

ant. KDP 539

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY KARLOVY V
PRAZE

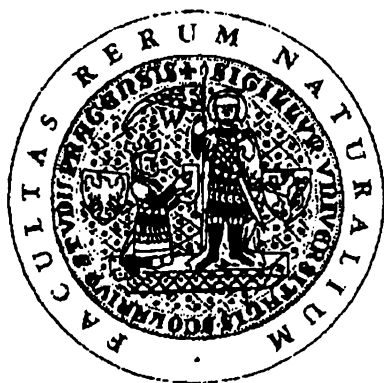
ÚSTAV GEOLOGIE A PALEONTOLOGIE

GEOLOGICKÉ VĚDY SE ZAMĚŘENÍM

**Vývoj přírodního prostředí Českého krasu v holocénu na
podkladě malakostratigrafických analýz**

DISERTAČNÍ PRÁCE

JAROSLAV HLAVÁČ



Geologický ústav
Akademie věd ČR



2006

Školitel: Doc. RNDr. Jaroslav Marek, CSc.

Školitel – konzultant: RNDr. Vojen Ložek, DrSc.; RNDr. Václav Cílek, CSc.

Poděkování

Data prezentovaná v této studii jsou výsledkem mé vlastní práce, v případě použití jiných dat jsou tyto řádně citovány v přehledu použité literatury.

Finanční krytí této studie bylo zajišťováno z výzkumného záměru Geologického ústavu AV ČR č. CEZ Z 3-013-912, od roku 2005 č. AV0Z 30130516.

Především bych chtěl poděkovat V. Ložkovi za nesčetné rady a postřehy a význačnou pomoc při revizi malakologického materiálu.

V neposlední řadě bych rád poděkoval všem, kteří mi i sebemeně pomohli nebo mě v mém úsilí podporovali.

OBSAH

1	Úvod	7
1.1	Rekonstrukce vývoje nejmladší geologické minulosti	7
1.2	Význam měkkýšů pro paleoenvironmentální rekonstrukce	9
2	Historie výzkumů	10
2.1	Výzkum v krasových oblastech České republiky	10
2.2	Výzkum v Českém krasu	11
2.2.1	Výzkum malakofauny	12
3	Cíle	15
4	Materiál a metody	16
4.1	Charakteristika studovaného území	16
4.1.1	Geografická, geologická a hydrogeologická charakteristika	16
4.1.2	Klimatické poměry	17
4.1.3	Vegetační charakteristika	17
4.2	Osídlení Českého krasu	18
4.3	Poloha studovaných lokalit	18
4.4	Analýzy	20
4.4.1	Malakologické analýzy	20
4.4.2	Datovací analýzy	21
4.4.2.1	Datování karbonátů metodou $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$	21
4.4.2.2	Radiokarbonové datování metodou AMS	21
5	Výsledky	23
5.1	Datování karbonátů metodou $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$	23
5.2	Radiokarbonové datování a kalibrace dat	23
5.3	Malakologické analýzy	27
5.3.1	Kotýz	27
5.3.1.1	Litologie	27
5.3.1.2	Malakologie	28
5.3.1.3	Radiometrická data a chronologie	33
5.3.2	Voskop	33
5.3.2.1	Litologie	33
5.3.2.2	Malakologie	34
5.3.2.3	Chronologie	35
5.3.3	Císařská rokle	36
5.3.3.1	Litologie	38
5.3.3.2	Malakologie	40
5.3.3.3	Radiometrická data a chronologie	42
5.3.4	Srbsko-Břič	43
5.3.4.1	Litologie	43
5.3.4.2	Malakologie	44
5.3.4.3	Radiometrická data a chronologie	47
5.3.5	Petránka	47
5.3.5.1	Litologie	47
5.3.5.2	Malakologie	49
5.3.5.3	Radiometrická data a chronologie	51
5.3.6	Zadní Kopanina	53
5.3.6.1	Litologie	53
5.3.6.2	Malakologie	55
5.3.6.3	Radiometrická data a chronologie	58
5.3.7	Tetín – Sisyfova propast	60
5.3.7.1	Litologie	60
5.3.7.2	Malakologie	61
5.3.7.3	Environmentální charakteristika	61
5.3.8	Jeskyně Arnika	62
5.3.8.1	Litologie	63
5.3.8.2	Malakologie	64
5.3.8.3	Environmentální charakteristika	65
6	Diskuze	66
6.1	Paleoenvironmentální vývoj	66
6.1.1	Kotýz, Císařská rokle a Voskop	66

6.1.2	Srbsko-Břič	67
6.1.3	Petránka	68
6.1.4	Zadní Kopanina	69
6.1.5	Sisyfova propast a Arnika	70
6.2	Pěnovcové kaskády	71
6.2.1	Tvorba kaskád	71
6.2.2	Ukončení tvorby kaskád	73
6.2.3	Destrukce kaskád	73
7	Závěr	76
8	Přehled použité literatury	78

Přehled obrázků

Obr. 1: Oblast Barrandienu: zjednodušená geologická mapa bez nejzápadnější části.	16
Obr. 2: Schematická mapa geografické polohy studovaných lokalit v Českém krasu.	19
Obr. 3: Kalibrační křivka, vzorek HM-t2 – svislá osa: konvenční stáří BP, vodorovná osa: kalibrované kalendářní stáří BC.	24
Obr. 4: Kalibrační křivka, vzorek HM-t4 – svislá osa: konvenční stáří BP, vodorovná osa: kalibrované kalendářní stáří BC.	25
Obr. 5: Kalibrační křivka, vzorek SB – svislá osa: konvenční stáří BP, vodorovná osa: kalibrované kalendářní stáří BC.	26
Obr. 6: Kalibrační křivka, vzorek P-6 – svislá osa: konvenční stáří BP, vodorovná osa: kalibrované kalendářní stáří BC.	26
Obr. 7: Kalibrační křivka, vzorek ZK-16 – svislá osa: konvenční stáří BP, vodorovná osa: kalibrované kalendářní stáří BC.	27
Obr. 8: Kotýz – profil pěnovcovou akumulací, čelní pohled.	28
Obr. 9: Kotýz, histogramy MSS a MSI.	31
Obr. 10: Kotýz, malakodiagram.	32
Obr. 11: Voskop – planinový profil na JV úbočí vrchu Voskop, boční pohled.	34
Obr. 12: Voskop, malakodiagram.	36
Obr. 13: Císařská rokle. Lokalizace pěnovcových kaskád.	37
Obr. 14: Císařská rokle. Kaskáda I, čelní pohled.	38
Obr. 15: Císařská rokle. Foto kaskády I, čelní pohled.	39
Obr. 16: Císařská rokle. Kaskáda II, čelní pohled.	39
Obr. 17: Srbsko-Břič, profil pod skalou, boční pohled.	44
Obr. 18: Petránka v Karlickém údolí, profil pěnovcovou akumulací, boční pohled.	48
Obr. 19: Petránka v Karlickém údolí, histogramy MSS a MSI.	51
Obr. 20: Petránka v Karlickém údolí, malakodiagram.	52
Obr. 21: Zadní Kopanina, profil pěnovcovou akumulací v údolí Mlýnského potoka, čelní pohled.	54
Obr. 22: Zadní Kopanina, histogramy MSS a MSI.	57
Obr. 23: Zadní Kopanina, malakodiagram.	59
Obr. 24: Geografická poloha Sisyfovy propasti na Tobolském vrchu u Tetína (k. 466,7).	60
Obr. 25: Jeskyně Arnika, rozvinutý vertikální řez.	63
Obr. 26: Kotýz, Svatý Jan pod Skalou a Petránka, histogramy MSS.	72

Přehled tabulek

Tab. 1: Výsledky datování karbonátů metodou $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$, tmelené sutě pěnovcových kaskád v Císařské rokli.	23
Tab. 2: Výsledky datování uhlíků; konvenční a kalibrované stáří.	24
Tab. 3: Kvalitativní a kvantitativní zastoupení měkkýšů (Mollusca), pěnovcová akumulace na Kotýzu.	29-30
Tab. 4: Kvalitativní a kvantitativní zastoupení měkkýšů (Mollusca), planinový profil na Voskopě.	35
Tab. 5: Kvalitativní a kvantitativní zastoupení měkkýšů (Mollusca), pěnovcové kaskády I, II v Císařské rokli.	41
Tab. 6: Kvalitativní a kvantitativní zastoupení měkkýšů (Mollusca), profil pod skalou Srbsko-Břič.	46
Tab. 7: Kvalitativní a kvantitativní zastoupení měkkýšů (Mollusca), pěnovcová akumulace Petránka.	49
Tab. 8: Kvalitativní a kvantitativní zastoupení měkkýšů (Mollusca), pěnovcová akumulace v údolí Mlýnského potoka, Zadní Kopanina.	56
Tab. 9: Kvalitativní a kvantitativní zastoupení měkkýšů (Mollusca), výplň komínu v Sisyfově propasti na Tobolském vrchu, Tetín.	62
Tab. 10: Kvalitativní a kvantitativní zastoupení měkkýšů (Mollusca), vnitrojeskynní facie, j. Arnika.	64

Přehled zkratk

A	- atlantik
AD	- našeho letopočtu (<i>Anno Domini</i>)
AMS	- atomová hmotnostní spektrometrie (Atomic Mass Spectrometry)
AV ČR	- Akademie věd České republiky
B	- boreál
BC	- před naším letopočtem (Before Christ)
BP	- před současností (Before Present)
ČNK	- Český národní komitét
EA	- epiatlantik
INQUA	- Mezinárodní unie pro výzkum kvartéru (International Union for Quaternary Research)
ka	- = tisíc let
LIA	- malá doba ledová (Little Ice Age)
MF	- malakofauna
MH	- mladý holocén
MSI	- histogram (Malacospectrum of Individuals)
MSS	- histogram (Malacospectrum of Species)
PAS	- Polská akademie věd (Polish Academy of Sciences)
PB	- preboreál
PG	- pozdní glaciál
PR	- přírodní rezervace
SA	- subatlantik
SB	- subboreál
SH	- starý holocén
SR	- subrecent
StH	- střední holocén
VLČS-V	- Velkolom Čertovy schody – východ

1. Úvod

1.1 Rekonstrukce vývoje nejmladší geologické minulosti

Výzkum nejmladší geologické minulosti, tedy zhruba v časovém úseku, který v chronologickém žebříčku historické geologie označujeme jako kvartér neboli čtvrtohory, je v současnosti jedním z důležitých přístupů k náležitému hodnocení současného stavu přírody a krajiny. Toto období, které odpovídá zhruba posledním 2,6 miliónům let*, mělo rozhodující vliv na utváření současné přírody, která se vyvíjela pod vlivem střídání teplých a studených výkyvů. Nejmladšímu úseku kvartéru, holocénu (postglaciálu), který je zároveň posledním vrcholným teplým výkyvem v rámci kvartérního klimatického cyklu, je věnována snad největší pozornost již vzhledem k tomu, že toto období dosud trvá a člověk se tak stává přímým svědkem dějů, které lze sledovat lidskými časovými měřítky. Ve srovnání se staršími vrcholnými teplými výkyvy je holocén, který trvá asi 10,5 tisíc let, zcela specifický tím, že člověk a jeho společnost v tomto období aktivně zasahuje do přírodního prostředí a stává se tak v něm spolučinitelem dějů.

Kvartérní geologie nám v kontinentálním prostředí poskytuje celou řadu výzkumných metod, z nichž největší význam pro rekonstrukci a vývoj přírodního prostředí má především výzkum uloženin a půd vázaných na určité prostředí, tzn. v podstatě na podnebí, a příslušných geologických dějů. Vedle toho zaujímá zcela zvláštní postavení paleontologický výzkum, který zahrnuje jak studium rostlinných zbytků, tak živočišných. Mezi rostlinnými se jedná hlavně o pyly, otisky listů a jiných částí, rostlinné makrozbytky a uhlíky, mezi živočišnými mají výsadní postavení kosti a zuby obratlovců (Vertebrata), dále pak především schránky měkkýšů (Mollusca) a ojediněle také schránky lasturnatek (Ostracoda). Posledním významným výzkumným směrem jsou potom archeologické památky, které odkrývají stopy po činnosti člověka, mnohdy i v přímé korelaci s předchozími metodami.

* Statut kvartéru a doba jeho trvání je v několika posledních letech předmětem rozsáhlých diskuzí v celosvětovém měřítku, ale i v České republice. Na zasedání Českého národního komitétu (ČNK) INQUA konaném 1.12.2005 v Brně byla diskutována báze kvartéru – její zachování na úrovni současného stratotypu Vrica se stářím 1,81 Ma nebo její posunutí na paleomagnetickou reverzi Gauss/Matuyama se stářím 2,59 Ma s využitím stratotypu báze Gelasieny na profilu Monte San Nicola, a také hierarchické zařazení kvartéru s dvěma možnostmi a to na úroveň periody nebo na úroveň subéry. ČNK INQUA se jednomyslně vyjádřil pro zachování kvartéru jako samostatné subéry a odmítl interpretaci kenozoické éry s periodami paleogén, neogén (a kvartér), tak jak to navrhla mezinárodní stratigrafická komise v roce 2004. Dále jednomyslně podpořil návrh posunu báze kvartéru na 2,59 Ma (paleomagnetická inverze Gauss/Matuyama) (viz. Zápis ze zasedání Českého národního komitétu (ČNK) INQUA konaného 1.12.2005 v Brně, zapsal D. Nývlt, sekretář).

Výhodou paleontologického obsahu je především ta skutečnost, že tyto přírodniny odrážejí přímý obraz prostředí, ve kterém žily. To je dáno užší či širší ekologickou vazbou na dané prostředí. Nevýhodou, která leckdy může být v různých prostředích i zcela nepřekonatelná, jsou možnosti a způsob jejich dochování.

Základní poznatky o vývoji přírody v období od konce vrcholu posledního glaciálu do současnosti, tedy zhruba v posledních 15 tisíciletích, poskytla od konce 20. století paleobotanika, o jejíž výsledky se opírá i podrobná chronologie (Firbas 1949, 1952). Mohla se ale plně uplatnit pouze tam, kde je dostatek bažinných a limnických uloženin s četnými zbytky rostlinstva, ať jde o pyl nebo rostlinné makrozbytky – tedy v celé severní polovině Evropy, u nás pak především ve vyšších chladnějších oblastech, kde leží většina rašelinišť. V nižších polohách je vhodných nalezišť nedostatek s výjimkou takových okrsků jako je Třeboňsko nebo některé mokřadní oblasti severních Čech. V teplých nížinách jde jen o vzácné výjimky. Proto většina plochy území České republiky trpí nedostatkem paleobotanických dokladů, což platí zejména pro teplé suché oblasti s xerothermními biocenózami. Jedná se hlavně o všechna velkoplošná krasová území, ale i menší okrsky budované vápnitými horninami. V těchto územích k poznání vývoje přírodního prostředí nemalou měrou přispívá právě fosilní fauna – obratlovci a měkkýši, jejichž pozůstatky se hojně nacházejí ve vápnitých uloženinách různého druhu (Ložek 1982; Horáček & Ložek 1988). Krasové oblasti jsou v tomto směru výzkumu velice významné, jak vystihují Kukla & Ložek (1968) a Ložek (1960a, 1973). Podrobné kvantitativní rozborů zbytků fauny umožňují sestavovat obdobné diagramy a histogramy jako pylová analýza a na jejich základě stanovit nejen časovou sukcesi zoocenóz, ale i rekonstrukci přírodního prostředí. Velkou předností těchto rozborů je možnost přímé korelace s vývojem různých uloženin a půd, s procesy sedimentace i odnosu i s pravěkým osídlením a jeho dopadem na přírodní prostředí, což výzkum našich rašelinných a bažinných sedimentů dovoluje jen v nepatrné míře.

Hlavní těžiště paleozoologického výzkumu se nachází v termofytiku a v nižších teplých oblastech mezofytika, kde lze získat nejvíce dokladů. Narážíme zde však na řadu problémů, které jsou spojeny s málo četnými doklady paleobotanickými. Jedná se hlavně o vzájemný poměr lesa a otevřených ploch, přežívání reliktnů, dálkové výsadky, dopad lidského osídlení i rekonstrukce poměrů na extrémních stanovištích, jakými jsou např. skalní stěny či prameny. Nedílnou součástí je i souběžný výzkum přírodě blízkých biocenóz zachovaných v četných chráněných územích, jejichž hlubší poznání je nezbytným předpokladem k správnému hodnocení fosilních dokladů. Vzniká tak komplexnější přístup, jehož dílčím výsledkem jsou lokality zpracované do sítě opěrných bodů (Ložek 1995).

1.2 Význam měkkýšů pro paleoenvironmentální rekonstrukce

V terestrickém prostředí chovají měkkýši velice úzkou vazbu ke geologickému podloží a vegetačnímu krytu a vzhledem ke své značné imobilitě se tak stávají význačnými bioindikátory lokálního charakteru. Ve vztahu k podkladu hrají v měkkýší ekologii rozhodující úlohu nejen chemické, ale i mechanické vlastnosti hornin. Ve sladkovodním prostředí se vliv geologického podloží téměř neprojevuje, nicméně vegetační poměry v tomto prostředí mohou hrát také významnou roli. Následnou kombinací ekologických preferencí lze tak docílit vytvoření skupin druhů, které odrážejí i reagují na stav a podmínky v prostředí, ve kterém žijí. Druhy tak následně řadíme do čtyř hlavních ekologických skupin, v rámci nichž je vyčleněno deset ekologických skupin a několik podskupin (Ložek 1964).

Měkkýši mají v krasových oblastech nejen zvláště příznivé životní podmínky, vzhledem k dostatečnému přísunu karbonátového kalcia na stavbu svých schránek, ale zároveň se zde i jejich schránky snadno zachovávají ve fosilním stavu. To umožňuje sledovat vývoj fauny v geologické minulosti. Jedná se přitom o jedinou skupinu bezobratlých živočichů, kterou lze použít i v terestrickém prostředí.

2. Historie výzkumů

2.1 Výzkum v krasových oblastech České republiky

Český kras patří mezi ta území, kam se soustřeďovala výzkumná pozornost badatelů v největší míře. Poskytuje nejenom bohatou škálu nalezišť, zároveň je oblastí, která hostí svéráznou recentní malakofaunu jako všechna vápencová území. Po této stránce zaujímá v rámci Čech mimořádné postavení, podobně jako Moravský kras a Pálava. Přestože malé vápencové ostrovy, jmenovitě Javoříčský (též Konický, Mladečský) kras a Štramberský kras na Moravě, představují pouze oblasti s neúplně vytvořeným krasovým fenoménem takovým, který můžeme vysledovat právě v Českém a Moravském krasu a na Pálavě (Ložek & Vašátko 1995), jejich recentní malakofauna je přesto svérázná, především z biogeografického hlediska (Hlaváč 2002b; Horsák 2003).

S výjimkou Javoříčského krasu, o který byl doposud jen okrajový paleomalakologický zájem (Svoboda & Ložek 1993; Horáček et al. 2002), a Štramberského krasu, odkud dosud nepocházejí žádné publikované holocenní doklady, jsou Moravský kras a Pálava mnohem lépe zdokumentovány.

Z oblasti Pálavy pocházejí hned několikrát doklady o fosilních měkkýších a vývoji místních biocenóz. Vedle podrobného zoostratigrafického rozboru z břehu řeky Dyje (Vašátko & Ložek 1973) máme po ruce také doklady ze sprašových svahů u Dolních Věstonic i z úpatí vrcholových útesů, jako v Soutěsce (Ložek 1985a) nebo na Martince (Horáček & Ložek 1990), které byly souhrnně zapracovány spolu s dalšími nepublikovanými doklady do formy sítě biostratigrafických nalezišť (Ložek 2000d). Význam těchto prací z oblasti Pálavy, která se v současnosti vyznačuje bohatou xerothermní vegetací a teplomilnou faunou, tak spočívá především v tom, že zde byl zachycen podrobný postglaciální vývoj dokládající přítomnost řady prvků pozdně glaciálních stepí, k nimž během klimatického optima holocénu postupně přistupovali další teplomilní přistěhovalci, což pokračovalo až do historické doby. Vysoká vlhkost v časně fázi klimatického optima sice vyvolala šíření biocenóz svěžích zapojených lesů, to však bylo přerušeno rolnicko-pasteveckou kolonizací v neolitu, takže lesní společenstva nedosáhla plného rozmachu vzhledem k tomu, že řada charakteristických lesních druhů na Pálavu nepronikla a ty citlivé druhy, které Pálavy dosáhly, brzy opět vyhynuly. Naopak stepní prvky, které v klimatickém optimu začaly ustupovat, se opět druhotně šířily, což podpořilo zejména rozsáhlé zesteptnění v mladší době bronzové (Ložek 2000d).

Výzkum v oblasti Moravského krasu se převážně omezoval na určitý typ sedimentů, tj. jednak na osypy při úpatí svahů a pod skalními stěnami, které obvykle vynikají bohatstvím

fosilních měkkýšů, jednak na výplně vstupních úseků jeskyní, kde se kromě hojných ulit běžně vyskytují i kosterní pozůstatky obratlovců, především drobných savců, a obvykle i archeologické nálezy (Ložek 2000b). V porovnání s oblastí Českého krasu, kde je četný výskyt fosilních měkkýšů také v pěnovcových akumulacích, z Moravského krasu pocházejí doklady pouze z jediného, stratigraficky významného naleziště v pěnovicích (Vašátko & Ložek 1972). Velkou předností Moravského krasu je množství větších jeskynních vchodů s dobře vyvinutými výplněmi, které se nacházejí v nejrůznějších polohách dna vlhkých žlebů s inverzními mikroklimatickými podmínkami přes jeskyně ve svazích a srážech různě orientovaných vůči světovým stranám po jeskyně na okrajových hranách údolí nebo na náhorní planině. Tak byl umožněn zachytit pestrý soubor sukcesních stádií, který odráží vývoj během postglaciálu (Ložek 2000b; Ložek & Vašátko 1995). Ten vyniká především ve zřejmém rozdílu oproti poměrům na Pálavě nebo v Českém krasu, kde ve starším holocénu hrají mnohem významnější roli stepní prvky a kde lesní společenstva běžně nedosahují plného rozvoje. Postglaciální vývoj Moravského krasu tak představuje ukázkou holocenní historie mezofytika, která je úzce spjata s výskytem řady biogeograficky významných prvků, např. karpatských (Ložek & Vašátko 1991).

2.2 Výzkum v Českém krasu

Český kras představuje území klíčového významu pro poznání kvartéru, resp. holocénu Čech a střední Evropy a zároveň i modelové území z hlediska rekonstrukce vývoje krajiny a využití těchto poznatků v praxi. Tyto možnosti se zakládají na množství fosiliferních lokalit v nejrůznějších pozicích, jejichž počet lze snad bez omezení rozšiřovat. To bylo známo již od počátků rozvoje naší vědy v předminulém století, ovšem ke skutečnému využívání těchto možností se přistoupilo až v meziválečném období, především zásluhou Petrbocka (1956a), který zde začal soustavně zkoumat jeskyně a pěnovce. V Petrbockově době však ještě nebylo tak zřejmé, jak lze využít kvartérních nálezů ve výzkumu prostředí, který se teprve začal rozvíjet. Nicméně jeho poznatky přispěly k rozmachu takto zaměřeného výzkumu v období po 2. světové válce, kdy nové nálezy z Českého krasu stále výrazněji ukazovaly význam této oblasti. Ve směru, který ukázal Petrbock, začal velice intenzivně pracovat Ložek, z jehož pera vzešly dvě stěžejní práce na poli kvartérní malakozoologie (Ložek 1955, 1964), které se staly jedním z výchozích bodů pro řadu dalších výzkumů v tomto směru. Se stále se zdokonalujícími metodami výzkumu byly později předloženy i další význačné práce, ať už na poli geologickém (Kovanda 1971; Záruba et al. 1977), paleontologickém (Ložek 1973, 1982; Horáček & Ložek 1988; Horáček 1982) nebo archeologickém (Fridrich & Sklenář 1976).

