



Tetřeví populace zasahuje na jihovýchodě až k Hraničníku (foto) a Smřčině. Foto Pavla Čížková



Turisticky oblíbený Roklan (v popředí) je i přes vhodnost habitatu tetřevy jen málo využíván. Foto Nürnberg Luftbild, Hajo Dietz

činností. Stresové hormony naopak klesaly se stoupající kvalitou přírodních podmínek stanoviště. Celkově se slepice ukazují být na rušení výrazně citlivější než kohouti.

Výhled do budoucna

Společný monitoring tetřeva s genetickou analýzou trusu ukázal, že šumavská populace přesahuje kritickou hranici 470 jedinců (podle Grimm & Storch 2000), potřebnou

pro dlouhodobé přežití tetřeva na Šumavě. Snaha o ochranu tohoto druhu je proto i nadále oprávněná. Oba národní parky ale nejsou dost velké na to, aby umožnily přežití celé populace, žijí v nich pouze cca dvě třetiny jedinců. Tetřevy musíme dostatečně chránit i v navazujících oblastech jejich výskytu. Mírný nárůst početnosti tetřeví populace na Šumavě ukazuje, že bezzásahovost a velkoplošný rozpad lesa

po orkánu Kyrill neměly na velikost populace negativní vliv. Rozpadlé horské smrčiny nabízejí tetřevovi příhodná stanoviště. Tetřevy ale může vytlačovat turistický ruch. Příkladem je turisticky velmi vyhledávaná oblast Velkého Roklanu na bavorské straně. Toto území poskytuje velice vhodná stanoviště, přesto se mu tetřevi vyhýbají.

U tak náročného druhu, jako je tetřev hlušec, proto nestačí mít pro jeho ochranu pouze vyhlášené chráněné území. To se bohužel ukazuje na příkladu Slovenska, které má více než čtvrtinu svého území chráněno ptačími oblastmi v rámci soustavy Natura 2000 a vyhlášeno devět národních parků. Přesto tam stavy tetřeva klesly za poslední čtyři desetiletí o více než 70 % na dnešních 660–880 jedinců žijících v izolovaných populacích ve slovenských pohořích. Hlavním důvodem je ničení přirozených horských lesů. Za posledních 25 let došlo ke skoro dvojnásobnému nárůstu těžby ve slovenských lesích a stále vznikají velkoplošné holoseče při asanačních těžbách, a to i v chráněných územích.

Z toho plyne, že formální ochrana území nestačí. Chceme-li tetřeva hlušce udržet, ať už na Slovensku, nebo v ČR a Bavorsku, nesmíme se bát zrevidovat naše dosavadní přístupy ke krajině. Tak, aby mu dokázaly poskytnout vhodné podmínky pro život. Aktuální, celoplošně posbíraná data přitom umožňují správám národních parků Bavorský les a Šumava dosáhnout výrazně lepších a věcných kompromisů mezi ochranou přírody, správou parkových lesů či turismem, např. při vyhlásování jádrového (Bavorsko), resp. klidového (ČR) území, při otevírání nových stezek a s tím spojenými návrhy kompenzačních opatření. O ochranu a zachování tohoto „erbovního druhu“ by se však měl zasadit celý region.

