smerové svietidlá. Neskôr sa na trhu objavili 80 W hrubostenné reflektory, ktorými sú nahrádzané pôvodné 120, 150 a 300W žiarovky (obr. 2). Svetelné armatúry pre klasické 100W žiarovky boli postupne menené za 40W. Uvedenými opatreniami došlo ku zníženiu príkonu z 25 kW na 10 kW. Po ďalších úpravách je terajší príkon 8 kW, čo je podľa skúseností najnižšia možná úroveň osvetlenia klasickou technológiou pre zachovanie estetického dojmu z jaskynných priestorov. Perspektívne diódové svetlá sú ešte finančne náročné.

Skrátenie expozície

Na skrátenie doby osvitu bol nainštalovaný 100 A stykač, prostredníctvom ktorého je možné centrálne vypnutie jaskyne z pokladne v Speleobare. Skrytá rezerva je ešte v ovládaní jednotlivých svetelných okruhov z povrchu. Toto opatrenie si vyžaduje realizáciu výkopových prác a položenie káblov od jednotlivých rozvádzačov v jaskyni do pokladne.

Vyčistenie jaskynných priestorov

Počas prevádzkovania jaskyne došlo do roku 1989 k naakumulovaniu rôzneho materiálu v neprístupných častiach. Po rekonštrukcii elektroinštalácie v roku 1988 zostalo v jaskynných priestoroch značné množstvo káblov, starých skorodovaných svetelných armatúr, konzol, rozvodných skríň, kusy betónu, vypálených žiaroviek ale aj drevené dosky, hranoly či podpery a samozrejme odpadky po návštevníkoch. Zorganizovala sa speleologická brigáda na veľké jaskynné upratovanie. Objem vyneseného materiálu predstavoval množstvo, ktoré vošlo na vlečku od traktora.

Súčasné umývanie jaskyne

Od roku 2005 je v prevádzke vodovod, ktorým je voda distribuovaná z rekreačného strediska Jahodník. Táto bude napojená k projektovaným budúcim sociálnym zariadeniam štandardnej úrovne, bufetu a využíva sa na aj na umývanie prehliadkovej trasy jaskyne. V tomto prípade by malo byť už vylúčené zanesenie cudzorodých mikroorganizmov nekvalitnou vodou. Jazierko opisované v záverečnej práci Kováčom [8] je čistené a dezinfikované minimálne raz za rok. Jaskyňa je umývaná podľa potreby, cez hlavnú sezónu (jún, júl, august) 2–3x mesačne, v extrémnych prípadoch štyri krát. Jedno umytie trvá zohratej skupine šiestich zamestnancov asi hodinu. V roku 1989 pri „ručnom“ umývaní jaskyne trvalo dva dni a kvalita zďaleka nedosahovala dnešnú úroveň.

Obmedzenie rastu „lampenflóry“ v jaskyni Driny

Po prevedení potrebných úprav na osvetlení a elektroinštalácii sa pristúpilo k samotnému obmedzeniu rastu jaskynnej zelene. Pre jaskyňu Driny vyhovuje odstraňovanie v osvedčenom termíne na začiatku novembra, vtedy už nie sú návštevníci a ešte nie zimujúce netopiere. Podľa prvotných informácií o účinnosti chlórových preparátov, bolo najjednoduchšie vyskúšať chlórové vápno, ktorého na prevádzke bolo dostatok, slúžilo na dezinfekciu suchých toaliet. Najskôr boli testované malé objemy na zistenie správnej koncentrácie roztokov 10%, 15% a 20% aplikované na porasty rias a na husté porasty machov. Zvolila sa koncentrácia 15% na riasy, na tvrdošijne odolávajúce machorasty a mokré substráty 20%. Potom potlačovanie rastu pokračovalo postrekovaním zasiahnutých plôch, hlavne v oblastiach svetelných zdrojov. Pred tým sa ešte odstránili hrubé vrstvy machorastov, jednoducho boli vytrhané, odobraté rukami, bez použitia abráznych pomôcok.

Je na škodu, že sa v tom období nezhotovovala fotodokumentácia, ale pre názornosť je možné uviesť, že odobraté množstvo predstavovalo objem dvoch fúrikov zelenej biomasy, hlavne z oblastí halogénových reflektorov.

