

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování



Možnosti využití podzemí, zejména jeskyní jako rozvojového potenciálu území

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Lenka Růžičková, Ph.D.

Autor práce: Eva Soulková

2013

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Katedra aplikované geoinformatiky a územního
plánování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Soulková Eva

Územní technická a správní služba - kombinované Praha

Název práce

Možnosti využití podzemí, zejména jeskyní jako rozvojového potenciálu území

Anglický název

Possibilities of underground caves such as development potential of land use

Cíle práce

Cílem práce je pomocí extenzivní rešerše zmapovat způsob využití podzemních prostor, zejména jeskyní, z pohledu historického i současného a shrnout problematiku podzemního urbanismu. Na příkladu vybrané jeskyně aplikovat poznatky z literární rešerše, zhodnotit její rekreační využití a nastínit směry vedoucí ke zvýšení atraktivity a rekreačního potenciálu vybrané jeskyně.

Metodika

Metodika práce bude vycházet z analýzy odborné literatury pro využití podzemních prostor se zaměřením na jeskyně v národním i světovém kontextu. K syntéze poznatků vybrané jeskyně budou využity vlastní průzkumy a rozbory zájmového území s využitím dostupných historických zdrojů a zjištění potenciálu využití v širších souvislostech dotazníkovým šetřením. Grafické výstupy budou reprezentativního charakteru.

Harmonogram zpracování

Dle pokynů vedoucí práce.

Rozsah textové části

Maximálně 50 stran.

Klíčová slova

Využití území, rekreační potenciál, podzemní urbanismus, jeskyně,

Doporučené zdroje informací

Barták J. 2007: Podzemní urbanismus - řešení problematiky městské infrastruktury. *Stavebnictví* 5: 19-25.

Drbal K. 2010: Jeskyně ve světle cestovního ruchu. *Ochrana přírody*, zvl. č., s. 45-46.

Edelenbos J., Monnikhof R, Haasnoot J., van der Hoeven F, E. Horvat & van der Krogt R. 1998: Strategic Study on the Utilization of Underground Space in the Netherlands. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 13 (2):159-165.

Gillieson D.S. Management of Caves 2011: In van Beynen, P.E. (ed) *Karst Management*. Springer Publishing, 141-158.

Ylinen J. 1989: Spatial Planning in Subsurface Architecture. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 4 (1): 5-9.

Vedoucí práce

Růžičková Lenka, Ing., Ph.D.



Ing. Petra Šimová, Ph.D.

Vedoucí katedry



V Praze dne 3.4.2013



prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Možnosti využití podzemí, zejména jeskyní jako rozvojového potenciálu území“ vypracovala samostatně, za odborného vedení vedoucí bakalářské práce Ing. Lenky Růžičkové, Ph.D.

Veškeré podklady, ze kterých jsem čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne 9. 4. 2013

.....
Eva Soulková

Poděkování

Děkuji všem, kteří mi pomáhali při zpracování předkládané bakalářské práce. Především děkuji vedoucí práce Ing. Lence Růžičkové, Ph.D. za trpělivost a cenné rady. Zároveň chci poděkovat panu Robertu Dvořáčkovi, správci jeskyně Výpustek, za poskytnutá data a informace. Za podporu děkuji rovněž celé své rodině.

V Praze dne 9. 4. 2013

.....

Eva Soulková

ABSTRAKT

Jeskyně jsou unikátním přírodním úkazem a obsahují nejen geologické, geomorfologické a mineralogické fenomény, ale zároveň jsou v nich zachovány ty nejcennější doklady o vzniku a vývoji lidské kultury. Z tohoto důvodu bylo zvoleno zaměření náplně bakalářské práce na možnosti jejich využití z různých hledisek, a to především na hledisko obytné, ochranné, zdravotní, dopravní či výrobní. První část práce byla zpracována formou literární rešerše a postupně byly zmapovány a zhodnoceny jednotlivé potenciály využití podzemních prostor z různých hledisek. V následující části práce je uvedena charakteristika území Moravského krasu s následnou analýzou návštěvnosti jeskyně Výpustek, která díky své neobyčejné historii náleží k nejzajímavějším jeskyním této lokality. K průzkumu bylo použito krátkých dotazníků a na základě jejich vyhodnocení, bylo poté navrženo několik doporučení.

KLÍČOVÁ SLOVA: využití území, rekreační potenciál, podzemní urbanismus, jeskyně

ABSTRACT

Caves are unique natural phenomenon including not only geological, geomorphological and mineralogical specifics but also the most valuable evidences about the creation and development of human culture. This work therefore analyses how the caves were used from different points of view, mostly from residential, protective, health, transport and productive point of view. One of the original functions of caves was a religious function - as a sacral cult. First part of the work was written as a literature search. Individual potentialities of using of underground areas were analysed and evaluated from a different point of view. In the following part of the work, the characteristics of the Moravian Karst is noted with the analysis of a visit rate of the cave Výpustek, which is considered as one of the most interesting caves also for an unusual history of this locality. The survey was done via question-forms and on the base of final evaluation and results, some recommendations were then proposed.

KEY WORDS: land use, recreational potential, underground urbanism, cave

OBSAH

1	Úvod.....	9
2	Cíle práce.....	10
3	Metodika.....	11
4	Literární rešerše	12
4.1	Právní ochrana jeskyní	12
4.2	Charakteristika a geologie jeskyní	14
4.3	Možnosti využití podzemních prostor.....	19
4.3.1	Zdravotní využití	20
4.3.2	Rekreační využití	23
4.3.2.1	Rekreační využití podzemních prostor moravského krasu	25
4.3.2.2	Rekreační využití podzemních prostor v dalších zemích Evropy.....	27
4.3.3	Jeskyně – unikátní biotop a zdroj poznání	31
4.3.3.1	Jeskyně – unikátní biotop a zdroj poznání v zahraničí	32
4.3.4	Sportovní a kulturní využití.....	33
4.3.5	Zrání a ukládání sýrů.....	35
4.3.6	Využití podzemních prostor k ukládání plynu	36
4.3.7	Dopravní využití.....	38
4.3.8	Průmyslové a výrobní využití	39
4.3.9	Urbanistické využití.....	40
4.4	Jeskyně výpustek a její využití.....	43
4.4.1	Zhodnocení návštěvnosti jeskyně výpustek	44
5	Diskuze.....	53
6	Závěr	55
7	Přehled použité literatury	57

1 ÚVOD

Na základě historických dokumentů, vztaženo k dnešnímu pojetí využívání území, plnily jeskyně funkci nejen obytnou, rekreační, zdravotní, dopravní, ale i výrobní, či byly využívány jako posvátná místa a plnily tak i funkci občanské vybavenosti.

Jeskyně začaly být poznávány a využívány ve chvíli, kdy do nich vkročil člověk. Vždy poskytovaly lidem útočiště před nepříznivými klimatickými podmínkami, dravou zvěří, ale také zde bylo snadnější založit i udržet oheň. Sloužily jako vhodné a náhodné přístřeší prvním obchodníkům na cestách a v době bitev a nájezdů cizích válečníků poskytovaly okolním obyvatelům úkryt. Stěny v jeskyních byly využity pro první kresby a výjevy tohoto světa, a také díky vápencovým útvarům byly mnohdy považovány za posvátná místa.

Nejdříve byly využívány vchodové části a prostorné portály jeskyní, s jižní nebo jihozápadní orientací. Hluběji lidé vnikali především z kultovních důvodů. V období středověku se lidé jeskyním vyhýbali, byly totiž považovány za tajemná sídla zlých sil a hlouběji pronikali pouze horníci a lidé pracující v podzemí. O využívání jeskyní zákonem stíhaných zločinců svědčí názvy Grázlova nebo Loupežnická jeskyně (Hromas et al. 2009). V jeskyních také přebývali poustevníci, k neznámějším obydlím patří Svatý Jan pod Skalou, pustevna Sloup nebo jeskyně Jáchymka u Býčí skály (Poche et al. 1980).

Strach z neznámých podzemních prostor postupně ustupoval a lidé začali jeskyně využívat účelově. Předmětem vědeckých výzkumů jsou jeskyně od 17. století a v této době se také začínají používat fosilní nálezy k výrobě univerzálních léků, které byly používány k medicínské léčbě. V 18. a především v 19. století byla výhodným prodejním artiklem krápníková výzdoba, která byla v Moravském krasu snadno dostupná. Odborný výzkum jeskyní s aplikací geologických, geografických, archeologických a hydrologických věd je znám od druhé poloviny 19. století. V této době začaly být využívány některé podzemní prostory k uskladnění zbraní a střeliva. Podzemní prostory nabízejí rozmanité možnosti využití, kterým se tato bakalářská práce věnuje.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem této práce je zmapování způsobu využití podzemních prostor, zejména jeskyní, z pohledu historického i současného a to především v těchto oblastech: zdravotní, rekreační, sportovní, průmyslové a dopravní. Dalším cílem bakalářské práce je zmapování problematiky podzemního urbanismu, včetně komerčního využití vybraných prostor. V závěru práce, na příkladu jeskyně Výpustek v Moravském krasu, budou aplikovány poznatky z literární rešerše. Zároveň bude zhodnocena návštěvnost jeskyně s nastíněním směrů pro zvýšení její atraktivity a rekreačního potenciálu. S využitím podzemních oblastí rovněž souvisí jejich právní ochrana, a proto práce zahrnuje i legislativní nástroje jako právní ochranu podzemí.

3 METODIKA

Tato bakalářská práce byla zpracována formou literární rešerše, která shrnuje informace získané z odborných i populárně-naučných článků a publikací, týkajících se této problematiky. Rešerše je členěna dle různých typů využití či významu podzemních prostor pro člověka a je koncipována od obecných poznatků podzemních prostorů, zejména jeskyní, až ke konkrétním způsobům využití z hlediska jejich rekreačního potenciálu.

Druhá část práce je věnována konkrétní lokalitě – jeskyni Výpustek v Moravském krasu. Na základě terénního šetření bylo provedeno zhodnocení vývoje návštěvnosti dané lokality. Následně navazovalo vyhodnocení výsledků získaných na základě dotazníkové akce, jež byla zaměřena na průzkum důvodu návštěvy vybrané lokality u návštěvníků. Získaná data byla zpracována do tabulek a nedílnou součástí práce je i grafické zpracování dat.

4 LITERÁRNÍ REŠERŠE

V úvodu literární rešerše je třeba definovat pojem jeskyně. Jedná se o přírodní útvar, jehož velikost, umístění v terénu, horninové složení a tvar je takový unikát, že se nenajdou na celém světě dva shodné. Výraz jeskyně bývá někdy nahrazen pojmem podzemní dutina, která vznikla přirozenými procesy a je částečně nebo zcela obklopena matečnou horninou. Za jeskyni ve speleologickém pojetí se považuje dutina, která má rozměry větší než jsou míry dospělého člověka. Tedy její rozměry dovolují člověku jí prolézt (Hromas et al. 2009).

Podobně je tento termín definován také v publikaci (Pokorný et Holec 2009), kteří také zahrnují do tohoto pojmu i dutiny, které mají přesnější označení jako sluje, propasti a další. V současné době je uvedena definice i v právní ochraně jeskyní. Podrobněji se legislativním nástrojům věnuji v následující kapitole 4.1.

4.1 PRÁVNÍ OCHRANA JESKYNÍ

Jedním ze základních cílů bakalářské práce je problematika právní ochrany jeskyní, včetně legislativních nástrojů. Z pohledu živé i neživé přírody patří jeskyně, ale i podzemní a povrchové krasové jevy k nejzajímavějším lokalitám. Ochrana krasového území včetně jeskyní vychází z přírodních hodnot a z poznání vzájemných vazeb jednotlivých částí krajiny. Ve chvíli kdy si první badatelé uvědomili vědecký význam jeskyní, vyvstala potřeba nastavení pravidel zpřístupněných jeskyní a jejich ochrany. Nejprve se jednalo o zákaz lámání krápníků, osvětlování loučemi, nebo o zákaz střelby v jeskyních. V roce 1882 byla vydána historicky první pravidla pro návštěvníky jeskyní – jeskyní řád Sloupských jeskyní (Štefka 2008).

V první polovině 20. století byla již ochrana některých významných jeskyní vyhlášena zákonem. Teprve zákon č. 40/1956 Sb., o státní ochraně přírody stanovil přesný právní rámec a podtrhl mimořádný význam jeskyní, který byl zdůrazněn a zpřísněn v § 10 zákona č. 114 / 1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění, (dále jen zákon).

V § 10 odst. 1. zákona, je definována jeskyně „jako podzemní prostory vzniklé působením přírodních sil, včetně jejich výplní a přírodních jevů v nich“. Podle § 10

odst. 2. zákona, jsou stanoveny zákazy ničit, poškozovat nebo upravovat jeskyně, nebo měnit jejich dochovaný stav. Příslušný orgán ochrany přírody může podle platné právní úpravy udělit výjimku z tohoto zákazu. Podmínkou je, že se bude jednat o případy, kdy je to v zájmu ochrany, nebo kdy jiný veřejný zájem chráněný tímto nebo jiným zákonem výrazně převažuje nad zájmem ochrany přírody. Pro průzkum nebo výzkum jeskyně, dle § 10 odst. 3. zákona, je třeba povolení orgánu ochrany přírody. Povolení nepotřebují osoby pověřené orgánem ochrany přírody k provádění monitoringu nebo inventarizace, dále osoby při výkonu státní správy, policie, osoby při plnění úkolů obrany státu a osoby při zajišťování veterinární péče, záchranných služeb nebo správy vodních toků. Příslušnými orgány jsou krajské úřady, správy národních parků a správy chráněných krajinných oblastí dle § 77a, zákona. Dále je v § 10 odst. 4. zákona, uvedeno, že stejné ochrany jako jeskyně podle odstavců 2 a 3 požívají i přírodní jevy na povrchu (například krasové závrtý, škrapy, ponory a vývěry krasových vod), které s jeskyněmi souvisejí.

Pokud je při dobývání nerostů nebo geologickém průzkumu objevena nová jeskyně, najdeme v § 10 odst. 5. zákona, stanovena pravidla a povinnosti osoby oprávněné k dobývání. Zjištění jeskyně při dobývání nerostných surovin nebo při provádění geologických prací je osoba oprávněná k dobývání, dle zákona č. 44/1988Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství, (horní zákon), v platném znění, nebo osoba provádějící geologické práce, povinna bezodkladně oznámit orgánu ochrany přírody. Osoba oprávněná k dobývání je též povinna po nezbytně nutnou dobu, pokud nebude ohrožena bezpečnost a ochrana zdraví při práci, zastavit dobývací činnosti, které by mohly poškodit zjištěnou jeskyni, a na své náklady zajistit dokumentaci jeskyně. Dokumentaci předá orgánu ochrany přírody. Obsah a rozsah dokumentace stanoví Ministerstvo životního prostředí ČR vyhláškou 667/2004 Sb., kterou se stanoví obsah a rozsah dokumentace jeskyní, v platném znění.