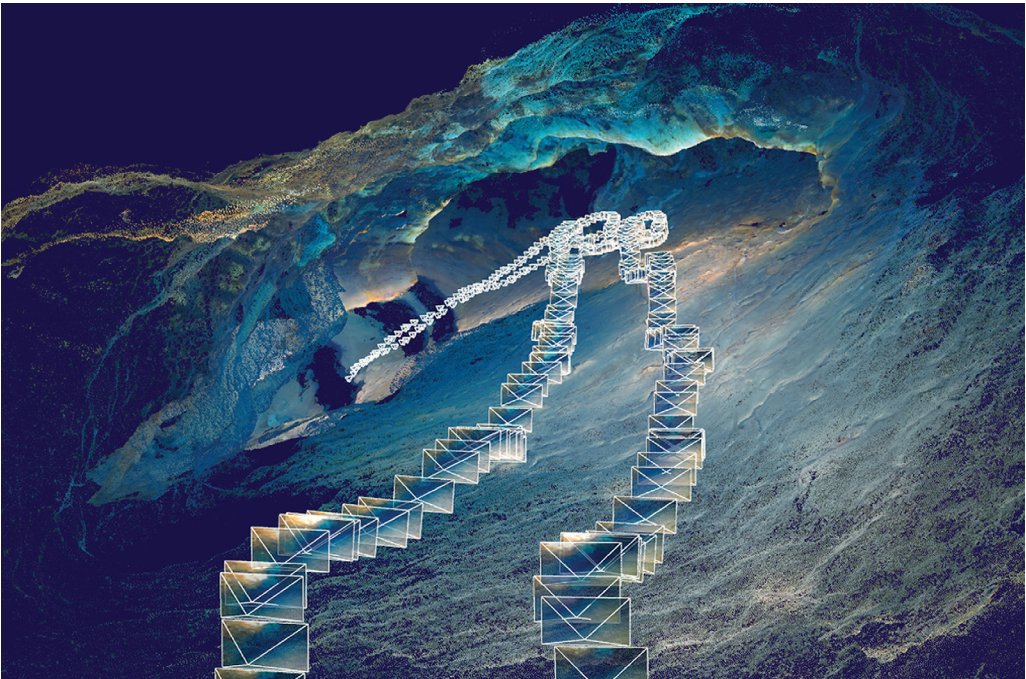
Tetřeví monitoring 2016–2017 byl proveden v rámci interregového projektu č. 99: „Přeshraniční mapování lesních ekosystémů – cesta ke společnému managementu NP Šumava a NP Bavorský les" realizovaného z Programu přeshraniční spolupráce Česká republika – Svobodný stát Bavorsko Cíl EÚS 2014–2020.

Nová metoda mapování trvale zatopených prostor v NPP Chýnovská jeskyně

Jiří Šindelář, František Krejča

Chýnovská jeskyně představuje morfologicky značně komplikovaný jeskynní systém. V současné době je známo více než 1,5 km chodeb, z nichž téměř jedna čtvrtina je trvale zatopena vodou. V roce 2017 zde proběhlo testování nové metody mapování zatopených prostor. Ve spolupráci Správy jeskyní ČR,

České speleologické společnosti a firmy GEO-cz se podařilo zrealizovat historicky první 3D skenování zatopené části jeskyně metodou „videogrammetrie“. Již první výsledky potvrdily předpoklad vysoké kvality tohoto způsobu dokumentace. Výrazným pozitivem je nenáročnost a zejména rychlost metody v terénní fázi.



Pracovní snímek z výpočtu. Řady bílých značek představují aktuální pozice kamer při pořízení snímku, který byl z videozáznamu automaticky vybrán do výpočtu. Dobře čitelné jsou dvě řady, které dokumentují pohyb potápěče s kamerami ve stereopáru. Zdroj Správa Chýnovské jeskyně

