▲ Silné provazce mycelia neboli rhizomorfy kornatce sírožlutého (*Xenasmatella vaga*). Foto Lukáš Falteisek.

Divočina za humny – divočina v podzemí

Lukáš Falteisek, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Katedra zoologie a Jan Matějů, Muzeum Karlovy Vary

Tento díl věnovaný „divočině za humny“ bude poněkud odlišný od toho, o čem byla v seriálu doposud řeč. Všechny předchozí díly byly věnovány původně přírodním ekosystémům, do kterých se příroda teď po zásahu člověka, byť třeba nikoli v původní podobě, vrací. Rádi bychom vám tentokrát představili prostředí, které by bez lidské činnosti nemělo šanci v daném rozsahu vzniknout, ale zároveň nevzniklo na úkor destrukce nějakých původních přírodních ekosystémů. Alespoň ne takových, které nás napadnou, když se řekne ekosystém. Řeč bude o podzemních prostorách, především starých dolech a štolách, ale také o sklepech.

Podzemí není typickým prostředím, kam bychom se vypravovali za živou přírodou, natož za divočinou, když už, tak se tam chodíme kochat krásou krápníků, sintrových vodopádů či krystaly minerálů nebo dokonce malbami našich dávných předků. Přesto si však do podzemí, a dokonce i do podzemí vytvořeného lidskou činností, našla cestu živá příroda. Náš region je v tomto ohledu výjimečný. Někdejší rudné doly Krušných hor a Slavkovského lesa rozhodně přesahovaly regionální význam, ostatně také jejich nynější pozůstatky se těší nebývalému zájmu nadšených amatérů, profesionálních výzkumníků i turistů. Pojďme si tedy onu poněkud schovanou divočinu představit.

Díky absenci světla chybí v podzemí rostliny, také velká část živočichů obývá podzemí pouze dočasně – o nich se zmíníme na začátku. Tu pravou divočinu však v podzemí vytvářejí rozmanité druhy hub a mikroorganismů, kterým se budeme věnovat v druhé části.

Většině milovníků přírody se ve spojitosti s jeskyněmi i štolami vybaví netopýři. To je samozřejmě v pořádku, avšak již méně známým faktem je, že

v našich podmínkách se většina druhů netopýrů v podzemních prostorách zdržuje pouze část roku – typicky zde přečkávají nepříznivé zimní období. Ovšem k různým opuštěným štolám a dolům se stahují již koncem léta v období tzv. swarmingu. Účelem swarmingu, česky by se termín dal přeložit jako rojení, je především rozmnožování. Netopýři samičky si na shromaždištích vybírají vhodného partnera. Kromě páření se odehrává ještě jedna důležitá věc. Mladí netopýři si osvojují informace o poloze a výběru vhodných zimovišť. V Karlovarském kraji jsou velká zimoviště i místa swarmingu netopýrů velmi vzácná. Známe je dosud téměř výhradně v Krušných horách, v oblasti starých rudných dolů u Hřebečné a Zlatého kopce, ve Slavkovském lese v dole Jeroným a v Doupovských horách pouze ve štolách v zámeckém parku ve Valči. Právě na těchto lokalitách zoologové pravidelně koncem léta odchytávají a kroužkují „rojící se“ netopýry, aby se dozvěděli více o jejich zimovištích a pohybu v krajině. Například na lokalitě Gottlib-Johannes (někdy též znám jako Gottlieb, Johannis) poblíž osady Zlatý Kopec se za uplynulých sedm let podařilo okroužkovat přes 750 jedinců celkem devíti druhů netopýrů.

Již jsme zmínili, že podzemní prostory využívají netopýři k zimnímu spánku. Přirozenými a původně jedinými zimovišti byly v našich podmínkách jeskyně, pukliny ve skalách a duté stromy. Nicméně netopýři se naučili využívat i úkryty umělé. S ohledem na geologické podmínky našeho regionu pak není divu, že například zimoviště netopýrů známá v západních Krušných horách jsou výhradně antropogenního původu. Konkrétně bylo v západním Krušnohoří v letech 2004 až 2011 nalezeno 60 zimovišť netopýrů, z tohoto počtu tvoří 71 % staré štoly a důlní díla, 26 % sklepy a 3 % bunkry. Je však třeba dodat, že pouze na sedmi lokalitách, obvykle největších co do rozsahu podzemních prostor, dosahují počty zimujících netopýrů přes 40 jedinců (Tájek et al. 2011).