2.2.1 Výzkum malakofauny

Vzhledem k blízkosti Prahy a bohatství měkkýšů lákal Český kras malakozology od samých počátků rozvoje naší vědy. Již první zmínky také o měkkýších z pražského okolí nalezneme v Schöblově soupisu (Schöbl 1860), práce má však značné nedostatky v lokalizaci nálezů a povšechném udání. Slavíkova (1868) monografie, která již výrazně Schöbla překonávala, se stala na delší dobu jediným kompletnějším soupisem, kde se již objevují i přesnější popisy lokalit, druhů i zajímavé postřehy ohledně ekologie a variability. Vrcholem malakologických aktivit v končícím 19. století se stala práce Uličného (1892-95), který zde shrnuje nejen své, ale i aktivity několika dalších desítek malakologů, působících v celých Čechách a na Moravě. Vůbec první práce o fosilních měkkýších z Českého krasu pochází od Schuberta (1898) nicméně převratnou prací byli i „Měkkýši českého plistocaenu a holocaenu“ (Babor 1901), která po vzoru Slavíka shrnuje měkkýše fosilní. Údaje, které pocházejí z následujících přibližně 50 let, shrnuje Ložek (1948) a o rok později vypracovává další významné kritické dílo (Ložek 1949). To je již po ruce obrovské množství údajů, na kterých se vedle Ložka podílel v předválečném i poválečném období především J. Petrbock, takže mohla vzniknout taková díla jako nový klíč (Ložek 1956) nebo již na svou dobu převratní českoslovenští kvartérní měkkýši (Ložek 1955, 1964). Petrbock předkládá během svého života mnoho stovek prací, obsahujících na svou dobu zcela nové postřehy. Přestože řadu lokalit Petrbock navštěvoval opakovaně, popsal řadu nových poddruhů, forem, variací, skalarit a je dnes dosti obtížné se v nich chronologicky orientovat, nelze přehlédnout průběžně shrnující sdělení, která odrážejí jeho výzkumy v časové posloupnosti (Petrbock 1923a,b, 1924, 1925, 1926, 1927a,b, 1928a,b, 1929a, 1930a,b, 1933a,b,c, 1934, 1937, 1940, 1941a,b, 1948, 1956b). Přestože některé jeho myšlenky jsou dnes již překonány nebo vyvráceny, pro světovou kvartérní malakozologii zůstává nedotčen popis dvou nových fosilních druhů, které objevil – *Campylea capeki* (Petrbock 1922) a *Gastrocopta moravica* (Petrbock 1959).

Od 2. poloviny 50. let dochází k výraznému posunu ve znalostech fosilní malakofauny Českého krasu díky četným pracím především V. Ložka a J. Kovandy, kdy jsou využívány ty nejmodernější metodologické přístupy. V současnosti je v oblasti Českého krasu zpracováno více jak 40 kvartérních lokalit, z toho kolem 30 holocenních (Ložek 1992, 2000e), které mají značný biostratigrafický význam. Některé z nich dosud nejsou kompletně publikovány nebo jen ve formě předběžných zpráv, nicméně i u těchto je podána základní charakteristika (Ložek 1992).

Ve směru od JZ jsou jedny z prvních prací v Českém krasu profil nivou Suchomastského potoka, který byl odkryt při stavbě přehradní nádrže a který zachycuje období B-SR (Ložek &

Mach 1959). V koněpruské oblasti je pak zpracována řada profilů, jako např. Axamitova brána (Matoušek et al. 1985), jeskyně Tří volů (Prošek et al. 1958), Zlatý kůň – Opuštěný lom (Ložek 1996a), Kobyla-Západ (Ložek 1989), které vesměs zachycují celé postglaciální období i s fázemi pozdně glaciálními. Jeskyně Děravá na Kotýzu a j. Dolní poskytly také měkkýší nálezy, ale značně ochuzené, které nedosahovaly úrovně jako v j. Tří volů (Ložek 2000a). Mimo těchto jsou v koněpruské oblasti po ruce i měkkýši z mladoholocenních a subrecentních souvrství – malý lůmek nad Opuštěným lomem, vnitřní val hradiště Kotýz, suťové osypy pod Sloní hlavou a Mincovna, které jsou povětšinou v přímé korelaci s archeologickými nálezy (Ložek 1960b, 2000a).

V nejnižnějším úseku JZ části Českého krasu jsou také po ruce význačné profily Kovandovy (1956, 1962), které zachycují sledy v pánevních ložiscích pěnovců a vápnitých slatin a jsou i souhrnně zapracovány do monografie kvartérních vápenců bývalého Československa (Kovanda 1971). Je na ně upozorněno i dalšími kratšími příspěvky (Kovanda 1962b, 1963). V oblasti je dále řada dalších lokalit, které byly již zpracovány a publikovány nebo částečně publikovány, popř. jsou v současné době ještě v práci – jeskyně na Skalici u Měňan (Ložek 1998), Bacín (Matoušek & Ložek 1992; Ložek 2002), j. Železná, Nad hájovnou, Pasterčí.

Na pravém břehu Berounky se vyskytuje řada lokalit v oblasti Tetína – série členěných sedimentů v j. Martina, které zachycují pozdní glaciál až nejmladší holocén a které byly jen částečně opublikovány (Horáček et al. 2002), dále četné pěnovce v Kodě, které v současnosti zpracovává J. Kovanda. Krátká sdělení se týkají nálezů v j. Ve Stráni (Ložek & Horáček 1994) a j. Capuš (Ložek 1993a,b), které obsahují četné měkkýší pozůstatky z pozdního glaciálu a různě zachovalých poloh postglaciálních. Velice bohatá společenstva fosilních měkkýšů poskytla také výplň suchého Tetínského údolí na SZ úpatí Tobolského vrchu, kde byla zastížena malakofauna z pleniglaciálu a postglaciálu (Ložek 2001). Měkkýši z pěnovcových akumulací, které se nacházejí v Císařské (též Královské) rokli a jež jsou předmětem předložené práce, byly také příležitostně zkoumány Petrbohem (1923a, 1928c, 1929b).

Levý břeh Berounky je na fosilní nálezy měkkýšů v různých polohách i typech sedimentů velice bohatý. Zcela unikátní je lokalita mezinárodního významu Svatý Jan pod Skalou, kde se vyskytuje vůbec nejmocnější souvrství pěnovců a travertinů v Českém krasu, dokládající střídání tvorby sutí, půd a usazování karbonátu (Kovanda 1971). Výzkumy na této lokalitě byly jako jedny z prvních již za Babora (1901), který se zmiňuje o nálezech z „travertinů“ Českého krasu, které však považuje za recentní. Soustavněji se tělesem v počátcích výzkumů

v krasu zabýval až Petrbock (1923a, 1925, 1936, 1940, 1956a). Později se ložiskem zabýval Ložek (1955, 1959, 1960c, 1964, 1973) a Ložek & Cílek (1995). Nové Kovandovy výzkumy byly také začleněny do Šibravovy práce (Šibrava et al. 1969). Zcela nejnovější prací, která se kompletně zabývá tímto tělesem, je monografické dílo Žáka et al. (2001).

Vedle Svatého Jana pod Skalou jsou na levém břehu Berounky další zpracované lokality: Jeskyně Za Křížem (Ložek & Horáček 1993), krasová kapsa pod Jeskyní nad Kačákem (Kovanda 1965), Dušičková stěna (Ložek 1972), Srbsko – Na Bříči, Spodní Červený převis (Ložek 1980), suťový kužel Srbsko – Na Bříči (Ložek 1982), Srbsko hřiště (Ložek 1969 a,b), niva Břesnice pod Vodopády (Ložek 1974a), dejekční kužel v Šanově koutě“ u Srbska (Kovanda 2005).

V oblasti kolem Karlštejna se vyskytuje také řada zpracovaných lokalit: Skalka nad Čihovou (Ložek 1987; Horáček & Ložek 1988), Volfova rokle (Ložek 1992), Rudolfova jeskyně s obdobnou stavbou jako Skalka nad Čihovou (Ložek 1988), údolí Krabiny (Ložek 1974b, 1988).

Směrem na východ je významná lokalita v ústí Karlického údolí do Berounky (Smolíková & Kovanda 1979) a Hluboká rokle u Karlíku (Ložek 1992), která je zatím v práci. Pěnovcová akumulace Petránka byl v minulosti také středem pozornosti (Ložek 1992), ale dosud byly publikovány jen útržkovité informace (Kadlec 2000), zatímco profil v údolí Švarcava poskytl mimořádně bohatou malakofaunu (Ložek 2000f; Žák et al. 2001).

Poměrně početný je také seznam lokalit již v SV cípu Českého krasu, kde se nálezy soustřeďují do oblasti Radotínského údolí (Ložek 1967, 1988), Kopaninské rokle (Ložek 1996b), Velké a Malé Chuchle (Ložek & Kukla 1956; Ložek 1985b; Jäger & Ložek 1968; Schubert 1898) a v Prokopském údolí (Ložek 1973; Horáček & Ložek 1982).

Z přehledu lokalit je zřejmé, že v oblasti Českého krasu je reprezentativní síť opěrných bodů, které poskytují doklady o vývoji krajiny. Pouze omezené množství profilů se však může opřít o radiometrická data, která v současné době evidujeme pouze ze Svatého Jana pod Skalou (Žák et al. 2001, 2002) a z polohy 3,4 m pod povrchem v profilu v údolí Švarcavy, která byla datována po kalibraci na stáří v intervalu 8954-8554 let BP (interval pravděpodobnosti 68%) (Žák et al. 2001). Další ojedinělá data pak pocházejí ze vzorku uhlíků z jeskyně Martina, které byly datovány a kalibrovány na stáří přibližně 9000-9100 let BP (Žák & Melková 1999).

Nejnovějšími výzkumy jsou také autorovy paleomalakologické nálezy z vybraných profilů v Českém krasu (Hlaváč, v tisku).

3. Cíle

Cílem předložené práce je podat charakteristiku paleoenvironmentálního vývoje na vybraných lokalitách v Českém krasu a doplnit stávající znalosti o vývoji přírodního prostředí této krasové oblasti během holocénu. Práce vychází z údajů získaných na základě výzkumu fosilních měkkýšů a jejich malakocenóz.

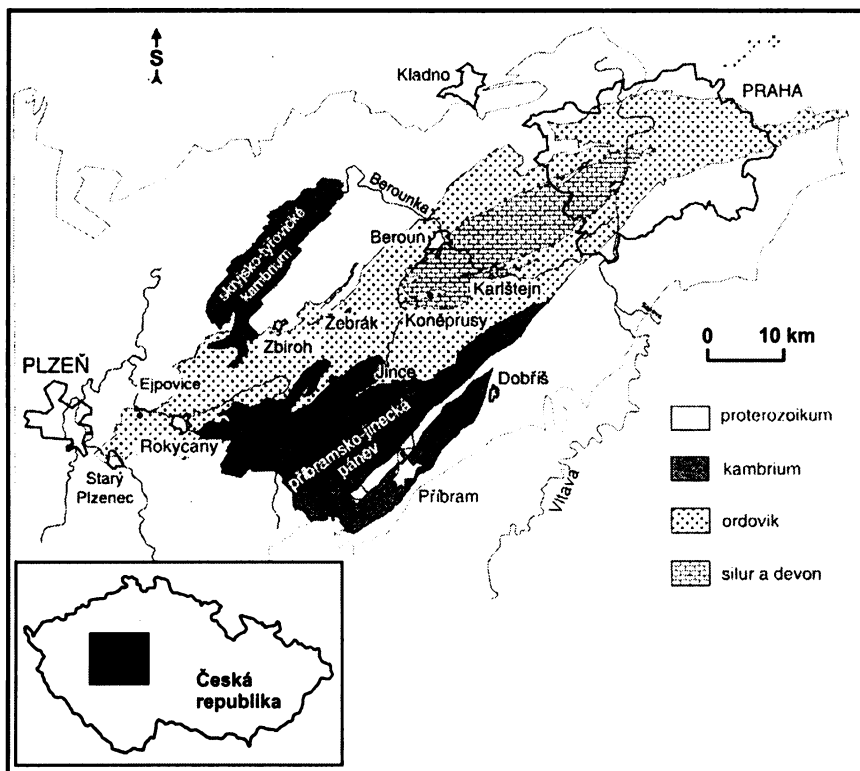
Dalším cílem je na podkladě malakostratigrafických analýz, malakoanalytických a malakostatistických rozborů v korelaci s radiometrickým datováním vzorků na vybraných profilech řešit problematiku sedimentace pěnovcových akumulací, jejich ukončení a destrukci.

4. Materiál a metody

4.1 Charakteristika studovaného území

4.1.1 Geografická, geologická a hydrogeologická charakteristika

Oblast Českého krasu se nachází mezi Prahou a Zdicemi na ploše přibližně 200 km² v rozpětí nadmořských výšek 210 – 500 m. Svou SV hranicí zasahuje do území Prahy. Území patří k oblasti Barrandienu, kterou tvoří nemetamorfované proterozoikum a paleozoikum v centrální části Českého masivu (Obr. 1, 2). Vlastní jádro Barrandienu tvoří varisky zvrásněné uloženiny silurského a devonského útvaru se zachovalými zbytky mladších křídových a terciérních uloženin (Chlupáč 1974). Oblast Českého krasu je tvořena svrchnosilurskými břidlicemi, vápenci, diabasy a vulkanoklastickými uloženinami (tufy) a devonskými vápenci a břidlicemi (Chlupáč et al. 1998).



Obr. 1: Oblast Barrandienu: zjednodušená geologická mapa bez nejzápadnější části.

(Podle Chlupáče et al. 2002)

Až na malé výjimky leží oblast Českého krasu v povodí řeky Berounky, která tvoří přirozenou osu území. V podloží paleozoických hornin vyniká kolektor puklinového, puklinokrasového a krasového typu, významným kolektorem jsou nivní a terasové uloženiny.

Vytvářejí kolektory průlinového typu s dobrou propustností dosahující mocnosti do 10 m. Také reliktů neogénu vytvářejí lokálně významné kolektory průlinového typu (Anonymus 1997). Krasové vody vytékají na povrch na mnoha místech hlavně podél hranic mezi vápenci a nekarbonátovými horninami blízko dna krasových údolí. Pro většinu krasových pramenů je charakteristický relativně stabilní průtok (mezi 0,1 a 20 dm³/s) a teplota, která může v některých případech občas překračovat průměrnou roční teplotu v oblasti, což je ukazatel hluboké cirkulace krasových vod (Kadlecová & Žák 1998; Žák et al. 2001). Typickým jevem převážné většiny krasových pramenů je srážení pěnoveců v blízkosti jejich vývěrů. Z Českého krasu bylo popsáno okolo 70 lokalit, kde se sráží nebo v minulosti vysrážely pěnovce (Kovanda 1971; Ložek 1992; Kadlecová & Žák 1998). Mezi nejběžnější tvary patří pěnovcové kaskády, přehrazující krasová údolí.

4.1.2 Klimatické poměry

Český kras je oblastí teplou a suchou s průměrným ročním úhrnem srážek 500 mm a průměrnou roční teplotou 8–9 °C (Quitt 1971). V klimazonálním pojetí je Český kras oblastí semihumidní, významné jsou údolní teplotní inverze, podmiňující výskyt některých submontánních a řady dealpinských prvků. V JZ části Českého krasu se na vyšších kopcích uplatňuje i vrcholové klima (Culek 1996).

4.1.3 Vegetační charakteristika

Podle regionálně fytogeografického členění náleží Český kras do stejnojmenného fytogeografického okresu (Skalický 1997), jež se vyznačuje jako krajina pahorkatinná, dosti lesnatá, kde se prolínají druhy submediteránní s druhy střeoevropské lesní květeny. Český kras je území ležící v klimaxové oblasti habrových doubrav, ale vzhledem k extrémním podmínkám geomorfologickým a k převážně vápencovému aj. bazickému podkladu je charakterizován několika diferenčními ekosystémy: 1. společenstva vápencových a diabasových skal až po travinná společenstva na mělkých půdách; 2. šípákové lesostepi na jižních, vápnomilné bučiny na severních svazích, suťové lesy na suťových kuželích u dna roklí; 3. subxerofilní teplomilné smíšené doubravy na vápnitých půdách (Skalický & Jeník 1974).

4.2 Osídlení Českého krasu

Oblast Českého krasu byla vždy pro člověka atraktivním územím, takže se zde setkáváme s četnými stopami osídlení od paleolitických a mezolitických lovců po příchod rolníků a pastevců v mladší době kamenné, neolitu. Bohužel většina nejstarších nálezů – paleolitických a mezolitických, je podána často jen ve formě katalogových přehledů nebo katalogu speleoarcheologických nalezišť (např. Fridrich & Sklenář 1976). Významným počinem je pak především dokumentace osídlení jeskyní pro období od neolitu do raného středověku (Matoušek 1993; Sklenář & Matoušek 1994). V koněpruské oblasti pak byl podrobně zpracován archeologický materiál z lokality Tmaň, kde byly zastiženy středověké a novověké sídelní aktivity, mladší pravěk a také byly učiněny nálezy paleolitického stáří (Sýkorová & Matoušek 2000).

Archeologických nalezišť, kde je zároveň možnost přímé korelace s výskyty fosilních malakofaun je poskrovnu, a především se v tomto směru jedná i o nepříliš významné malakozoologické nálezy, které přinesly jen nepatrný počet zhodnotitelných poznatků a spíše měly jen ten význam, že upozornily na výskyt fosilních ulit (Ložek 2000a). Nicméně za velice přínosný je nutno považovat výzkum na Bacíně, kde byly doloženy kulturní vrstvy ze starší doby železné a na základě malakostratigrafického datování také období atlantické až subatlantické (Matoušek & Ložek 1992). Další prameny pocházejí i z jiných míst v rámci Českého krasu – jeskyně Tří volů, Dolní jeskyně, j. Martina, Jeskyně Za křížem, Jeskyně Na Skalici, které přehledně shrnuje Horáček et al. (2002) včetně archeologické datace.

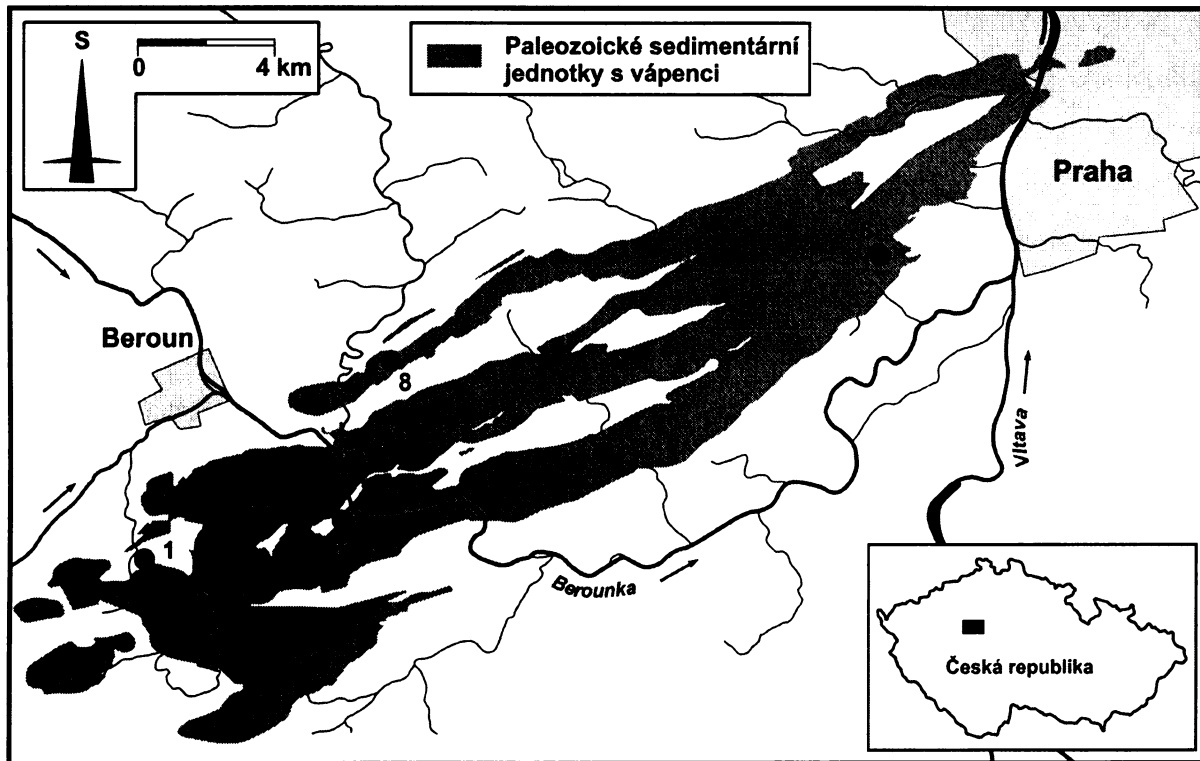
4.3 Poloha studovaných lokalit

V předložené práci je zahrnuto celkem 8 lokalit, na nichž byl prováděn paleomalakologický výzkum (Obr. 2). Jedná se o lokality, které se vzájemně liší jak geografickou polohou, tak i polohou v nadmořské výšce od údolních po vrcholové. Současně se jedná o různé typy sedimentů, od pěnovcových akumulací po profily pod skalou a výplně jeskynních komínů.

Celkem 4 lokality s výskytem pěnovcových těles bylo zvoleno pro korelaci litologických znaků, vyskytujících se měkkýších společenstev, chronologii a zachycení počátku, průběhu a ukončení akumulace a destrukce pěnovcových těles (1 – Kotýz, N: 49°55'12'', E: 14°02'55'', 3 – Císařská rokle, N: 49°55'39'', E: 14°07'47'', 5 – Petránka v Karlickém údolí, N: 49°57'16'', E: 14°14'02'', 6 – Zadní Kopanina, N: 50°00'13'', E: 14°18'52'').

Ve vrcholové poloze byla vybrána lokalita 2 – Voskop (N: 49°54'23'', E: 14°04'05''), jako představitel planinového profilu, a 1 lokalita byla umístěna do nivy Berounky (4 – Srbsko-Bříč, profil pod skalou, N: 49°56'42'', E: 14°07'52'').

Zbývající 2 lokality jsou zcela odlišné, neboť se jedná o izolované výplně jeskynních komínů (7 – Tetín, Sisyfova propast, N: 49°55'49'', E: 14°05'34''; 8 – jeskyně Arnika, N: 49°58'15'', E: 14°08'59''), v nichž byly zastiženy i ojedinělé archeologické nálezy.



Obr. 2: Schematická mapa geografické polohy studovaných lokalit v Českém krasu.