Právní ochrana se váže také na hornickou činnost. Dle § 90 odst. 3. zákona, lze při hornické činnosti v dobývacím prostoru výhradních ložisek nerostů uplatnit povinnosti jen v dohodě s osobou oprávněnou k výkonu hornické činnosti podle zvláštního předpisu. Současné využití jeskyní a jejich další potenciál je vázáno i na vlastnické vztahy. Vlastnictví je upřesněno v § 61 odst. 3. zákona, podle kterého jeskyně nejsou součástí pozemku a nejsou předmětem vlastnictví. Dále se v § 61 odst. 1. zákona, uvádí, že vlastníci pozemků souvisejících s jeskyněmi jsou povinni v případě jejich zamýšleného prodeje přednostně nabídnout tyto pozemky ke koupi orgánu ochrany přírody. Protože jsou jeskyně biotopem zvláště chráněných

živočichů, pamatuje právní ochrana také na flóru a faunu jeskyní, která je zaměřena také na ochranu zimovišť chráněných druhů netopýrů a vrápenců. Tato ochrana je definována v § 50. zákona. Ochranu paleontologických nálezů najdeme v § 11. zákona. V § 87 a § 88. zákona, jsou uvedeny sankce a výše pokut ve spojitosti s poškozováním nebo ničením jeskyně. Ve zpřístupněných jeskyních je turistický provoz limitován ochrannými podmínkami, kdy jsou stanoveny počty a frekvence návštěvníků, otevírací doba a další. Zákon č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči (památkový zákon), v platném znění, se vztahuje na jeskyně a krasové jevy, které jsou kulturními památkami, zejména archeologickými nalezišti. Při praktické ochraně krasových oblastí je třeba věnovat pozornost informacím uvedených v příručce Limity využití území, které vydává Ústav územního rozvoje (Hyvar et al. 2007).

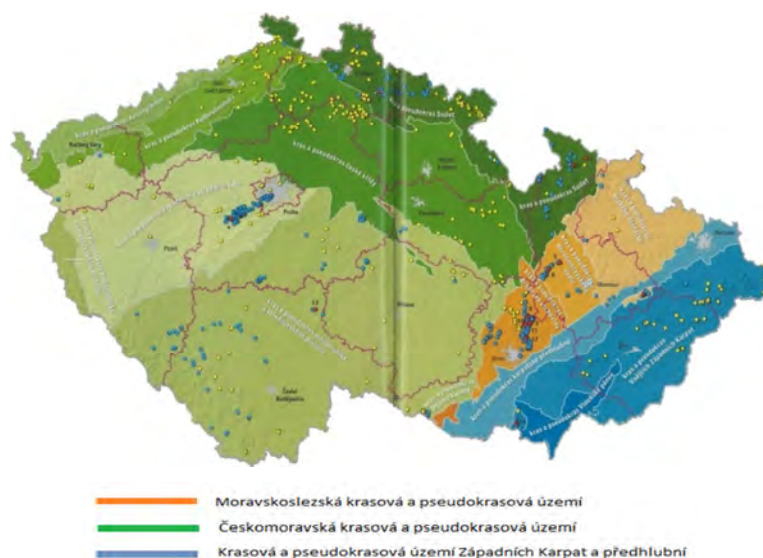
V roce 2004 došlo k novelizaci právní ochrany jeskyně zákonem č. 218/2004 Sb., kterým se mění zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů. Zákon č. 218/2004 Sb., přinesl novou definici jeskyně, jiný režim ochrany a povinnou dokumentaci jeskyní zjištěných při dobývání nerostných surovin, nebo provádění geologických prací. Jeskyně jsou v zákoně č. 218/2004 Sb., definovány tak, že přírodní jevy na povrchu, které s nimi souvisejí, nejsou do definice jeskyně zahrnuty, ale jejich ochrana je upravena samostatně. Netýká se to však výplně jeskyně. Dále jsou v zákoně č. 218/2004 Sb., stanoveny povinnosti osoby oprávněné k dobývání nerostů nebo ke geologickému průzkumu. Účelem je zjistit a zachovat všechny základní informace o odkryté jeskyni.

4.2 CHARAKTERISTIKA A GEOLOGIE JESKYNÍ

Jeskyně dělíme na krasové, pseudokrasové a ledové. Pojem kras je odvozen od názvu slovinského horstva. Na první pohled se jedná o suchá území vzhledem k tomu, že vody jsou soustředěny pod zemským povrchem. Kras je rozsáhlé území se zvláštními znaky hydrologie, pro niž je charakteristické podzemní odvodňování (Obr. 1). Voda vytváří ojedinělé tvary nadzemního i podzemního reliéfu vlivem chemického rozpouštění krasových hornin. Chemická eroze spočívá v rozpouštění a chemickém narušování hornin vodou. Může se projevit jen u hornin, které se vodou rozpouštějí. Jsou to hlavně sůl kamenná, dolomitický vápenec a horniny, v kterých tyto nerosty tvoří podstatnou část. Jsou-li horniny rozpukané a dochází-li ke vnikání srážkové a povrchové vody, rozšiřuje voda již vzniklé pukliny a horniny se stávají ještě více propustnými. Vápenec se rozpouští vodou, která obsahuje kyslíčik

uhličitý. Při značné rozloze vápencových hornin na zemském povrchu a velkém množství vody, která se do nich vsakuje, dochází ke vzniku podzemních prostor. Význačnou vlastností vápencových oblastí je neobyčejná propustnost skalního podkladu, který je protkán velkým množstvím puklin, a proto voda se rychle ztrácí do země. Toto rychlé vsakování vody způsobuje, že povrch vápencových oblastí je zcela suchý a bezvodý. Stěny vápencových skal jsou strmé a údolí jsou těsná a hluboká. Povrch vápencových území tvoří planiny s malou vegetací (Kettner 1954).

Krasové jevy rozlišujeme na primární a sekundární. Mezi primární krasové jevy patří škrapy. Jedná se o ostrohranné prohlubeniny nebo rýhy, které se tvoří chemickým působením dešťové vody. Čím větší srážky tím jsou rýhy větší. Vyskytují-li se škrapy na rozsáhlých plochách, mluvíme o škrapových polích. Dále sem řadíme závrtý, prohlubeniny kruhovitěho obrysu. Dalším primárním krasovým jevem jsou geologické varhany. Takto označujeme kapsovitě prohlubně válcovitěho tvaru, které vznikly podél puklin a zlomů v podloží pokryvných útvarů. Závrtý a hltače mají obdobnou funkci, odvádějí povrchové toky do podzemí. Hltače odvádí přívalovou dešťovou vodu, nebo vodu z jarního tání. Je-li dno hltače tvořeno nepropustným jílem vznikají jezírka. Významným primárním krasovým útvarem jsou propasti, které vznikají dvojím způsobem. Rozpuštěním vápence na puklinách nebo zřícením stropů jeskyň po provalení dna závrtů. Příkladem je známá propast v Moravském krasu Macocha (Obr. 2), která také vznikla zřícením stropu velké jeskyně. Z toho důvodu její dno částečně pokrývá suť a zbytky zborceného stropu (Kettner 1954).



Obr. 1 Přehled krasových a pseudokrasových oblastí České republiky (Příroda ČR v mapách: AOPK ČR 2012)



Obr. 2. Pohled na dno propasti Macocha z můstku umístěného v jejím prostoru (Zajíček 2010)

Dnem propasti protéká říčka Punkva, která napájí dvě jezírka. V roce 1901 zahájil systematický průzkum Macochy moravský krasový badatel Karel Absolon, přírodovědec, archeolog, speleolog, který se zasloužil o významné objevy v Moravském krasu. Jak již bylo výše uvedeno, kras se vyznačuje úzkými údolními, soutěskami tvořenými skalnatými stěnami a srázy. Taková údolí nazýváme kaňony. K primárním jevům řadíme dutiny, chodby, komíny a jeskynní prostory (Loucká 2002).

Sekundární krasové jevy jsou usazeniny vápence, které se vylučují z krasových vod na stropě, na stěnách a na dně jeskyní. Usazeniny můžou vytvářet souvislé vrstvy, které označujeme jako sintry. Znamé sintrové jeskynní tvary jsou stalaktity, stalagmity, stalagnáty, brčka, jeskynní perly apod. Jejich název je odvozen od řeckého slova *stalaktos*, tzn. odkapávání (Obr. 3). Postupným odkapáváním vody a jejím následným srážením na stropní části vznikají vybouleniny, které postupně mohutní a prodlužují se. V této fázi může vzniknout dlouhý tenký krápník, nejjednodušší tvar stalaktitu, kterému se říká brčko. Po zmohtnění nazýváme tento útvar stalaktit. Vlivem gravitace voda kape směrem dolů na podlahu jeskyně, a protože obsahuje velké množství rozpuštěných složek, dochází ke srážení a vzniku dalšího jeskynního útvaru, kterému říkáme stalagmit. Pokud se spojí tyto dva útvary, vznikne stalagnát (Brasier 2011).



Obr. 3. Sekundární krasové útvary (brčka, stalagmity, stalagnáty) v Masarykově dómu v Punkevních jeskyních (Hromas et al. 2009)

Typologie krasových jeskyní je založena na mnoha hlediscích. Základní hledisko je vznik dutiny (genetické hledisko), dále tvar jeskyně (morfologické hledisko) a způsoby využívání lidmi např. léčebná, průmyslová, urbanizační, rekreační, pohřební a další (Panoš 2001). V České republice najdeme největší krasové oblasti v CHKO Moravský kras a CHKO Český kras. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR eviduje celkem 2227 jeskyní a propastí z toho je 1771 krasových a 456 pseudokrasových, 1062 v Moravském krasu a 378 v Českém krasu (Balák 2010).

Pseudokrasové jeskyně jsou podzemní a povrchové tvary morfologicky podobné krasovým, ale vznikají jinými procesy než rozpouštěním a narušováním hornin. Nejčastěji se jedná o mechanickou a tektonickou činností vytvořené rozsedlinové jeskyně a propasti. Cigna et Forti (1986) popisují v některých pseudokrasových oblastech hlavní mechanismus vzniku puklin promrznutím, které naruší vazby mezi zrny horniny a posléze dochází k mechanickému vyplavování rozvolněných zrn. V mimořádném množství a pestrosti jsou vázány převážně na mohutná souvrství kvádrových pískovců české křídové pánve. Převažují zde puklinové, vrstevní, kombinované, výklenkové, blokové (suťové) a rozsedlinové jeskyně a propasti. Mnoho těchto přírodních podzemních prostor bylo také upravováno člověkem. Mimořádně rozsáhlé jsou systémy rozsedlinových, puklinových a blokových jeskyní a propastí v pískovcích pásma Západních Karpat. Rozsedlinové a puklinové jeskyně vznikly také v Českém Středohoří (Hromas et al.

2009). V Broumovské vrchovině se nachází labyrint Poseidon, jehož součástí jsou jeskyně Plutonova chrámu (Mlejnek et al. 2009).

Puklinové jeskyně jsou úzké a svislé prostory, uzavřené, vzniklé procesy eroze, vlivem mrazu, prorůstání kořenů a vegetace. Vrstevní jeskyně jsou nízké, široké prostory vzniklé odnosem nebo odrolením méně odolných částí. Jeskyní výklenky patří k nejběžnějším pseudokrasovým útvarům a vznikají podobným procesem jako vrstevní jeskyně. Rozsedlinové jeskyně jsou vysoké, úzké, ale ke dnu se rozšiřují. Vznikly pohybem skalního bloku při gravitačních svahových pohybech. Suťové jeskyně jsou prostory v suťových závalech nebo v balvanových mořích, které vznikly při řícení skal a svahů (Vítek 1979).

K velmi zajímavým typům jeskyní patří ledové jeskyně, které ke svému vzniku potřebují dostatečné množství vody a pokles teploty na bod mrazu, nebo pod bod mrazu. Voda, která led tvoří, je převážně povrchová a pohyb vody musí být pomalý. Dalším důležitým činitelem jsou vzduchové proudy, které umožňují výměnu jeskynního vzduchu s vnějším vzduchem. Větší počet otvorů v jeskyni způsobuje kolísání teploty.

Podle výměny vzduchu rozlišujeme jeskyně statické a dynamické. Statické ledové jeskyně mají jeden větší otvor, dynamické mají nejméně dva otvory, mají podle ročních období a počasí střídavou teplotu vzduchu a mohou zalednit. Jeskyně, které od vchodu stoupají, mají v létě teplý vzduch u stropu a chladný vzduch uniká při zemi ven. Jeskyně se postupně naplní teplým vzduchem, a z tohoto důvodu se nikdy nemůže stát ledovou jeskyní. Do jeskyní, které od vchodu klesají, vniká v zimě těžší studený vzduch, který vytlačuje teplý vzduch unikající ven při stropu jeskyně. Studený vzduch pomalu zaplní celý prostor a v létě nemůže uniknout. Jeskyně mrzne a postupně se zalední (Bosák 1997).

V České republice lze Ledové sluje navštívit u Vranova nad Dyjí (Obr. 4), významná, ale pro turisty nepřístupná je také ledová jeskyně Naděje v Lužických horách (Gruna et Reiter 1997).



Obr. 4. Ledové sluje u Vranova nad Dyjí vzniklé na hlubokých rozsedlinách (Hromas et al. 2009)

Závěr kapitoly se věnuje dalším typům jeskyní, přestože nejsou krasového ani pseudokrasového původu, a to z důvodu kompletního přehledu ostatních typů jeskyní. Jedná se o jeskyně mořské nacházející se v přímořských oblastech, jež vznikly odnosem málo odolných částí mořských útesů. K ojedinělým patří Fingalova jeskyně, kterou najdeme na ostrově Staffa u skotských břehů. Díky šestiúhelníkovým kamenným pilířům působí mysticky a je zmiňována ve skotských mýtech (Cowling 1999). Ve vulkanických oblastech (Island, Austrálie, Havaj) nalezneme lávové jeskyně, které mají tunelovitý tvar a vznikají v lávových proudech. Povrch lávového proudu utuhne, ale středem proudu láva teče dále a jsou-li příznivé podmínky, odteče zcela. Morfologie tunelů je členitá a lávové jeskyně mohou tvořit i vícepatrové systémy. Nejdlejší lávovou jeskyní je Kazumura na Havaji (Cílek 1989).

4.3 MOŽNOSTI VYUŽITÍ PODZEMNÍCH PROSTOR

Využitelnost podzemních prostor je vázána na různé funkce. Je třeba rozlišit, zda daná funkce výrazně vyžaduje úpravy samotného podzemního prostoru, nebo zda jsou využity přirozené, přírodní jeskynní prostory.

Zdravotní, rekreační funkce a funkce jeskyně jako zdroje poznání využívají přírodních podzemních prostor s minimálními technickými úpravami. Další způsoby využití jako např. sportovní, kulturní, dopravní, výrobní a průmyslové funkce souvisí

se stavebně technickými úpravami. Kromě těchto funkcí našli lidé v podzemních prostorech také využití z hlediska urbanismu, kde jsou zásahy člověka nejvíce patrné.

4.3.1 ZDRAVOTNÍ VYUŽITÍ

O tom, že v jeskynním prostředí lze úspěšně léčit různé choroby, věděli lidé už v dobách antického Řecka a Říma. První písemné zmínky o této léčbě pocházejí z 15. století ze solných dolů v polské Wieliczce, kde horníci trpící astmatem zjistili, že se jim při práci ve štolách lépe dýchá (Edelmann 2008). K podrobnějšímu prozkoumání a popsání léčby, která byla nazvána speleoterapie, došlo teprve po druhé světové válce v Německu. Zde byla vydána první učebnice speleoterapie, na kterou navazovali další propagátoři této léčebné metody, ve které se prolínají vědní oblasti jako je zdravotnictví a speciální pedagogika, ale jsou zde využívány znalosti z přírodního prostředí a mikroklima jeskyní (Beamon et al. 2006).

Speleoterapie, podle Žákové (2008), je metoda, která využívá specifické vlastnosti jeskynních prostor k léčbě astma a chronických alergických katarů horních cest dýchacích. Léčeny mohou být také choroby srdce, krevního oběhu, cévní choroby, poruchy výměny látkové a choroby zažívacího traktu. Jeskyně, jako výjimečný biotop jsou téměř bez alergenů a koncentrace oxidu uhličitého je o něco vyšší než na povrchu. To umožňuje astmatikům snadnější dýchání. Léčebné kúře v jeskyních musí předcházet důkladné lékařské vyšetření, neboť tato léčebná metoda nesmí být použita u pacientů trpících například stavy úzkosti, klaustrofobií a také není vhodná pro léčbu těžkých forem srdečních chorob.