V našem kraji můžeme nejčastěji potkat netopýra ušatého (*Plecotus auritus*). Není nejpočetnější, ale je velmi přizpůsobivý a zimuje jak v rozlehlých dolech či dlouhých štolách, tak v nevelkých sklípcích bývalých i stávajících domů, kde se s jinými druhy většinou nesetkáme. Ze zbývajících 13 druhů netopýrů, jejichž zimování bylo v našem kraji potvrzeno, není možné nezmínit jeden

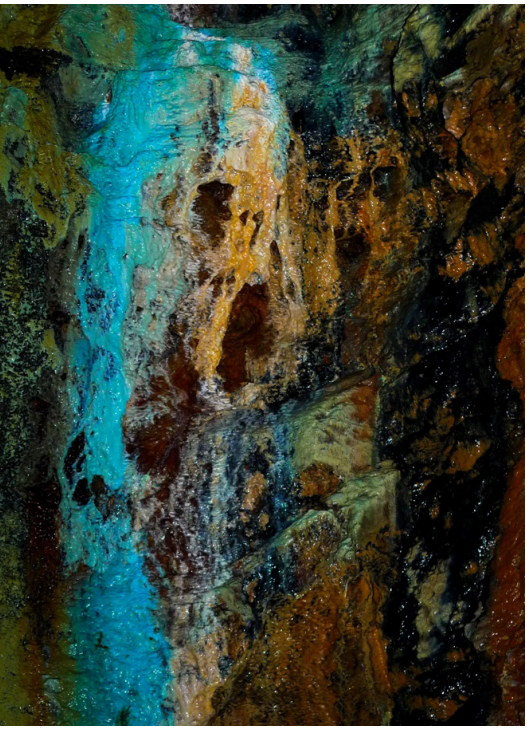
▲ Rejsec vodní, neohrožený predátor, jehož kořistí se často stávají živočichové větší než je on sám. Kromě hmyzu loví i žáby a menší ryby. Foto Přemysl Tájek.

▲ Larva mloka skvrnitého ve štole u Nejdku. Foto Jan Matějů.

z našich největších druhů – netopýra velkého (*Myotis myotis*). Ten zimuje obvykle ve větších štolách či dolech a také jeho počty na zimovišti bývají vyšší než u netopýra ušatého. Zajímavé je, že například v Krušných horách, kde je netopýr velký také předmětem ochrany evropsky významné lokality Krušnohorské plató, pravidelně zimují i jedinci ze Saska z oblasti Drážďan a občas i ze severního Plzeňska. Zimoviště v místních dolech tedy nemají pouze lokální význam. K netopýru velkému se v Krušných horách váže také jedno nepříliš radostné prvenství. Byla to jedna z prvních oblastí v Evropě, kde se u toho druhu projevil tzv. syndrom bílého nosu – infekční choroba způsobená plísní *Pseudogymnoascus destructans*, která v oblasti nosu, uší a kloubů křídel proniká do tkání zimujících netopýrů a způsobuje tam patologické

změny, někdy vedoucí až k úhynu netopýra. Prozatím však v našich krajích nemá onemocnění tak fatální následky jako šíření této choroby v Severní Americe, kde uhynuly stovky tisíc až milióny netopýrů. Naše populace netopýrů navzdory chorobě naštěstí stále mírně rostou.