Pěnovcové akumulace – Kotýz (č. 1), Petránka v Karlickém údolí (5), Zadní Kopanina v údolí Mlýnského potoka (6); pěnovcové kaskády – Císařská rokle (3); planinový profil – Voskop (2); profil pod skalou – Srbsko-Bříč (4); výplně jeskynních komínů – Tetín, Sisyfova propast (7), jeskyně Arnika (8).

4.4 Analýzy

4.4.1 Malakologické analýzy

Vzorky pro následné malakologické analýzy byly zpracovány na základě obvyklé metodiky (Ložek 1964). Pokud to umožnil charakter sedimentů, byly ze všech makroskopicky odlišitelných vrstev v profilech odebrány vzorky pro paleomalakologickou a malakostratigrafickou analýzu o objemu přibližně 4 dm³. Měkkýší ostatky byly separovány kombinací plavení a sítování. Po pečlivém vysušení při laboratorní teplotě byly nejdříve vzorky rozplaveny. Plovoucí ulity, které zpravidla představovaly většinu jedinců v každém vzorku, byly při opakovaném vymývání slévány na síta o světlosti 0,5 mm a posléze usušeny při laboratorní teplotě (tzv. čistý výplav). Při plavení zároveň docházelo k odplavení jílovité složky ve vzorcích. Reziduum bylo po následném vysušení rozděleno sítováním na velikostní frakce, z nichž byly neplovoucí ulity a jejich fragmenty systematicky separovány pod binokulárním stereomikroskopem pomocí měkké entomologické pinzety (tzv. rozplav). Použité zvětšení se pohybovalo v rozmezí 6x – 50x. Přepočítání zlomků ulit na jednotlivé jedince byl proveden na základě zaběhnuté metodiky (Ložek 1964). Takto převedený počet na celé jedince daného druhu byl připočítán k počtu jeho neporušených ulit, které byly získány z čistého výplavu. Ve zvláštních případech bylo k přepočtu použito vylučovacích metod, zvláště u druhů, jejichž ulity jsou protáhlého, štíhlého tvaru (např. *Clausiliidae*, *Enidae*, *Pupillidae*, *Vertiginidae*, *Chondrinidae*), kdy rozhodoval vyšší počet vrcholů nebo ústí.

Výsledky malakologické analýzy jsou předloženy ve formě tabulek, které vedle základních ekologických a biostratigrafických charakteristik obsahují též celkové počty jedinců a druhů měkkýšů zjištěných v jednotlivých vzorcích (Tab. 3 až 11). Procentuální zastoupení jednotlivých druhů v rámci celkového počtu všech jedinců v jednotlivých vzorcích bylo zpracováno do formy malakodiagramů použitím statistického programu POLPAL 2004 (Obr. 10, 12, 20, 23). Procentuální zastoupení počtu druhů a jedinců v rámci jednotlivých ekologických skupin zjištěných ve vzorcích bylo zpracováno ve formě histogramů MSS a MSI (Obr. 9, 19, 22, 26). Zařazení jednotlivých druhů do ekologických skupin odpovídá pracím Ložka (1964, 2000c) a Alexandrowicze (1987). Nomenklatura a systém měkkýšů je převzata z práce Juříčkové et al. (2001). Determinace měkkýšů byla provedena podle uznávané literatury (Ložek 1956, 1964). V některých případech nebylo na základě pozůstatků měkkýšů možné provést determinaci do druhové, resp. rodové úrovně. To se týká zástupců nahých plžů z čeledí *Limacidae* a *Agriolimacidae*, u nichž se ve fosilním stavu zachovává pouze vápnitá hřbetní destička, neumožňující bližší determinaci. Pouze u zástupců rodu *Tandonia* (čeleď *Milacidae*) je determinace možná na rodovou úroveň. U zástupců rodu

Aegopinella (např. *A. minor*, *A. nitens*, *A. nitidula*) je pro přesnou determinaci nutná pitva pohlavních orgánů a determinace založená na základě konchologických znaků není vždy spolehlivá. Pakliže je k dispozici dostatečně obsáhlý vzorek typických jedinců, lze rámcově použít konchologickou determinaci. Determinace druhu *A. minor*, která je označena v tabulkách a malakodiagramech, je uváděna vždy případech, kdy se tito jedinci konchologicky shodovali s tímto druhem.

Získaný malakologický materiál je uložen v depozitáři Geologického ústavu AV ČR v Praze.

4.4.2 Datovací analýzy

4.4.2.1 Datování karbonátů metodou $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$

Datování karbonátů bylo provedeno metodou $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ v U-series laboratoři Geologického ústavu Polské akademie věd ve Varšavě (U-series Laboratory of the Geological Institute, PAS, Poland). Na vybraných profilech dvou pěnovecových kaskád v Císařské rokli byly odebrány vzorky o přibližné hmotnosti 1-2 kg, které byly dále zpracovány v laboratoři. Uran a thorium byly z karbonátu separovány obvyklou chemickou procedurou (Ivanovich & Harmon 1992). Vzorky byly rozpuštěny v 6 M kyselině dusičné a uran a thorium byly separovány chromatografickou metodou s použitím iontoměřiče DOWEX 1x8. Účinnost chemické separace byla kontrolována přidáním spike $^{228}\text{Th}/^{232}\text{U}$. Měření aktivit (α spektrometrie) bylo provedeno na přístroji OCTETE PC firmy EG&G ORTEC. Analýza spekter a výpočet stáří byly provedeny s užitím programu "URANOTHOR 2.5" (Gorka & Hercman 2002). U vzorků bylo zapotřebí provést korekci na příměs klastického thoria. Počáteční poměr aktivit $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ klastické kontaminace byl předpokládán $1,5 \pm 0,5$. Nejistota v tomto poměru vede k větší chybě vypočteného korigovaného stáří. Výpočty korekcí a výsledných stáří vzorků byly provedeny přímo v geochronologické laboratoři Polské akademie věd. Výsledky datování karbonátu jsou shrnuty v Tab. 1.

4.4.2.2 Radiokarbonové datování metodou AMS

Datování bylo provedeno v Radiokarbonové laboratoři v Poznani (Poznań Radiocarbon Laboratory, Poland) metodou AMS. Závislost obsahu ^{14}C v analyzovaném vzorku na kalendářním stáří je nelineární. Radiokarbonové datování může ovšem být kalibrováno na stáří kalendářní. K tomuto účelu slouží kalibrační křivka odrážející rozdílný obsah uhlíku ^{14}C v minulosti. Kalibrace byla provedena pomocí programu OxCal v3.1 (Bronk 2005 –

<http://www.rlaha.ox.ac.uk/O/oxcal.php>). Výsledky radiokarbonového datování jsou shrnuty v Tab. 2.

5. Výsledky

5.1 Datování karbonátů metodou $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$

Všechny vzorky, u kterých bylo použito metody datování karbonátů metodou $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$, pocházely z dvou pěnovecových kaskád v Císařské rokli (Tab. 1; Obr. 13-16). Celkem byly datovány 4 vzorky. V kaskádě I byl datován karbonát, cementující vápencovou suť tvořenou ostrohrannými úlomky o velikosti 4 cm, v horní části až 10 cm (vzorek TMS-1). Stáří karbonátu bylo $9,46 \pm 1,2$ ka BP

Tab. 1: Výsledky datování karbonátů metodou $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$,
tmelené suť pěnovecových kaskád v Císařské rokli.

Lokalita	Vzorek	Kód laboratoře	U obsah (ppm)	Chyba (ppm)	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	Chyba	$^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$	Chyba	$^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$	ka Stáří (bez korekce)	Chyba ka	Korigované stáří ka	Chyba ka
Kaskáda I	TMS-1	W 743	2,363	±0.042	1,367	±0.018	0,097	±0.002	9,7	11,09	±0.25	9,46	±1.20
Kaskáda II	TMS-5	W 744	0,786	±0.015	1,985	±0.032	0,020	±0.001	10	2,21	±0.15	1,88	±0.45
Kaskáda II	TMS-28	W 914	1,162	±0.021	1,876	±0.034	0,068	±0.003	6,4	7,65	±0.34	5,92	±1.52
Kaskáda II	TMS-29	W 917	1,789	±0.032	1,735	±0.028	0,008	±0.001	2,3	0,86	±0.09	0,30	±0.60

V kaskádě II, která se nachází proti proudu potoka zhruba 130 m od kaskády I (Obr. 13, 16), byly datovány 3 vzorky (TMS-5, TMS-28, TMS-29). Vzorek TMS-28 (stáří $5,92 \pm 1,52$ ka BP) pocházel ze stejného typu sedimentu, jako vzorek z kaskády I. Vzorek TMS-5 (stáří $1,88 \pm 0,45$ ka BP) pocházel z karbonátových lamin, které se vysrážely v malé dutině uvnitř tmelené vápencové suti (Obr. 16 – detail B). Vzorek TMS-29 (stáří 300 ± 600 let BP) pocházel z karbonátu, který se vysrážel na kořenech na spodní straně odlomeného bloku strukturního pěnovce (Obr. 16 – detail A).

5.2 Radiokarbonové datování a kalibrace dat

Na radiokarbonové datování posloužily uhlíky, které byly získány z některých studovaných profilů. Dva vzorky pocházely z pěnovecové akumulace na Kotýzu (HM-t2, HM-t4), 1 vzorek pocházel z profilu pod skalou u Srbska-Bříče (SB) a po jednom vzorku byly datovány uhlíky z pěnovecové akumulace Petránka (P-6) a v Zadní Kopanině (ZK-16) (Tab. 2).

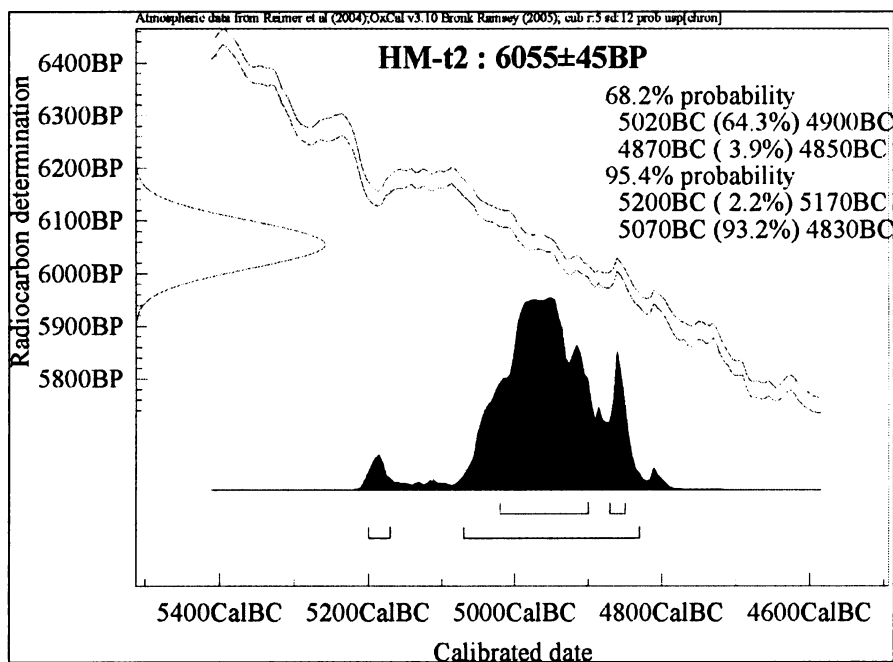
Kalibrace konvenčního stáří byla provedena programem OxCal v.3.10. Výsledky jsou znázorněny jak souhrnně v tabulce ve srovnání s konvenčním stářím (Tab. 2), tak i ve formě jednotlivých kalibračních křivek pro každý vzorek zvlášť (Obr. 3 až 7). Pro kalibrační křivky

je uváděna pravděpodobnost na dvou úrovních a sice 68,2% (označována v literatuře též 1 sigma) a 95,4% (2 sigma). Nižší pravděpodobnost sice udává užší interval stáří, nicméně pro naše účely jsou dále v práci používána kalibrovaná stáří s pravděpodobností vyšší (95,4%).

Tab. 2: Výsledky datování uhlíků; konvenční a kalibrované stáří.

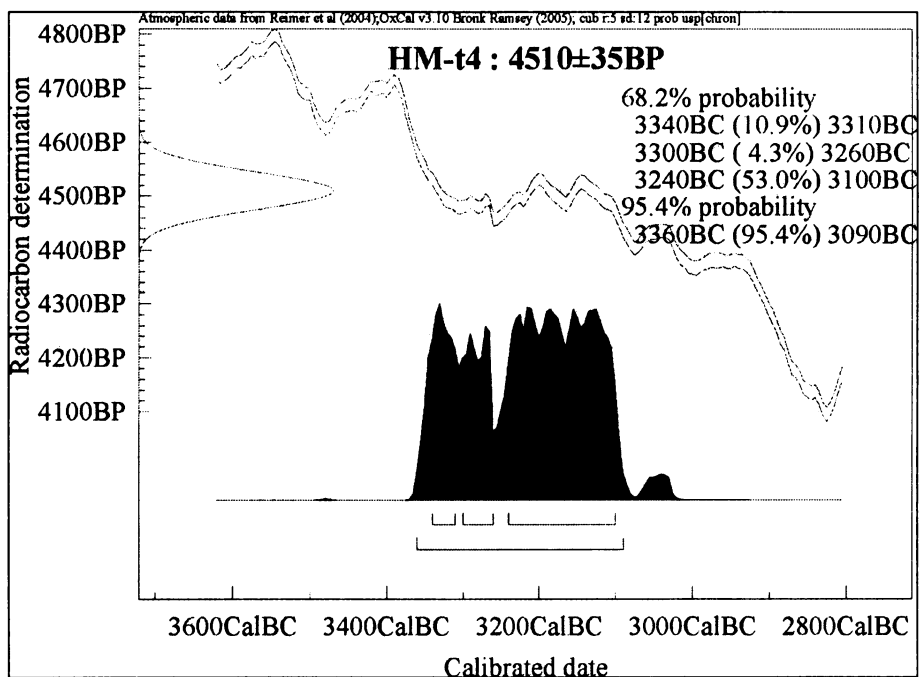
Lokalita	Vzorek	Materiál	Konvenční stáří ± Err. let BP 14C	Kalibrované stáří let BC, AD	Kód laboratoře
				14C (95,4 % pravděpodobnost) OxCal v3.10	
Kotýz	HM-t2	uhlíky	6054 ± 42	5200-4830 BC	Poz-1303
Kotýz	HM-t4	uhlíky	4508 ± 33	3360-3090 BC	Poz-1304
Petránka	P-6	uhlíky	4460 ± 40	3350-2960 BC	Poz-14543
Zadní Kopanina	ZK-16	uhlíky	6540 ± 40	5620-5380 BC	Poz-14549
Srbsko - Bříč	SB	uhlíky	120 ± 35	1670-1940 AD	Poz-14546

Vzorek HM-t2 z pěnovecové akumulace na Kotýzu byl po kalibraci datován na stáří 5,20-4,83 ka BC (Obr. 3, 8), což v chronologii lze zařadit do období atlantiku. Obdobně i datování a kalibrace u vzorku ZK-16 ze Zadní Kopaniny (Obr. 21) poskytlo stáří atlantické (5,62-5,38 ka BP) (Obr. 7).



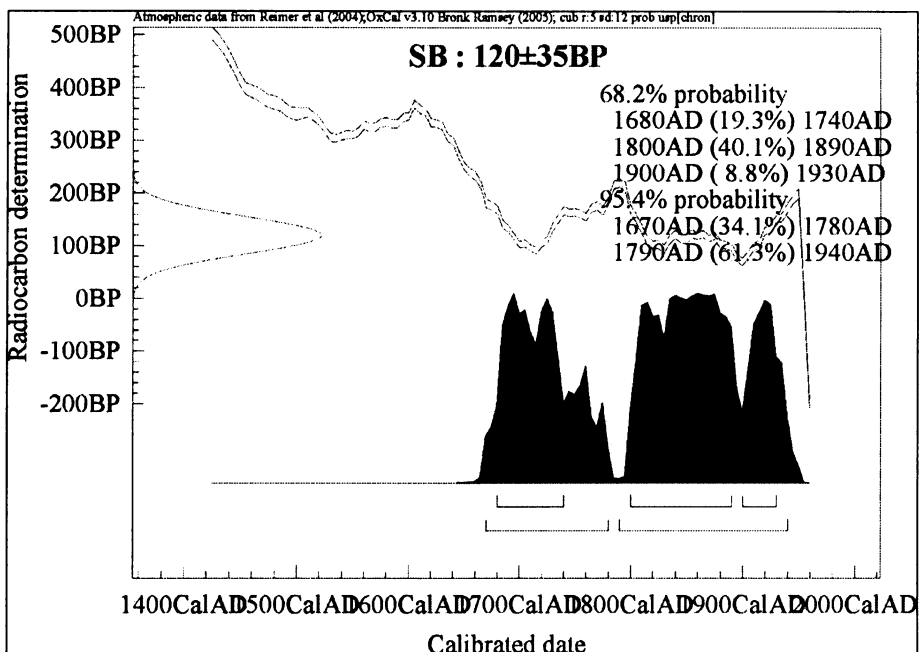
Obr. 3: Kalibrační křivka, vzorek HM-t2 – svislá osa: konvenční stáří BP, vodorovná osa: kalibrované kalendářní stáří BC

Do epiatlantického období bylo datováno a kalibrováno stáří uhlíku ve vzorku HMt-4 (3,36-3,09 ka BC), opět pocházející z pěnovce na Kotýzu (Obr. 4, 8), a také uhlíku ve vzorku P-6 z lokality Petránka (3,35-2,96 ka BC – Obr. 6, 18).

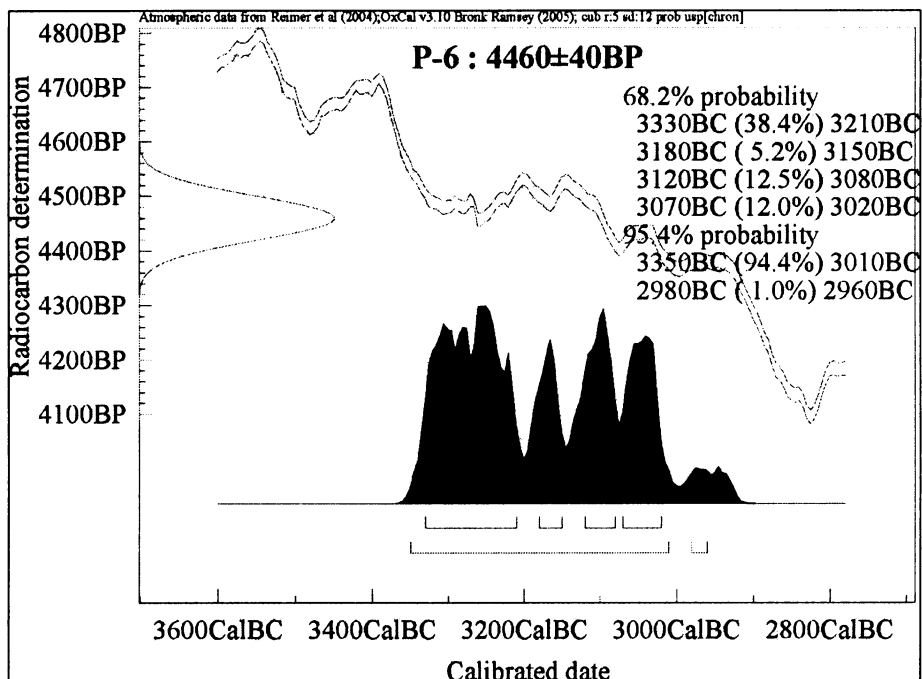


Obr. 4: Kalibrační křivka, vzorek HM-t4 – svislá osa: konvenční stáří BP, vodorovná osa: kalibrované kalendářní stáří BC

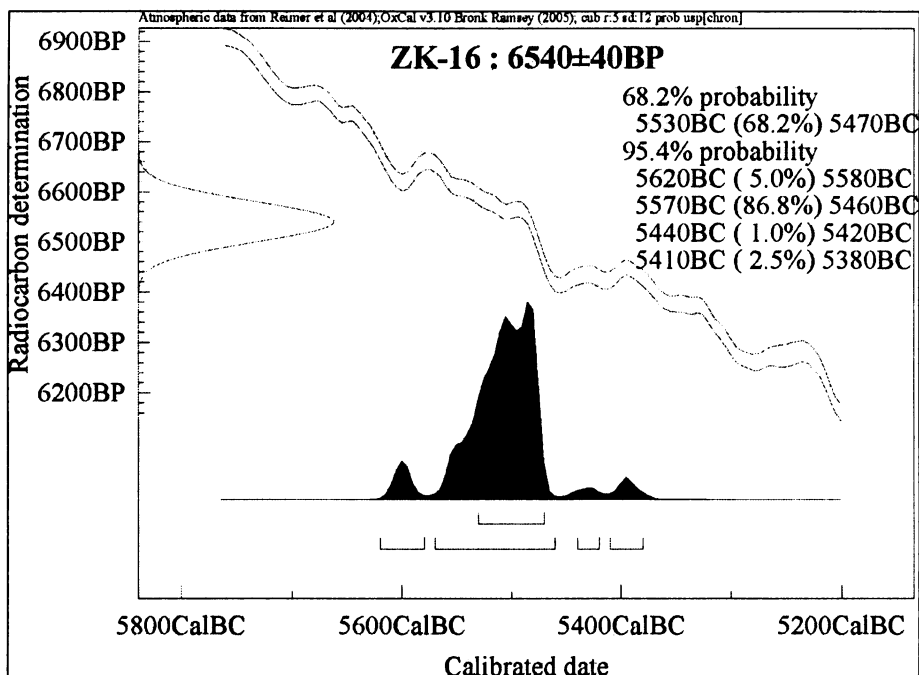
Radiokarbové datování a kalibrace u vzorku SB (Srbsko-Bříč) poskytlo stáří 1670-1940 AD (Obr. 5, 17), což představuje období subrecentní.



Obr. 5: Kalibrační křivka, vzorek SB – svislá osa: konvenční stáří BP,
 vodorovná osa: kalibrované kalendářní stáří BC



Obr. 6: Kalibrační křivka, vzorek P-6 – svislá osa: konvenční stáří BP,
 vodorovná osa: kalibrované kalendářní stáří BC



Obr. 7: Kalibrační křivka, vzorek ZK-16 – svislá osa: konvenční stáří BP, vodorovná osa: kalibrované kalendářní stáří BC

5.3 Malakologické analýzy

5.3.1 Kotýz

Lokalita Kotýz (N: 49°55'12'', E: 14°02'55'') se nachází v JZ cípu Českého krasu (Obr. 2). Tato pěnovecová akumulace není v Kovandově (1971) monografii zmiňována. Nachází se na SZ úbočí Kotýzu nad Suchomastským potokem asi 150 m SZ od Havlíčkova mlýna. Těleso je uloženo na prudkém svahu v nadmořské výšce 300 m, přibližně 15 m nad současným vývěrem krasového pramenu „Dobrá voda kotýzská“, z něhož se vysráželo. Pramen i současnosti slabě sráží pěnovec těsně nad úrovní hladiny Suchomastského potoka.