Pacienti ve štolách odpočívají na lehátkách zabaleni do přikrývek. Délka pobytu závisí na hloubce štoly, tlaku, vzduchu, teplotě a obsahu soli ve vzduchu. Během léčebného procesu tráví pacienti denně 2-3 hodiny v jeskyních a zároveň se střídají fáze klidové a pohybové aktivity, které zvyšují fyzickou kondici pacientů. Průběh léčebného procesu, ale také péči zdravotních sester v léčebně Císařské jeskyně v Ostrově u Macochy popisuje ve své publikaci Žáková (2008).

Císařská jeskyně je využívána nejen pro zdravotní účely, ale slouží také jako modelová lokalita pro studium antropogenního ovlivnění jeskynního systému. Studie se zaměřila na proměnné, které zásadním způsobem ovlivňují mikroklima jeskyně (CO₂, teplota, vlhkost). Vývoj hodnot závisel na aktuálním počtu osob a délce setrvání v jeskyni. Po odchodu osob z jeskyně se proměnné vracely blízko

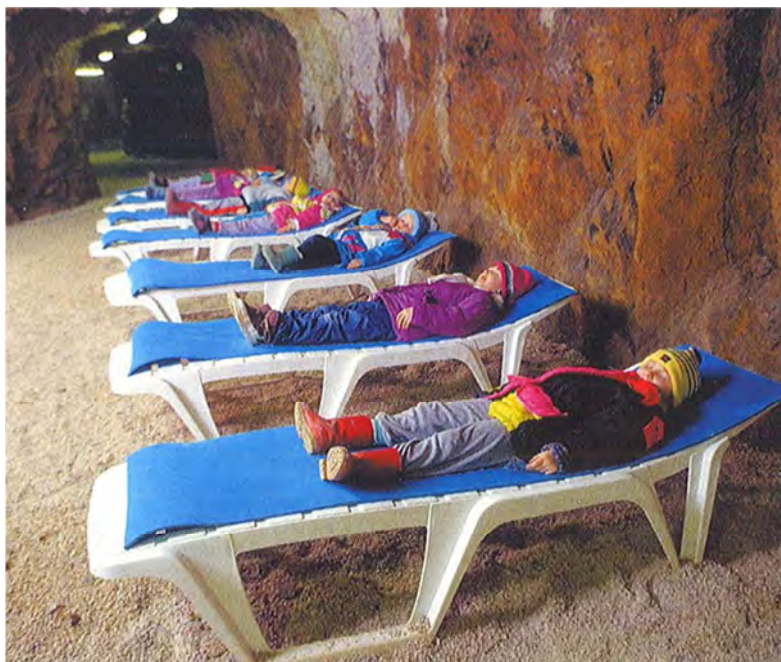
k původním přirozeným hodnotám. Doba návratu k původním hodnotám proměnných se lišila, nejdelší čas vyžadovaly koncentrace CO₂, přibližně 24 hodin. Hodnoty teploty a vlhkosti se k původním hodnotám přiblížily během 1 hodiny (Horníček et al. 2011).

Léčbu speleoterapií používá také Sanatorium Edel s.r.o. Lázeňský komplex vyrostl ve Zlatých Horách v roce 1882, kdy bylo MUDr. Anjelem založeno Sweinburgovo lesní sanatorium. Za druhé světové války se zde léčili němečtí vojáci a od roku 1950 slouží dětským pacientům. V roce 1993 byl změněn statut léčebny na Dětskou léčebnu respiračních nemocí, která pak byla v roce 1996 zprivatizována a dnes nese oficiální název Sanatorium Edel s.r.o.

Sanatorium najdeme ve Zlatých Horách, v severní části podhůří Jeseníků v nadmořské výšce 410 m. K léčbě se využívají především umělé podzemní prostory, tedy šachty (Obr. 5), které zde zůstaly po zaniklé těžbě rud barevných kovů. Po jednoduchých úpravách jsou prostory vhodné k léčbě chronických nemocí dýchacího ústrojí dětských pacientů (Obr. 6), ve věku od 2 do 15-ti let (Zimak et Stelcl 2000).



Obr. 5. Důlní štola, která vznikla po vytěžení rud barevných kovů ve Zlatých Horách (Hromas et al. 2002)



Obr. 6. Po jednoduché úpravě vzniknou ve štoly prostory vhodné pro léčbu pacientů (Hromas et al. 2002)

Některé štoly nemají vhodné hodnoty vlhkosti, teploty a záření, proto se k léčbě speleoterapií nevyužívají. Vyhovující štoly ve Zlatých Horách se svou kvalitou blíží přirozeným krápníkovým jeskyním Moravského krasu, mají pouze méně vápníku (Štelcl et Zimák 1998). Mezi další vhodné lokality na Moravě patří Dětská ozdravovna Mladeč v obci Vojtěchov, která má také velmi příznivé klimatické podmínky a nachází se nedaleko Javoříčských (Sas et al. 1999).

Kromě České republiky se lze s touto léčebnou metodou setkat i v sousedním Rakousku. V dnešních rakouských lázních Bad Gastein se nerostné suroviny těžily již v římských dobách. Během druhé světové války se zde z důvodu obnovy těžby zlata provedly podrobné průzkumy, které sice nepotvrdily výhodnost obnovy těžby zlaté rudy, ale přinesly překvapivé výsledky, které po válce vedly k významným vědeckým studiím. Ve štolách byla zjištěna optimální teplota, vysoká vlhkost a především zvýšený obsah radonu. Tyto faktory umožňují léčbu nejen revmatických onemocnění, ale především dlouhodobou úlevu od bolesti pomocí vodní radonové lázně spojené s radonovými inhalacemi (Lettner et al. 1996).

V maďarském městě Tapolca, ležícího poblíž Balatonu, vznikly lázně díky jeskynnímu systému, ve kterém vyvěrá termální voda. Systém je dlouhý přes 300 metrů a jednotlivé jeskyně jsou navzájem propojeny. Nejnavštěvovanější je „Jeskyně jezer“. Třípatrový jeskynní systém byl vytvořen krasovou vodou. V jeskyních je konstantní teplota 20 ° C a vysoká vlhkost vzduchu, tedy vhodné

podmínky pro lidi s dýchacími potížemi. Termální voda se zde postarala o krasovou krápníkovou výzdobu a o podzemní jezero (Nagy et al. 2009).

K speleoterapeutické léčbě se na Slovensku využívá především jeskyně Bystrianská, a pro zdravotní speleoklimatické pobyty jsou vhodné zejména jeskyně Jasovská a Belianská a Gombasecká. Ve své publikaci (Juhász et al. 2007) popisují lázně Štós, které leží ve Slovenském krasu v blízkosti Jasovské jeskyně. Speleoterapeutická léčba je zde vhodná díky specifickému mikroklimatu. Vlhkost vzduchu je 98 % a stabilní teplota vzduchu je 8°C. V blízkosti rumunských hranic leží ukrajinské město Solotvina, známé svými hlubinnými solnými doly a jezery s vysokou koncentrací soli. V jednom z dolů je vybudována nemocnice, ve které se léčí děti trpící astmatem. (Triniak et al. 1990).

Rumunské solné doly nabízí velký potenciál využití této léčebné metody. Nejstarší a největší solné doly se nacházejí v oblastech Turda, Praid, Slanic a Prahova. Historie solného dolu Turda sahá až do římské historie a první záznamy o těžbě soli se objevují v roce 1271. Podle (Calin et al 2012), je důl vzhledem k nízké koncentraci přírodních radionuklidů v kamenné soli vhodný k léčbě speleoterapií. V severní části Rumunska proběhly výzkumy místních solných dolů zaměřené na jejich mikroklima a na výši i stabilitu teploty, současně byla měřena vlhkost vzduchu a rychlost proudění. Na základě těchto výsledků byla provedena analýza, která vyhodnotila, že doly mají antibakteriální a protizánětlivé účinky a jsou vhodné pro léčbu speleoterapií. Možnostmi a rozvojem speleoterapie v Rusku se zabývají ve své publikaci (Mezhebovski et Sheina 1994).

4.3.2 REKREAČNÍ VYUŽITÍ

Rekreační využití jeskyní je součástí cestovního ruchu. Rozvoj cestovního ruchu s využitím podzemních prostor se může stát významným stabilizujícím prvkem ovlivňujícím demografickou strukturu a ekonomický potenciál regionu s respektováním zvyšujících se nároků návštěvníků (Hebelková 2011).

Pro Správu jeskyní ČR byla vypracována analýza zaměřující se na faktory ovlivňující návštěvnost. Nejdůležitějším faktorem je poloha jeskyně, k tomuto faktoru přihlížejí nejen návštěvníci přijíždějící ze vzdálených míst, ale i obyvatelé z blízkého okolí, kteří zvažují návštěvu lokality. Dalším významným faktorem je informovanost o lokalitě, propagace a prezentace jeskyně ve všech médiích, se zaměřením především na rodiny s dětmi. Návštěva jeskyně je pro turisty jedním z hlavních bodů

v rámci dovolené, výše vstupného nemá vliv na jejich rozhodnutí. V posledních letech je pro návštěvníky důležitá především kvalita poskytovaných služeb (Drbalová 2010).

V letech 1991 – 2001 navštívilo zpřístupněné jeskyně České republiky celkem 8 128 978 návštěvníků, na jejich počet měla vliv rekonstrukce spojená s uzavřením Sloupsko – šošůvských jeskyní v roce 1997 (Tab. 1).

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Punkevní	221 328	252 780	183 931	182 872	193 873	175 429	121 738	195 035	200 762	218 801	222 200
Sloupsko-šošůvské	32 896	35 753	30 867	32 457	33 824	38 939	0	44 248	40 184	62 743	55 610
Kateřinská	61 072	85 107	81 653	75 417	58 115	68 651	63 769	64 028	63 040	67 874	66 165
Balcarka	34 818	45 565	46 271	43 582	35 704	43 416	57 435	40 406	38 203	37 752	33 551
Javoříčské	37 641	42 946	40 907	52 345	58 142	59 988	57 897	58 946	62 589	57 867	57 924
Mladečské	12 982	16 430	16 494	16 740	19 648	18 658	17 395	20 478	19 034	19 264	22 407
Zbrašovské aragonitové	38 621	47 184	51 624	46 267	47 172	51 413	31 032	51 707	59 275	53 078	46 730
Na Pomezí	47 030	62 715	52 641	58 448	66 684	64 231	38 710	59 701	59 067	57 897	70 911
Na Špičáku	8 507	10 730	9 023	15 345	17 232	17 481	8 072	15 174	13 451	20 954	16 485
Chýnovská	17 982	22 060	24 967	30 816	35 108	37 594	41 954	41 820	41 333	37 757	37 813
Bozkovské dolomitové	33 075	48 985	59 293	66 031	70 865	68 100	64 543	76 282	67 446	71 952	74 711
Koněpruské	63 683	82 098	88 380	98 907	118 260	125 305	122 409	126 147	117 820	117 598	108 706
Na Turoldu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	609 635	752 353	686 051	719 227	754 627	769 205	624 954	793 972	782 204	823 537	813 213

Tab. 1. Přehled návštěvnosti jeskyní České republiky v letech 1991-2001 (Jeskyně Výpustek 2012, autor)

V následujících letech 2002 až 2011 byla návštěvnost nižší, přístupné jeskyně si přišlo prohlédnout 7 389 406 návštěvníků. Zájem turistů o prohlídku jeskyních prostor ovlivňuje především rekonstrukce konkrétní lokality. Jako příklad lze uvést Zbrašovské aragonitové jeskyně, které byly z důvodu rekonstrukce v letech 2003 – 2004 uzavřeny, a dalším příkladem je Chýnovská jeskyně, ve které proběhla rekonstrukce v roce 2006. Po ukončení rekonstrukcí a znovuotevření jeskyní došlo v obou lokalitách k výraznému vzestupu počtu návštěvníků, jak je patrné z Tab. 2. (Bílková 2011).

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Punkevní	206 987	192 717	197 080	207 420	206 060	226 641	216 266	200 460	189 084	199 929
Sloupsko- šošůvské	53 099	40 962	46 574	51 217	57 497	59 099	57 591	42 963	36 204	36 805
Kateřinská	54 263	47 177	57 139	58 316	56 634	59 989	56 729	47 004	36 592	34 515
Balcarka	36 858	32 618	34 904	36 580	39 181	36 705	0	24 807	28 214	25 930
Výpustek	0	0	0	0	0	4 809	29 276	20 677	18 959	19 299
Javoříčské	52 464	49 552	46 782	45 703	45 391	49 799	43 476	43 868	40 737	38 109
Mladečské	19 666	20 308	20 028	20 070	20 429	21 721	19 239	18 739	15 307	14 914
Zbrašovské aragonitové	52 195	0	0	55 595	63 340	62 812	49 005	48 997	42 845	46 286
Na Pomezí	68 271	61 790	51 748	41 349	59 525	60 461	55 925	48 333	46 550	43 244
Na Špičáku	15 405	15 132	16 628	23 907	17 240	16 323	17 809	15 712	13 557	13 146
Chýnovská	33 775	41 091	37 236	33 833	0	47 696	37 067	36 490	30 609	30 295
Bozkovské dolomitové	84 004	70 905	71 237	67 637	73 013	77 660	77 022	71 794	70 395	68 003
Koněpruské	95 231	102 221	101 226	98 798	102 282	101 022	95 114	89 617	83 255	79 185
Na Turoldu	0	0	15 667	21 956	17 896	24 997	26 732	28 939	26 424	27 820
Suma	772 218	674 473	696 249	762 381	758 488	849 734	781 251	738 400	678 732	677 480

Tab. 2. Přehled návštěvnosti jeskyní České republiky v letech 2002-2011 (Jeskyně Výpustek 2012, autor)

4.3.2.1 REKREAČNÍ VYUŽITÍ PODZEMNÍCH PROSTOR MORAVSKÉHO KRASU

Většina návštěvníků přijíždí do Moravského krasu především za jedinečnými podzemními prostory. Rekreační využívání jeskyní je datováno do počátku 17. století. Z pohledu turistiky dělíme jeskyně na tři kategorie – nepřístupné jeskyně, přístupné a veřejnosti přístupné jeskyně. Nepřístupné jeskyně jsou uzavřeny z důvodu ochrany jeskynního prostředí nebo z důvodu bezpečnosti. Do přístupných jeskyní je turistům umožněn vstup na vlastní nebezpečí a pod podmínkou, že objekt nebude poškozen. Do této kategorie patří v Moravském krasu jeskyně Pekárna, Kostelík, Jáchymka nebo Hladomorna. Jeskyně Pekárna je jedinečnou archeologickou lokalitou, nejstarší doklady osídlení pocházejí z doby před 20 – 50 tisíci lety. Rozměry jeskyně a zakouřené stropy jsou předmětem studia několika generací archeologů. K ojedinělým nálezům patří rytiny na koňských žebrech (Sklenář et al. 2002).

Kategorie veřejnosti přístupných jeskyní zahrnuje objekty, které jsou přírodní hodnotou cenné a z pohledu turistického ruchu atraktivní a mají také historický význam. Je zde budována infrastruktura, jejímž základem jsou silnice, parkoviště pro návštěvníky a podle významnosti lokality se budují informační střediska s doprovodnými programy, které rozloží návštěvnost do delšího časového období a směřují návštěvníky na další zajímavá místa v lokalitě. Příjmy z turistiky mohou přispět k rozvoji daného regionu, a proto je v posledních letech snaha rozvíjet širší služby v okolních obcích a podpořit rozvoj místní ekonomiky, na příklad stravování,

ubytování nebo sportovní areály. Infrastruktura usměrňuje pohyb návštěvníka, zajišťuje jeho bezpečnost a zároveň chrání podzemní prostory před poškozením. V posledním desetiletí jsou součástí vybavení těchto území nejen vyznačené trasy pro pěší a cykloturistiku, ale také naučné stezky s infopanely (Vítek et Pešout 2010).