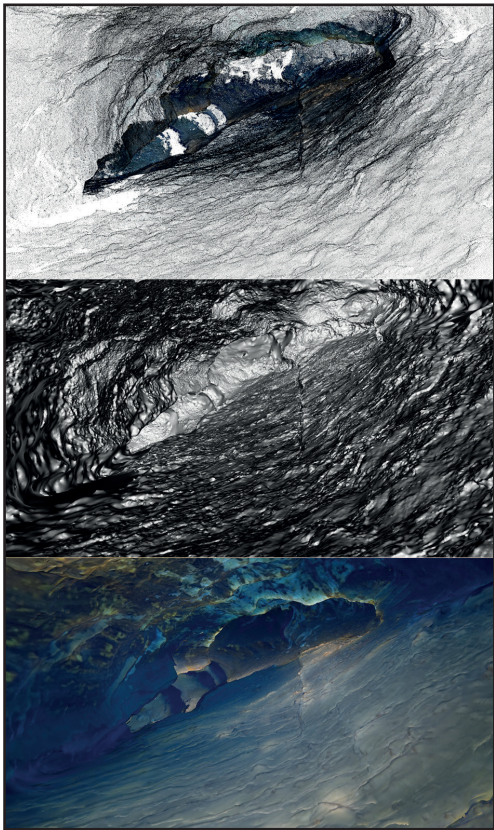
Chýnovský kras je menší krasové území, které se nachází na jihozápadním okraji Českomoravské vrchoviny, sv. od městyse Chýnova. Krasové jevy jsou zde vázány na polohy karbonátových hornin, jež jsou společně s amfibolity, erlany a kvarcity uloženy v okolních pararulách. Primární krasové procesy probíhají především v nepříliš mocné poloze čistého, hrubě zrnitého mramoru, která se nachází ve svrchní části karbonátového sledu.

Většina chodeb vzniká rozšiřováním tektonických poruch korozí a má puklinový až tunelovitý charakter. Systém „vzestupných sifonů“ probíhá v několika odvodňovacích úrovních, které jsou nepravidelně kříženy ukloněnými vertikálami. Sklon těchto propastovitých chodeb je víceméně shodný s úklonem horninových vrstev, tedy cca 45°. Vody podzemního toku zde vytvářejí poměrně pravidelnou síť chodeb, která do značné míry kopíruje tektonickou situaci v lokalitě.

Charakteristickým znakem místního krasu je specifická hydrografie, kde prokazatelně neexistuje žádné přímé spojení s povrchovými toky. Voda z nekrasových hornin se akumuluje v dobře propustném prostředí vápencové zóny, dominantním způsobem se podílí na vzniku jeskyně a na povrch se dostává až v tzv. Rutické vyvěrače vzdálené cca 1,3 km od počátku odtokového sifonu. Souvislost vod jeskyně s vývěrem byla ověřena stopovacími zkouškami v šedesátých letech minulého století. Absence dobře rozpustných karbonátů v nadloží má za následek omezenou tvorbu sintrových forem, na druhou stranu je pro jeskyni typická unikátní modelace stěn s celou řadou primárních korozních a erozních tvarů. Z vápenců jsou selektivní korozí doslova vypreparovány nejen polohy nekrasových hornin, ale i řada minerálních druhů často v krystalovaných formách. Přítomnost chemických i minerálních příměsí v mramorech se odráží ve výrazném zbarvení stěn jeskynních chodeb. V zatopených částech je tato pestrost zvýrazněna oranžovohnědou „gelovitou“ hmotou, která lokálně pokrývá stěny a tvoří i významnou složku sedimentů.

Něco málo z historie

První pokusy o potápění v zatopených prostorech Chýnovské jeskyně se odehrály již v šedesátých letech 20. století. Ve všech případech však došlo již při vstupu do vody k jejímu zakalení a množství sedimentů prakticky znemožnilo jakýkoliv další postup. Zahájení skutečného potápěčského průzkumu lze tedy



Nahoře – finální model chodby nazvané „Element“ v podobě tzv. mračna bodů. Uprostřed – stínovaná varianta stejného úseku. Dole – finální model opatřený barevnou texturou. Zdroj Správa Chýnovské jeskyně

spojovat spíše až s činností ZO ČSS Speleo-aquanaut v lokalitě. V letech 1982–1989 bylo zorganizováno celkem devět akcí, během kterých se podařilo z Homolova jezírka objevit prakticky všechny dnes známé chodby tzv. Spodního patra. Další ponory z pozdější doby měly vesměs dokumentační charakter. Zatím poslední etapa potápěčských průzkumů byla zahájena v lednu 2017 a z hlediska četnosti akcí i pracovního nasazení je s předchozími aktivitami prakticky nesrovnatelná. Během roku proběhlo celkem deset ponorů, jejichž náplní bylo především ověření možnosti využití nové metody mapování zatopených prostor. Hlavní tíha celého projektu ležela opět na potápěčích pražského Speleo-aquanautu. Nezbytné pomocné práce zejména při náročných transportech technického vybavení zajišťovali členové ČSS a zaměstnanci Správy Chýnovské jeskyně.