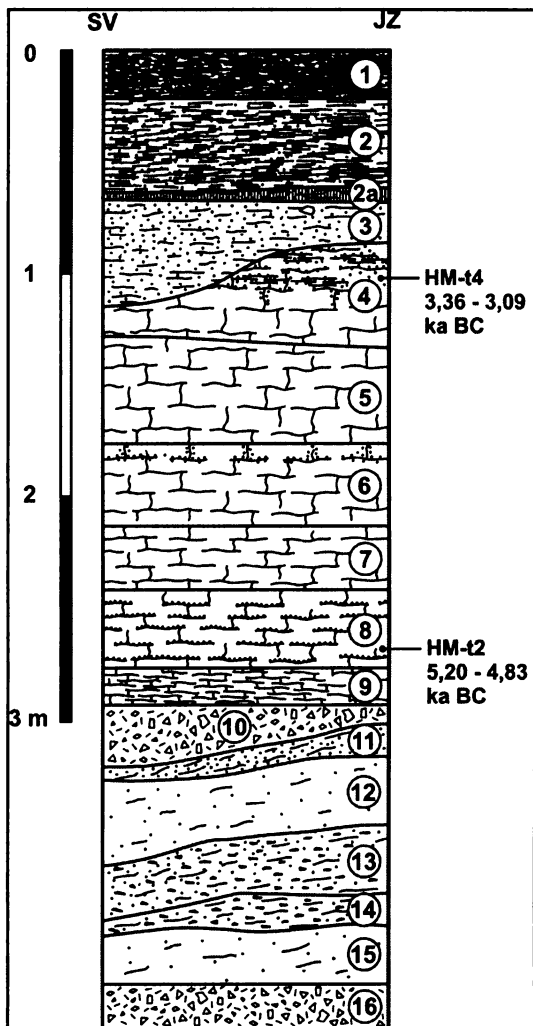
5.3.1.1 Litologie

V tělese byla vyhloubena kopaná sonda o hloubce 4,5 m, jejíž litologie je znázorněna na obrázku (Obr. 8). Na čelním pohledu bylo makroskopicky odlišeno 16 vrstev, zachycujících pěnovecové těleso v celé jeho akumulární mocnosti (vrstvy 9-3). Těleso nasedá na svahoviny tvořené ostrohrannými úlomky tmavých silurských břidlic, v nichž se ještě sporadicky objevují občasné pěnovecové inkrustace, pravděpodobně zavlečené svahovými pohyby.

Břidlice se objevovaly i v nadložních vrstvách, kdy ve vrstvě 7 jejich výskyt vyznívá. Pěnovecové těleso je kryto půdními sedimenty a půdou rendzinového typu.

Obr. 8: Kotýz – profil pěnovecovou akumulací, čelní pohled. Litologie: 1 – tmavě hnědá humózní půda (rendzinový leptosol) s občasnými vápencovými a diabasovými klasty (do 4 cm), 10YR 3/2; 2 – hnědý, slabě

humózní půdní sediment s ojedinělými vápencovými klasty (0.5 cm), 10YR 3/3; 2a – tmavě hnědý, slabě humózní půdní sediment, 10YR 3/4; 3 – tmavě hnědý, velmi slabě humózní půdní sediment s četnými pěnovecovými inkrustacemi, 10YR 3/3; 4 – světle hnědý, slabě nažloutlý rozpadavý pěnovec s kousky pevného pěnovce (do 5 cm) v horní části vrstvy a s rzivými až černými Fe/Mn impregnacemi, 10YR 6/3; 5 – žlutohnědý rozpadavý pěnovec, 10YR 3/4; 6 – žlutohnědý rozpadavý pěnovec s četnými kousky pevného pěnovce (do 5 cm) v horní části vrstvy, 10YR 5/3; 7 – tmavě šedavě hnědý pěnovec se slabou jílovitou příměsí a s ojedinělými, tmavě hnědými klasty silurských břidlic, 10YR 3/2; 8 – tmavě hnědý, slabě jílovitý rozpadavý pěnovec s ojedinělými břidlicemi, 10YR 2/1; 9 – tmavě šedavě hnědý strukturní pěnovec s břidlicemi, 10YR 4/2; 10 – tmavě hnědé břidlice (klasty 1 cm), tmavě šedavě hnědá jílovitá matrix; 11 – tmavě hnědé břidlice (klasty 2 cm) s pěnovecovými inkrustacemi (30 %), tmavě hnědá jílovitá matrix; 12 – tmavě hnědé břidlice (klasty 2 cm) s ojedinělými pěnovecovými inkrustacemi, tmavá, šedavě hnědá matrix; 13 – tmavě hnědé břidlice (klasty 2 cm) s ojedinělými pěnovecovými inkrustacemi, velmi tmavá, šedavě hnědá matrix; 14 – tmavě hnědé břidlice (klasty 3 cm)



s pěnovecovými inkrustacemi (20 %) s rezavě černými Fe/Mn šmouhami, tmavá, žlutavě hnědá matrix; 15 – tmavě hnědé břidlice (klasty 4 cm) s ojedinělými pěnovecovými inkrustacemi a velmi tmavou, šedavě hnědou jílovitou matrix; 16 – tmavě hnědé břidlice (klasty 5 cm), velmi tmavá, šedavě hnědá jílovitá matrix, bez pěnovecových inkrustací.

5.3.1.2 Malakologie

Mimo vrstev 15, 14 a 10, v nichž nebyly zjištěny žádné měkkýší pozůstatky, se měkkýší hojně vyskytovali ve všech vrstvách (Tab. 3).

Přestože bazální souvrství 16-10 obsahuje velice chudý fosilní materiál vzhledem k nevyhovujícím fosilizačním možnostem, byly v něm zachyceny takové druhy jako *Vertigo*

substriata, *Perpolita petronella* a *Vitrea crystallina*, které jsou charakteristické pro časný holocén. V tomto souvrství zcela chybějí typické glaciální prvky, přesto v něm byly zachyceny druhy *Vallonia costata* a *V. pulchella*, které indikují otevřená stanoviště suchého až mezického charakteru.

Malakofauna z nadložního souvrství 9-1 se zcela svým zastoupením odlišuje od bazálního souvrství 16-10. Přestože v poloze strukturního pěnovce (vrstva 9) je již patrná přítomnost lesních druhů, prvky otevřených stanovišť si stále udržují vyšší zastoupení. Pouze v této vrstvě byly slaběji zastíženy časně holocenní prvky *Discus ruderatus* a *Trichia sericea*. Počínaje vrstvou 8 směrem do nadloží je doložen nástup lesních druhů, které již dominují druhům otevřených stanovišť. To již svědčí o přítomnosti zapojených lesních porostů, které přetrvávají i v nadložním souvrství 7-4, kde získávají stále dominantnější zastoupení. Souvrství 8-4 můžeme tak klást do období holocenního klimatického optima, jak to dokládá řada význačných lesních a vlhkomilných prvků. Především výskyt takových druhů jako *Bulgarica cana*, *Vitrea diaphana*, *Platyla polita*, *Vertigo pusilla*, *Petasina unidentata bohemica* je zcela patrný, stejně jako vysoké zastoupení výrazně vlhkomilných lesních druhů *Clausilia pumila* a *Macrogastra ventricosa* spolu s dominujícím výskytem vlhkomilného prvku *Carychium tridentatum*, zatímco druhy otevřených stanovišť a většina indiferentů ustupuje nebo zcela mizí. To je patrné především v souvrství 6-4, kde zcela vymizely druhy *Truncatellina cylindrica* a *Vallonia excentrica*, ve vrstvě 6 také úplně chybí plž *Vallonia costata*, resp. ve vrstvě 5 plž *Vallonia pulchella*.

Tab. 3: Kvalitativní a kvantitativní zastoupení měkkýšů (Mollusca), pěnovcová akumulace na Kotýzu. Charakteristiky podle Ložka (1964). Tabulka na následující straně.

Ekologické charakteristiky: Hlavní ekologické skupiny: A – les (všeobecně), B – bezlesí, C – les/bezlesí, D – mokřady, vody.

Ekologické skupiny: 1 W – les (*sensu stricto*); 2 – převážně les, místy polootevřená až otevřená stanoviště [W(M) – středně vlhká, W(S) – suchá, W(H) – vlhká]; 3 W(h) – vlhký les, luh; 4 – otevřená suchá stanoviště [S – všeobecně, XC – vápencové skály, S(W) – zčásti zastíněná]; 5 O – otevřená stanoviště všeobecně (vlhké louky až stepi); lesy i bezlesí: 6 X – převážně suché; 7 – středně nebo různě vlhké (Me – všeobecně, Wf – středně vlhké skály, suťové lesy); 8 H – převážně vlhké; 9 P – mokřady, břehy; 10 – vodní stanoviště (S – stojaté vody, Q – prameny, F – tekoucí vody, P – bažiny, močály, Pp – periodické vody).

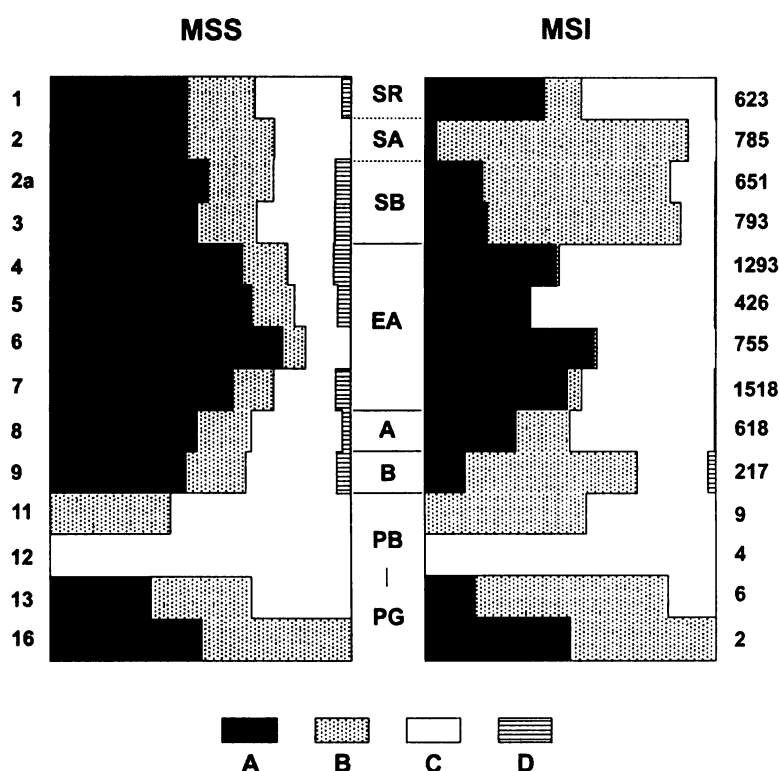
Biostratigrafická charakteristika: + – význačné druhy spraší, (+) – místní nebo příležitostné druhy spraší, ! – význačné druhy teplých období, (!) – eurytermní druhy teplých období, !! – vřdčí druhy teplých období (indexové), G – druhy přežívající glaciál mimo sprašové pásmo, (G) – dtto jako relikty, M – moderní přistěhovalci (vřdčí druhy mladého holocénu).

Přítomnost ve vrstvách: 1 – počet jedinců, 1? – přibližné určení, + – přítomen, - – nezjištěn.

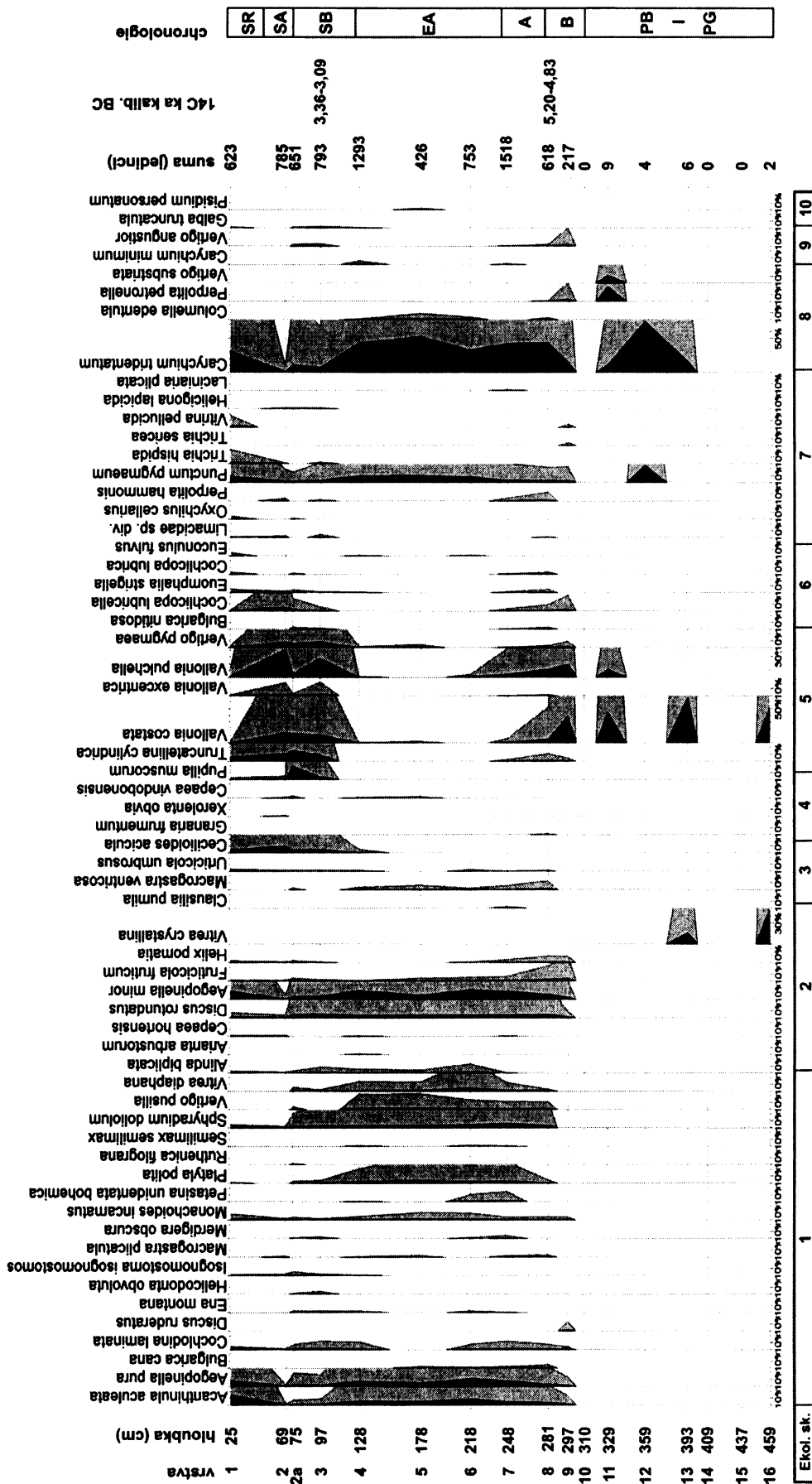
Chronologie: PG – pozdní glaciál, PB – preboreál, B – boreál, A – atlantik, EA – epiatlantik, SB – subboreál, SA – subatlantik, SR – subrecent.

Ekologická a biostratigrafická charakteristika		Seznam druhů	Malakofauna (MF)													
			16	13	12	11	9	8	7	6	5	4	3	2a	2	1
A	W	! <i>Acanthinula aculeata</i> (Müller)	-	-	-	-	3	18	77	63	24	75	7	5	1	95
		! <i>Aegopinella pura</i> (Alder)	-	-	-	-	3	18	132	86	21	104	14	13	2	56
		! <i>Bulgarica cana</i> (Held)	-	-	-	-	-	3	4	1	1	-	-	-	-	-
		! <i>Cochlodina laminata</i> (Montagu)	-	-	-	-	1	5	19	6	-	15	10	5	1	3
		(G) <i>Discus ruderatus</i> (Férussac)	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		! <i>Ena montana</i> (Draparnaud)	-	-	-	-	-	-	1	2	-	3	2	2	-	-
		! <i>Helicodonta obvoluta</i> (Müller)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-
		! <i>Isognomostoma isognomostomos</i> (Schröter)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	4	2	1
		! <i>Macrogastra plicatula</i> (Draparnaud)	-	-	-	-	-	2	4	-	1?	1	-	-	1	-
		! <i>Merdigera obscura</i> (Müller)	-	-	-	-	-	-	7	1	-	-	2	1	-	-
		! <i>Monachoides incarnatus</i> (Müller)	-	-	-	-	1	3	7	8	5	7	2	3	2	6
		! <i>Petasina unidentata bohémica</i> (Ložek)	-	-	-	-	-	-	23	8	-	1	-	-	-	-
		! <i>Platyla polita</i> (Hartmann)	-	-	-	-	-	3	48	19	16	28	3	2	-	1
		! <i>Ruthenica filigrana</i> (Rossmässler)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
		! <i>Semilimax semilimax</i> (Férussac)	-	-	-	-	-	-	1?	1	-	1	-	-	-	-
! <i>Sphyradium doliolium</i> (Bruguière)	-	-	-	-	-	24	95	38	18	51	27	14	2	3		
(!) <i>Vertigo pusilla</i> Müller	-	-	-	-	-	7	18	11	10	30	-	3	-	-		
! <i>Vitrea diaphana</i> (Studer)	-	-	-	-	-	2	20	34	6	19	2	4	-	-		
B	W(M)	! <i>Alinda biplicata</i> (Montagu)	-	-	-	-	-	1	10	2	8	7	2	1	2	
		(+) <i>Arianta arbusorum</i> (Linnaeus)	-	-	-	-	-	-	-	-	1?	-	-	-	-	
		! <i>Cepaea hortensis</i> (Müller)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	1
		! <i>Discus rotundatus</i> (Müller)	-	-	-	-	2	31	64	32	16	50	44	32	3	5
	W(S)	(!) <i>Aegopinella minor</i> (Stabile)	-	-	-	-	6	46	181	109	25	174	35	26	5	75
		(!) <i>Fruticicola fruticosa</i> (Müller)	-	-	-	-	8	14	11	4	2	1	2	3	1	1
	W(H)	! <i>Helix pomatia</i> Linnaeus	-	-	-	-	2	6	7	1	-	-	1	2	1	2
		(+) <i>Vitrea crystallina</i> (Müller)	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	W(h)	(G) <i>Clausilia pumila</i> C. Pfeiffer	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
			! <i>Macrogastra ventricosa</i> (Draparnaud)	-	-	-	-	-	8	10	2	3	5	-	2	-
! <i>Urticicola umbrosus</i> (C. Pfeiffer)			-	-	-	-	-	1	1	2	-	2	1	1	1	2
4	S	M <i>Cecilioides acicula</i> (Müller)	-	-	-	-	-	-	(2)	-	7	37	26	83	26	
		(+) <i>Granaria frumentum</i> (Draparnaud)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		M <i>Xerolenta obvia</i> (Menke)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
	S(W)	!! <i>Cepaea vindobonensis</i> (Férussac)	-	-	-	-	-	-	-	1?	2	-	2	1	-	
	5	O	+ <i>Pupilla muscorum</i> (Linnaeus)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	129	4	2
(!) <i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac)			-	-	-	-	1	7	4	-	-	-	75	102	86	39
(+) <i>Vallonia costata</i> (Müller)			1	4	-	4	85	32	10	-	1	1	91	89	112	1
G <i>Vallonia excentrica</i> Sterki			-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	16	2	15	1
(G) <i>Vitrea pygmaea</i> (Draparnaud)			-	-	-	-	2	2	1	-	2	2	63	38	61	2
6	X	! <i>Bulgarica nitidosa</i> (Uličný)	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	1	2	-	-
		(!) <i>Cochlicopa lubricella</i> (Porro)	-	-	-	-	5	6	5	-	-	-	5	12	45	1
		(!) <i>Euomphalia strigella</i> (Draparnaud)	-	-	-	-	-	3	2	-	-	1	1	3	2	3
7	Me	(+) <i>Cochlicopa lubrica</i> (Müller)	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	1	-	2	
		(+) <i>Euconulus fulvus</i> (Müller)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	3
		(+) <i>Limacidae/Agriolimacidae</i> sp. div.	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	4	-	2	1
		M <i>Oxychilus cellarius</i> (Müller)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1?	-	3
		(+) <i>Perpolita hammonis</i> (Ström)	-	-	-	-	-	8	6	-	-	-	1	-	3	-
		(+) <i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud)	-	-	1	-	5	14	42	60	44	129	23	10	15	56
		+ <i>Trichia hispida</i> (Linnaeus)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	13
		(+) <i>Trichia sericea</i> (Draparnaud)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		(G) <i>Vitrina pellucida</i> (Müller)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	11
		! <i>Helicigona lapicida</i> (Linnaeus)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-
! <i>Laciniaria plicata</i> (Draparnaud)	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-		
8	H	! <i>Carychium tridentatum</i> (Risso)	-	1	3	1	35	271	640	248	223	562	54	70	8	197
		(!) <i>Columella edentula</i> (Draparnaud)	-	-	-	-	-	2	-	3	4	1	-	-	-	-
		(G) <i>Perpolita petronella</i> (L. Pfeiffer)	-	-	-	2	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		(G) <i>Vertigo substriata</i> (Jeffreys)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	P	G <i>Carychium minimum</i> Müller	-	-	-	-	-	2	-	-	7	-	-	-	-	
		(G) <i>Vertigo angustior</i> Jeffreys	-	-	-	-	6	2	1	-	-	-	3	2	-	-
		(+) <i>Galba truncatula</i> (Müller)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	1
10	FPpQ	(+) <i>Galba truncatula</i> (Müller)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	1
		<i>Pisidium personatum</i> Malm	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Počet druhů			2	3	2	5	20	33	38	26	21	33	35	38	31	32
Počet jedinců			2	6	4	9	217	618	1518	755	426	1293	793	651	785	623
Chronologie			PG - PB		B A		EA			SB SA		SR				

V nadložním souvrství 3-1 je zachycen zcela jiný sled malakofaun. Prvky otevřené krajiny opět nabývají na dominanci a zcela zatlačují lesní prvky do pozadí. To je patrné hlavně ve vrstvách 3 a 2, kde již nejsou zastoupeny takové citlivé lesní druhy jako *Bulgarica cana*, *Macrogastra plicatula*, ale i *Petasina unidentata bohémica*, vyskytující se všichni ještě ve vrstvách 5, resp. 4. Také vlhkomilná *Columella edentula* mizí a i drobný plž *Carychium tridentatum* se vyskytuje v klesající abundanci. V druhovém zastoupení chová souvrství 3-1 poměrně vyrovnaný stav, kvantitativně má však patrné zcela jiné znaky, což je dobře patrné v histogramech a malakodiagramu (Obr. 9, 10). Po ukončení pěnovcové sedimentace bylo těleso překryto humózními půdními sedimenty, v nichž se již objevují moderní imigranti. Stepní plž *Xerolenta obvia* byl doložen ve vrstvě 2, plž *Oxychilus cellarius* ve vrstvě 1 a slepý terikolní plž *Cecilioides acicula* v celém zmiňovaném souvrství. Jeho výskyt ve vrstvě 6 je sporadický a pravděpodobně se jedná o druhotné zavlečení, neboť plž může aktivně pronikat půdním profilem až do hloubky 160 cm (Evans 1972).