V prvej fáze prebehlo ošetrenie nežiaducej vegetácie, s ktorou mali návštevníci vizuálny kontakt z prehliadkovej trasy. Vlastná aplikácia bola prevádzaná záhradným postrekovačom. Takmer 80% zarastených plôch šlo ošetrovať z prehliadkovej trasy, niekedy použitím dvoj metrového predĺženia postrekovacej dýzy. Za najproblematickejšie miesto možno považovať sintrové vodopády vo vstupnej chodbe vo výške 6 – 12 m, kde museli pracovníci používať jednolanovú techniku. Najskôr bolo nutné osadiť dvojité kotviace body vo výške asi 16 m, vystrojiť stenu speleolanom, vyšplhať sa k miestu aplikácie s postrekovačom a zaistený na lane previesť samotné ošetrenie zarastenej plochy. Na Križovatke stačilo použitie 6m rebríka. Nepríjemné bolo postrekovanie komínov v Beňovského chodbe, kedy chemický roztok stekal priamo na hlavu. Vzhľadom na výraznú chemickú agresivitu museli byť používané ochranné pomôcky. Výbornú službu poskytol vojenský protichemický oblek s gumovými rukavicami, protikyselinový klobúk a štít na ochranu tváre.

Podobne ako opisuje Hebelka [6] rovnaké problémy nastali s horšou rozpustnosťou chlórového vápna vo vode a tým zanášaniu postrekovacej dýzy i napriek cedeniu chemického postreku a navyše ošetrovaná plocha musela byť neskôr opláchnutá od vyzrážaných zvyškov použitého prípravku.

Spotrebovalo sa asi 50 litrov 15% a 10 litrov 20% roztoku. Vyššia koncentrácia musela byť použitá podobne ako v Moravskom krase [6] pravdepodobne z dôvodu dlhšej doby skladovania chlórového vápna, ktoré časom stráca obsah aktívneho chlóru a tým i oxidačnú aktivitu. Výsledný efekt bol síce na prvý pohľad uspokojivý, jaskyňa akoby zázrakom opeknela ale po vykonaní detailnej vizuálnej kontroly, po týždni sa zistilo že nie na 100%.

Prerobením jedného silného halogénového reflektoru na prenosnú verziu uľahčilo prezrieť celú jaskyňu a s údivom sa zistili drobné zelene porasty aj na takých miestach, kde ich pri štandardnom osvetlení vidieť nebolo. Toto si vyžiadalo opakovanie zásahu proti „lampenflore“, tentoraz s použitím chloraminu-B, ktorý pôsobí rovnako na báze chlóru ale je lepšie rozpustný vo vode a nezanecháva povlak na substrátoch. Účinok mal rovnaký ako chlórové vápno, ale prejavil sa za podstatne dlhšiu dobu. Na druhý postrek bolo použitých asi 15 litrov 15% roztoku. Úspešnosť opakovaných postrekov bola prekvapujúco dobrá.

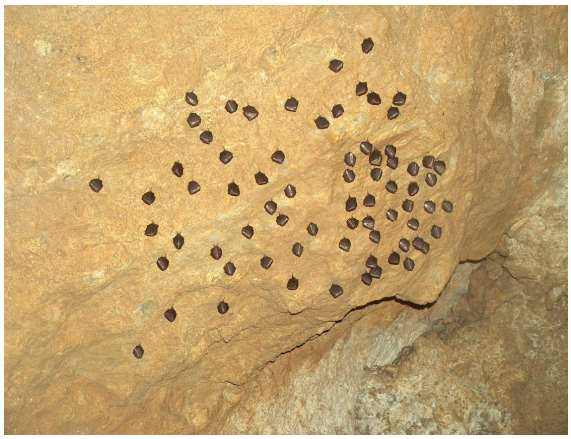
Chloramin-B je prášok, a zarábanie menších objemov si vyžaduje väčšiu presnosť navažovania koncentrátu na laboratórnych váhach, ktoré neboli k dispozícii, čo bolo považované u chloraminu za jedinú negatívnu vlastnosť. Preto boli hľadané ďalšie možnosti.