Zpřístupnění jeskyní zahrnovalo vždy rizika, že zde dojde k narušení původního přírodního stavu. Proto jsou ve všech veřejnosti přístupných jeskyních nastavená pravidla tak, aby byl omezen vliv přítomných osob v podzemí na přírodní charakter jeskyní a jejich mikroklima. Jeskyně procházejí náročnými rekonstrukcemi, které jsou zaměřeny na minimalizaci technických opatření. Dochází k odstranění nadbytečných zábradlí, betonových ploch a je snaha opticky zvětšit jeskynní prostory (Drbal 2010).

Ke zvýšení estetického vjemu se používá osvětlení jeskyní. Sloupsko – šošůvské jeskyně byly první na světě v roce 1881 osvětleny elektrinou. V současné době se pro osvětlení používají především LED diody, nebo LED pásy, které mohou být připevněny na zdi nebo k zábradlí. V podzemních prostorách probíhá monitoring počtu návštěvníků, na jehož vyhodnocení jsou přijímána ochranná opatření. Na provozovatele jeskyní jsou v tomto smyslu kladeny vysoké nároky a z tohoto důvodu je v některých jeskyních stanoven maximální denní počet návštěvníků. Limit je závislý na velikosti a reliéfu jeskyně. Téměř ve všech jeskyních jsou postupně instalovány expozice, které mají za cíl doplnit slovní výklad průvodce vizuálním kontaktem. Součástí prohlídek jsou světelné projekce, při kterých vyniknou krápníkové útvary. Projekce bývají navíc doprovázené hudbou. Pravidelně se v jeskyních konají výstavy, divadelní představení, ale hlavně, koncerty, které jsou díky výborné akustice velmi oblíbené. Prohlídky s průvodcem v dobovém kostýmu vtáhnou návštěvníka do historických souvislostí a geologického vývoje krajiny (Štefka 2011).

K nejnavštěvovanějším jeskyním Moravského krasu patří Punkevní jeskyně s propastí Macochou a Sloupsko – šošůvské jeskyně s jeskyní Kůlnou, kde lze navštívit unikátní nálezy z doby neandertálského osídlení (Tab. 3).

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Punkevní	221	253	184	183	194	175	122	195	201	219	222	207	193	197	207	206	227	216	200	189	200
Sloupsko- šošůvské	32	36	31	32	34	39	0	44	40	63	56	53	41	47	51	57	59	58	43	36	37
Kateřinská	61	85	82	75	58	69	64	64	63	68	66	54	47	57	58	57	60	57	47	37	35
Balcarka	35	45	46	44	36	43	57	40	38	38	34	37	33	35	37	39	37	0	25	28	26
Výpustek	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	29	21	19	19
suma	349	419	343	334	322	326	243	343	342	388	378	351	314	336	353	359	388	360	336	309	317

Tab. 3. Návštěvnost jeskyní Moravského krasu v letech 1991-2011 zaokrouhleno v tis. (Jeskyně Výpustek 2012, autor)

4.3.2.2 REKREAČNÍ VYUŽITÍ PODZEMNÍCH PROSTOR V DALŠÍCH ZEMÍCH EVROPY

Nejen v České republice, ale také v ostatních státech Evropy jsou jeskyně hojně využívány pro rekreační účely. V sousedním Slovensku je nejvíce jeskyní především v Slovenském krasu, Vysokých, Belianských i Nízkých Tatrách, a také ve Velké Fatře. Veřejnosti je přístupno celkem 12 jeskyní a k těm nejznámějším patří Belianská jeskyně, která má mohutné chodby a dómy s komíny i propastmi. Bohatou krápníkovou výzdobu můžou návštěvníci spatřit v Demänovské jeskyni, která patří k nejnavštěvovanějším na Slovensku. Demänovská ledová jeskyně je zmiňována již v roce 1299 a je uváděna jako jedna z nejstarších popsanych jeskyní Evropy (Obr. 7). Jeskyni s největším objemem ledu najdeme ve Slovenském ráji a jedná se o Dobšinskou ledovou jeskyni.



Obr. 7. Návštěvníky oblíbená Demänovská ledová Jeskyně ve Slovenském ráji (Zajiček 2010)

K dalším oblíbeným turistickým cílům patří jeskyně Domica, Gombasecká jeskyně, která je využívána pro léčení nemocí dýchacích cest a také Ochtinská aragonitová jeskyně a Jasovská jeskyně (Bella 2011).

V Polsku se krasové oblasti nacházejí především v jižní části země při hranicích s Českou republikou a Slovenskem. K nejznámějším jeskyním patří Velká sněžná jeskyně, Sněžná propast, Sněžná studna a Černá jeskyně (Brandos 2008).

Rakouské Alpy jsou z části krasového původu, a zde se také nacházejí rozsáhlé krasové jeskyně. Nejznámější krasové masívy jsou Dachstein, Totes Gebirge, Tennengebirge, Hagengebirge a další. V severní části masívu Dachstein se nachází proslulá Dachsteinská mamutí jeskyně, jejíž název je odvozen od její velikosti. Kosterní pozůstatky mamutů se zde nikdy nenašly. V pohoří Tennengebirge najdeme největší ledovou jeskyni na světě. Tento systém labyrintů, chodeb a dómů dosahuje vzdálenosti 40 km. V přední části tohoto komplexu je tloušťka ledu až 20 metrů. Pro speleology je z hlediska počtu dosud objevených jeskyní zajímavé Slovinsko. Dosud zde bylo objeveno 8500 jeskyní a speleologové stále objevují nové. Nejznámějším podzemním systémem jsou Škocjanské jeskyně, které dosahují hloubky 200 m a jejich délka je přes 5 km. V jeskyni Velika dolina proniká vodní tok Reka do spodních krasových komplexů, kterými protéká dlouhých 35 km a poté ústí do Jaderského moře (Knez 1998).

V jihozápadní Francii leží velmi ceněný jeskynní komplex Lascaux, který byl objeven v roce 1940. Nacházejí se zde jeskynní malby a rytiny z období mladšího paleolitu a znázorněna jsou na nich především zvířata (Obr. 8). Z důvodu velkého zájmu turistů, který značně ovlivnil mikroklima jeskyně, byly prostory uzavřeny. V 80 letech byla otevřena přesná kopie jeskynního systému s nástěnnými malbami, nazývá se Lascaux II (Clottes et al. 2011).

Další z hlediska vývoje člověka cennou jeskyni najdeme v severním Španělsku. Jedná se o jeskyni Altamira, která je jedinečná svými paleolitickými pravěkými malbami zobrazujícími především zvěř (Obr. 9). Tyto malby byly objeveny na konci 19. století. V současnosti je i tato jeskyně z důvodu zachování unikátních maleb uzavřena (Sokol 2004).



Obr. 8 Jeskynní malba pravěkých zvířat v jeskynním francouzském komplexu Lascaux (Clottes et al. 2011)



Obr. 9 Cenná paleolitická pravěká malba v současnosti návštěvníkům nepřístupné španělské jeskyni Altamira (Clottes et al. 2011)

4.3.3 JESKYNĚ – UNIKÁTNÍ BIOTOP A ZDROJ POZNÁNÍ

Jeskyně se vyznačují specifickými podmínkami, např. nepřítomnost denního světla, konstantní teploty či vysoká relativní vlhkost, zvýšený obsah CO₂, neexistenci fotosyntézy. Vznikají zde unikátní ekosystémy, které hostí řadu vzácných druhů živočichů. Vzhledem ke značnému omezení potravních zdrojů, umí společenstva jeskynních živočichů lépe využívat veškerou energii. Řada druhů má proto pomalejší metabolismus.

Krasové podzemí má různá specifika a jedním z nich je rozsáhlost prostor, malá nebo úplná nepřítomnost světla. Podle osvětlení se životní prostředí v jeskynních dělí na zónu světla = **fotická zóna** a zónu temna = **afotická zóna**. „Světelná“ část jeskyně je zejména ve vstupní části, až do míst kam sahá denní světlo. Mikroklimatické poměry jsou svázané s vnějším klimatem, a proto se zde vyskytují stínomilné druhy rostlin a živočichů. (kapradiny, mechorosty, řasy pokrývají stěny jeskynních vchodů). Z živočichů zde najdeme druhy, které zde mají svá zimoviště. Jsou to například pavouci, měkkýši a přezimují zde také motýli a mýry. V „bez světelné“ části je stálá teplota vody a vzduchu. Nepřítomnost světla vyloučila existenci zelených rostlin, nachází se zde houby a bakterie, tedy organismy, které nejsou na světle závislé. Živočichové, kteří zde žijí, nemají pigment a jsou většinou bílé nebo šedé barvy. Ztrácejí zrak a místo něho se u nich vyvinuly jiné orgány, které jej nahrazují: citlivá tykadla, štětiny, smyslové brvy (Mlejnek 2011).

Protože v podzemí se neprojevují roční období, mohou se tyto organismy rozmnožovat po celý rok. Podle přizpůsobení jeskynním podmínkám dělíme živočichy na tři skupiny – troglobionti, troglofilové a troglozeni.

Troglobiont je druh žijící výlučně v jeskyni, kterou nikdy neopouští a v jeskyni se také rozmnožuje. Tento druh je většinou zcela slepý a nepigmentovaný. Troglobionti jsou specifičtí živočichové pro jeskyně Moravského krasu. Několik z nich je považováno za endemity Moravského krasu (Sket 2008).

Z Amatérské jeskyně byly pro vědu popsány např. chvostokoci *Onychiurus rauseri* a *Arrhopalites ruseki* (Šťastná et al. 2003).

Troglofil je druh žijící jednak v jeskyních, ale také v hlubokých vrstvách půdy a není extrémně morfologicky přizpůsobený, některé druhy mají pouze částečnou redukci očí. Troglofil se může v jeskyni i rozmnožovat. Druh, který v jeskyni pouze hostuje, se nazývá **Trogloxen**, v jeskyni se nerozmnožuje a po čase hyne (Kovařík 1995).

Mlejnek (2011) uvádí že, nejčastější jsou v jeskyních živočichové bezobratlí. Ze suchozemských druhů se jedná zejména o nejrůznější brouky (Coleoptera), štírky (Pseudoscorpionida), stonožky (Chilopoda), mnohonožky (Diplopoda), pavouky (Araneida) a korýše (Crustacea). Četní jsou i drobní roztoči (Acari) a chvostokoci (Collembola).

4.3.3.1 JESKYNĚ – UNIKÁTNÍ BIOTOP A ZDROJ POZNÁNÍ V ZAHRANIČÍ

Unikátní jeskynní živočichy najdeme nejen v Českých jeskyních, ale i v zahraničí. Proto je v této kapitole uveden velmi stručný přehled některých jeskynních živočichů Evropy a světa

Především v Rakousku, Německu, Itálii, Řecku a v zemích bývalé Jugoslávie, žije koník jeskynní. Výskyt tohoto druhu v České republice popsal Holuša et al. (1999). Podzemnímu způsobu života se přizpůsobily některé druhy ryb. Slepé ryby známe například ze Severní i Jižní Ameriky a také z Číny. Endemický druh *Triplophysa xiangxiensis*, který se vyskytuje v jeskyni Feihu západní provincii Hunan v Číně popisuje ve své publikaci (Keller et al. 1995).

Známý endemický obojživelník macarát jeskynní *Proteus anguinus*, jehož domovem jsou krasové systémy Dinárského krasu, se dožívá 70 let a vydrží bez potravy i 10 let. Vidět ho můžeme v Postojenských jeskyních ve Slovinsku. Svá pozorování podrobně popisuje ve své publikaci Mali et Bulog (2010).

V oblastech tropů a subtropů žijí zástupci jeskynních kobylek (*Ensifera*), švábů (*Blattodea*), vzácně i pravých štírů (*Scorpionida*) a v artézském vrtu v San Marcos v Texasu, se interakcí druhu mločika studňového (*Eurycea rathbuni*) zabýval Epp (2010).

Ve vodě pak vynikají bíle zbarvení korýši často ze skupiny různonožců. Příkladem může být rod *Niphargus*, známý i z našich jeskyní. Některé druhy mohou žít i v podzemních studnách, kde vždy indikují čistotu vody. V jeskyních jsou přítomni také vodní i suchozemští plži a zejména netopýři (Mlejnek 2011).

4.3.4 SPORTOVNÍ A KULTURNÍ VYUŽITÍ

Ke sportovnímu využití podzemí se řadí především speleoalpinismus a speleopotápění. Tyto aktivity souvisí s poznáváním a zkoumáním podzemní krajiny. Speleoalpinisté prozkoumávají prostory ve výškách a vertikálně překonávají přírodní překážky pomocí lan a dalších horolezeckých pomůcek. Speleopotápěči využívají ke své aktivitě ponory, vyvěračky a další krasové či nekrasové vody. Zároveň by měli mít dostatečně podrobné informace o podzemních prostorách, protože při výstupu na hladinu můžou narazit na neočekávanou překážku jako je například strop jeskyně, a zda jim při vynoření nehrozí nedýchatelné prostředí. Oblíbené je potápění v jeskyních v přímořských oblastech. V posledních letech byly provedeny výzkumy, zda tato forma rekreačního sportu neovlivňuje přirozená společenstva těchto jeskyní (Di Franco et al. 2010).

K dalšímu sportovnímu využití můžeme přiřadit unikátní podzemní komplexy využívané ke sportovní činnosti. Jako příklad lze uvést podzemní komplex hokejové haly v Norském Gjøviku, jehož součástí je posilovna, tělocvična a plavecký bazén. Tento komplex pojme šest tisíc fanoušků a jedná se o největší jeskyní prostor určený pro veřejné využití. Hala se stala v roce 1993 součástí olympijského turnaje a byla postavena v žulové skále pod centrem města (Barták 2007).

Ke kulturnímu využití jeskyní patří pořádání různých akcí včetně koncertů a hudebních mezinárodních festivalů. Při těchto akcích je využívána jedinečná akustika podzemních prostor. V jarním období mohou návštěvníci každoročně navštívit hudební festival „Čarovné tóny Macochy“. Jak již bylo uvedeno, pro zvýšení návštěvnosti pořádají jednotlivé jeskyně různé programy zaměřené na všechny věkové skupiny populace. Jako příklad lze uvést netradiční prohlídky konané ke Dni dětí, kdy na jednotlivých stanovištích prohlídkových tras čekají na děti pohádkové postavy. V mikulášském období jsou pořádány prohlídky v jeskyních nasvícenými loučemi (Obr. 10).

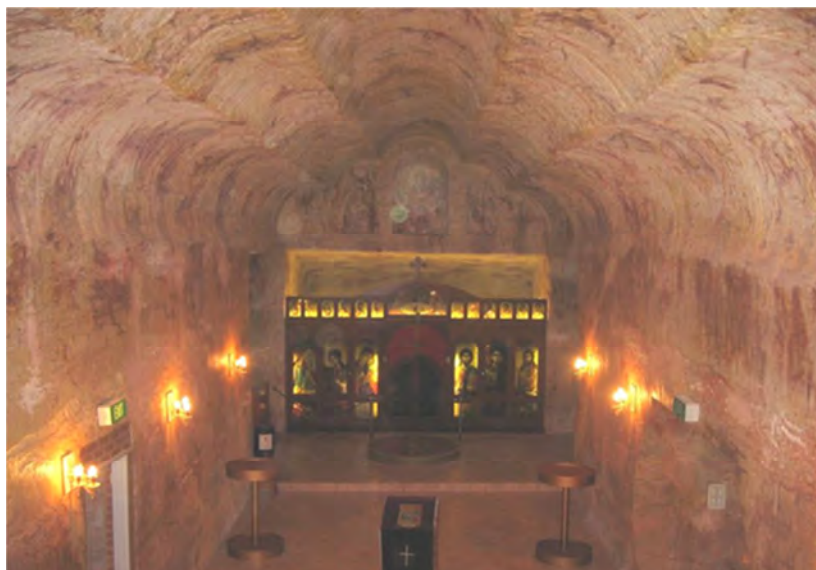


Obr. 10 Medvědí síň v jeskyni Výpustek s jedinečnou akustikou pro konání koncertů (Musil 2010)

Správa jeskyní Moravského krasu spolupracuje s dobrovolníky a studenty, kteří v jeskyních pořádají v jeskyních divadelní představení (Správa jeskyní ČR 2013)

Jako příklad podzemní architektury, která je využívána pro kulturně-církevní účely lze uvést podzemní kostel Coober Pedy v Austrálii (Obr. 11). Tento kostel umožňuje v letních měsících ochranu před sluncem a díky nižším teplotám, je zde příjemné klima.