Obr. 9: Kotýz, histogramy MSS a MSI. Ekologické skupiny: A – les (všeobecně), B – bezlesí, C – les/bezlesí, D – mokřady, vody. Levý sloupec – číslo vrstvy, střední – chronologie (PG – pozdní glaciál, PR – preboreál, B – boreál, A – atlantik, EA – epiatlantik, SB – subboreál, SA – subatlantik, SR – subrecent), pravý – suma jedinců.



Obr. 10: Kotýz, malakodiagram.

5.3.1.3 Radiometrická data a chronologie

Z vrstev 8 a 4 byly uhlíky podrobeny radiokarbonovému datování a kalibraci stáří (Tab. 2; Obr. 3). Na základě získaných dat a malakologických nálezů tyto horizonty určují akumulaci pěnovcového tělesa. To se začalo ukládat v boreálním období. Poloha strukturních pěnovců s břídlícemi (vrstva 9) obsahuje měkkýší faunu, která indikuje vlhký prosvětlený les s mizejícími druhy *Discus ruderatus*, *Trichia sericea* a *Perpolita petronella*. Vzhledem k tomu klademe podložní souvrství 16-10 obecně do intervalu pozdní glaciál až preboreál, během něhož je na Kotýzu patrný výskyt nenáročných druhů a druhů charakteristických pro časný holocén.

Souvrství 8-4 je charakterizováno výrazným nástupem lesních ekosystémů s výraznou abundancí vlhkomilného druhu *Carychium tridentatum*, kterého doprovází další vlhkomilný prvek *Columella edentula*. Zjištění měkkýší celkově indikují zvýšenou vlhkost. Toto souvrství musíme klást do období holocenního klimatického optima – atlantiku a epiatlantiku (*sensu* Jäger 1969), což bylo také potvrzeno na základě datování uhlíků do periody 5,2-3,09 ka BC (Obr. 3, 4, 8).

Ve vrstvě 3 již dochází k ukončení srážení pěnovce, přičemž zjištění měkkýší ukazují na výrazné vysušení a rychlý ústup lesa, doložený na straně druhé opětovnou expanzí druhů otevřených stanovišť *Truncatellina cylindrica*, *Vertigo pygmaea* a běžných zástupců rodu *Vallonia* nebo dokonce vůbec prvním výskytem plže *Pupilla muscorum* v rámci celého profilu. Tento trend pokračuje i v nadložních vrstvách. Proto souvrství 3-1 klademe do pozdního holocénu – subboreálu, subatlantiku a subrecentu, což je také bezpečně doloženo výskytem moderních imigrantů *Xerolenta obvia*, *Oxychilus cellarius*, *Cecilioides acicula*.

5.3.2 Voskop

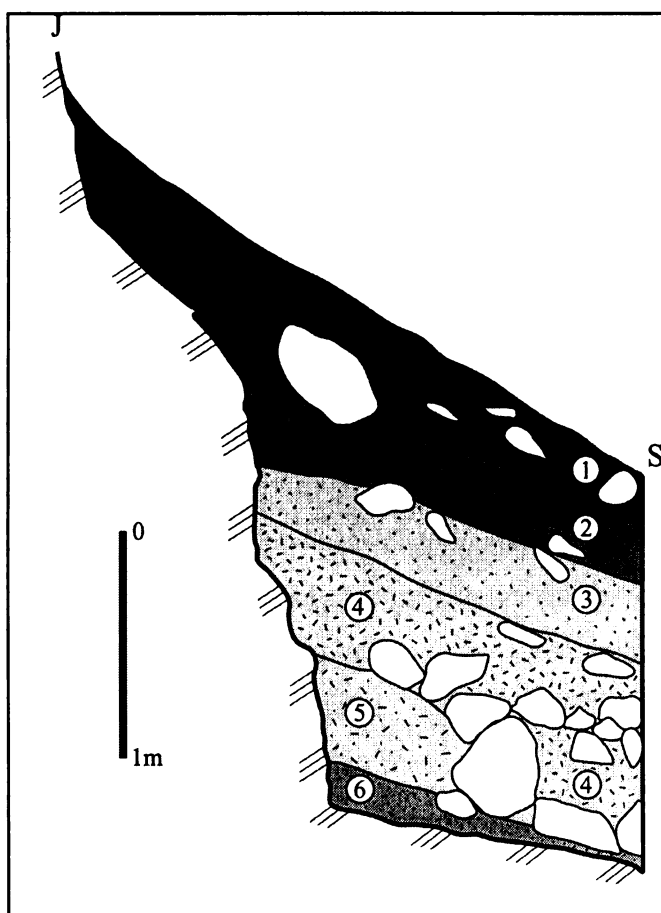
Planinový profil na Voskopě (N: 49°54'23'', E: 14°04'05'') se nachází na jižním předpolí dobývacího prostoru VLČS-V na JV úbočí vrchu Voskop v nadmořské výšce přibližně 430 m v JZ cípu Českého krasu (Obr. 2).

5.3.2.1 Litologie

Profil představuje ukázkou souvrství ve vrcholových polohách Českého krasu na pozvolných svazích, kde povětšinou chybějí výraznější skalní stupně, pod nimiž může docházet k mocnější sedimentaci, tak jak je to obvyklé u klasických profilů pod kolnými stěnami vyšších skal nebo pod převisy. Souvrství bylo odkryto až na skalní dno a jeho mocnost

dosahovala na S konci přibližně 170 cm, při skalní stěně byla mocnost vyšší a dosahovala bezmála 3 m (Obr. 11).

V podložním souvrství 6-4 je nápadná přítomnost blokové sutě, kterou vyplňuje jílovitá matrix, ve vrstvách 6 a 5 výrazného načervenalého odstínu. Vrstvu 5 odlišuje od spodní části vrstvy 4 při severní straně nejen barva výplně, ale i odlišná klastická příměs. Na rozhraní vrstvy 6 a skalního dna byl vytvořen nápadný film půdního sintru, obdobně i ve vrstvě 3 byly patrné sintrové výkvěty. Nadložní vrstvy 2 a 1 jsou charakteristické vyšším humózním obsahem.



Obr. 11: Voskop – planinový profil na JV úbočí vrchu Voskop, boční pohled. Litologie: 1 – tmavě hnědá až černohnědá drobtovitě rozpadavá hlína, silně humózní, prokořenělá, s vápencovými klasty (5 – 30 cm) s hranami korozí zaoblenými, 10YR 2/1; 2 – hnědá, slabě humózní jílovitá hlína s vápencovými klasty do 10 cm, 10YR 3/6; 3 – světle hnědá jílovitá hlína se sintrovými výkvěty, s četnými ostrohrannými úlomky vápence (do 5 cm) a ojedinělými většími klasty (do 15 cm), 10YR 5/4; 4 – bloková suť, v severní části vrstvy četnost bloků vzrůstá, matrix jílovitá, silně provápněná, 10YR 5/6; 5 – načervenalé hnědá, jílovitá, slabě písčité hlína s drobnými vápencovými klasty (1 cm), 10YR 5/8; 6 – červenohnědý písčité jíl s ojediněle přítomnými bloky vápence, na rozhraní se skalním podložím povlak půdního sintru, 10YR 6/8.

5.3.2.2 Malakologie

V souvrství planinového profilu na Voskopě byla zastížena velice chudá malakofauna, vrstva 6 byla na fosilní měkkýše dokonce zcela sterilní. První nález se vyskytuje až při skalní stěně ve vrstvě 5, kterou tvoří jílovitá, slabě písčité výplň – plž *Pupilla muscorum* v počtu jednoho jedince. V nadložní vrstvě byla malakofauna opět velice chudá, sestávající pouze z dvou druhů *P. muscorum* a *Vallonia pulchella*, indikující plně otevřenou krajinu.

Tab. 4: Kvalitativní a kvantitativní zastoupení měkkýšů (Mollusca), planinový profil na Voskopě.
 Ekologická a biostratigrafická charakteristika viz. Tab. 3.

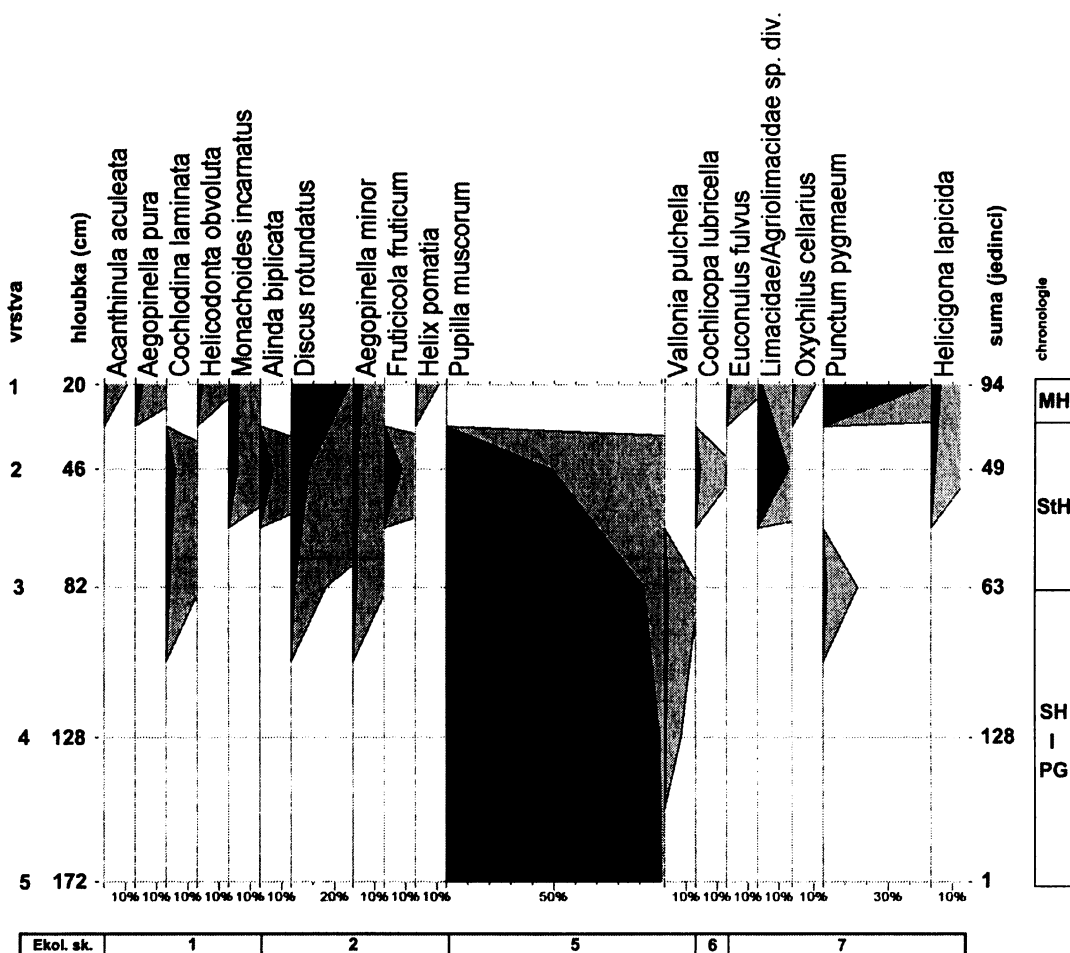
Ekologická a biostratigrafická charakteristika		Seznam druhů	Malakofauna (MF)						
			5	4	3	2	1		
A	1	W	! <i>Acanthinula aculeata</i> (Müller)	-	-	-	-	1	
			! <i>Aegopinella pura</i> (Alder)	-	-	-	-	3	
			! <i>Cochlodina laminata</i> (Montagu)	-	-	1	2	-	
			! <i>Helicodonta obvoluta</i> (Müller)	-	-	-	-	2	
			! <i>Monachoides incarnatus</i> (Müller)	-	-	-	2	4	
	2	W(M)	! <i>Alinda biplicata</i> (Montagu)	-	-	-	3	-	
			! <i>Discus rotundatus</i> (Müller)	-	-	1	4	25	
		W(S)	! <i>Aegopinella minor</i> (Stabile)	-	-	1	1	4	
			(!) <i>Fruticicola fruticum</i> (Müller)	-	-	-	4	-	
			! <i>Helix pomatia</i> Linnaeus	-	-	-	-	1	
B	5	O	+ <i>Pupilla muscorum</i> (Linnaeus)	1	127	58	24	-	
		G	<i>Vallonia pulchella</i> (Müller)	-	1	1	-	-	
C	6	X	(!) <i>Cochlicopa lubricella</i> (Porro)	-	-	-	1	-	
			(+) <i>Euconulus fulvus</i> (Müller)	-	-	-	-	2	
	7	Me	(+) <i>Limacidae/Agriolimacidae</i> sp. div.	-	-	-	7	2	
			M	<i>Oxychilus cellarius</i> (Müller)	-	-	-	-	1
			(+) <i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud)	-	-	1	-	45	
			Wf	! <i>Helicigona lapicida</i> (Linnaeus)	-	-	-	1	4
	Počet jedinců			1	128	63	49	94	
Počet druhů			1	2	6	10	12		
Chronologie			PG - SH		SH		MH		

Nadložní souvrství 3-1 se již od bazálních vrstev výrazně odlišuje v druhovém zastoupení. Ve vrstvě 3 se objevují první lesní druhy *Cochlodina laminata*, *Discus rotundatus* a prvek sušších prosvětlených lesů *Aegopinella minor*. Trend nástupu lesních druhů je patrný i v nadložní vrstvě 2, kde dále přistupují druhy *Monachoides incarnatus*, *Alinda biplicata* a *Fruticicola fruticum*. Na druhé straně klesá zároveň podíl plže *Pupilla muscorum*, kdy zcela vyznívá v povrchové vrstvě 1.

Povrchová vrstva 1 je na měkkýši ostatky nejbohatší. Vedle přístupujících dalších lesních druhů, kde zejména *Helicodonta obvoluta* je indikátorem svěžího lesa teplejšího rázu, je patrný i zvýšený podíl prvků indiferentních a zejména výskyt skalní *Helicigona lapicida*. Malakologicky se povrchová vrstva nijak výrazně neodlišuje od poměrů, které na lokalitě a v blízkém okolí panují v současnosti (Hlaváč 2002a).

5.3.2.3 Chronologie

Zjištěná fosilní malakofauna neumožňuje stanovit přesnější chronologii, přesto odráží některé významné paleoenvironmentální znaky. Je nutno zdůraznit, že s výjimkou vrstvy 6 je celé nadložní souvrství primárně vápnité, což umožňuje využít měkkýše k alespoň rámcovému zařazení do epoch, jak vykazují získaná data (Tab. 4, Obr. 12). Zároveň je nutno si uvědomit, že v takto extrémní poloze profilu je získání bohatších fosilních malakocenóz velmi náročné.



Obr. 12: Voskop, malakodiagram.

Podložní souvrství 5-4 je velice chudé na malakofaunu a spolu se sterilní vrstvou 6 zachycuje pravděpodobně ještě doznívající pozdní glaciál a již nastupující časný holocén, kdy krajina měla charakter zcela převažujících otevřených stanovišť. Ve vrstvě 3 zjištění měkkýši indikují nástup lesa za současného ústupu plže *Pupilla muscorum*, což je dobře viditelné již ve vrstvě 2. Ta je na lesní druhy již znatelně bohatší a spolu s vrstvou 1 představuje vrcholnou diverzitu lesních malakocenóz. Souvrství 3-2 je nutno klást do středního holocénu.

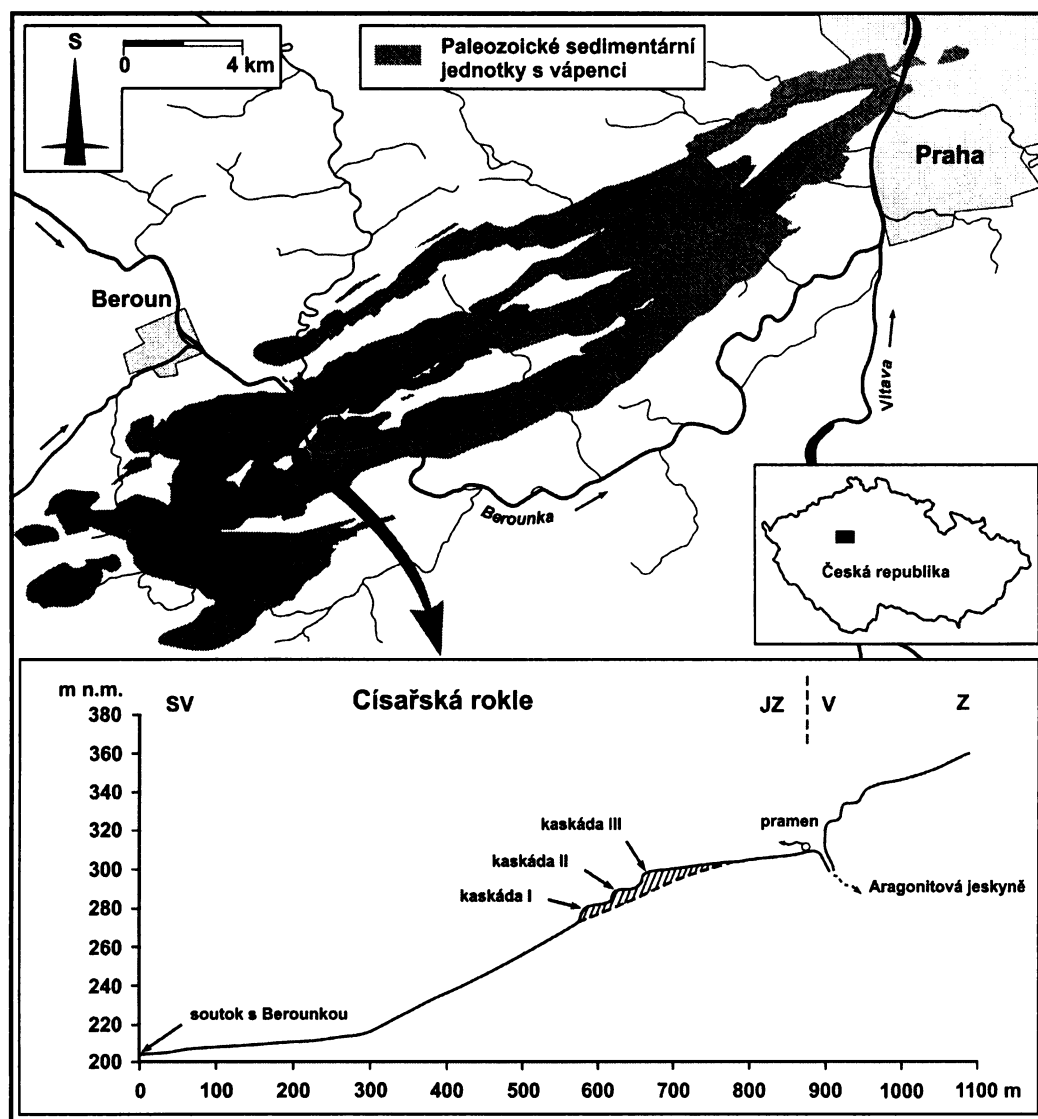
Ve vrstvě 1 byl zastižen pouze jeden významný indikační druh – *Oxychilus cellarius*, který jako moderní imigrant ukazuje na mladoholocenní stáří této vrstvy.

5.3.3 Císařská rokle

Pěnovcové kaskády v Císařské (též Královské) rokli (N: 49°55'39'', E: 14°07'47''; Obr. 2, 13) vznikly z krasové vyvěračky v horním uzávěru rokle pod Aragonitovou jeskyní. Pramen

dnes vytéká nížeji z balvanitých sutí. Téměř v délce celé rokly jsou zbytky erodovaných kaskád v podobě strukturních pěnoveců s ččkami písčitých pěnoveců nebo jako pevné, karbonátem tmelené sutě na bocích rokly, které vroubí skalní srázy. V Kovandově (1971) monografii jsou uváděny souborně pod číslem 88a.

V současné době se i nadále z vyvěračky sráží pěnovec, který vytváří drobné kaskády a to především v horní plošší části rokly a na plochých úsecích ve střední části, a nebo pozvolna zaceluje erozní rýhy ve starších kaskádách v celé střední části rokly. V rokli bylo možno odlišit tři výrazné a mocnější kaskády (kaskáda I, II, III ve směru proti proudu potoka), z nichž kaskády I a II byly předmětem výzkumu (Obr. 13-16). Kaskády leží v nadmořské výšce přibližně 300 m.



Obr. 13: Císařská rokly. Lokalizace pěnovecových kaskád.

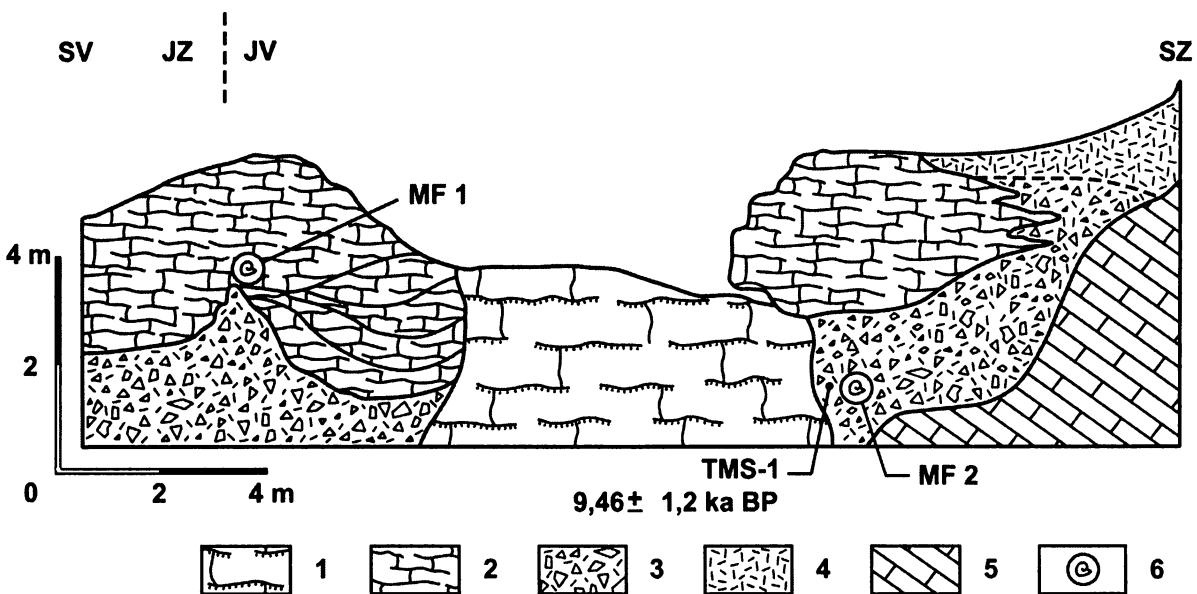
5.3.3.1 Litologie

Kaskáda I (Obr. 14, 15), ležící nejnižže v údolí, dosahovala největší mocnosti a to téměř 6 m. V podloží kaskády vystupuje vápencová suť tvořená ostrohrannými úlomky (4 cm, v horní části až 10 cm) a cementovaná je hnědým porézním karbonátem, na levém boku přímo nasedající na vápencové podloží. Na tmelenou suť nasedá mocná vrstva strukturních pěnovců s čočkami rozpadavých písčitých pěnovců, jež jsou na levém boku prstovitě proloženy zpevněnými svahovými sutěmi.