V priebehu prác objavili pracovníci jaskyne na trhu „Savo original“. Savo je dezinfekčný chemický prípravok na báze chlórnanu sodného s 5 % obsahom aktívneho chlóru, používaný okrem iného i na dezinfekciu pitnej vody [14]. Je to prípravok v tekutej forme, čo bolo vítané z hľadiska prípravy riedených postrekov.

Druhá fáza mala byť zameraná na odstraňovanie nárastov zelene v miestach, ktoré nie je vidieť z chodníkov prehliadkovej trasy. K tomuto účelu sa plánovalo použiť Savo ale v tej dobe už začali nalietavať netopiere na svoje zimoviská a nebolo zámerom znepríjemňovať im spánok zápachom po chlóre, preto sa už v tom roku ďalej nepokračovalo v tlmení rastu jaskynnej zelene.

Netopiere si vybrali pre hybernáciu Vstupnú chodbu, oblasť Križovatky a chodbu Spolupracovníkov, kde je najvýraznejšie prúdenie vzduchu [2] a kde sa aj dobre odvetrávajú výpary chlóru. Netopierom zrejme prevádzané postreky neprekážali lebo sa nasťahovali na miesta kde pred dvomi týždňami boli aplikované posledné ošetrenia.

Fajmon a kol.[5] vo svojej štúdii uvádza informáciu o hromadných úhynoch netopierov. Podobnú skutočnosť nie je možné potvrdiť v chronologickom slede potlačovania „lampenflóry“ v jaskyni Driny, nakoľko počas 20 ročnej praxe je zaznamenaných asi 5 uhynutých netopierov a to prevažne v jarnom období. Z toho jeden exemplár (*Rhinolophus hipposideros*) visel na mieste hybernácie do leta a až keď začal obrastať plesňami bolo zrejmé že uhynul.



Obr 3 Hybernujúca kolóna podkovára malého a detail. Foto: P.Zvonár

Na prevádzke jaskyne Driny je od roku 1994 vedená záznamová kniha chiropterofauny pre účely zaznamenávania všetkých dôležitých údajov o výskyte netopierov v jaskyni, výsledkoch každoročného sčítavania resp. prípadného chiropterologického výskumu [13]. Nakoľko sa chemické ošetrovanie jaskynnej zelene vykonáva po každej turistickej sezóne, v záznamovej knihe nie sú uvedené žiadne úhyny ani rapídne poklesy stavov, ktoré by mohli mať spojitosť s potlačovaním rastu nežiaducej vegetácie. Naopak po roku 2000 sú záznamy o zvyšujúcich sa počtoch zimujúcich jedincoch.

V priebehu sezóny 1990 sa priebežne sledoval stav opätovného nárastu, ktorý bol zaznamenaný po skončení hlavnej turistickej sezóny t.j. koniec augusta. V prvom novembrovom týždni 1990 došlo k vykonaniu opakovaného postreku novej zelene a dokončená bola druhá fáza z minulého roku. Tento raz sa použilo asi 20 litrov „Sava“ v 15% koncentrácii. I keď plochy v okolí svietidiel, umiestnených v úzkych bočných puklinách, menších priepastiach, dutinách, komínoch a pod, nie je vidno z prehliadkovej trasy, museli byť tiež ošetrené postrekom aby nedochádzalo ich rozširovaniu na ďalšie miesta. Tento úkon vyzeral na prvý pohľad jednoducho ale vyžadoval od personálu úsilie, zdatnosť a odvahu v „plazivkách“ (miesta kde je možné sa pohybovať len v polohe plazením) i zručnosť na lane vo výškach (10 – 15 m) . Účinok „Sava“ bol prekvapujúci, k vybieleniu vegetácie dochádzalo po pár minútach, zeleň prakticky „mizla pred očami“. V tomto prípade sa ošetrila jaskyňa v celku v trvaní necelého jedného dňa.

V jaskyni Driny bola posledný krát nežiaduca vegetácia utlmovaná „Savom“ v roku 1993. V roku 1992 sa začala problematika jaskynnej flóry riešiť komplexne na Správe Slovenských jaskýň používaním technického chlórnanu sodného [12]. Od roku 1994 je technický chlórnan sodný dodávaný zo SSJ a používaný na potlačovanie zelene v priestoroch jaskyne Driny. Tým, že jaskyňa bola ošetrovaná od roku 1989, mala určitý náskok voči ostatným, hlavne v neskôr používaných množstvách, ktoré sa teraz pohybujú od 2 – 5 litrov 5-10% roztoku NaClO.