Také ve Finsku byl postaven kostel Temppeliaukio, který využívá podzemí jednak z estetických důvodů a jednak z nutnosti zachování volného prostoru na náměstí v centru města. Lepší ochrana vzácných děl, nižší ekonomické nároky na provoz, to jsou důvody, proč jsou v některých městech budována muzea do podzemí. Například ve Švédsku byl ve skalním masivu Marienberg poblíž Stockholmu vybudován Národní archiv. Ve světě najdeme také knihovny, kde jsou depositáře nebo sklady, umístěné pod povrchem terénu, příkladem je knihovna Nathana Marshe Puseyho na Harvardově universitě v Cambridg. Vzhledem k nutné ochraně vládních činitelů před možnými extremistickými útoky jsou dnes vládní budovy rozšiřovány do podzemních prostor. Nejznámějším příkladem takového řešení je budova v Kremlu se svým podzemním komplexem (Barták 2007).



Obr. 11. Příklad podzemní architektury sloužící k církevním účelům - Kostel Coober Pedy v Austrálii (Serbian Orthodox Church 2012)

4.3.5 ZRÁNÍ A UKLÁDÁNÍ SÝRŮ

Jak již bylo dříve uvedeno, v jeskyních je vysoká relativní vlhkost a konstantní teplota, tedy podmínky vhodné k ukládání vína, oliv a sýrů. A právě k ukládání a zrání sýrů se váže mezi francouzskými legendami ojedinělá pověst.

Podle pověsti, kterou uvádějí ve své publikaci Matoušek et Dufková (1998), vznikl lahodný francouzský sýr Roquefort (rokfór) v jeskyni středo-francouzského masívu. Vypráví se v ní, že mladý muž pásal ovce a rozhodl se poobědvat v jeskyni. Snědl jedno sousto a v tom uviděl krásnou dívku. Rozhodl se jít okamžitě za ní s tím, že se k obědu později vrátí. Sýr opět zabalil a uložil do jeskyně. V pověsti se již nepraví, jak dlouho byl pryč, ale prý existuje svědectví, že po svém návratu našel mladík svůj sýr prorostlý modrozelenými žilkami, tedy byl plesnivý. Hladový pasák se přesto do něj zakousl a uleželý sýr mu zachutnal. Rozhodl se, že již nikdy nebude jíst čerstvý sýr, ale vždy si ho nejdříve uloží do jeskyně.

Možná opravdu tomuto příběhu vděčíme za vznik uleželým sýrům. V České republice od roku 1961 byla využívána jeskyně Michalka, ležící nedaleko Holštejna, k zrání sýrů Niva. Z mlékárny v Otínovsi v Moravském krasu byly do jeskyně přiváženy a ukládány dvoukilové bochníky, které zde v 11°C a v 96 % vlhkosti dozrávaly asi měsíc. Sýry byly ukládány na dřevo, aby po vytečení syrovátky nestály ve vodě. Zrání sýra bylo vyhrazeno pouze ruční práci a přírodním podmínkám. České zralé sýry se od francouzských liší tím, že jsou méně ostré i vyzrálé Výroba

byla v jeskyni Michalka z důvodu nevyhovujícím evropským předpisům ukončena v roce 2003 (Agris 2001).

4.3.6 VYUŽITÍ PODZEMNÍCH PROSTOR K UKLÁDÁNÍ PLYNU

Systémem ukládání plynů s využitím podzemních prostor přírodního nebo antropogenního původu se odborníci zabývají v posledních dvaceti letech, kdy v rozvinutých zemích dochází k útlumu těžby nerostných surovin. Prostory (uhelné sloje, ložiska ropy a zemního plynu), které vznikly při těžbě, inspirovaly vyspělé země právě k jejich využití k ukládání plynů a dalších surovin. Tato potřeba přiměla odborníky přijít s novými metodami. Vliv zde měla také energetická politika EU.

Metoda se nazývá „Carbon capture and storage“, dále jen CCS. Technologie CCS se skládá ze tří na sebe navazujících procesů: separace (zachycování) CO₂, doprava CO₂, ukládání CO₂. Metoda se snaží omezit emise skleníkových plynů. Tato technologie je z ekonomického hlediska velmi nákladná. Na cenu má vliv energetická náročnost separační technologie, transportní vzdálenost, způsob a další faktory. Důležitá je také komunikace s veřejností, která má obavy z dlouhodobého ukládání CO₂ do podzemí (CO₂GeoNet Open Forum 2012).

V České republice se této problematice věnuje Česká geologická služba od roku 2003. Ve spolupráci se zahraničními partnery se podařilo provést základní posouzení úložného potenciálu České republiky a provést výběr vhodných geologických lokalit pro ukládání CO₂. Česká geologická služba se ve spolupráci s norskými odborníky stala průkopníkem v oboru CCS (Bechnik 2008).

Společnost RWE Transgas Net tuto metodu využila k uskladnění zemního plynu nedaleko Příbrami (Obr. 12). V hloubce jednoho kilometru, kdy byly využity původní hornické štoly, byl vybudován podzemní zásobník zemního plynu ve vhodném žulovém nepropustném masivu. Stavba mohla být zahájena až po vyhodnocení laboratorních testů a zkoušek, kde byla tato vhodnost a kvalita horniny prokázána.

V podzemních prostorách byly vybudovány dopravní chodby, na které navazuje uskladňovací chodba. Vznikl propojený systém, který umožňuje vtlačovat a čerpat plyn rovnoměrně. Páteří bezpečného uzavření zásobníku je vybudování čtyř betonových zátek na dvou přístupových cestách, které uzavřou prostor před vlastním naplněním plynem. Každá zátka je silná kolem deseti metrů a její výroba trvala dva měsíce, proto byla vybudována linka na výrobu betonu přímo nad zemí.

Protože zátky budou v podzemí sloužit několik desetiletí, byla kvalita a tuhnutí betonu kontrolováno specialisty. Z důvodu bezpečnosti jsou zde namontována i bezpečnostní čidla.

Nad podzemním zásobníkem je povrchový závod vybavený technologiemi pro úpravu zemního plynu. (sušení, čištění a tlakování plynu). I zde museli odborníci veřejnosti vysvětlit, že nemůže dojít k výbuchu. Zásobník je hermeticky oddělen od vzduchu, a proto je bezpečný. Podzemní prostory a stará hornická díla se samovolně napouštějí vodou, z tohoto důvodu jsou dnes přístupové chodby k zásobníku zatopeny a zátky zvenčí izoluje několikasetmetrová vrstva vody. Případné zemětřesení nebo zával monitorují seismografy (Horáček et Ruml 2012).



Obr. 12. Model zásobníku zemního plynu u Příbramě (Hradílek 2009)

Jednou z prvních zemí, která začala využívat podzemní prostory a jeskyně k ukládání CO₂ je Norsko, které má s tímto využíváním podzemních prostor více než desetileté zkušenosti, K této problematice jsou vydávány studie (Zhongkui et al. 2009), ale také odborné články popisující technické řešení (Kjorholt et Broch 1992).

4.3.7 DOPRAVNÍ VYUŽITÍ

Od dávných dob byly přírodní jeskynní prostory inspirací k vykopání únikových cest z opevněných hradů, tvrzí a vnitřních částí měst. V dnešní době nás inspirují spíše k řešení problémů s povrchovou dopravou ve velkých městech. Vznikají projekty a studie, které navrhují komplexní přesunutí dopravy do podzemních tunelů. Odborníci si od toho slibují především zvýšení plynulosti dopravy. Kromě nových, finančně náročných technologií se řeší přímá bezpečnostní opatření, která jsou nezbytně nutná k pohybu v těchto prostorách. V případě úspěchu můžeme v blízké budoucnosti nejen příjemně a pohodlně cestovat, ale také navštěvovat podzemní bazény, kina a tenisové kurty. Již v 19. století vznikaly projekty pro využití podzemí k dopravním účelům. Nejstarší metro na světě bylo postaveno v Londýně v roce 1863. V Budapešti byla jako první ve Střední Evropě v roce 1896 zprovozněna podzemní dráha. První automobilový tunel byl postaven v roce 1927 v New Yorku pod řekou Hudson a je pojmenován po hlavním inženýrovi projektu, C. M. Hollandovi. Hollandův tunel byl prvním mechanicky odvětrávaným tunelem určeným pro automobily na světě a z tohoto důvodu je považován za přelomové dílo. Skládá se z dvojice trubek, z nichž každá poskytuje dva jízdní pruhy. Zajímavostí je, že se na stavbě tunelu podílela také rakovnická firma RAKO, která tunelu dodala 15000 čtverečních metrů dlaždic (Míka 2007).

I v České republice se staví tunely, které se snaží ulehčit povrchové dopravě. V Praze je to například Strahovský tunel, tunel Mrázovka, Pisárecký tunel, tunel Lochkov a další. V současné době je nejvýznamnější podzemní stavbou Prahy tunelový komplex Blanka na Městském pražském okruhu. K ražbě tunelů se používají unikátní TBM razicí stroje. Délka jednoho štítu je přes 100 metrů a váha 900 tun. Štíty narušují horninu pomocí rotující hlavy a ta se přes odtěžovací komory dostává pryč. Vytěžený tunel je hned zajištěn železobetonem a tak nevzniká žádný volný prostor (ITA - WG 1998).

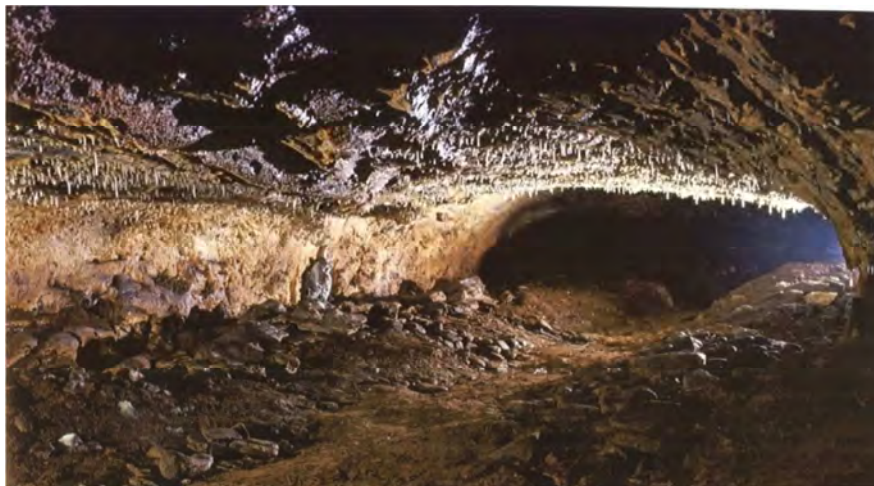
Za největší podzemní tunelovou stavbu je v České republice považováno pražské metro. První reálný návrh podzemní dráhy pochází z roku 1926. K realizaci došlo až v 60. letech, kdy se Praha potýkala s velkými dopravními problémy v hromadné dopravě osob. Z tohoto důvodu bylo přistoupeno k výstavbě podzemní dráhy. V průběhu let vznikla síť tří tras A. B. C. s přestupními stanice v centru města (Barták 2007).

4.3.8 PRŮMYSLOVÉ A VÝROBNÍ VYUŽITÍ

K průmyslovému využití můžeme přiřadit budování podzemních krytů, továren, skladišť zbraní a vojenské techniky. Během druhé světové války sloužily tyto podzemní vojenské továrny k letecké a zbrojní výrobě. Zároveň zde byly vybudovány podzemní kryty. Některé podzemní tovární haly dosahovaly šířky 200 metrů. V Moravském krasu byly nacisty vybudovány podzemní vojenské továrny v jeskyních Kůlna, Michalka u Holštejna, Býčí skála a dále v Drátenické jeskyni a v jeskyni Výpustek, která byla před výstavbou podzemní továrny během druhé světové války devastována od roku 1920 těžbou fosfátových hlín (Hromas et al. 2002).

Tato těžba souvisela s potřebou zvýšením produktivity zemědělských půd s využitím přírodních minerálních hnojiv. O výskytu fosfátů v jeskyních Moravského krasu se nevědělo, ale bylo známo, že sedimenty obsahují zbytky kostí. S biochemickým výzkumem se v Moravském krasu začalo v roce 1916, kdy byly kopány sondy pro odběr vzorků určených k chemickým rozborům (Obr. 13). Na základě těchto rozborů bylo rozhodnuto s těžbou v jeskyni Výpustek. Toto rozhodnutí ovlivnilo osud paleontologických i archeologických nálezů. S těžbou se tedy začalo v roce 1920. Vykopaná fosfátová hlína byla vyvážena po úzkokolejné dráze ven a tam byla podle kvality tříděna (Obr. 14).

Později bylo zjištěno, že podobné množství sedimentů má jeskyně Jáchymka a jeskyně Drátenické. Vždy se jednalo o jeskyně Křtinského a Josefovského údolí. V souvislosti s těžbou se řešil problém, zda budou rostliny schopny využít jeskynní fosforečnany bez úpravy. U řady rostlin proběhly pokusy, které ukázaly, že lze bez úpravy hnojivo využít. Těžba byla ukončena v roce 1922 a měla za následek vytěžení fosfátových hlín v některých místech až na skalní dno. Jako pozitivní přínos těžby se snad dá jen uvést objevení nových chodeb a propastí, které byly do té doby neviditelné (Musil 2010).



Obr. 13 Tři průzkumné sondy v nízké chodbě jeskyně Výpustek pro ověření vhodnosti místa k těžbě fosfátové hlíny (Musil 2010)



Obr. 14 Těžba fosfátové hlíny v jeskyni Výpustek. Hlína byla vyvážena po úzkokolejné dráze ven a následně tříděna dle obsahu fosfátu (Frodl 1923)

4.3.9 URBANISTICKÉ VYUŽITÍ

Využití jeskyní pro obytné účely je známé již tisíce let. Jak již bylo v úvodu uvedeno, kořeny využití nacházíme v úkrytu před nepříznivým počasím, ochranou před divokými zvířaty, a především se jeskyně staly místem, kde lidé mohli v klidu vykonávat různé typy činností. Z tohoto důvodu lze i dnes nalézt v jeskyních keramické střepy, kosterní pozůstatky lidí a zvířat a další důkazy jejich činnosti.

Ve východním Turecku leží oblast Kapadocie (Obr. 15), která je ojedinělá svými podzemními městy, jejichž součástí jsou podzemní svatyně, do kterých mohlo najednou vstoupit až 30 tisíc věřících. Tato oblast je vulkanického původu a je tvořena horninou, která vznikla ze sopečného popela a nazývá se tuf. Hornina se velmi snadno opracovává, ale zároveň se jedná o velmi kvalitní stavební materiál,

který je odolný, a proto podzemní domy vydrželi beze změn několik století. Tento materiál se vyznačuje výbornými tepelně izolačními vlastnostmi. Tuf má ještě jednu ojedinělou vlastnost - pohlcuje kouř, takže v dobách ohrožení mohli lidé v podzemních městech topit a stoupající dým je útočníkům neprozradil. I dnešní době jsou na řadě míst ve světě využívány jeskyně k obydlí. Důvodem jsou minimální náklady na stavební úpravy a materiál, je zde stálá vnitřní teplota bez nákladů na vytápění či chlazení (Gillieson 2011).