Faunou štol, dolů a sklepů však nejsou jen netopýři. Velmi často, a někdy i v obrovském množství, se zde setkáme se zimujícím hmyzem. V Arnice je mu nyní věnován samostatný seriál, kde je tato ekologická skupina představena do nejmenších podrobností, proto se raději podíváme za dalšími méně známými návštěvníky podzemí. Že se v podzemí celkem pravidelně objevují obojživelníci, se může zdát překvapivé. Uvážíme-li však téměř stálou a pod bod mrazu neklesající teplotu a velkou vlhkost, případně částečné zatopení, je využití podzemních prostor k zimování naprosto logickým krokem. Nejčastěji se v různě zaplavených a vlhkých štolách setkáme se skokany hnědými (*Rana temporaria*). V průzračné vodě nepříliš dlouhé štoly v oblasti Jelení jich bývají pozorovány až stovky. Jednu zimu za nimi dokonce pronikl jejich predátor – nevelký hmyzožravec rejsec vodní (*Neomys fodiens*). O jeho vskutku opulentních zimních hodech svědčily desítky kostřiček a tělesných ostatků nebohých žab rozesetých po celé štole. Kromě skokanů hnědých můžeme v podzemí celkem často zastihnout ropuchy obecné (*Bufo bufo*) a vzácněji pak mloky skvrnité (*Salamandra salamandra*). Jejich zimování ve štolách je známo z Oloví a Korunní, ve sklepech pak byli mloci nalezeni v Dubině a údajně také v Měchově. Také v Nejdku najdeme mloky ve štole, ale nezimují tu. Naopak do čisté vody hned za vchodem kladou své larvy, které se ve zdejší chladné a na živiny chudé vodě vyvíjejí několik let.



▲ Pórnatka Vaillantova (*Antrodia vaillantii*) je na červeném seznamu hub, v podzemí však roste docela běžně. Foto Lukáš Falteisek.

◀ Němý výkřik tvořený oxidy a sírany železa, mědi a hliníku. Tato hmota představuje zbytek po téměř kompletním rozložení sulfidického ložiska pomocí mikroorganismů. Žijí v ní dosud neznámé bakterie ze skupiny sinic. Foto Lukáš Falteisek.

Živočichové, o kterých byla dosud řeč, stejně jako někteří laici, nerozlišují umělé doly od přirozených jeskyní. Jakmile se zaměříme na mikroorganismy, zjistíme, že rozdíl je obrovský. Zatímco život v jeskyních je až na výjimky závislý na tom, co tam přiletí, spadne či přiteče z povrchu, doly hostí svébytný ekosystém. Ten se příliš nepodobá ničemu, co známe zvenku. Na povrchu obstarávají materiální zabezpečení života rostliny a další organismy schopné fotosyntézy. V podzemí, v místech, kde jsou ložiska rud, zastávají stejnou roli bakterie a archea, které dokážou získávat energii tím, že oxidují sloučeniny síry, železa, manganu a dalších kovů včetně uranu. Energie získávají dokonce tolik, že mohou fixovat vzdušný oxid uhličitý a vytvářet organické látky. Na těchto producentech jsou závislé nejrůznější další organismy, které se jimi živí nebo rozkládají mrtvou hmotu. Kromě bakterií jde i o jednobuněčná eukaryota (prvoky) a některé houby.

Význam rudních minerálů pro podzemní život je tedy jasný. Co se však stane, když rudní ložisko žijící miliony let vlastním životem otevřeme pomocí důlního díla? Intenzita biologických procesů vzroste o několik řádů. I rudní ekosystém je závislý na jednom produktu fotosyntézy, a tím je kyslík. Do nedotčeného ložiska se kyslík dostává jen difuzí nebo se zasakující srážkovou vodou. Takovéto omezené množství kyslíku se ovšem spotřebuje v poměrně malé hloubce. Celý biologický proces proto bývá omezen na úzkou zónu, která se velmi pomalu posouvá do větších hloubek, tak, jak nad ní ustupuje povrch. Horníci ovšem též patří mezi aerobní organismy, takže každý důl, kromě toho, že vytěží část rudy, musí ložisko též odvodnit a odvětrat, a to do mnohem větších hloubek, než by dokázaly přírodní procesy. Bakteriím se naráz zpřístupní nebývalé množství jejich kamenné potravy a proudění vody vyvolané tím, že důl ve svém okolí snížil hladinu podzemních vod, jim začne přinášet kromě kyslíku i další potřebné látky.

V dolech můžeme často vidět v koncentrované podobě jevy, které by ve volné přírodě sice také existovaly, ale byly by vzácnější a skryté. Například na místech, kde je v hornině velké množství pyritu, vznikají díky bakteriím a hlavně archeím (např. *Ferroplasma*) kyselé vody bohaté na sírany a železnaté ionty. Když taková voda vyvěrá

▲ Zimující netopýří velcí, jeden s tzv. syndromem bílého nosu – infekční chorobou způsobenou plísní *Pseudogymnoascus destructans*. Foto Přemysl Tájek.