Súčasný stav

Pretrvávajúce silné ataky inváznych druhov boli spôsobované rozličnými okolnosťami ako napr. zostatky zakorenených zvyškov, znečisťovanie jaskyne nánosmi z povrchu, nekvalitná voda na umývanie alebo vysoká návštevnosť. Preto na niektorých miestach zeleň tvrdošijne vzdorovala niekoľko rokov až sa ju podarilo stlmiť na želanú úroveň, hlavne v prípadoch keď zárodky pokrývala vrstvička sintru. V nárastoch sa zistili prvotné zárodky nižších rastlín ako sú riasy a rozsievky na menších plochách. Vyššie machorasty už v roku 2004 v jaskyni Driny neboli zistené [10]. Podľa Kaštovského [7] sinice sú lepšie prispôsobené nedostatku svetla ale osvetlenie v krátkych vzdialenostiach postačuje náročnejším riasam, ktoré svojim agresívnejším rastom vytlačia sinice. Vzhľadom na každoročné ošetrovanie jaskynného interiéru, pravdepodobne vyššia flóra už nemá dostatočne vhodné podmienky na inváziu do

podzemia, najmä zrealizovaním vodovodu s kvalitnou vodou na umývanie a udržiavaním priestorov jaskyne v čistote.

V roku 2009 po získaní štúdie Fajmon a kol. [5], bola i v Drinách testovaná metóda s 15% roztokom peroxidu vodíka. Podľa výsledkov je účinná na flóru v začiatočnom štádiu rastu a na suchých substrátoch. Na mokrých miestach s presakujúcou vodu musel sa roztok aplikovať viac krát. Negatívnou vlastnosťou je dlhá doba účinku a potrebná pomerne vysoká koncentrácia. V podmienkach jaskyne Driny jaskynná zeleň vybledla do troch týždňov. Má nesporne pozitívnu vlastnosť, že pri procese oxidácie biomasy sa uvoľní len voda a CO_2, teda nezanecháva po aplikácii žiadny zápach. Toto je možné využívať počas prevádzky jaskyne hneď po zistení prvých viditeľných príznakov nárastu vegetácie. Keď sa použije peroxid v lete o to menej bude treba chlórnanu v novembri. Pravdepodobne nepôjde o novú revolučnú metódu, ale ako doplnok s chlórnanom sodným bude vhodná na udržovanie úrovne rastu „lampenflóry“ pod kotrolou. Možno práve kombinácia oboch metód prispeje k zníženiu rezistentnosti nežiaducej vegetácie v jaskynných priestoroch.

ZÁVERY

Spracovávaním informácií o problematike „lampenflóry“ bol zistený zaujímavý poznatok, že nežiaducu vegetáciu prakticky nie je možné celkom zlikvidovať, preto asi nebude správne používať termín „likvidácia “, prijateľnejším pomenovaním by mohlo byť potlačovanie, tlmenie resp. obmedzenie rastu nežiaducej vegetácie. S odstupom času, po porovnávaní získaných publikovaných štúdií, overovaných v iných krajinách, hlavne v Moravskom krase je zjavná určitá podobnosť požívaných postupov.

Cieľom riešenia zelene v jaskyni Driny bolo potrebné vyčistiť jaskyňu, resp. udržať rast vegetácie pod kontrolou na prijateľnej úrovni. S ohľadom na dosiahnuté výsledky je možné konštatovať, že zámer sa podarilo uspokojivo dosiahnuť i keď danej problematike je nutné venovať pozornosť počas priebehu každej turistickej sezóny a to nie len aplikáciou chemických prostriedkov ale aj preventívnymi opatreniami. Chemické prostriedky asi nebude možné používať v jaskynnom prostredí stále, každá chemická látka či technický prvok, resp. zásah, sú pre jaskyňu cudzorodé i keď je momentálna škodlivosť negatívna, dlhodobé pôsobenie však môže mať škodlivé účinky.