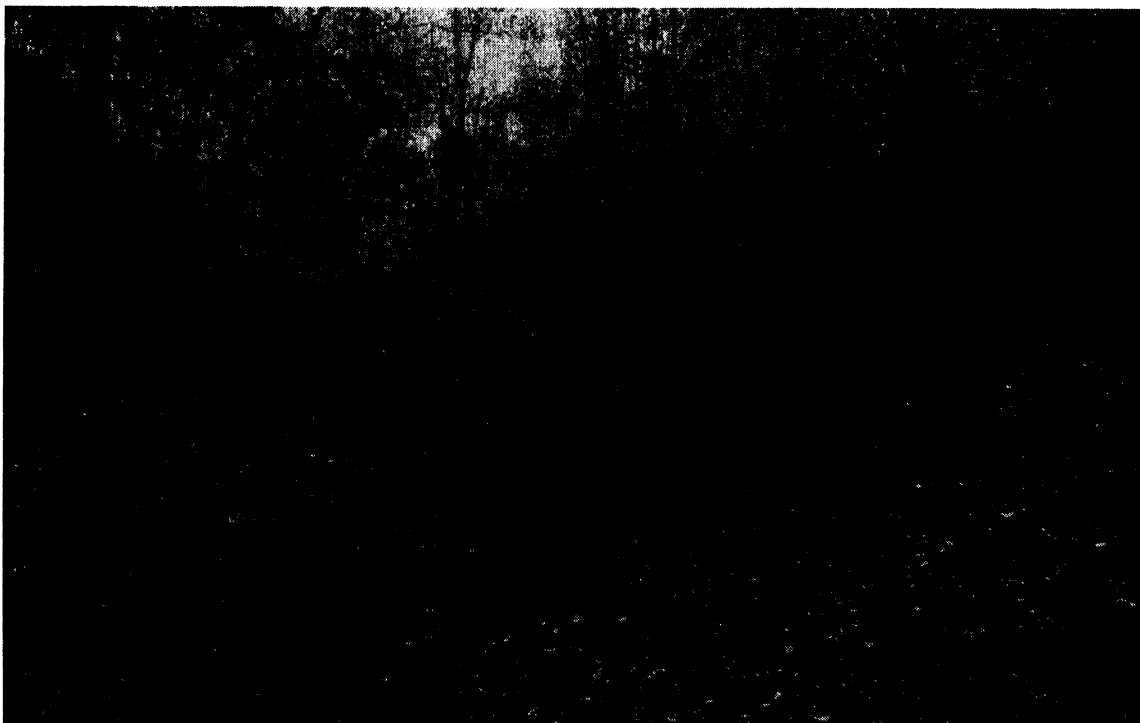
Kaskáda byla v minulosti erozní činností potoka protržena a v současnosti se v erozní rýze ukládá nejmladší pěnovec ve formě nové kaskády, což je nejlépe patrné na fotografii (Obr. 15).

Povrch kaskády tvoří málo mocná půda typu rendziny, značně skeletovitá, vzhledem k neustálému přísunu uvolněného klastického materiálu z bočních svahů.

V poloze tmelené suti byl datován vzorek karbonátu TMS-1 metodou $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ na stáří $9,46 \pm 1,2$ ka BP (Tab. 1; Obr. 14). Vzorky pro malakologickou analýzu se podařilo odebrat jak v poloze tmelené suti (vzorek MF 2), tak i v poloze strukturních pěnovců (vzorek MF 1).

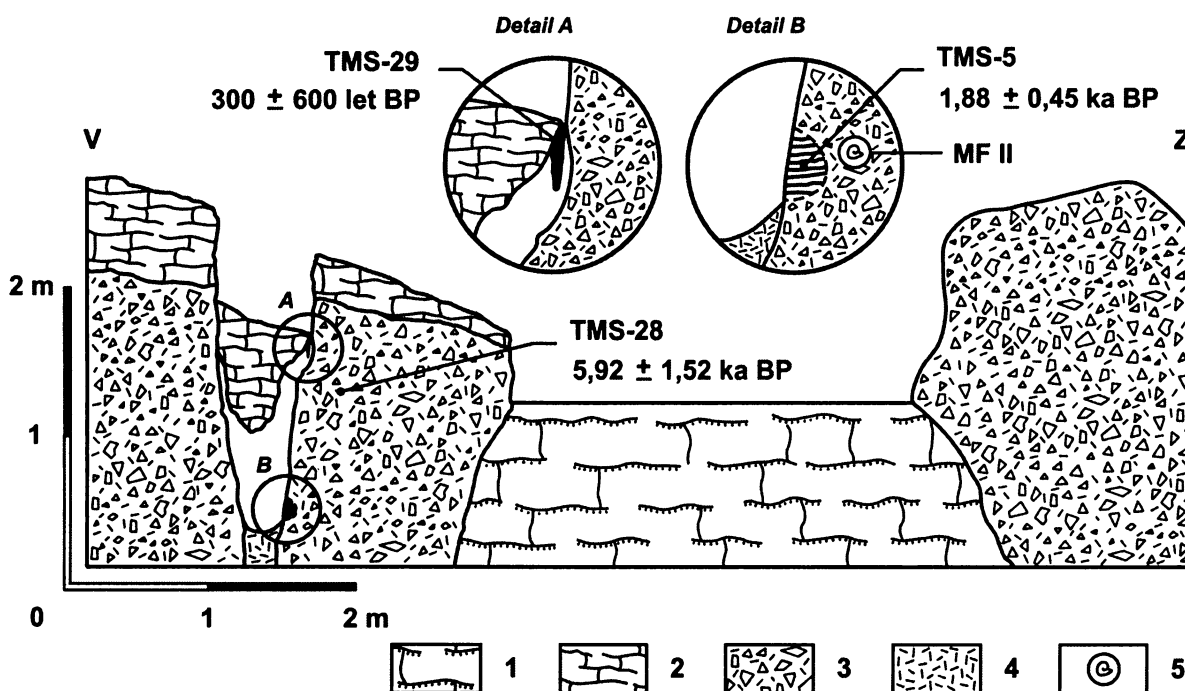


Obr. 14: Císařská rokle. Kaskáda I, čelní pohled. Litologie: 1 – nejmladší pěnovec; 2 – strukturní porézní žlutohnědý pěnovec; 3 – vápencová suť tvořená ostrohrannými úlomky (4 cm, v horní části až 10 cm), cementovaná hnědým porézním karbonátem; 4 – rozvolněná vápencová suť; 5 – vápencové podloží; 6 – poloha odběru vzorku pro malakologickou analýzu (MF 1, 2).



Obr. 15: Císařská rokle. Foto kaskády I, čelní pohled.

V současnosti se v erozní rýze tvoří nové pěnovce. (Foto: P. Zajíček)



Obr. 16: Císařská rokle. Kaskáda II, čelní pohled. Litologie: 1 – nejmladší pěnovec; 2 – strukturální porézní žlutohnědý pěnovec; 3 – vápencová suť tvořená ostrohrannými úlomky (4 cm, v horní části až 10 cm), cementovaná hnědým porézním karbonátem; 4 – rozvolněná vápencová suť; 5 – poloha odběru vzorku pro malakologickou analýzu (MF II). Detail “A” znázorňuje polohu datovaného karbonátu, vysráženého na kořenech

roslin. Detail "B" znázorňuje pozici karbonátových lamin, které se vysrážely v malé dutině uvnitř vápencové suti.

Kaskáda II (Obr. 16) se nachází proti proudu potoka přibližně 130 m od kaskády I. Dosahuje mocnosti zhruba 3 m a má stejný litologický charakter jako kaskáda I. Těleso kaskády bylo v minulosti erozí také zničeno, což je dobře patrné ve střední části, kde je mohutná erozní rýha. V ní se v současnosti opět ukládají nejmladší pěnovce a formují zde mladou kaskádu.

Na pravém boku tělesa vznikla mohutná odlučná jizva, do které je vklíněn blok strukturního pěnovce, odlomeného z nadloží tmelené suti. Při erozní činnosti vodního toku došlo k rozlomení tělesa a uvolnění velkého, v našem případě téměř dvoumetrového bloku tmelené suti.

5.3.3.2 Malakologie

Vzorky pro malakologickou analýzu v obou kaskádách korespondují s vrstvami, které byly radiometricky datovány (Obr. 14, 16). Jejich malakologický obsah je přehledně zpracován do tabulky (Tab. 5).

V poloze strukturního porézního žlutohnědého pěnovce v kaskádě I (Obr. 14) byly zjištěny neobyčejně bohaté malakocenózy (MF 1), kterým výrazně dominovaly lesní druhy. Především takové druhy jako *Sphyradium doliolum*, *Platyla polita*, *Vertigo pusilla*, *Aegopinella pura*, *Discus rotundatus*, *Alinda biplicata*, *Vitrea diaphana* a řada dalších byly zjištěny v hojných počtech. Patrné je také výrazné zastoupení vlhkomilných prvků *Macrogastra ventricosa*, *Clausilia pumila* a *Urticicola umbrosus*, jejichž výskyt svědčí o vhodných vlhkostních poměrech, což dokazuje i nebývale vysoký podíl plže *Carychium tridentatum* a dalšího výrazně vlhkomilného plže *Columella edentula*, přestože slaběji zastoupeného.

Prvky indiferentní z ekologické skupiny C dosahovaly poměrně vysoké abundance, zatímco druhy otevřených stanovišť *Truncatellina cylindrica*, *Vertigo pygmaea* nebo dokonce význačná *T. claustralis* byly jen slabě zastoupeny a pravděpodobně byly druhotně transportovány do lesních malakocenóz z blízkých příkrých svahů a sklaních hran, neboť to jejich ekologické nároky vylučují. Snad s výjimkou plže *Vallonia costata*, který byl zjištěn v neobyčejně silném zastoupení a svými ekologickými preferencemi mohl přebývat v blízkosti zapojených plášťových formací, které zcela dominovaly údolním polohám v Císařské rokli.

Tab. 5: Kvalitativní a kvantitativní zastoupení měkkýšů (Mollusca).
Pěnovcové kaskády I, II v Císařské rokli. Ekologická a biostratigrafická charakteristika viz. Tab. 3.

Ekologická a biostratigrafická charakteristika		Seznam druhů	Kaskáda I		Kaskáda II	
			MF 2	MF 1	MF II	
A	1	W	! <i>Acanthinula aculeata</i> (Müller)	-	40	4
			! <i>Aegopinella pura</i> (Alder)	-	51	3
			! <i>Cochlodina laminata</i> (Montagu)	-	3	-
			! <i>Cochlodina orthostoma</i> (Menke)	-	1	1
			(G) <i>Discus ruderatus</i> (Férussac)	10	1	21
			! <i>Ena montana</i> (Draparnaud)	-	2	3
			! <i>Isognomostoma isognomostomos</i> (Schröter)	-	2	3
			! <i>Macrogastra plicatula</i> (Draparnaud)	-	5	2
			! <i>Merdigera obscura</i> (Müller)	-	2	-
			! <i>Monachoides incarnatus</i> (Müller)	1	1	1
			(G) <i>Oxychilus depressus</i> (Sterki)	-	3	1
			! <i>Petasina unidentata bohemica</i> (Ložek)	-	7	2
			! <i>Platyla polita</i> (Hartmann)	2	23	1
			! <i>Ruthenica filograna</i> (Rossmässler)	-	5	1
			<i>Semilimax semilimax</i> (Férussac)	-	4	1
			! <i>Sphyradium doliolum</i> (Bruguière)	-	107	2
			(!) <i>Vertigo pusilla</i> Müller	-	60	7
! <i>Vitrea diaphana</i> (Studer)	-	10	-			
B	2	W(M)	! <i>Alinda biplicata</i> (Montagu)	-	8	-
			! <i>Cepaea hortensis</i> (Müller)	-	2	-
			! <i>Discus rotundatus</i> (Müller)	-	124	4
		W(S)	! <i>Aegopinella minor</i> (Stabile)	-	43	1
			(!) <i>Fruticicola fruticum</i> (Müller)	3	2	1
W(H)	(+) <i>Vitrea crystallina</i> (Müller)	14	27	4		
B	3	W(h)	(G) <i>Clausilia pumila</i> C. Pfeiffer	-	1	-
			! <i>Macrogastra ventricosa</i> (Draparnaud)	-	16	-
			! <i>Urticicola umbrosus</i> (C. Pfeiffer)	-	10	-
B	4	S(W)	!! <i>Truncatellina claustralis</i> (Gredler)	-	3	-
			(!) <i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac)	-	9	-
			(+) <i>Vallonia costata</i> (Müller)	19	305	11
			G <i>Vallonia pulchella</i> (Müller)	-	-	2
			(G) <i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud)	-	1	-
B	6	X	! <i>Bulgarica nitidosa</i> (Uličný)	-	7	-
			(!) <i>Cochlicopa lubricella</i> (Porro)	-	10	-
C	7	Me	(+) <i>Cochlicopa lubrica</i> (Müller)	1	12	1
			(+) <i>Euconulus fulvus</i> (Müller)	3	7	2
			(+) <i>Limacidae/Agriolimacidae</i> sp. div.	-	2	1
			(+) <i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud)	17	124	1
			+ <i>Trichia hispida</i> (Linnaeus)	-	1	-
			(G) <i>Vitrina pellucida</i> (Müller)	-	1	-
		Wf	! <i>Laciniaria plicata</i> (Draparnaud)	-	1	-
			G <i>Vertigo alpestris</i> Alder	-	-	2
			! <i>Carychium tridentatum</i> (Risso)	-	595	32
			(!) <i>Columella edentula</i> (Draparnaud)	-	18	-
C	8	H	<i>Perpolita petronella</i> (L. Pfeiffer)	-	-	3
Počet druhů			9	42	28	
Počet jedinců			70	1656	118	

Zjištěné malakocenózy svědčí o vlhkém zapojeném lesním ekosystému, který pokrýval celé údolní polohy, s částečným prosvětlováním směrem výše do příkrých svahů, kde naopak mohly najít vhodné podmínky takové druhy jako *Aegopinella minor*, *Bulgarica nitidosa* nebo *Cochlicopa lubricella*. V nejvyšších polohách na svazích a na skalních hranách, kam již nedosahoval kryt stromů, se udržovaly prvky xeroterminí.

V poloze karbonátem tmelené suti v kaskádě I (Obr. 14) byla naopak zjištěna velice chudá malakofauna (MF 2), sestávající pouze z několika málo druhů, mezi nimiž si vysoký podíl udržovali plži *Vallonia costata*, *Punctum pygmaeum* a pro Český kras význačný prvek *Vitrea crystallina*. Tyto dále hojně doprovázel plž *Discus ruderatus*, charakterizující časný holocén, a již jen slaběji zastoupení indiferenti *Cochlicopa lubricella* a *Euconulus fulvus*. Zástupce mezi lesními druhy zde představují jen ojediněle přítomní plži *Monachoides incarnatus* a *Platyla polita*.

Ve vzorku z kaskády II byla zjištěna druhově poměrně bohatá malakofauna (MF II – Tab. 5), ale ve srovnání s malakofaunou MF 1 z kaskády I však nedosahovala takové druhové diverzity ani vyššího kvantitativního zastoupení jednotlivých druhů. Ve srovnání s malakofaunou MF 2 je zde naopak patrný výrazný druhový nárůst. Především hodnotné jsou výskyty plžů jako *Vertigo alpestris* a *Perpolita petronella*, kteří jsou spolu s plžem *Discus ruderatus* význační pro časný holocén.

V obou vzorcích malakofaun MF 2 a MF II zcela chybějí význačné druhy zapojeného lesa, charakterizující holocenní klimatické optimum nebo dokonce mladý holocén.

5.3.3.3 Radiometrická data a chronologie

Jak je doloženo na základě měkkých pozůstatků, výplň suti tmelených hnědým porézním karbonátem v kaskádách I a II lze datovat do období časného holocénu. To naznačuje nejen častý výskyt staroholocenních prvků jako *Discus ruderatus*, *Perpolita petronella*, *Vitrea crystallina* nebo dokonce *Vertigo alpestris*, ale i výrazná absence prvků, které by indikovaly rozvinuté zapojené lesní ekosystémy klimatického lesního optima. Staroholocenní stáří tmelených suti bylo současně ověřeno i radiometrickým datováním karbonátové výplně. Vzorek TMS-1 z kaskády I byl takto datován na stáří $9,46 \pm 1,20$ ka BP. Zjištěnou malakofaunu tak můžeme s velkou jistotou řadit do boreálního období (vzorek MF 2) nebo na přechod mezi boreálem a časnými fázemi atlantiku (vzorek MF II), jak bylo radiometricky doloženo datováním karbonátu ve vzorku TMS-28 na stáří $5,92 \pm 1,52$ ka BP. Stanoviště v Císařské roklí měla na základě popsaných malakofaun charakter otevřených až polootevřených poloh, které se občas střídaly s ploškami zastíněných lesních skupin, parkovitěho vzhledu. Vlhkostní poměry byly již mnohem příznivější, ale stále neumožňovaly rozšíření více zapojených lesních komplexů, jak to indikuje téměř naprostá absence lesních prvků ve vzorku MF 2 nebo jen slabé kvantitativní zastoupení takových druhů ve vzorku MF II, popř. vyšší zastoupení vlhkomilných druhů v obou vzorcích.

Naproti tomu v nadložních polohách strukturních pěnvců s čočkami písčitých rozpadavých pěnvců z kaskády I (Obr. 14) byly zjištěny malakocenózy, které indikují holocenní klimatické optimum – atlantik a epiatlantik (*sensu* Jäger 1969). Zařazení do holocenního lesního optima potvrzuje nejen dominantní postavení lesní malakofauny, která tak dokládá zcela zapojený vlhký les, ale i povětšinou totální absence prvků otevřené krajiny nebo dokonce druhů z mladších fází holocénu, např. moderních imigrantů. Teplotní optimum paradoxně potvrzuje i výskyt xerothermní *Truncatellina claustralis*, která má v Českém krasu maximum svého rozšíření právě v tomto období, zatímco v mladších fázích ustupuje a v současnosti je již velice vzácná. Pouze ojedinělý výskyt prvků otevřených stanovišť (*Truncatellina cylindrica*, *T. claustralis*, *Vertigo pygmaea*) a hojněji zastoupené *Vallonia costata* poukazuje na to, že i v době klimatického lesního optima si prudké svahy při horních hranách údolí udržovaly xerothermní ráz.

Lze tvrdit, že údolní polohy v Císařské rokli byly v časném holocénu – preboreálu, boreálu, a pravděpodobně i v časných fázích atlantiku nejdříve vyplněny sutěmi tvořenými ostrohrannými úlomky okolních hornin, přicházejících z bočních příkrých svahů. Sutě byly posléze překryty mocnými vrstvami strukturních pěnvců s čočkami písčitých rozpadavých poloh pěnvců, které se vysrážely z krasových vod během holocenního klimatického optima (atlantiku, epiatlantiku).

5.3.4 Srbsko-Bříč

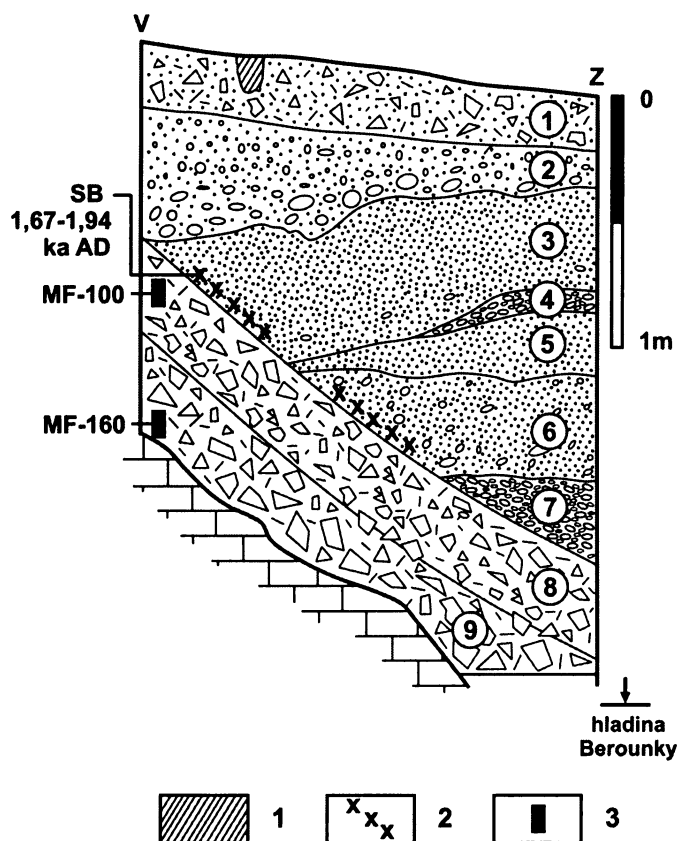
Lokalita Srbsko-Bříč (N: 49°56'42'', E: 14°07'52'' – Obr. 2) se nachází na levém břehu Berounky přibližně 800 m S od Srbska v tzv. „Velkém kotli“ v NPR Karlštejn 70 m S od Barrandovy jeskyně. Kopaná sonda byla vyhloubena na úpatí kolmé skalní stěny. Nadmořská výška lokality činí 220 m.

5.3.4.1 Litologie

Kopaná sonda (Obr. 17) dosahuje hloubky 235 cm a představuje suťovou akumulaci pod skalnatým srázem, na niž nasedají nejmladší sedimenty Berounky. Bazální souvrství 9-8 zachycuje reliktní sutě, které přímo nasedají na skalní vápencové podloží. V nadloží sutí je pestrá série říčních a povodňových sedimentů (souvrství 7-1).

Na rozhraní podložního suťového souvrství 8-7 a nadložního souvrství 7-3 byla deponována tenká vrstva uhlíků, která zřetelně obě souvrství od sebe odlišovala. Separované uhlíky byly datovány na stáří 1670-1940 let AD (vzorek SB – Tab. 2; Obr. 5, 17). Na

malakologickou analýzu byly odebrány vzorky ze suťových poloh při V straně profilu, jeden z hloubky 100 cm (MF-100), druhý z hloubky 160 cm (MF-160).



Obr. 17: Srbsko-Bříč, profil pod skalou, boční pohled. Litologie: 1 – hnědá až hnědošedá písčité povodňová hlína s ostrohrannými úlomky vápence (1–15 cm), bez valounů; 2 – písčité štěrky s hnědou písčitoprachovitou matrix, valouny polozáoblené o velikosti 1-10 cm, na bázi vrstvy do 15 cm, bez vápencových klastů; 3 – světle hnědý jílovitý písek, jemně až středně zrnitý, při bázi vrstvy ojediněle valouny; 4 – písčité štěrky, valouny o velikosti 10 cm; 5 – světle hnědý jemný písek, slabě jílovitý; 6 – písčité štěrky s hnědou zemitou až písčitou matrix, valouny 1-10 cm, ojediněle až 15 cm; 7 – písčité štěrky, vypraný, valouny do 10 cm; 8 – ostrohranná vápencová suť (klasty do 10 cm), matrix tmavě hnědá hlína, bez valounů; 9 – ostrohranná vápencová suť, hrubá (do 30 cm), matrix na bázi světlá, šedožlutá, bez valounů. Vysvětlivky v obrázku: 1 – navážka odpadků, porušeno starším výkopem; 2 – poloha uhlíků na datování v těsném nadloží suťových vrstev; 3 – poloha odběru vzorku pro malakologickou analýzu.