Obr. 15. Jeskynní obydlí v Turecké Kapadocii (Kulhánek 2007)

Podzemní komplexy pro komerční využití se začaly uplatňovat před padesáti lety v Japonsku, architekti se zde museli především vyrovnat s problémem seismické aktivní činnosti (Uenishi 2012). V Evropě pochopily význam tohoto vývoje jako první skandinávské země. Vývoj podzemního urbanismu ve Finsku popisují Hokkanen, et al. (1994) ve své analýze včetně podrobných technických údajů. Je zde detailně popsána rozvodná síť kolektorů v Helsinkách, podzemní úpravy stanice metra Kaisaniemi, stavba podzemních laboratoří v Technical research centre of Finlanda a návrh podzemního domu. Ve studii, která se věnuje podzemním stavbám v Nizozemí, upozorňují Edelenbos et al. (1998), na pozitivní a negativní vlivy měkkého podloží a vysokou hladiny spodní vody. Také v rozvojových zemích existují studie a vznikají projekty k využití podpovrchových prostor. Tato řešení mohou pomoci s dopravními a urbanistickými problémy a tím nevyužívat velmi cenou zemědělskou půdu na rozšiřování měst (Bergman 1986).

Podzemní urbanismus souvisí s rostoucí populací ve městech. S tímto vývojem jsou kladeny stále vyšší nároky na technickou infrastrukturu, hromadnou dopravu, parkování, nákupní nebo kulturní centra. Prostoru na povrchu ubývá, volné pozemky, vzniklé po demolici, se prodávají za extrémně vysoké ceny. A právě využití podzemních prostor minimalizuje vliv infrastruktury na životní prostředí, zaručuje energetickou úsporu, především vlivem stabilních klimatických podmínek, které umožňují nižší náklady na vytápění a chlazení. Výhody podzemního řešení jsou ekonomické, technické, funkční, sociální a ekologické. Nevýhody podzemního řešení jsou v technicky náročném propojení mezi částmi na povrchu a pod povrchem. Především se jedná o vysoké finanční náklady (Peila et Pelizza 1995).

Ke komerčnímu využití podzemních komplexů řadíme nákupní podzemní centra. Nejdelší tradici v budování má již zmíněné Japonsko. První střediska byla vybudována v sousedství železniční stanice a metra v Osace v roce 1975. Tato centra byla neustále rozvíjena a dnes zauímají přes 127 000 m² a obsahují přes 1000 obchodů a restaurací. Jedním z největších nákupních komplexů je přebudovaná tržnice Les Halles v Paříži o ploše 100 000 m² na povrchu a se čtyřmi podzemními podlažími. Tento projekt je jedinečný vzhledem k pestrosti využití podzemních prostor – zahrnuje stanici metra, podzemní chodby, garáže, obchodní pasáž, zábavní a rekreační prostory včetně plaveckého bazénu. Jedná se o jedinečnou ukázkou zvládnutí komplexního využití podzemí a vyřešení mnoha značně složitých technických problémů (Barták 2007).

Další světově významná podzemní obchodní centra se nacházejí např. v Torontu a Montrealu. Ukázkou nevhodného řešení je rozsáhlý obchodní komplex La Cité v Montrealu. Pro získání vizuálního kontaktu s okolním prostředím zde chybí propojení s povrchem a uživatelé centra tak ztrácejí představu, zda se nacházejí v podzemních či nadzemních patrech budovy (Ylinen 1989).

4.4 JESKYNĚ VÝPUSTEK A JEJÍ VYUŽITÍ

Turisté přijíždějí do Moravského krasu především za příjemným a zdravým prostředím, které je ideální pro rekreační pobyt. Oblast je vhodná pro celoroční turistiku, cyklistiku, horolezectví a jiné aktivity. Kromě krásné přírody jsou zde přírodní rezervace, historické památky, např. zámky, zříceniny hradů, sakrální stavy a další. Procházka po naučné stezce, nebo návštěva muzea může obohatit návštěvníky o nová poznání a zážitky.

Území zároveň disponuje velkým turistickým potenciálem, oblast navštíví přibližně 500 tisíc návštěvníků ročně. Turisté zde zůstávají převážně jen po dobu prohlídky jeskyně, tedy maximálně půl dne. Přestože je Moravský kras znám především jako oblast jeskyní, pozoruhodná je i živá příroda, kterou zde mohou obdivovat návštěvníci. Kolem 60 % území pokrývají lesy, které si ve střední a jižní části a na obtížně přístupných svazích na severu zachovaly téměř přirozenou druhovou skladbu. Pozoruhodnost území dokládá i to, že z území Moravského krasu bylo platně popsáno 108 nových druhů živočichů (Šťastná et al. 2003).

Atraktivitu území zvyšuje snadná dostupnost města Brna, které je zároveň ekonomickým centrem s nabídkou pracovních příležitostí a blízkostí mezinárodního letiště. Z hlediska vzdělávání je důležitá přítomnost Mendelovy univerzity. Oblast disponuje relativně větším množstvím středních a malých firem schopných rozvoje. Místní značka „*Moravský kras – regionální produkt*“ je turisticky vnímaná především v cestovním ruchu, a to zvláště v souvislosti s přítomností nejrozsáhlejšího jeskynního komplexu v České republice (Štefka 2011).

Patnáct kilometrů od Brna leží obec Křtiny a právě v její blízkosti se nachází unikátní jeskyně Výpustek. Z této oblasti Moravského krasu jsou doloženy nejstarší zprávy o jeskyních, které mají přímou vazbu na klášter, který se v obci nachází. Obec Křtiny byla založena v roce 1237 a její název je spojen s obřadem křtu, který se zde pořádal již v době příchodu křesťanství do Čech. Křtiny byly vždy oblíbeným poutním místem a jejich význam vzrostl stavbou monumentálního chrámu, který je citlivě včleněn do Křtinského údolí. V dnešní době slouží nejen k církevním akcím a můžeme si zde poslechnout jednu z největších funkčních zvonoher v Evropě (Opletal 1970).

Obec a její blízké okolí je atraktivní především pro obyvatele Brna, kteří sem přijíždějí především za turistikou spojenou s návštěvou místní jeskyně Výpustek.

4.4.1 ZHODNOCENÍ NÁVŠTĚVNOSTI JESKYNĚ VÝPUSTEK

Pro zhodnocení návštěvnosti je třeba nejdříve charakterizovat lokalitu jeskyně Výpustek, která je ojedinelá tím, že její historie, ale zároveň její devastace sahající skoro až do dnešní doby nemá v Moravském krasu, ale ani ve střední Evropě obdobu.

První známá písemná zpráva o Výpustku pochází z roku 1608, kdy se v náboženském spise hovoří o jeskyni s hrůznými propastmi nedaleko Křtin. Tato zmínka vypovídá o minimálně 400 - letém navštěvování této jeskyně člověkem. Mnohem známější podzemní prostory Moravského krasu se s touto bohatou historií nemohou srovnávat. V období třicetileté války nacházeli místní obyvatelé i se svými domácími zvířaty v podzemních prostorách Výpustku útočiště před nepřítelem.

Speleologický výzkum jeskyně začal až v 18. století a v této době také vznikala první topografická znázornění chodeb nejen v jeskyni Výpustek, ale i dalších jeskyních Moravského krasu. Součástí speleologického výzkumu byl i geologický a paleontologický průzkum sedimentů. V případě paleontologického průzkumu se jednalo především o shromažďování materiálu, tedy o sbírkovou činnost. Počátky turistické historie jsou spjaty s aktivitou knížete Aloise z Liechtensteina z konce 18. století. První hromadná výprava, kterou tento kníže zorganizoval je znázorněna na olejomalbě umístěné ve vnitřní síni Výpustku (Opletal 1970).

Po knížeti z Liechtensteina se dalšího pátrání a poznávání ujímá v roce 1814 hrabě Hugo František Salm. Salmové se věnovali speleologickému výzkumu především sloupských jeskyní, které se nacházely na jejich panství. O výsledcích svých výzkumů ve Výpustku však zanechali mnoho písemných zpráv. Hrabě H. Salm výpustek vícekrát navštívil a byl jedním z prvních aktivních jeskyňářů v Moravském krasu (Musil 2010).

Důležitost a vliv rodu Salmů je zdůrazněn tím, že je po nich pojmenována později objevená část jeskyně, kde je zachována původní krasová výzdoba (Obr. 16).



Obr. 16. Veřejnosti nepřístupná část jeskyně, zvaná Salmův Výpustek, se zachovanou krasovou výzdobou (Zajíček 2010)

Značný zájem o Výpustek nastal po první světové válce. O těžbě fosfátových hlín, která navždy ovlivnila vzhled jeskyně, již bylo napsáno v dřívější kapitole. Přesto měla těžba jedno pozitivum, podařilo se při ní najít několik unikátních kosterních nálezů (Obr. 17). Jedním z nich je kosterní nález jeskynního lva (Matoušek et al. 2005).



Obr 17. Ojedinělý kosterní nález jeskynního lva při těžbě fosfátových hlín v 20. letech 20. století (Musil 2010)

Po roce 1923 bylo od těžby upuštěno a jeskyni začala využívat prvorepubliková armáda, která zde měla uloženu munici. Německá armáda munici při okupaci v roce 1939 odvezla. K obsazení jeskyně německou armádou došlo až v roce 1943, v této době započaly stavebně-technické práce spočívající v odstřelení jeskynních pilířů, vybetonování podlah a zřízení teplovzdušných kanálů, veškeré úpravy směřovaly k vybudování podzemní vojenské továrny (Obr. 18), v které se vyráběly součástky leteckých motorů BD 601-605. Výroba skončila v dubnu 1945, kdy německá armáda před ústupem továrnu odstřelila a zapálila (Musil 2010).

Po ukončení druhé světové války začal v jeskyni systematický speleologický výzkum. V tomto období byly publikovány články nejen se speleologickým obsahem, ale i články geologické, geomorfologické zaměřené nejen na Výpustek, ale na celou střední část Moravského krasu. Také byla vydána bibliografie shrnující vše, co bylo do té doby o této části Moravského krasu napsáno (Burkhardt 1958).



Obr. 18 Viditelně ohořelé zbytky továrny vybudované v jeskyni Výpustek německou armádou (Zajíček 2010)

Další výrazný zásah na podobu jeskyně měl příchod Československé lidové armády na konci 50. let 20. století. Armáda se rozhodla vybudovat v jeskyni Výpustek podzemní kryt (Obr. 19), který měl sloužit jako podzemní velitelské pracoviště pro 250 osob. Pracoviště by bylo využito v případě jaderného, bakteriologického nebo biologického ohrožení. Technologie na úpravu vzduchu (Obr. 20), agregáty na výrobu elektrické energie, strojní zařízení. (Obr. 21), telefonní

ústředna, hygienické zařízení a další prostory jsou i přes svoji dnešní technickou zastaralost plně funkční (Zajíček 2010).



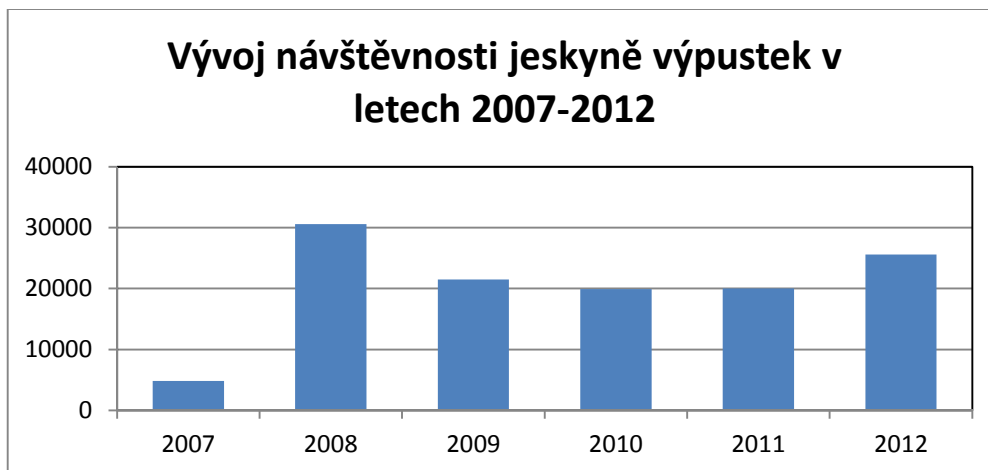
Obr. 19. Vstupní dveře do podzemního krytu jeskyně Výpustek (Zajíček 2010)



Obr. 20. Plně funkční technické zařízení, které je součástí prohlídky jeskyně Výpustek (autor 2012)

K vyjmutí jeskyně z vojenské správy došlo až v listopadu 2006. Po tomto období docházelo k postupnému předání objektu do Správy jeskynní České republiky, která ji po nezbytných úpravách zpřístupnila v říjnu 2007 návštěvníkům. Od tohoto data je možné sledovat vývoj návštěvnosti.

Za první dva měsíce, od otevření objektu, navštívilo jeskyni necelých 5000 návštěvníků. V roce 2008 došlo k výraznému vzestupu návštěvnosti. V tomto roce si objekt přišlo prohlédnout 30 594 turistů. V následujících dvou letech došlo k výraznému poklesu a stagnaci návštěvnosti. Od roku 2011 počet turistů, kteří navštívili jeskyni Výpustek, stále stoupá. Průběh návštěvnosti od otevření jeskyně je znázorněn v Obrázku 21.



Obr. 21. Návštěvnost jeskyně Výpustek v jednotlivých letech (Výpustek 2012, autor)

Výjimečná historie jeskyně byla inspirací ke zjištění důvodu návštěvy turistů této lokality a pro jak velké procento turistů byla hlavním důvodem návštěvy prohlídka podzemního krytu. V březnu až v prosinci roku 2012 proběhl v jeskyni Výpustek průzkum vývoje návštěvnosti, za pomoci krátkých dotazníků., na kterém návštěvníci zaškrtnli jeden důvod své návštěvy jeskyně.

Vzor krátkého dotazníku, na který odpovídali návštěvníci při své prohlídce jeskyně Výpustek:

Vážení turisté,

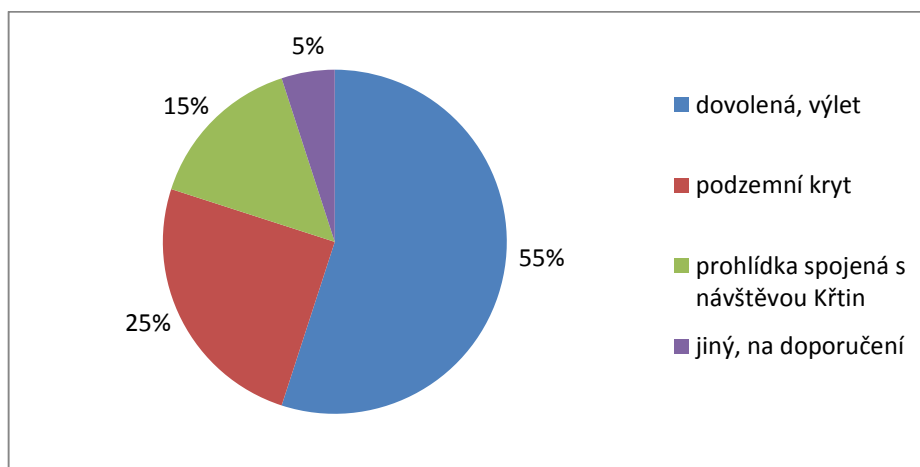
Prosím Vás o zodpovězení krátkého dotazníku. Vyberte prosím, jednu variantu důvodu Vaší návštěvy jeskyně Výpustek. Výsledky průzkumu budou zpracovány v rámci bakalářské práce.