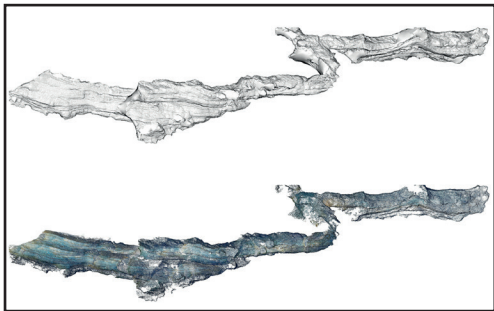
Při mapování trvale zatopených prostor v 80. letech byla potápěči použita dodnes běžná metoda magnetického tahu. Ve složitých podmínkách byly operativně pořizo-



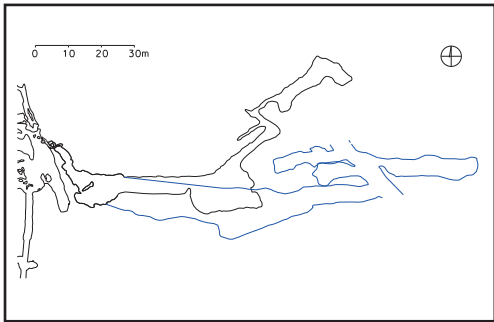
Homolovo jezírko, vstup do trvale zatopených částí Chýnovské jeskyně. Foto František Krejča

vány orientační náčrty jednotlivých chodeb a po zaměření základního polygonu byla postupně zakreslena celá mapa Spodního patra. Průběh a rozsah nejhlubších, těžko dostupných partií a též méně významných odboček byl v některých případech navíc pouze odhadován. Tímto způsobem vznikla na konci 80. let mapa trvale zatopených prostor, která byla následně opět připojena ke stávajícím kartografickým podkladům. Vezmeme-li v úvahu, že pracovní podmínky pod hladinou jsou nesrovnatelně náročnější než měření v „suchých“ prostorách, můžeme s nadsázkou říci, že mapa Spodního patra vznikala podobně jako první mapy jeskyně ve druhé polovině 19. století. Zde je třeba připomenout i určité specifikum potápění v Chýnovské jeskyni. Voda, zpočátku absolutně čistá, se velmi rychle kalí, a to nejen vířením jemných sedimentů ze dna, ale i rozptylem již zmíněných „gelových“ materiálů na stěnách a stropě jeskyně. Možnost zastavit a provádět jakoukoliv činnost na místě je tak velmi omezená. Obnova původního stavu vzhledem k relativně nízkému průtoku a značným profilům chodeb je pak otázkou několika dnů až týdnů.

Již při zběžném porovnání dosud existujících map „suchých“ a zatopených částí Chýnovské jeskyně byl na první pohled patrný mnohdy až extrémní rozdíl ve tvaru, průběhu



Pohled na část mapovaných prostor v pracovní verzi. Nahoře stínovaný model, dole obarvené mračno bodů. Zdroj Správa Chýnovské jeskyně