5.3.4.2 Malakologie

Vzorky ze suťových poloh v profilu Srbsko-Bříč poskytly poměrně bohaté malakologické nálezy (Tab. 6). Jak je patrné, v suťových akumulacích byly zastiženy druhy všech

ekologických skupin, tedy jak druhy lesní a druhy otevřených stanovišť, tak i druhy s širokou ekologickou valencí a dokonce druhy mokřadní a vodní. Přestože se může zdát, že oba malakocenologické snímky MF-160 a MF-100 vykazují stejné znaky, dosti se v detailech odlišují.

Ve vzorku MF-160 byl zastoupen pouze jeden typický lesní druh *Monachoides incarnatus*, jehož doprovázejí plži *Alinda biplicata* a *Discus rotundatus*, kteří se vyznačují ne příliš úzkou vazbou na uzavřené lesní formace a mohou pronikat i na místy polootevřená až otevřená stanoviště. Vyšší zastoupení mají i druhy sušších a světlých lesů *Fruticicola fruticum* a *Aegopinella minor*. Nejpestřejší zastoupení mají ovšem druhy xerothermních otevřených stanovišť, mezi nimiž nalezneme typické prvky stepní jako např. *Pupilla sterrii*, *Cecilioides acicula* nebo *Granaria frumentum*, nebo skalní epilitické druhy *Chondrina avenacea* a *Pyramidula pusilla*. Nejabundantnější zastoupení mají druhy otevřených stanovišť všeobecně – *Truncatellina cylindrica*, *Vallonia costata* a *V. pulchella*. Je zřejmé, že všechny tyto xerothermní prvky měly své hlavní těžiště výskytu především na skalní stěně (především epilitické druhy *Ch. avenacea* a *P. pusilla* a prvky skalních stepí *Truncatellina claustralis* a *P. sterrii*) na vyčnívajících hranách nebo přímo na horní hraně skály, odkud napadaly dolů na skalní úpatí. Vlastní úpatí spíše obývaly již zmiňované druhy lesní s různou ekologickou valencí, k nimž se dále připojovaly keřoví xerothermové *Cochlicopa lubricella* a *Euomphalia strigella* a další indiferentní druhy z ekologické skupiny C. Význačný je i sporadický výskyt vlhkomilných plžů *Carychium tridentatum* a *Zonitoides nitidus*, kteří indikují vlhčiny až podmáčené plošky. Překvapivý výskyt vodních druhů, mezi nimiž drobná plovatka *Galba truncatula* přichází v hojném počtu, může indikovat dočasný výskyt při nějaké epizodické záplavě.

V malakofauně ze vzorku MF-100 byl patrný rozdíl oproti té, která byla zjištěna v podložní suťové vrstvě. Především je zde viditelné, že k malakocenóze lesních druhů přistupuje citlivější *Cochlodina laminata* a také *Alinda biplicata*, *Discus rotundatus* a *Cepaea hortensis* mají vyšší zastoupení za současného poklesu nebo přímého vymizení prvků sušších prosvětlených lesů. Prvky stepní a xerothermní si zachovávají stále vysoké zastoupení, přičemž se k nim dále ještě připojují suchomilka *Xerolenta obvia* a páskovka *Cepaea vindobonensis*. Na úkor mizejících křovinných xerothermů *Cochlicopa lubricella* a *Euomphalia strigella* je v této vrstvě patrný nový výskyt vlhkomilných až mokřadních druhů *Succinea putris* a *Vertigo antivertigo*, kteří společně s plžem *Zonitoides nitidus* vykazují určité zvlhčení stanoviště.

Tab. 6: Kvalitativní a kvantitativní zastoupení měkkýšů (Mollusca), profil pod skalou Srbsko-Bříč.

Ekologická a biostratigrafická charakteristika viz. Tab. 3.

Ekologická a biostratigrafická charakteristika			Seznam druhů	Vzorek	
				MF-160	MF-100
A	1	W	! <i>Cochlodina laminata</i> (Montagu)	-	1
			! <i>Monachoides incarnatus</i> (Müller)	1	2
	2	W(M)	! <i>Alinda biplicata</i> (Montagu)	10	36
			! <i>Cepaea hortensis</i> (Müller)	2	4
		W(S)	! <i>Discus rotundatus</i> (Müller)	7	34
			! <i>Aegopinella minor</i> (Stabile)	6	-
B	4	M	<i>Ceciloides acicula</i> (Müller)	31	93
			(+) <i>Granaria frumentum</i> (Draparnaud)	11	9
		S	(+) <i>Chondrula tridens</i> (Müller)	3	1
			+ <i>Pupilla sterri</i> (Voith)	45	69
	XC	M <i>Xerolenta obvia</i> (Menke)	-	1	
		<i>Chondrina avenacea</i> (Bruguière)	51	33	
		<i>Pyramidula pusilla</i> (Vallot)	26	20	
	S(W)	!! <i>Cepaea vindobonensis</i> (Férussac)	-	1	
		!! <i>Truncatellina claustralis</i> (Gredler)	1	1	
	5	O	(!) <i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac)	126	21
(+) <i>Vallonia costata</i> (Müller)			258	44	
G <i>Vallonia pulchella</i> (Müller)			87	23	
(G) <i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud)			1	5	
C	6	X	(!) <i>Cochlicopa lubricella</i> (Porro)	6	-
			(!) <i>Euomphalia strigella</i> (Draparnaud)	9	-
	7	Me	(+) <i>Cochlicopa lubrica</i> (Müller)	-	8
			(+) <i>Eucomulus fulvus</i> (Müller)	5	-
			(+) <i>Limacidae Agriolimacidae</i> sp. div.	7	8
			M <i>Oxychilus cellarius</i> (Müller)	1	9
			(+) <i>Perpolita hammonis</i> (Ström)	3	-
			(+) <i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud)	11	3
			+ <i>Trichia hispida</i> (Linnaeus)	3	9
	(G) <i>Vitrina pellucida</i> (Müller)	6	2		
Wf	(+) <i>Clausilia dubia</i> Draparnaud	1	2		
D	8	H	! <i>Carychium tridentatum</i> (Risso)	3	2
			(+) <i>Succinea putris</i> (Linnaeus)	-	2
	9	P	G <i>Vertigo antivertigo</i> (Draparnaud)	-	2
			(+) <i>Zonitoides nitidus</i> (Müller)	1	1
			S <i>Gyraulus albus</i> (Müller)	1	-
	10	S	<i>Gyraulus crista</i> (Linnaeus)	1	-
			P <i>Valvata cristata</i> Müller	1	1
			SP <i>Bathyomphalus contortus</i> (Linnaeus)	1	-
			F(S) <i>Pisidium henslowanum</i> (Sheppard)	-	1
			SQPP (+) <i>Galba truncatula</i> (Müller)	12	9
Počet druhů				35	33
Počet jedinců				748	458

Lokalita a její nejbližší okolí mělo v době akumulace sutí na úpatí skal ráz celkově polosuchých prosvětlených stanovišť, v nichž se občasně objevovaly vlhčí až mokřadní deprese s příznivějšími podmínkami pro výskyt vlhkomilných prvků. Na zastíněných částech skal se ještě mohla uplatnit skalní *Clausilia dubia*, zatímco výše, již na zcela holých stěnách hojně žili epilitičtí plži *Chondrina avenacea* a *Pyramidula pusilla*. Na xerothermních skalních výčnělcích a vrcholových skalních hranách zcela převládaly xerothermní bylinné formace, jimž

dominovaly stepní druhy a druhy otevřených stanovišť s významným citlivým prvkem *Truncatellina claustralis*.

5.3.4.3 Radiometrická data a chronologie

Shora popsané fosilní malakofauny MF-160 a MF-100 ze suťových horizontů 9 a 8 vykazují zřetelné znaky všeobecně mladoholocenního stáří vzhledem k přítomnosti novodobých imigrantů *Cecilioides acicula*, *Oxychilus cellarius* a *Xerolenta obvia*. Zároveň můžeme vyloučit středoholocenní stáří, tedy období holocenního klimatického optima, neboť postrádáme jeho typické průvodce. Podchycené lesní malakocenózy jsou druhově chudé a vesměs se skládají z druhů odolných proti suchu a nezahrnují žádné význačné citlivé lesní prvky.

Radiokarbonové datování uhlíku SB potvrdilo stáří 1670-1940 let AD (Tab. 2; Obr. 5, 17), což v chronologii představuje subrecentní období. Zjištěné malakocenózy můžeme klást nejvýše do subatlantického období.

5.3.5 Petránka

Pěnovcová akumulace Petránka (N: 49°57'16'', E: 14°14'02'' – Obr. 2) se nachází v roklince na pravém břehu Karlického potoka (též Studeného p.), přibližně 1,3 km VSV od obce Mořina v nadmořské výšce 300 m. V Kovandově (1971) monografii je těleso popisováno pod číslem 97.

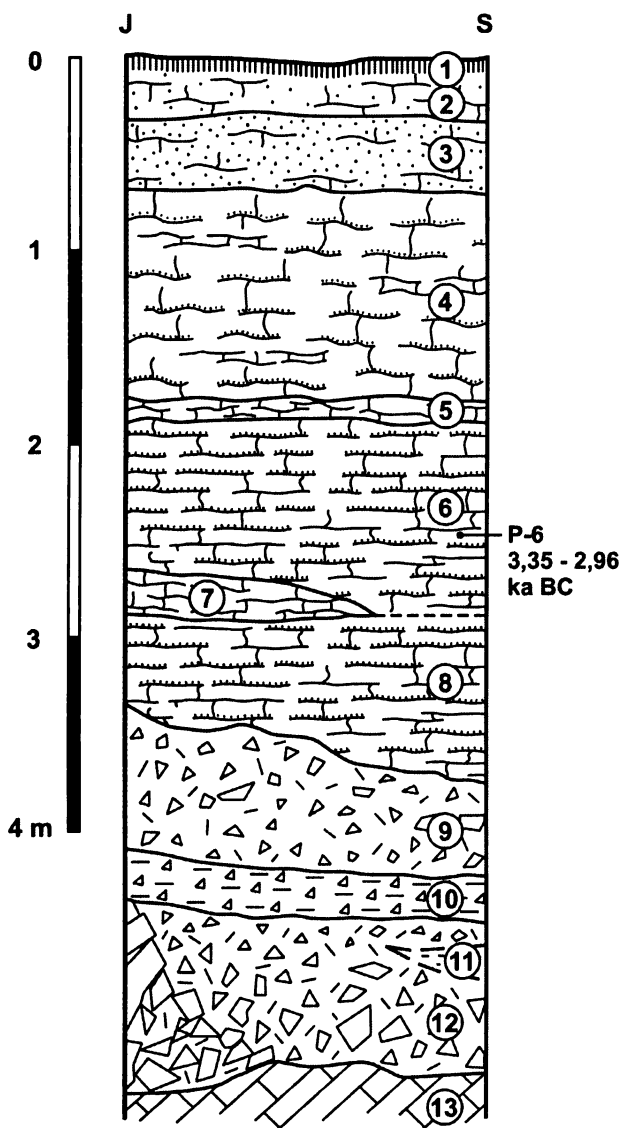
Původně tato kaskáda hradila celou roklinku, posléze došlo k hloubkové erozi až na skalní vápencové podloží, čímž došlo k destrukci čela kaskády, a v současnosti jsou z ní zachovány pouze dva profily po stranách. Petránka, stejnojmenný pramen, z jehož krasových vod se těleso vysráželo, teče dnem erozní rýhy i v současnosti a sráží drobné inkrustace šupinkovitého pěnovce.

5.3.5.1 Litologie

V zachovalém profilu na pravé straně roklinky, který dosahoval délky přibližně 15 m, byl vybrán úsek (Obr. 18), z něhož pocházejí vzorky pro paleomalakologickou analýzu.

Podložní souvrství 12-9, které nasedá přímo na podloží paleozoických vápenců (vrstva 13), je tvořeno klastickou výplní s prachovito-písčitou až pracovitou matrix. V těsném nadloží paleozoických vápenců je ostrohranná vápencová suť s bloky až do 70 cm, směrem k nadloží klastů, postupně se zmenšujících, ubývá. Ve vrstvě 8 již zcela klastická sedimentace vyznívá a naopak počíná sedimentace pěnovcová. Pěnovce v profilu jsou místy značně variabilní,

polohy rozpadavých pěnovců jsou často prokládány vrstvičkami nebo čočkami strukturních pěnovců (vrstva 7, 5). Srážení pěnovce je ukončeno vrstvou 2, která již podléhá mírným půdotvorným procesům, na ní pak nasedá půda typu rendziny (vrstva 1).



Obr. 18: Petránka v Karlickém údolí, profil pěnovcovou akumulací, boční pohled. Litologie: 1 – tmavě hnědá humózní půda (rendzinový leptosol); 2 – rozpadavý šedý pěnovec, slabě humózní; 3 – rozpadavý šedý pěnovec; 4 – komplex poloh světle hnědého rozpadavého pěnovce s polohami tenkých lamin strukturního pěnovce; 5 – čočka strukturního pěnovce s rzivými Fe/Mn impregnacemi; 6 – světle žlutohnědý pěnovec, rozpadavý; 7 – čočka strukturního pěnovce; 8 – světle žlutohnědý pěnovec, rozpadavý, s ojedinělými klasty vápence a břidlice (0,5 cm); 9 – ostrohanná suť tvořená klasty vápence a břidlice (až 20 cm), matrix hnědý písčítý prach; 10 – hnědý písčítý prach s ojedinělými vápencovými klasty; 11 – žlutohnědý prach; 12 – ostrohanná vápencová suť, hrubá (do 70 cm), matrix hnědý až žlutohnědý písčítý prach; 13 – vápencové podloží.

5.3.5.2 Malakologie

Fosilní měkkýši se vyskytovali poměrně hojně ve všech vrstvách (Tab. 7) s výjimkou podložních vrstev 12, 11 a 9, kde v matrix suťových horizontů nebyli zjištěny žádné měkkýší pozůstatky. Pouze ve vrstvě 10 byla zjištěna chudá fauna sestávající pouze z druhu *Trichia sericea*, kterého bez udání počtu jedinců zjistil při předchozích výzkumech V. Ložek (Kadlec 2000).

Tab. 7: Kvalitativní a kvantitativní zastoupení měkkýšů (Mollusca), pěnvcová akumulace Petránka v Karlickém údolí. Ekologická a biostratigrafická charakteristika viz. Tab. 3.

Ekologická a biostratigrafická charakteristika		Seznam druhů	Malakofauna (MF)									
			10	8	7	6	5	4	3	2	1	
A	1 W	! <i>Acanthinula aculeata</i> (Müller)	-	95	24	48	6	10	16	37	9	
		! <i>Aegopinella pura</i> (Alder)	-	145	26	76	14	16	40	33	28	
		! <i>Cochlodina laminata</i> (Montagu)	-	12	4	9	3	3	2	4	10	
		! <i>Ena montana</i> (Draparnaud)	-	7	-	4	-	1	3	2	10	
		! <i>Macrogaster plicatula</i> (Draparnaud)	-	3	1	-	-	-	1	1	-	
		! <i>Merdigera obscura</i> (Müller)	-	-	-	-	-	1	2	-	3	
		! <i>Monachoides incarnatus</i> (Müller)	-	4	2	7	3	4	6	4	18	
		! <i>Platyla polita</i> (Hartmann)	-	-	4	28	7	3	15	9	-	
		! <i>Sphyradium doliolum</i> (Bruguière)	-	99	70	53	13	14	37	23	22	
		(!) <i>Vertigo pusilla</i> Müller	-	5	4	27	4	4	-	1	-	
! <i>Vitrea diaphana</i> (Studer)	-	-	2	13	3	11	-	15	-			
2	W(M)	! <i>Alinda biplicata</i> (Montagu)	-	3	2	11	5	7	5	4	14	
		! <i>Cepaea hortensis</i> (Müller)	-	-	1	3	-	2	-	2	4	
		! <i>Discus rotundatus</i> (Müller)	-	107	19	87	35	29	35	30	33	
	W(S)	! <i>Aegopinella minor</i> (Stabile)	-	253	60	115	30	54	112	42	21	
! <i>Fruticicola fruticum</i> (Müller)	-	2	-	-	1	-	1	-	-			
! <i>Helix pomatia</i> Linnaeus	-	1	-	-	-	-	-	1	1			
3	W(h)	! <i>Macrogaster ventricosus</i> (Draparnaud)	-	1	1	3	2	5	2	4	1	
		! <i>Urticicola umbrosus</i> (C. Pfeiffer)	-	2	2	2	1	1	2	2	8	
B	5 O	(!) <i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac)	-	1	-	-	-	-	-	1	-	
		(+) <i>Vallonia costata</i> (Müller)	-	-	-	-	-	1	18	-	-	
C	6 X	! <i>Bulgarica nitidosa</i> (Uličný)	-	2	1	3	-	-	-	-	6	
		(!) <i>Cochlicopa lubricella</i> (Porro)	-	17	-	-	-	-	1	-	-	
		(!) <i>Euomphalia strigella</i> (Draparnaud)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
		! <i>Tandonia cf. rustica</i> (Millet)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
	7	Me	(+) <i>Cochlicopa lubrica</i> (Müller)	-	-	-	-	-	1	-	-	-
			(+) <i>Euconulus fulvus</i> (Müller)	-	2	-	9	-	2	5	2	-
			(+) <i>Limacidae/Agriolimacidae</i> sp. div.	-	1	-	-	-	-	-	3	-
			M <i>Oxychilus cellarius</i> (Müller)	-	-	-	-	-	-	-	1	2
			(+) <i>Perpolita hammonis</i> (Ström)	-	3	1	-	-	-	-	-	-
			(+) <i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud)	-	60	76	91	17	10	1	29	27
+ <i>Trichia hispida</i> (Linnaeus)			-	-	-	-	-	-	2	1	1	
(+) <i>Trichia sericea</i> (Draparnaud)			+	-	-	-	-	-	-	-	-	
! <i>Vitrea contracta</i>			-	-	3	5	2	1	-	-	-	
(G) <i>Vitrina pellucida</i> (Müller)			-	-	-	-	-	-	-	-	10	
Wf	(+) <i>Clausilia dubia</i> (Draparnaud)	-	-	1	-	-	-	-	-	-		
	G <i>Vertigo alpestris</i> Alder	-	-	-	1	-	-	-	-	-		
8	H	! <i>Carychium tridentatum</i> (Risso)	-	494	170	659	101	55	146	242	4	
		(!) <i>Columella edentula</i> (Draparnaud)	-	15	9	6	-	2	2	6	9	
9	P	G <i>Carychium minimum</i> Müller	-	2	1	6	4	3	1	1	-	
		G <i>Vertigo angustior</i> Jeffreys	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
D	10	Pp (+) <i>Anisus leucostoma</i> (Millet)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
		SQPp (+) <i>Galba truncatula</i> (Müller)	-	1	-	-	-	-	3	1	-	
		FPpQ (+) <i>Pisidium casertanum</i> (Poli)	-	-	1	-	3	-	-	2	-	
		FPpQ <i>Pisidium personatum</i> Malm	-	1	7	4	1	2	-	5	-	
Počet druhů			1	29	25	24	20	26	24	29	21	
Počet jedinců			+	1340	492	1270	255	243	458	509	241	
Chronologie			PB	B		A - EA		SB	SA	SR		

Bohaté malakocenózy nastupují ve vrstvě 8, což je značně v kontrastu se sterilním podložním suťovým souvrstvím. Vyskytuje se zde celá řada lesních druhů od běžných lesních jako např. *Acanthinula aculeata*, *Aegopinella pura*, *Monachoides incarnatus* až po citlivější lesní prvky *Sphyradium doliolum*, *Macrogastera plicatula*, *Vertigo pusilla*, které doprovázejí druhy s širší ekologickou valencí v rámci skupiny lesních druhů. Na zvýšenou vlhkost, která je zde patrná, vhodně reagují i druhy náročnější jako např. *Macrogastera ventricosa* a *Clausilia pumila*, což ukazuje i hojný výskyt plže *Carychium tridentatum*. Plně zapojený les zde však ještě není patrný, spíše se jednalo o prosvětlený les mezického rázu s občasnými plochami drobných keřových formací, případně i značně omezenými otevřenými ploškami, jak dokládá ještě poměrně vysoké zastoupení prvků prosvětlených lesů *Fruticicola fruticum* a *Helix pomatia*, spolu s hojnou *Aegopinella minor*, jež doprovázejí také keřové xerothermní druhy plžů *Cochlicopa lubricella* a *Euomphalia strigella* nebo xerothermní *Truncatellina cylindrica*. Nezanedbatelný je i výskyt druhů indiferentních a mokřadních a vodních, např. *Anisus leucostoma* a *Galba truncatula*, jež indikují i přítomnost drobných kaluží a bažinek.

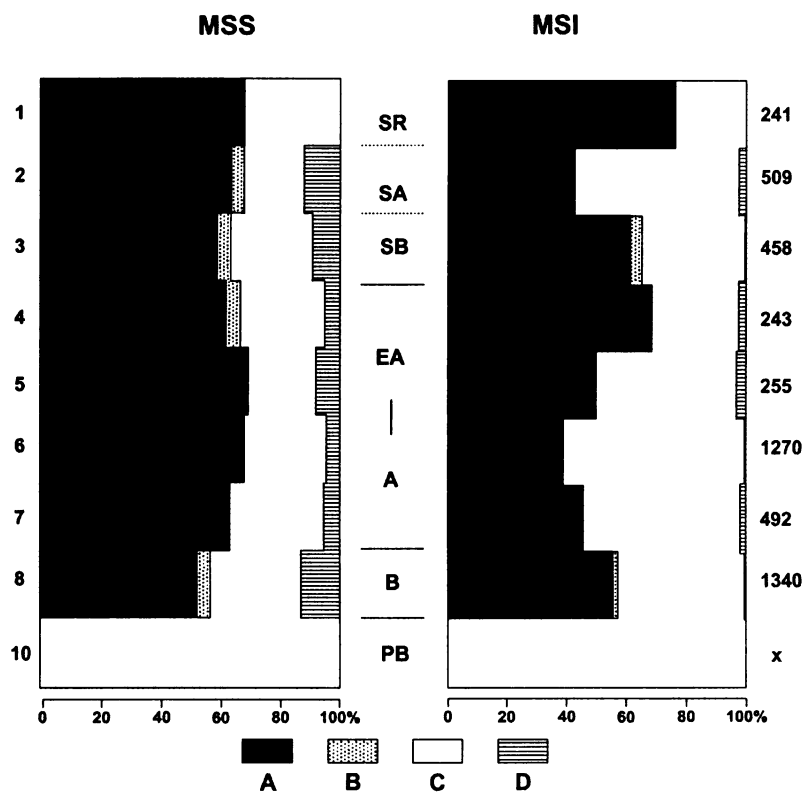
Podobná kompozice malakocenóz je patrná i v nadložních vrstvách pěnoveců, ukazující jen drobné rozdíly ve skladbě měkkýší fauny a druhového zastoupení ve skupině indiferentních druhů (ekologická skupina C), ale také v určitých případech u druhů skupin A a B.