1. Jeskyni jsem navštívil/a v rámci dovolené nebo výletu
2. Jeskyni jsem navštívil/a z důvodu prohlídky podzemního krytu
3. Prohlídka jeskyně byla spojena s návštěvou chrámu v obci Křtiny
4. Jiný důvod (na doporučení)

Předem Vám děkuji za poskytnuté informace a přeji Vám zajímavou prohlídku podzemních prostor. Eva Soulková

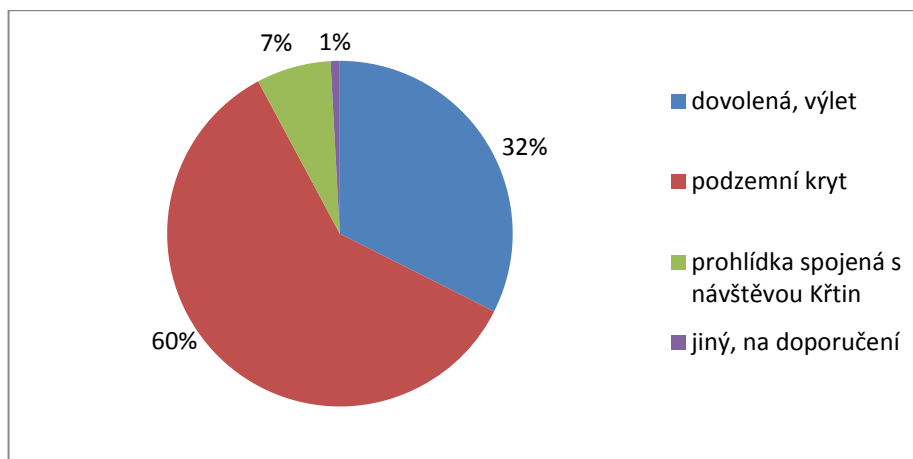
Výsledky průzkumu byly rozděleny na dvě části, první část byla vyhodnocena za období březen – červenec a druhé hodnocení proběhlo za období srpen – prosinec.

V období březen – červenec odevzdalo dotazník s odpovědí 1098 turistů. Z Obrázku 22 je patrné, že lokalitu navštívilo nejvíce návštěvníků z důvodu dovolené, nebo výletu. Tento údaj uvedlo 604 turistů. 274 návštěvníků uvedlo jako důvod prohlídky objektu podzemní kryt a 165 turistů spojilo prohlídku s návštěvou obce Křtiny. Toto zdůvodnění se vyskytovalo nejvíce v období Velikonoc. Padesát pět návštěvníků uvedlo důvod jiný, na doporučení.



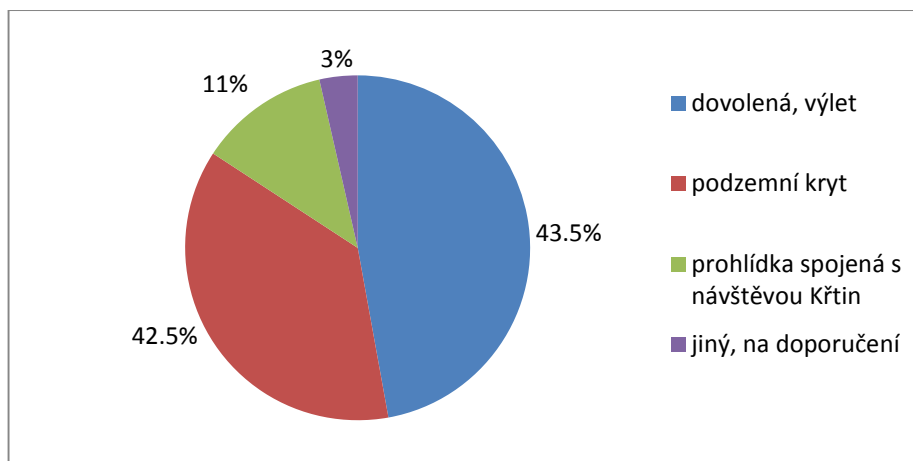
Obr. 22. Procentní vyjádření jednotlivých důvodů návštěvy jeskyně Výpustek za období březen - červenec 2012 (Jeskyně Výpustek 2012, autor)

V období srpen – prosinec odevzdalo dotazník 586 návštěvníků lokality. Obrázek 23 ukazuje, že nejčastějším důvodem k návštěvě jeskyně byla pro 350 návštěvníků prohlídka podzemního krytu. 190 turistů si prohlédlo objekt v rámci dovolené, nebo výletu a 41 turistů spojilo návštěvu jeskyně s prohlídkou obce Křtiny. Na pěti dotaznících byl uveden důvod jiný, na doporučení.



Obr. 23. Procentní vyjádření jednotlivých důvodů návštěvy jeskyně Výpustek za období srpen - prosinec 2012 (Jeskyně Výpustek 2012, autor)

V závěrečném celkovém vyhodnocení obou období bylo zjištěno, že 43,5% turistů navštívilo jeskyni v rámci dovolené či výletu, 42,5% osob navštívilo jeskyni za účelem prohlídky krytu, pro 11% dotázaných byla prohlídka spojena s prohlídkou obce Křtiny a 3% návštěvníků uvedlo jiný důvod návštěv, na doporučení (Obr. 24).



Obr. 24. Celkové procentní zhodnocení důvodu návštěvy jeskyně Výpustek v období březen - prosinec 2012 (Jeskyně Výpustek 2012, autor)

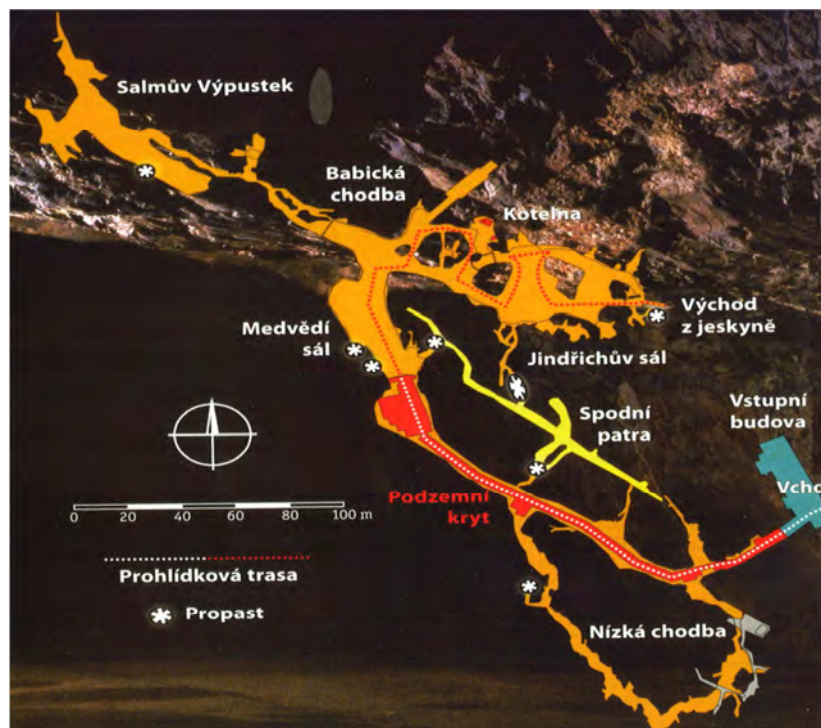
Z výše uvedených výsledků je patrné, že zatímco v jarních a letních měsících navštěvuje veřejnost jeskyni v rámci dovolené nebo výletu, v podzimních a zimních měsících si přijíždí více návštěvníků prohlédnout podzemní kryt. V celkovém hodnocení je mezi těmito důvody minimální procentní rozdíl.

Jeskyně Výpustek by se pro zvýšení návštěvnosti měla pokusit o zpřístupnění míst se zachovalou krasovou výzdobou. Jedná se o již zmíněnou část Salmův Výpustek. Správa jeskyně Výpustek začala již v tomto směru podnikat první kroky, ale vzhledem k tomu, že se jedná o odlehlé jeskynní prostory, bude znamenat realizace tohoto projektu vysoké technické i finanční nároky. Z výše uvedených důvodů lze v tomto místě očekávat první návštěvníky v horizontu deseti let. Současně je projednáván návrh modernizace venkovních prostor, které jsou určeny pro návštěvníky. Na Obr. 25 je vyfocen současný východ z podzemních prostor jeskyně Výpustek



Obr. 25. Pohled na současný východ z jeskyně Výpustek (autor 2012)

Rozsáhlost komplexu Výpustek, který zřejmě není ani v současné době komplexně zmapován, dokumentuje Obr. 26. Jsou zde znázorněny všechny známé části jeskyně. Červená část vyznačuje prohlídkovou trasu, včetně podzemního krytu. Kotelna nacházející se u výstupu z jeskyně vytápěla za druhé světové války továrnu v jeskyni. Hvězdičky na obrázku znázorňují místa, kde se nacházejí propasti.



Obr. 26 Půdorysný plán jeskyně Výpustek v současné době (Musil 2010)

5 DISKUZE

Problematicke využití jeskyní se zabývá odborná česká i zahraniční literatura. Lze v ní tak dohledat podklady týkající se využití jeskyní od prvního kroku člověka do těchto prostor. Jednotlivá hlediska využití se vztahují jednak k přírodním jeskynním prostorám, ale i k prostorám kde je již zásah člověka patrný. S tím souvisí legislativní nástroje, které teprve v posledních dvaceti letech věnovaly jeskynním patřičnou pozornost. *V těchto nástrojích je stanovena nutná obecná ochrana, ale také sankce za poškozování nebo ničení jeskyní. S ochranou jeskyní souvisí nejen princip právní ochrany, který je zakotven v legislativě České republiky, ale také elektronický informační systém JESO – jednotná evidence speleologických objektů (Balák 2010).*

Geologická dispozice krasových území, jež vychází z přírodních podmínek daného území, umožnila usazení člověka v jeskyních na našem území před více než 100 tisíci lety. Jako příklad lze uvést Koněpruské jeskyně, náležející k významným jeskynním systémům, ve kterých byly nalezeny kosterní pozůstatky čtvrtohorní fauny, ale také lidské kosti patřící člověku cromagnonskému. Tyto nálezy mají mimořádný význam pro poznání pravěkého vývoje našich předků a podrobně jsou popsány i v zahraničních publikacích (Diedrich 2011, 2012).

V části věnované literární rešerši byly postupně rozepsány jednotlivé funkce využití jeskyní. Stěžejní využití je zejména z hlediska zdravotního a rekreačního. Na rekreační využití se úzce váže cestovní ruch. Další možnosti využití souvisí se stavebními úpravami podzemních prostor. V České republice se jedná především o skladování zemního plynu v kavernových zásobnících v blízkosti Příbrami, nebo o ukládání CO₂ technologií CCS -Carbon capture and storage, která se využívá především v zahraničí (Kjorholt, Broch 1992). Než bude možné technologii CCS zahrnout mezi řešení ke snížení emisí CO₂, musí se důsledně vyhodnotit především zdravotní rizika a snížit finanční nákladnost této technologie. Využití podzemí k řešení dopravních problémů souvisí s vývojem nových technologií, které umožní přenesení nejen povrchové dopravy do podzemí, ale také budování univerzálních komplexů, které usnadní život obyvatelům nejen velkých měst (ITA-WG 1998). Se studii podzemních obytných domů, které se inspirovaly jeskyněmi, se lze setkat především v publikacích skandinávských zemí (Hokkanen, et al. 1994).

Rekreační potenciál řečené jeskyně Výpustek lze srovnat s jeskyněmi obdobného typu, které se vyskytují ve Slovenském ráji, jako je například Belianská nebo Demänovská jeskyně (Bella 2011).

Technická unikátnost Výpustku jako bývalého vojenského využití, není pravděpodobně v České republice ojedinělá, ale ostatní podzemní objekty nejsou z důvodu zájmu obrany státu dostupné.

6 ZÁVĚR

V práci je ukázáno, že využití podzemních prostor, ať již přírodních či antropogenních, je a bude velmi rozmanité. V minulosti plnily jeskyně především funkci obytnou a ochrannou. V současné době a především v České republice náleží k nejčastějšímu využití zdravotní hledisko, a to zejména díky konstantnímu klimatickému prostředí v jeskyních. Druhé nejčastější využití je rekreační a kulturní, jako jsou koncerty, divadelní a jiné tematicky zaměřená představení.

Z hlediska využití podzemních prostor nelze také opomenout potravinářský průmysl, jenž souvisí především se zráním sýrů. Průmyslové využití podzemních prostor je v posledních letech známo především v souvislosti s ukládáním a distribucí plynu v nepropustném podloží. Největší potenciál využití podzemí v budoucích letech bude souviset s dopravní infrastrukturou. Vznikají nové urbanistické návrhy, které se týkají především dopravních systémů, parkovacích zón, obchodů a sportovních center. S tímto souvisí nové moderní technologie respektující ochranu prostředí a zvyšující se požadavky na kvalitu a bezpečnost materiálů.

Jeskyně nám také dávají důkazy a základní informace o vývoji živočišných i rostlinných druhů, o vývoji geologické stavby, klimatu, ekosystému, ale především o vývoji člověka a jeho kultury. Toto vše je pro lidstvo důležité zejména proto, že na zemském povrchu byly tyto informace z velké části zničeny. Práce také seznamuje s typologií krasových oblastí a popisuje nejznámější druhy jeskynních útvarů v České republice.

V závěru práce byla vybrána konkrétní lokalita Moravského krasu jeskyně Výpustek, jehož volba se ukázala jako velice zajímavá, neboť soustřeďuje využitelnost z několika hledisek v minulosti i současnosti a představuje nejen jedinečný přírodní úkaz, ale také technický unikát. Vzhledem však k dřívějšímu průmyslovému i vojenskému zatížení je jeskyně v současné době z hlediska zdravotního využití nevhodná.

Jeskyně Výpustek byla pro návštěvníky opět otevřena v roce 2007 a po krátkodobém poklesu návštěvnosti v letech 2009 – 2010 se o tuto lokalitu v posledních letech zajímá stále více turistů. V rámci hodnocení návštěvnosti byl proveden u návštěvníků průzkum důvodu návštěvy této jeskyně. Z celkového hodnocení průzkumu vyplynulo, že nejvíce turistů navštívilo jeskyni v rámci dovolené. V podzimních a zimních měsících přilákala návštěvníky především prohlídka zdejšího podzemního krytu. K zvýšení atraktivnosti lokality by jistě přispělo

vybudování modernějšího vnějšího zázemí jeskyně se zaměřením především na cílovou skupinu rodičů s dětmi. Vybudování dětských prolézaček napodobujících jeskyně a umožňující malým návštěvníkům hrát si na speleology by zajisté uvítali i jejich rodiče. Také dětský kvíz zaměřený tematicky na oblast Moravského krasu a možnost jeho zakoupení v pokladně, by mohlo být příjemné zpestření výletu pro děti. Vnitřní rozsáhlé prostory Výpustku umožňují nabídnout návštěvníkům nejen stálé expozice zaměřené na historii a současnost Moravského krasu, ale i rozšířit o další témata zaměřené na jeskynní faunu, kterou lze spatřit v krasových oblastech nejen České republiky, ale také v zahraničí.

Výpustek má velký potenciál, který by bylo možné rozvinout ve spojení s blízkou obcí Křtiny především v oblasti cestovního ruchu, a také s nabídkou rozšíření místních služeb. Ekonomickému rozvoji tohoto mikroregionu by přispělo větší používání značky produktů a služeb *Moravský kras – regionální produkt*.