Půdorysný plán dosud zpracovaných úseků tzv. Spodního patra Chýnovské jeskyně. Černě původní půdorys z 80. let, modře půdorys vygenerovaný z digitálního modelu, který vznikl 3D skenováním zatopených prostor. Polohová chyba původní mapy ve dvacetimetrové hloubce činí neuvěřitelných 38 m. Zdroj Správa Chýnovské jeskyně

i členitosti chodeb. Přitom je zcela evidentní, že charakter těchto prostor se nikterak neliší, což potvrzují dnes již dostupné kvalitní videozáznamy. Jak již bylo zmíněno v úvodu, chodby jeskyně téměř dokonale kopírují tektonickou situaci v lokalitě. K dispozici je tak jakási vzorová „matrice“ chýnovského systému, jež byla v minulosti již několikrát využita k objevům nových, dosud neznámých prostor. Předpoklad, že musí být platná i pro tzv. Spodní patro, nás přivedl až k myšlence revize původního mapování trvale zatopených prostor.

„Videogrammetrie“ – perspektivní metoda mapování trvale zatopených prostor

Již od začátku bylo zřejmé, že využití tradičních metod mapování by bylo nesmírně zdlouhavé a navíc bychom tak nedokázali eliminovat výše zmíněné problémy (značná členitost prostor, zakalení vody apod.). Bylo potřeba vytvořit úplně novou metodiku, která umožní relativně snadný a hlavně rychlý sběr dat v terénu, a to bez vysokých nároků na odborné geodetické znalosti osob, které mapovací práce provádějí.

Naše pozornost se tak obrátila k moderním metodám fotogrammetrie, to jest oboru, který umožňuje obrazovou informaci z fotografií transformovat na metrická data. Nové matematické postupy ve vícesnímkové fotogrametrii již nějakou dobu umožňovaly odečíst ze snímků souřadnice X, Y a Z. Množství získaných dat však bylo vždy limitováno tím, co byl schopen ručně odečíst operátor. Nyní však matematici zdokonalili výpočetní algoritmy pro metodu zvanou SIFT (scale-invariant feature transform). Tyto algoritmy umějí rozpoznávat výrazné obrazové body při změně měřítka, šumu i osvětlení a jsou charakteristické tím, že nemění svou relativní pozici na jednotlivých snímcích. Jednoduše řečeno – program dokáže automaticky orientovat jednotlivé fotografie a z nich odečíst mračno bodů, které se přinejmenším vyrovná výstupu z laserových 3D skenerů. Touto metodou jsme již úspěšně dokumentovali řadu památek u nás i v zahraničí, množství podzemních objektů a vytvořili i digitální kopie některých uměleckých děl a přírodních fenoménů. V letech 2016 a 2017 byla tato technologie ještě více zdokonalena, otes-



Transport materiálu korytem podzemního toku pod Blátivou chodbou. Foto Josef Vandělík



Instalace kontrolního polygonu. Pro dodržení maximální přesnosti byly v některých případech body stabilizovány na keramických dlaždicích s nerezovými oky. Foto Miloslav Dvořáček

toována a úspěšně aplikována při dokumentaci rozsáhlých a prostorově velmi členitých celků. Postupně tak vznikla zcela nová metodika pro převod objektů z reálného světa do virtuální reality. Cílem však nebylo pouze zkvalitnit výpočetní fázi, ale především zefektivnit i část terénní, a to bez negativního dopadu na kvalitu výsledného produktu. Při mapování větších a prostorově členitějších

celků se fotografování ukázalo jako značně nepohodlné a zdlouhavé. Ve stísněných prostorech se pak často stávalo, že snímky nepokrývaly všechny potřebné části dokumentovaných objektů, nepodařilo se vždy udržet shodnou osu záběrů na stereopárech atd. Byli jsme proto nuceni opustit i klasické fotogrammetrické postupy a posunout hranice ještě o něco dále.