Tlmenie nárastu jaskynnej zelene je nutné riešiť komplexne a v celej rozlohe jaskyne naraz. Jaskyňa Driny ešte má určité rezervy, napr. úpravu elektroinštalácie, resp. vydláždenie terasy, ako znížiť atak inváznych rastlín do podzemia. Dôležitým faktorom pri potlačovaní „lampenflóry“ je i osobná zainteresovanosť stálych pracovníkov jednotlivých jaskýň.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

[1] BELLA, P. 2006 Príspevok k morfológii a genéze jaskyne Driny. - Liptovský Mikuláš, Aragonit, 2006 4-9

[2] BOBRO, M. 1994: Výskum mikrospeleoklímy a vytypovaných faktorov jaskynného prostredia v jaskyni Driny. SAV Ústav geotechniky Košice

[3] DROPPA, A., 1951: Smolenický kras v Malých Karpatoch. - Zemepisný sborník 3, Bratislava, s. 7-52

[4] DROPPA, A., 1973: Prehľad skúmaných jaskýň na Slovensku. - Slovenský kras, 11, 111- 157

[5] FAJMON, J. - ŠTELCL, J. - KUBEŠOVÁ, S., 2001: Chemická likvidace „lampenflóry“ v jeskynních systémech. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r.2000, Brno 2001

[6] HEBELKA, J., 1989: Výskyt flóry kolem svítidel v turisticky přístupných jeskyních a možnosti její likvidace. - Interná štúdia ČÚOP – SČMJ, Blansko, 28 s.

[7] KAŠTOVSKÝ, J., 1997: Řasová flóra Mladečských a Javoříčských jeskyní. - Praha, Živa 3/1997, 101-102

[8] KOVÁČ, Ľ. - HUDEC, I. - ĽUPTÁČIK, P. - MOCK, A., 2005: Prieskum bezstavovcov jaskyne Driny, Plaveckej jaskyne a priepasti Michňová.- Archív Správy Slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš

[9] MICHALÍK, J. - REHÁKOVÁ, D. - MARKO, F., 1992: Stratigrafia a tektonika spodnokriedovej vápencovej sekvencie v profile jaskyne Driny (vysocká jednotka, Malé Karpaty). - Mineralia slovaca, 24, 235-243.

[10] ŠRAMKOVÁ, K., 2004: Sinice a riasy ako súčasť lampenflóry v niektorých sprístupnených jaskyniach Slovenska. - Prir.F UK, Bratislava, Diplomová práca

[11] STANKOVIANSKY, M., 1974: Príspevok k poznaniu krasu Bielych hôr v Malých Karpatoch. – Geografický časopis, 26, 3, 241-257

[12] CHLÓRNAN SONDÝ technický. [on line] - [cit.2008-03-15] – Dostupné na internete: >http://www.nchz.sk/?str=anorganic&lang=sk&detail=6&PHPSESSID=5524a7383a52e03b5d35c5fa5fb45db9<

[13] ZÁZNAMOVÁ KNIHA o chiropterofaune jaskyne Driny. - Vedená od roku 1994 a uložená na prevádzke jaskyne Driny, Smolenice

[14] Savo.- **Karta bezpečnostných údajov**. (podľa zákona č. 163/2001). [on line] - [cit.2008-03-30] – Dostupné na internete: >http://www.google.sk/search?sourceid=navclient&ie=UTF8&rlz=1T4HPNN_en___SK230&q=karta+bezp%2e+%c3%badajov%2dSavo+na+pitn%c3%ba+vodu<

[15] ZVONÁR, P., 1996: Objav Sládkovej chodby v jaskyni Driny. - Aragonit, 1, 13.

[16] ZVONÁR, P., 1999: Problematika prevádzky jaskyne Driny. - Archív Správy Slovenských jaskýň v Liptovskom Mikuláši

ADRESY AUTOROV

Peter Zvonár, Jaskyňa Driny, 919 04 Smolenice, Slovenská republika, tel.: +421/ (0)33/ 558 62 00, e-mail: >driny@ssj.sk<

RNDr. Miroslav Rusko, PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika, e-mail: >miroslav.rusko@stuba.sk<

RECENZENT

doc. RNDr. Jana Kotovicová, Ph.D., Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: >kotovicj@mendelu.cz<