z pukliny do důlní chodby, chopí se práce další skupina mikroorganismů, které železnaté ionty oxidují na železité. Aby se udržely v proudu, vytvářejí bakterie velké množství mezibuněčné hmoty, která slouží jako něco mezi kotevním lanem a lešením. Na vývěrech se často vytvářejí mohutné krápníky, které připomínají krasovou výzdobu, až na to, že jsou vlastně celé tvořené bakteriemi a jejich produkty. Takový krápník snadno poznáme podle toho, že je měkký, ohebný, a dá se na něm při troše šikovnosti třeba uvázat uzel. Zjednodušeně by se dalo říct, že tyto krápníky v podzemní přírodě nahrazují stromy. Mají i své „mšice“ v podobě améb, které jimi prolézají a požírají bakterie, a „choroše“, skutečné houby živící se odumřelou bakteriální hmotou. Pokud kyselost vod trochu poklesne, přestanou vznikat měkké krápníky a začnou se tvořit poněkud tvrdší, které hostí jiné bakterie. V případě, že je ve vodě kromě železa i arzen, tvoří se tvrdé žlutozelené útvary připomínající ztuhlou pryskyřici. Dobře vyvinuté exempláře lze obdivovat mimo jiné i ve zpřístupněné štole v Mikulově u Hrobu.

Mikroorganismů, které dokážou vytvářet krápníky, je poměrně mnoho. Složení společenstva v určitém krápníku závisí na složení a průtoku vody, ale i na dalších věcech, které zatím úplně nechápeme. Lze předpokládat, že vztahy mezi

▲ Rafty a závoje z bakterií oxidujících síru ve vodě vytékající ze staré jámy. Foto Lukáš Falteisek.

bakteriemi jsou podobně složité jako vztahy mezi většími organismy. Přitom jsou společenstva z důlních krápníků pořád desetkrát až stokrát jednodušší než mikrobiální společenstvo, které se stará o úrodnost půdy nebo nám způsobuje nadýmání. Ekologii bakterií zatím zkrátka příliš nerozumíme. Důlní krápníky by nám s tím mohly pomoci. Hlavně díky tomu, že obsahují jednoduchá společenstva a rostou často ve velkých počtech na jednom místě. V Krušných horách se vyskytují třeba ve štolách nedaleko Oloví.

Bakterie se však nemusejí živit pouze pyritem. Další formy důlních „lesů“ můžeme vidět tam, kde se z podzemních vod uvolňuje sirovodík nebo metan. V jedné středočeské štole jsou mikrobiální gely tak masívní, že se jejich požíráním živí početná populace kroužkovců. Celkové množství gelů je minimálně 5 tun a nezdá se, že by ubývaly. Zajímavé je, že s rostoucím počtem prozkoumaných dolů podobných překvapení příliš neubývá. Stále narážíme na další jevy, které jsme dosud neznali. Některé se vyskytují méně než v jednom dole ze sta. Například na nedávné výpravě do podzemí šlápla jedna z účastnic na cosi, co rostlo na kolejnici a vypadalo jako rezavý choroš. Ozvalo se hlasité lupnutí, asi byl mírně natlakovaný, a z choroše vytekla bílá kaše, která na vzduchu postupně zčervenala. Šlo opět o oxidaci dvoumocného železa, které se nahromadilo v redukčním prostředí uvnitř útvaru. Pohled do mikroskopu prozradil, že redukční prostředí tam pomáhaly udržovat bakterie, ale proč někdy vznikají podobné útvary a jindy ne, zatím nevíme. Podobných struktur, vzniklých souhrou chemických a biologických dějů, se v podzemí vytváří mnoho typů a na každé výpravě je šance najít další.

Další běžná skupina důlních organismů jsou houby. Na rozdíl od bakterií jsou obvykle závislé na dřevu doneseném do dolu horníky. Dokážou si ale svojí potravu šetřit a růst ještě

▶ Průsvitné závoje pórnatky Vaillantovy na výdřevě, která už neunesla ani sama sebe. Foto Lukáš Falteisek.