Jemné sedimenty na dně Hlavní chodby zvířené pohybem potápěče. Stěna v horní části snímku je pokrytá vrstvou oranžovohnědého „gelu“. Foto Miloslav Dvořáček



Severní koridor Hlavní chodby. V pravé části snímku šňůry kontrolního polygonu se signalizačními znaky. Foto Miloslav Dvořáček

Vznikne virtuální model zatopeného prostoru

Zcela logickým krokem bylo nahrazení fotografie videozáznamem. Vůbec poprvé jsme v ČR začali pro mapování a tvorbu virtuální reality využívat videogrammetrie. Tímto způsobem pak již není problém vytvořit poměrně rychle přesný model celého kostela, hradu,

nebo dokonce celého města. A co k tomu potřebujeme? V první řadě kvalitní videozáznam zájmového objektu, dále jasně definovaný horizont a minimálně jeden rozměr. Přesně definovaná horizontála a délka umožňují výsledný digitální model správně orientovat v prostoru a určit jeho měřítko v metrické soustavě. Pokud máme místo definované dél-

ky k dispozici alespoň 3 body dobře rozpoznatelné na vstupním videozáznamu a známe jejich souřadnice, můžeme finální model georeferencovat do příslušného souřadnicového i výškového systému. Dnešní kamery umožňují velmi kvalitní záznam v rozlišení 4K, což při průměrné snímkovací rychlosti 24–30 snímků za vteřinu představuje více než dostatečné množství obrazových, a tedy i prostorových informací. „Skenování“ zatopených částí Chýnovské jeskyně provedla dvojice potápěčů, vybavených vždy dvěma kamerami ve stereopáru. Použití dvojice kamer se shodnou osou záběru umožnilo kombinovat různé matematické postupy při finální tvorbě mračna bodů, nebo chcete-li digitálního modelu zatopené jeskyně. Pro výpočet a tvorbu modelu je tak využito kombinace výpočtů stereofotogrammetrických a průsekových. Kombinace různých metod také umožnila spolehlivé kontrolní výpočty a exaktně doložitelnou chybu vzniklé dokumentace.

Videogrammetrické části dokumentace předcházelo osazení lomových bodů hlavního polygonu signalizačními znaky a také jeho kontrolní zaměření klasickou metodou magnetického tahu. Jasně signalizované body navíc posloužily ve výpočetní fázi projektu pro snadnější spojování dílčích skenů jednotlivých chodeb. Základní polygon byl převeden do souřadnicového systému S-JTSK a výškového systému Bpv. Pečlivým přeměřením tohoto polygonu jsme sledovali především jednoznačnou kontrolu výstupů nově testované metody v zatopených prostorech většího rozsahu. Půdorysné plány a řezy, vygenerované z výsledného modelu, vykazují se základním polygonem velmi dobrou shodu. Drobné nuance na dvou lomových bodech připisujeme spíše nedostatečně přesnému měření výšek hloubkoměrem. Kontrolními výpočty byla potvrzena celková maximální chyba vzniklého modelu do 20 cm.

Během dvou ponorů se podařilo dvojici potápěčů zmapovat více než 220 m členitých chodeb s převýšením 43 m. Práce na podrobném vyhodnocení a tvorbě maximálně přesného virtuálního modelu trvale zatopených prostor Chýnovské jeskyně i nadále pokračují.

Česká geologická služba 2019 – sto let od založení

Zdeňka Petáková

Česká geologická služba je státní příspěvková organizace, zřízená zákonem č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, ve znění pozdějších předpisů, pro výkon státní geologické služby. Kontinuálně navazuje na Státní geologický ústav Republiky československé, založený 7. 7. 1919, a jako státní instituce slouží státu, a tedy všem jeho občanům. Aktuální vizí ČGS

je být pilířem státu v poskytování geovědních informací pro rozhodování ve věcech přírodních zdrojů, rizik a udržitelného rozvoje a na základě vysoké odbornosti posilovat postavení vůdčí výzkumné instituce v oboru věd o Zemi^[1]. Kvalitou a šíří odborností se ČGS řadí po bok nejrozvinutějších světových státních geologických služeb.

Trilobit *Ellipsocephalus hoffi*, jinecké kambrium. Foto Zdeněk Patzelt