Modernizace infrastruktury v okolí lokality Výpustek, vybudování cyklotrasy, nebo naučné stezky, které by procházely v přiměřené blízkosti jeskyně a spojovaly Výpustek s nedalekým Brnem, by zajisté zvýšilo atraktivnost území. Součástí těchto tras by měly být infopanely seznamující turisty s místními rostlinnými a živočišnými společenstvy, a také s geologickými a geomorfologickými zajímavostmi této lokality. Spolu s okolními historickými zajímavostmi by nabídka těchto turistických aktivit v rámci mikroregionu, mohla vést ke zvýšení návštěvnosti, která by se určitě promítla do rozvoje místní ekonomiky a přispěla k rozšíření nabídky místních služeb.

Z výše uvedených údajů vyplývá, že problematika využití jeskyní je široká a z tohoto důvodu se nepodařilo v práci uvést všechna hlediska. Pro budoucnost bude téma využití podzemí jistě stále více aktuální, a to především v souvislosti nevyjasněných vlastnických vztahů a evidence podzemních prostor.

7 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

- AGRIS 2001: Niva z mlékárny Otinoves zraje v utajené jeskyni Michalka, online: <http://www.agris.cz/clanek/107335/niva-z-mlekarny-otinoves-zraje-v-utajene-jeskyni-michalka>, cit. 21. 10. 2012.
- AOPK ČR, 2012: Příroda České republiky v mapách. AOPK ČR 1. vyd., Praha, 36 s.
- Balák I., 2010: Jednotná evidence speleologických objektů. Vesmír 89: 628-629.
- Barták J., 2007: Podzemní urbanismus - řešení problematiky městské infrastruktury. Stavebnictví 5: 19-25.
- Beamon S. Falkenbach A. Fainburg G. et Linde K., 2006: Speleotherapy for asthma. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2: 1-8.
- Bechnik B., 2008: CCS = Separace CO₂ a jeho ukládání v geologických formacích, online: <http://www.tzb-info.cz/4986-ccs-separace-co2-a-jeho-ukladani-v-geologickych-formacich>
- Bella P., 2011: Přírodní Krásy Slovenska. Jaskyne. DAJAMA, 120 s.
- Bergman S. M., 1986: The Development and Space Utilization of Subsurface. Taaelliag and Underground Space Technology 1 (2): 115—144.
- Bílková D., 2011: Návštěvnost jeskyní SJ ČR v letech 2006 – 2011. Ročenka Správy jeskyní České republiky – Zpřístupněné jeskyně 2011. s. 83.
- Bosák P., 1997: Paleokarst of the Bohemian Massif in the Czech Republic: an overview and synthesis. International Journal of Speleology 24: 1-4.
- Brandos O., 2008: Vysoké a Belianské Tatry, Polské Tatry. SKY. 360 s.
- Brasier A.T., 2011: Searching for travertines, calcretes and speleothems in deep time: Processes, appearances, predictions and the impact of plants. Earth-Science Reviews, 104 (4): 213-239.
- Burkhardt R., 1958: Bibliografie střední části moravského krasu. – vlastivědná knihnice časopisu vlastivědné zprávy z adamova a okolí. sv. 1 s. 1-42.
- Calin M.R., Calin M.A., Simiionca G. et Mera O., 2012: Indoor radon levels and natural radioactivity in Turda salt mine, Romania. Journal of Radioanalytical and nuclear chemistry. 292 (1): 193-201.

- Cigna, A. A. et Forti P., 1986: The speleogenetic role of air flow caused by convection. *International Journal of Speleology* 15: 41-52.
- Cílek V., 1999: Jeskyně a objevy. *Vesmír* 77 (9): 490.
- Clottes J., Půtová B. et Soukup V., 2011: Pravěké umění -- Evoluce člověka a kultury. Akademie veřejné správy: 266 s.
- CO₂GeoNet Open Forum 2012: 7th CO₂GeoNet Open Forum - European CO₂ storage research: major results and future perspectives. San Servolo Island, Venice, 17-19 April 2012. online:
<http://www.co2geonet.com/NewsData.aspx?IdNews=69&ViewType=Old&IdType=18>, cit. 8. 11. 2012
- Cowling C. V., 1999: Fingal's cave, the poems of Ossian, and Celtic christianity. *Library Journal*, 124 (13): 99.
- Di Franco A., Ferruzza G., Baiata, P., Chemello, R. et Milazzo M., 2010 : Can recreational scuba divers alter natural gross sedimentation rate? A case study from a Mediterranean deep cave *Journal of Marine Science* 5: 871.
- Diedrich, CG , 2012: Europe's first Upper Pleistocene *Crocota crocuta spelaea* (Goldfuss 1823) skeleton from the Koneprusy Caves: a hyena cave prey depot site in the Bohemian Karst (Czech Republic) *Historical Biology, Germany*: 63-89.
- Diedrich, CG. 2011: Late Pleistocene *Panthera leo spelaea* (Goldfuss, 1810) skeletons from the Czech Republic (central Europe); their pathological cranial features and injuries resulting from intraspecific fights, conflicts with hyenas, and attacks on cave bears. *Bulletin of Geosciences*, 86: 817-840
- Drbal K., 2010: Jeskyně ve světle cestovního ruchu. *Ochrana přírody*, zvl. č.: 45-46.
- Drbalová P., 2010: Některé aspekty návštěvnosti zpřístupněných jeskyní. *Ochrana přírody*, zvl. č., Cestovní ruch a chráněná území 46-48.
- Edelenbos J., Monnikhof R, Haasnoot J., van der Hoeven F., Horvat E. et van der Krogt R., 1998: Strategic Study on the Utilization of Underground Space in the Netherlands. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 13 (2):159-165.
- Edelman J., 2008: Wieliczka Salt Mine. *Geology and Environmental Geosciences*, Northern Illinois University, 23 s.

- Epp K .J., 2010: The role of water-borne chemical cues in mediating social interactions of the Texas blind salamander, *Eurycea rathbuni*. BRILL 31 (2): 294-298.
- Frodl B., 1923: O jeskynních fosfátech moravských. Česká hosp. spol. Brno, zvl. Otisk Zemědělské politiky 21. 1-12.
- Gillieson D.S., 2011: Management of Caves In van Beynen, P.E. (ed) Karst Management. Springer Publishing, 141-158.
- Gruna. et, Reiter A., 1997: Výzkum lokality Ledové sluje u Vranova nad Dyjí. Příroda – Sborník prací z ochrany přírody, AOPK ČR Praha, 163 s.
- Hebelková E., 2011: Účast na domácích a zahraničních veletrzích ČR v roce 2011. Ročenka Správy jeskyní České republiky – Zpřístupněné jeskyně 2011, 80 s.
- Hokkanen V., Forssén I., Niva M. et Sorjonen K., 1994: Four Examples of Subsurface Uses in Finland. Tunnelling and Underground Space Technology, 9 (3): 385-393.
- Holuša J., Šafář J. et Koutný P., 1999: The occurrence of *Troglophilus cavicola* (Rhaphidophoridae) in the Czech Republic. *Articulata* 14: 97-99.
- Horáček M. et Ruml J., 2012: Kavernový zásobník plynu Háje již dosáhl tlaku 120 bar. *Plyn* 92: 11.
- Horníček R. Faimon J. et Sas D., 2011: Antropogenní ovlivnění mikroklimatu Císařské jeskyně (Moravský Kras). Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku, Brno, 18 (2): 168-170.
- Hradílek L. 2009: Zásobník plynu u Příbrami, online: <http://aktualne.centrum.cz/ekonomika/fotogalerie/2009/01/15/zasobnik-plynu-u-pribrami/foto/233407/>, cit 2. 12. 2012.
- Hromas J. (ed.) et al., 2009: Jeskyně. In: Mackovčin P., Sedláček M. (eds.): Chráněná území ČR, svazek XIV. AOPK ČR a EkoCentrum Brno, Praha, 608 s.
- Hromas J. et al. 2002: Podzemí v Čechách, na Moravě, ve Slezsku. Olympia Praha, 269 s.
- Hyvnar V. et al., 2007: Limity a ochrana využití území. Brno, online: <http://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/internetove-prezentace/limity-vyuziti-uzemi/5-1-20100310.pdf>, cit. 30. 6. 2012

- ITA WG 1998: "Underground and Environment Underground Works and the Environment" - Working Group 15 Final report Published in "Underground Works and the Environment 1, 177 s.
- Juhasz J., Kimakova T. et Bernasovska, K 2007: Speleotherapy of child respiratory disorders a treatment by the use of subterranean environment. *School and Health*, 21(2): 865-871.
- Keller N.;Durand J.;Laumont G.;Delprat B. et Pouliquen Y., 1995: Eye "degenerative evolution" in the Chinese cavefish: *Triplophysa xiangxiensis* Y. *Elsevier* 35: 233.
- Kettner R., 1954: Všeobecná geologie III. Vnější geologické síly, zemský povrch, geologická činnost vody. *Academie věd Praha*, 462 s.
- Kjorholt H. et Broch E, 1992: The water curtain - a successful means of preventing gas leakage from high-pressure, unlined rock caverns . *Tunnelling And Underground Space Technology* 7 (2): 127-132.
- Knez M., 1998: The influence of bedding-planes on the development of Karst caves (a study of Velika Dolina at Skocjanske Jame caves, Slovenia). *Carbonates and Evaporites*, 13(2): 121-131.
- Kovařík M., 1995: Živočichové. In *Moravský Kras. Příloha časopisu Veronica pro správu CHKO Moravský Kras* Brno: 12-15
- Kulhánek M., 2007: Kapadocie, online:
<http://www.hedvabnastezka.cz/zeme/asie/turecko/3062-turecko-kapadocie-ze-zapisniku-milana-kulhanka-6-2-2007/>, cit. 5. 4. 2013
- Lettner H., Hubmer A. K., Rolle R. et Steinhüsler F., 1996: Occupational exposure to radon in treatment facilities of the radon-spa Badgastein. *Environment International* 22: 399-407.
- Loucká P., 2002: Krásy Krasu. *Vesmír* 81: 477.
- Mali L. et Bulog B., 2010: Ultrastructure of previtellogene oocytes in the neotenic cave salamander *Proteus anguinus anguinus* (Amphibia, Urodela, Proteidae). *Protoplasma* 246: 33-39.
- Matoušek V. et Dufková M., 1998: Jeskyně a lidé. *NLN* 164 s.
- Matoušek V., Jenč P. et Peša V. 2005: Jeskyně Čech, Moravy a Slezska s archeologickými nálezy. *Libri* 280 s.

- Mezhebovski V.R. et Sheina A.N. 1994: Speleotherapy: the outlook for its development in Russia. *Voprosy Kurortologii, Fizioterapii i Lechebnoi Fizicheskoi kultury*. Journal Article 5: 47-49.
- Míka R., 2007: Hollandův tunel v New Yorku stavěla i česká firma, online: <http://www.archiweb.cz/news.php?action=show&id=4395&type=2>, cit. 5. 2. 2013
- Mlejnek R., Ouhrabka V. et Růžička V., 2009: Poseidon – a complex systém of underground spaces in sandstone in the Czech republic. *NSS News* 67 (8): 4-7.
- Mlejnek R.. 2011: Biospeleologie. Správa jeskyní České republiky, online: <http://www.caves.cz/cz/sprava/pece-o-jeskyne/vyzkum/?i&id=1451>, cit. 14. 11. 2012.
- Musil R., 2010: Výпустek bájná jeskyně u Křtin. Její 400 letá historie a význam. Správa jeskyní ČR, *Acta Speleologica*, 111 s.
- Nagy K., Istvan B., Kovacs T., Kavasi N., Janos S., Laszlo K., Istvan B. et Bender T., 2009: Study on endocronological effects of radon speleotherapy on respiratory diseases. *International Journal Of Radiation Biology* 85 (3): 281-290.
- Opletal Z., 1970: Vznik a vývoj názvu obce Křtiny. *Vlastivědné zprávy z Adamova okolí*, 14 (4): 7.
- Panoš V., 2001: Karsologická a speleologická terminologie. Knižné centrum Žilina, Žilina, 352 s.
- Peila D. et Pelizza S., 1995: Civil Reuses of Underground Mine Openings. Summary of International Experience. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 10 (2): 179-191.
- Poche E. et al. 1980: Umělecké památky Čech III. Academia Praha, 540 s.
- Pokorný R. & Holec M., 2009: Jeskyně Ústeckého kraje. XYZ, s.r.o. Praha 308 s.
- Sas D., Navrátil O., et Sládek P., 1999: Monitoring of natural factors in Czech speleotherapeutic centres. *Czechoslovak Journal Of Physics* 49: 103-106.
- Serbian orthodox church, 2012: Serbian desert church a hit for tourists, online: <http://www.sbs.com.au/news/article/1662880/Serbian-desert-church-a-hit-for-tourists>, cit. 30. 6. 2012
- Sket B., 2008: Can we agree on an ecological classification of subterranean animals? *Journal of Natural History* 42 (21-22): 1549-1563.

- Sklenář K., Sklenářová Z. et Slabina M., 2002: Encyklopedie pravěku v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Nakladatelství Libri s.r.o. 428 s.
- Sokol J., 2004: Člověk a náboženství. Proměny vztahu člověka k posvátnému. Portál, 246 s.
- Správa jeskyní ČR 2013: Pořádané aktuální akce v jeskyních České republiky, online: <http://www.caves.cz/cz/sprava/propagace/akce/?id=1662>, cit. 8. 1. 2013
- Šťastná P., Bezděk J. et Kovařík M., 2003: Živočišné druhy popsané z Moravského krasu. Korax, Blansko 80 s.
- Štefka L., 2008: Zranitelná Krajina Moravského Krasu. Ochrana Přírody 4: 8-9.
- Štefka L., 2011: CHKO Moravský kras – unikátní kout naší republiky. Ochrana přírody 4: 1-6.
- Štelcl J. et Zimák J., 1998: Zhodnocení obsahu a distribuce přirozených radioaktivních prvků v prostoru speleoterapeutické léčebny na 2. patře ložiska Zlaté Hory - jih. Geologické Výzkumy Na Moravě A Ve Slezsku , Brno 5 (1):109-112.
- Triniak N.G., Bobylev A.V. et Biletsky S.V., 1990: Speleotherapy and perspectives of its development in the Bukovina. Vrachebne Delo 9: 79-82.
- Uenishi K. 2012: Elastodynamic Analysis Of Underground Structural Failures Induced By Seismic Body Waves. Journal Of Applied Mechanics Transactions Of The Asme, 79: 3.
- Vítek J., 1979: Pseudokrasové tvary v ČSSR a jejich ochrana. Památky a příroda 4 (5): 289-292.
- Vítek O. et Pešout P., 2010: Význam cestovního ruchu pro ochranu přírody. Ochrana přírody, zvl. č., s. 43-45.
- Vyhláška 667/2004 Sb., kterou se stanoví obsah a rozsah dokumentace jeskyní, v platném znění
- Ylinen J.. 1989: Spatial Planning in Subsurface Architecture. Tunnelling and Underground Space Technology, 4 (1): 5-9.
- Zajíček P., 2010: Jeskyně České republiky. 1. vyd., Academia Praha, s. 276.
- Zákon č. 114 / 1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.
- Zákon č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči (památkový zákon), v platném znění

Zákon č. 218/2004 Sb., Zákon, kterým se mění zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů, v platném znění

Zákon č. 40/1956 Sb., o státní ochraně přírody.

Zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství, (horní zákon), v platném znění

Zhongkui et al. 2009: Experimental study of water curtain performance for gas storage in an underground cavern. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 1 (1): 89–96.

Zimak J. et Stelcl J., 2000: Geological Conditions And Rock Radioactivity In The Speleotherapy Medical Facility In The Zlate Hory Ore District (The Czech Republic). *Geologica Carpathica*, 51:407-412.

Žáková I., 2008: The Nurse's Care Of Children During The Speleotherapeutic Cure In The Children's Sanatorium In Ostrov By Macocha (Short Survey), *Alergie* 10: 161-164.