desítky let po skončení těžby. Třeba v dolech na Jáchymovsku, opuštěných v 60. letech, rostou dodnes. Je zajímavé, jak reagují na specifické podzemní prostředí. Mnohé druhy hub, hlavně ty dřevokazné, potřebují světlo k normální tvorbě plodnic. Je to logické, osvětlení znamená pro houbové vlákno signál, že už je venku z pařezu. V podzemí proto některé houby netvoří plodnice vůbec. Například ta nejběžnější, václavka smrková, se ve tmě šíří jen pomocí rhizomorf, tvrdých černých svazků vláken, které při hledání dřeva dokážou dorůst desítky metrů daleko. Ve štolách tvoří svazky, sítě, a lustry. Jiné houby tvoří útvary podobné korálům nebo huňaté bílé závoje. Houby velice citlivě reagují na teplotu. I objekty, jejichž teplota se liší o 2 °C, mívají odlišnou skladbu hub. Na hlubších patrech, kde je teplo, mohou nečekaně růst tropické houby, například *Flaviporus brownei*, poprvé popsaný Humboldtem z Bornea. Hnojníky pro změnu nezávisle na teplotě rozkládají toxické a jinak extrémní substráty, jako jsou pražce a staré dehtované kabely. Toxické látky bohužel pronikají i do plodnic, takže nejsou vhodné ke konzumaci.

Čím tedy mohou opuštěné doly nejvíc překvapit zvědavého návštěvníka? Nejspíš tím, že do nich začala pronikat příroda hned, jak utichly vrtačky a lokomotivy. Chodby opuštěné třeba jen před 20 lety dnes představují mozaiku různých plazmodií, biofilmů, slizů, mycelií, krápníků a krystalů. Někdy to vypadá, jako by se skála chtěla zahojit. Tyto jevy by existovaly i bez dolů, ale znali bychom je asi podobně, jako známe faunu oceánského dna. Pár fascinujících vzorků z nedosažitelného světa. Díky dolům je můžeme zkoumat do detailu a vytvořit si o nich mnohem reálnější představu. Znalosti z výzkumu v podzemí se nám pak vrátí, třeba v podobě lepší ochrany zdrojů pitné vody.

Hornické skanzeny se obvykle snaží důl upravit do podoby univerzální turistické štoly – chodníčky, výdřeva, kladívka, vycpaný permoník a povídání o tom, jaká to byla dřina. Což nepochybně byla. Bohužel osobité jevy divočiny mikroorganismů i prostředí těch větších živočišných návštěvníků jsou při zpřístupňování zpravidla zničeny, aniž by si jich kdo blíže všiml. Ochrana starých dolů by proto neměla spočívat jen v tvorbě muzeí, ale také v ponechání co největšího počtu míst bez zásahu. Třeba jen ke studiu fascinujících přírodních procesů. O tom, že je velice škodlivé zasypávat bez rozmyslu staré šachty, snad ani nemusíme mluvit. ■

Literatura:
Tájek P., Bufka L., Tájková P., Matějů J. et Horáček D. (2011): Fauna netopýrů západních Krušných hor: nálezy z let 2004–2011. Vespertilio 15: 101–120.

KRÁTKÉ ZPRÁVY

■ Kdo se pohybuje po krajině Karlovarského kraje a CHKO Slavkovský les, jistě si v letošním roce všiml, že se u maloplošných zvláště chráněných území objevily nové, graficky jednotné, **hraničníky a velkoformátové informační panely**. V posledních dvou letech došlo ke sjednocení tohoto terénního návštěvnického zařízení na územích spravovaných Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR v celé naší zemi. V Karlovarském kraji bylo umístěno 23 nových informačních panelů u 20 chráněných území (v NPR Rolavské rašeliny jsou mimořádně 4) a 221 hraničníků s dodatkovými informačními tabulkami u 38 chráněných území.

■ V letošním roce proběhl již devátý ročník přednášek a exkurzí v rámci cyklu **Pojďte s námi do přírody**. Lidé z Karlovarského kraje si mohli letos vybírat z úctyhodného počtu 32 exkurzí, 1 přednášky, 2 seminářů (Setkání přátel Slavkovského lesa, Setkání příznivců přírody Karlovarska) a dalších akcí jako byly netopýří noci v Jáchymově a u dolu Jeroným, výstavy hub v Mariánských Lázních a Chebu, podzimní Lázeňský festival jablek nebo promítání Ekofilmu v Mariánských Lázních. S odbornými průvodci se návštěvníci letos exkluzivně mohli podívat například na květy Ohře přímo z raftu nebo se s průvodcem vypravit do veřejnosti jinak nepřístupných částí vojenského újezdu v Doupovských horách.