V souvrství 7-5 již zcela chybějí druhy otevřených stanovišť a naopak dochází k druhovému obohacení o některé citlivé lesní prvky. Objevuje se *Ena montana* a stoupá i podíl druhu *Vitrea diaphana*. Kolísání podílu nebo dočasné vymizení druhů *Helix pomatia* a *Fruticicola fruticum*, popř. keřových *Cochlicopa lubricella* a *Euomphalia strigella* je reflektováno zvýšením počtu jedinců u výrazně vlhkomilných *Macrogastera ventricosa* a *Clausilia pumila*, což ukazuje na větší zvlhčení, než-li tomu bylo v podložní vrstvě 8. Ve vrstvě 4 pak již dochází k průniku druhu *Vallonia costata*, jehož výskyt kulminuje ve vrstvě 3, kdy posléze opět zcela mizí (vrstva 2). Malakocenózy zachycené v souvrství 7-4 indikují holocenní klimatické optimum – atlantik a epiatlantik (*sensu* Jäger 1969), jež se zde projevuje rozvinutím zapojeného svěžího lesa, kdy ve vrstvě 3 dochází k jeho částečnému vysušení a odlesnění, jak indikuje výrazný podíl druhu *Vallonia costata*.

Pro nadložní vrstvu 2 je charakteristické ukončení pěnovecové sedimentace a vytvoření půdy rendzinového typu spolu s opětovným příchodem prvku otevřených stanovišť *Truncatellina cylindrica* a především zvýšený podíl druhů indiferentních, ve kterých se objevuje také *Oxychilus cellarius* (vrstva 2). Ukončení pěnovecové sedimentace má také za následek úplné vymizení všech vodních druhů. Také mokřadní druh *Carychium minimum*, který se vyskytoval během celého období pěnovecové sedimentace pouze v několika málo

jedincích, spolu s plžem *Vertigo angustior* pouze ve vrstvě 2 již do svrchního horizontu 1 nezasahují.

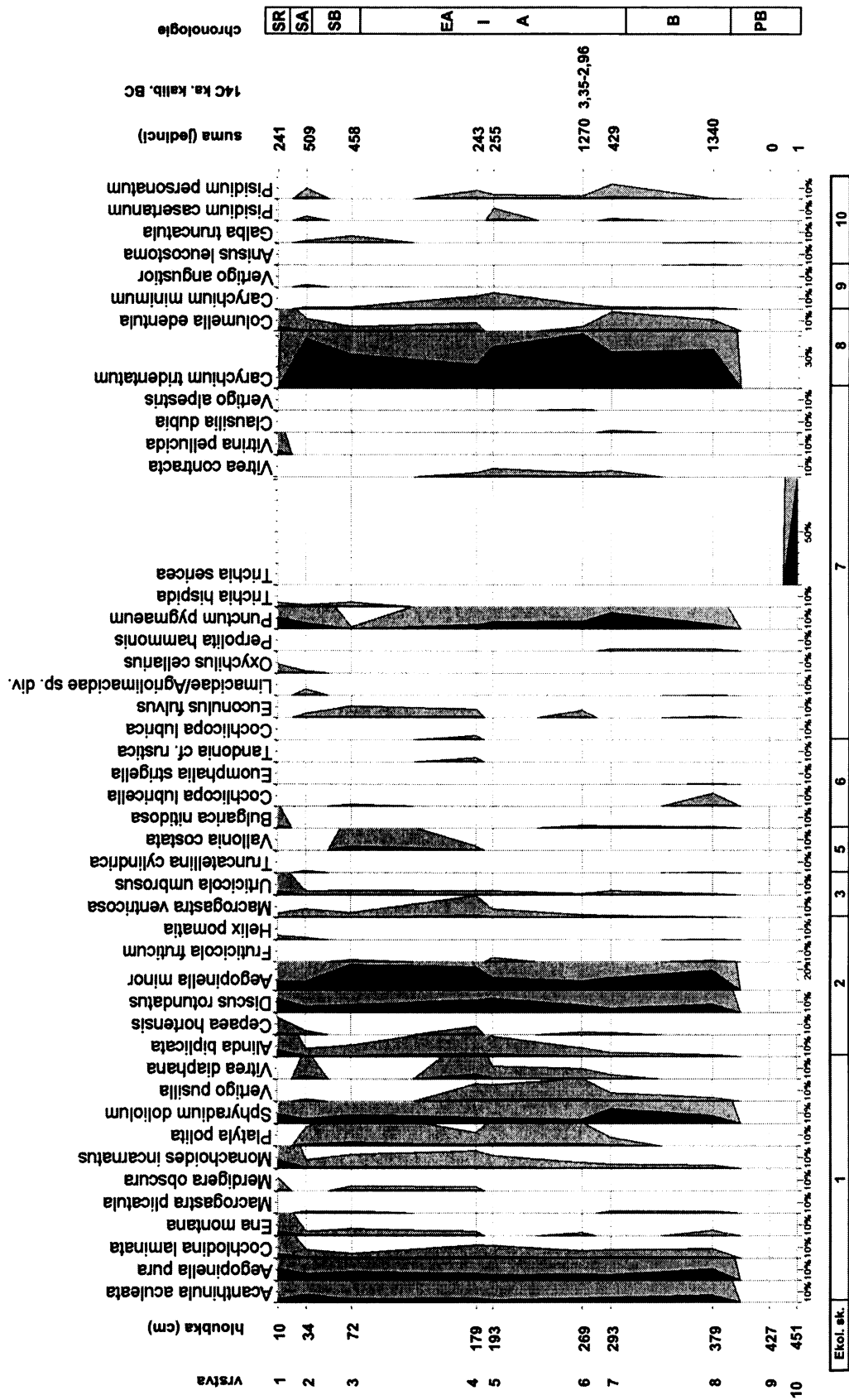
Celé pěnovcové souvrství 8-1 poskytlo relativně bohatou lesní malakofaunu, která nebyla nikterak výrazně ochuzena během celé pěnovcové sedimentace (Obr. 19, 20), přičemž řada druhů zde úspěšně přežívá i v současnosti (např. plži *Sphyradium doliolum*, *Aegopinella pura*, *Macrogastra ventricosa*, *Cochlodina laminata*, *Alinda biplicata*, *Ena montana*, *Urticicola umbrosus*).



Obr. 19: Petránka v Karlickém údolí, histogramy MSS a MSI. Ekologické skupiny: A – les (všeobecně), B – bezlesí, C – les/bezlesí, D – mokřady, vody. Levý sloupec – číslo vrstvy, střední – chronologie (PR – preboreál, B – boreál, A – atlantik, EA – epiatlantik, SB – subboreál, SA – subatlantik, SR – subrecent), pravý – suma jedinců.

5.3.5.3 Radiometrická data a chronologie

Jak indikuje zjištěná malakofauna, počátek depozice pěnovců pravděpodobně začal již během boreálního období a pokračoval během celého holocenního klimatického optima. Z vrstvy 6 byly získány uhlíky na datování (vzorek P-6), které poskytlo stáří 3,35-2,96 ka BC (Tab. 2; Obr. 6, 18). Stáří řadí tuto polohu do epiatlantického období, což se shoduje se zjištěnou malakofaunou holocenního lesního optima.



Obr. 20: Petránka v Karlickém údolí, malakodiagram.

Podložní souvrství, které bylo na měkkýše zcela sterilní ve vrstvách suťových poloh nebo obsahovalo pouze ojedinělé nálezy druhu *Trichia sericea* ve vrstvě 10, jež je v Českém krasu indikátorem časného holocénu, musíme klást tedy ještě před boreální období, než začala pěnovcová sedimentace. Podložní suť s hrubými klasty do 70 cm, které nasedají přímo na vápencové podloží, jsou pravděpodobně ještě starší, z pozdního glaciálu. Vrstva 10, v níž se již objevuje malakofauna patří preboreálnímu období.

Nadložní souvrství 3-1 obsahovalo jen omezený počet druhů otevřených stanovišť, nicméně částečné odlesnění a vysušení je zde patrné. Na to ukazuje zvýšený podíl druhu *Vallonia costata*, návrat plže *Cochlicopa lubricella* nebo dočasný ústup lesních plžů *Vertigo pusilla* a *Vitrea diaphana* ve vrstvě 3 nebo opětovný výskyt plže *Truncatellina cylindrica* ve vrstvě 2. Spolu s výskytem význačného novodobého imigranta plže *Oxychilus cellarius* počínaje vrstvou 2, lze tedy klást celé souvrství do období mladého holocénu – subboreálu, subatlantiku a subrecentu.

5.3.6 Zadní Kopanina

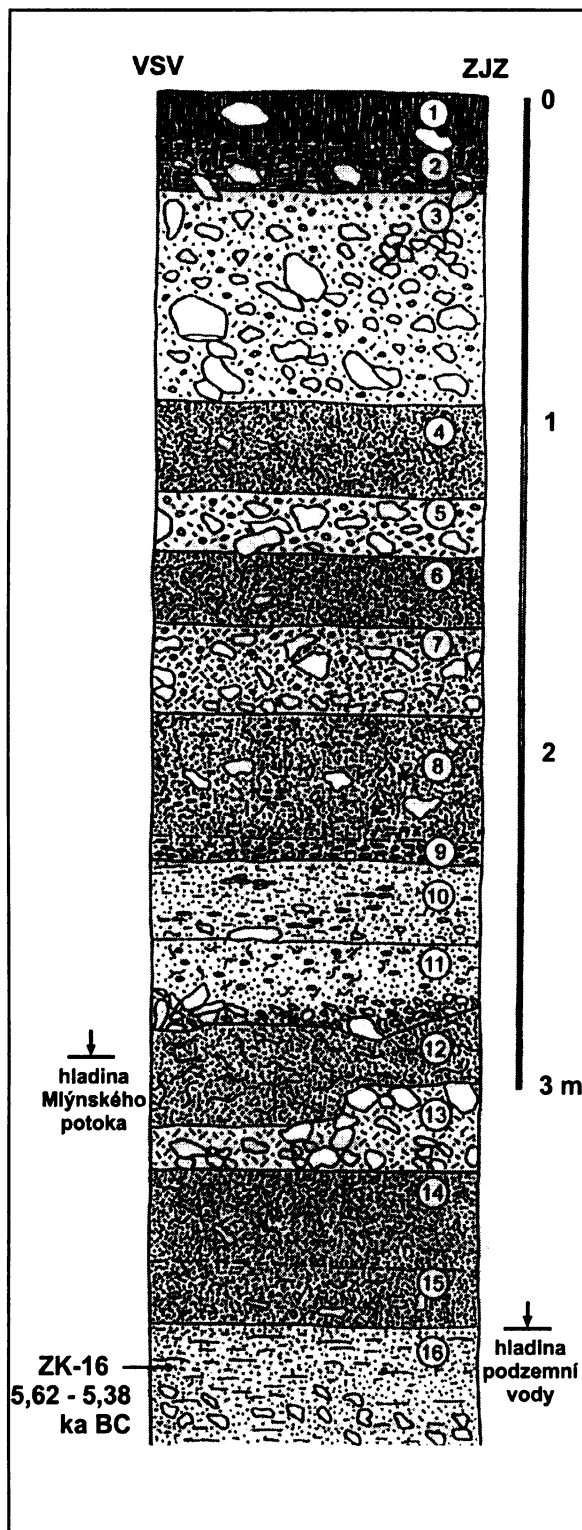
Pěnovcová akumulace v Zadní Kopanině (N: 50°00'13'', E: 14°18'52'' – Obr. 2) se nachází v údolí Mlýnského (též Kopaninského) potoka přibližně 250 m při silnici od Zadní Kopaniny do Radotína v PR Radotínské údolí v SV části Českého krasu. Akumulace vytváří pěnovcovou terasu, která lemuje levý břeh potoka zhruba v délce 30-50 m nad skalním útvarem Zubák v nadmořské výšce 290 m. Kovanda (2001) tuto lokalitu zmiňuje pod číslem 104a spolu s pěnovcovou kaskádou nížeji dole po toku v ohybu silnice zhruba 500 m od Zadní Kopaniny.

5.3.6.1 Litologie

V terase na levém břehu byl kopanou sondou vyhlouben zářez, který dosahoval hloubky zhruba 4 m, přibližně 1,2 m pod současnou hladinou Mlýnského potoka (Obr. 21).

S výjimkou nadložního souvrství 2-1 a vrstvy 3 tvořené suťovou polohou se šterkopísky, ve kterých byly zjištěny jen ojedinělé pěnovcové inkrustace, se v rámci celého profilu vyskytuje hojně pěnovec. V rámci souvrství 16-4 se vyskytují zřetelné polohy převážně písčitých rozpadavých pěnovců s drobnými vápencovými klasty velikosti 1-5 cm (vrstvy 4, 6, 8, 12, 14-15), které se střídají s polohami pěnovců s klasty velikosti až 15 cm (vrstvy 5, 7, 10, 16), výjimečně až 35 cm (vrstva 13).

Terasu se nepodařilo odkrýt do větší hloubky vzhledem k přítomnosti hladiny podzemní vody na rozhraní vrstev 16 a 15.



Obr. 21: Zadní Kopanina, profil pěnovcovou akumulací v údolí Mlýnského potoka, čelní pohled.

Litologie: 1 – hnědočerná humózní drobtovitě rozpadavá hlína s ojedinělými klasty vápence (do 15 cm) s hranami korozí zaoblenými; 2 – písčitá, tmavě hnědá, humózní, drobtovitě rozpadavá hlína s ojedinělými klasty vápence do 10 cm (10%), v dolní části četnější; 3 – slabě jílovitý písčitý štěrk s četnými klasty vápence do 30 cm, s ojedinělými pěnovcovými inkrustacemi (rozvolněná suť se štěrkopískem); 4 – světle hnědý pěnovec, v horní části na styku s nadložím se zvlněnou Fe/Mn linií, občasné klasty do 3 cm, v místě uložení klastů šedobílé sintrové povlaky; 5 – světleji hnědý hrubý pěnovec s šedobílými povlaky v pórech, četné ostrohranné klasty (6-15 cm), s hranami korozí zaoblenými; 6 – hnědý písčitý pěnovec s ojedinělými klasty do 4 cm, bez šedobílých povlaků; 7 – hnědý písčitý pěnovec, slabě jílovitý, s hojnými drobnými klasty (1 cm) a ojedinělými většími (8 cm) s korozí zaoblenými hranami; 8 – hnědý písčitý pěnovec s občasnými pěnovcovými hrudkami, s četnými malými (0,7 cm) a několika většími klasty (8 cm); 9 – hnědý písčitý štěrk, slabě jílovitý, s hojnými pěnovcovými inkrustacemi; 10 – hnědý písčitý štěrk se sypkým pěnovcem a několika vápencovými klasty do 12 cm se zřetelně zaoblenými hranami; 11 – hnědý písčitý štěrk na bázi v klasty do 8 cm, v místech uložení velkých klastů velké póry s jílovitým filmem, hojné pěnovcové inkrustace; 12 – hnědý, jílovito-písčitý pěnovec, s ojedinělými klasty do 5 cm, korozí zaoblenými hranami; 13 – hnědý, slabě jílovitý písčitý pěnovec, s občasnými pěnovcovými hrudkami (2 cm), četné vápencové klasty (15 až 35 cm) se zaoblenými

hranami, některé klasty s navětralým povrchem, rezavé povlaky na matrix v místě uložení klastů; 14 – rozpadavý hnědý pěnovec s četnými rezavými povlaky, slabě jílovitý, s ojedinělými klasty do 3 cm; 15 – hnědý písčitý pěnovec, slabě jílovitý, klasty do 5 cm; 16 – tmavě hnědý, jílovito-písčitý pěnovec, na bázi s klasty 5 – 12 cm, v místě uložení klastů četné volné póry.

5.3.6.2 Malakologie

V celém souvrství 16-1 byly zjištěny četné měkkýší pozůstatky, které umožnily hlubší analýzy, s výjimkou polohy 3, ve které bylo zjištěno jen chudé společenstvo sestávající pouze z 6 druhů měkkýšů (Tab. 8).

Již v podložní vrstvě 16 narážíme na bohatou malakofaunu, ve které se vedle citlivějších lesních druhů jako *Ena montana*, *Macrogastera plicatula*, *Sphyradium doliolum*, *Vertigo pusilla* a dalších objevuje řada význačnějších druhů měkkýšů. Především zaujme výskyt plžů *Vitrea crystallina* a *Trichia sericea*, kteří v Českém krasu charakterizují starší polovinu holocénu a později mizí. Jejich výskyt byl doložen i v nadložní vrstvě 15, resp. 14 v dosti hojném počtu. V souvrství 15-14 byl již doložen další z význačných druhů – plž *Bulgarica cana*, který je značně citlivým lesním prvkem a jehož výskyt se v profilu omezoval jen na toto souvrství. Tyto doprovází řada dalších vlhkomilných lesních druhů jako *Macrogastera ventricosa*, *Clausilia pumila* nebo *Urticicola umbrosus*. Prvky otevřených stanovišť jsou v podložním souvrství 16-15 zastoupeny jen omezeným počtem druhů, ale počínaje vrstvou 14 již dochází k jejich čtenějšímu výskytu, takže se zde objevují druhy jako *Cepaea vindobonensis*, *Vallonia pulchella* i *Vertigo pygmaea* a další, a to za stálé a poměrně hojné přítomnosti druhu *Vallonia costata*. Směrem do nadložních vrstev jejich podíl nebývále stoupá, zatímco u druhů lesních podíl klesá. Tento trend je všeobecně vidět až do vrstvy 10, ve vrstvě 9 a 8 podíl lesních druhů opět stoupl na úkor podílu druhů z ekologické skupiny B, ale v dalším nadložním souvrství 7-6 již dochází k výraznému snížení podílu lesních prvků, což je zcela patrné na histogramech a malakodiagramu (Obr. 22, 23).

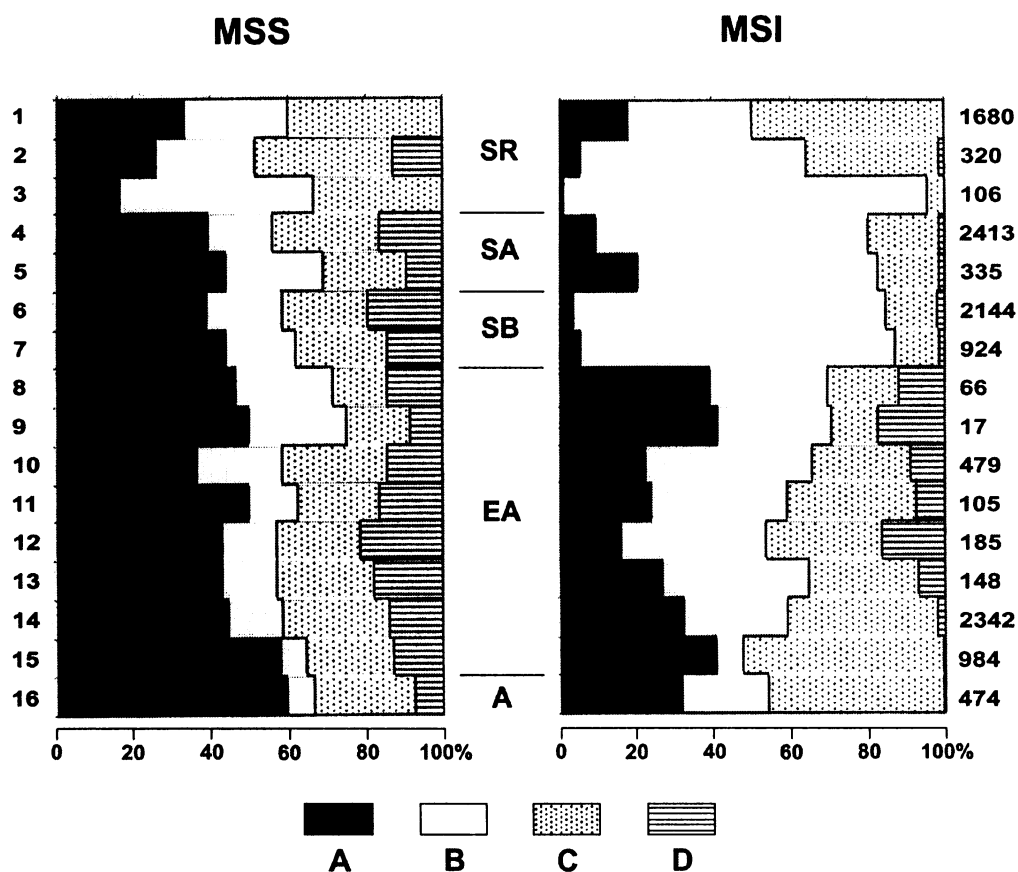
Souvrství 13-8 chová zvláštní znaky ve skladbě malakocenóz, kde hlavně prvky vlhkomilné s různou vazbou na oslunění nebo zastínění se střídají. S rostoucím podílem heliofilního plže *Vertigo angustior* mírně klesají výskyty lesních vlhkomilných druhů *Clausilia pumila* a *Macrogastera ventricosa*, což by indikovalo rychlé změny ve vegetačním a stromovém krytu. Ve vrstvách 10 a 8 byl také zjištěn význačný xerothermní prvek *Truncatellina claustralis*. Je zřejmé, že v nivě potoka nemohl přebývat, takže jeho výskyt zde pochází z poloh xerothermních skal nad potokem. Stejného původu je pravděpodobně i stepní *Chondrula tridens* ve vrstvě 10, což ukazuje, že již v době ukládání těchto souvrství panovaly na okolních svazích či skalních stanovištích xerothermní osluněné biotopy.

Tab. 8: Kvalitativní a kvantitativní zastoupení měkkýšů (Mollusca), pěnovcová akumulace v údolí Mlýnského potoka, Zadní Kopanina. Ekologická a biostratigrafická charakteristika viz. Tab. 3.

Ekologická a biostratigrafická charakteristika		Seznam druhů	Malakofauna (MF)																
			16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
A	1 W	! <i>Acanthinula aculeata</i> (Müller)	6	25	83	4	1	1	12	-	6	3	5	6	23	-	7	62	
		! <i>Aegopinella pura</i> (Alder)	16	24	53	2	1	-	5	-	-	-	-	-	3	-	-	6	
		! <i>Bulgarica cana</i> (Held)	-	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		! <i>Cochlodina laminata</i> (Montagu)	3	13	5	-	-	2	8	-	1	2	1	1	6	-	-	-	1
		! <i>Ena montana</i> (Draparnaud)	1	3	1	3	1	3	2	-	2	1	2	3	9	-	-	-	-
		! <i>Macrogastra plicatula</i> (Draparnaud)	3	4	1	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
		! <i>Merdigera obscura</i> (Müller)	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	1	59
		! <i>Monachoides incarnatus</i> (Müller)	5	7	11	1	2	3	6	1	2	3	10	3	6	-	2	13	13
		(G) <i>Oxychilus depressus</i> (Sterki)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	7	-	-	-	-	-
		! <i>Sphyradium doliolum</i> (Bruguière)	11	38	78	5	2	-	7	1	-	2	4	10	38	-	-	-	-
(!) <i>Vertigo pusilla</i> Müller	10	21	29	2	2	3	14	-	2	12	14	5	6	-	3	65	65		
2	W(M)	! <i>Alinda biplicata</i> (Montagu)	2	5	13	2	2	3	5	1	1	1	5	3	3	-	1	29	
		! <i>Cepaea hortensis</i> (Müller)	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	1	-	
		! <i>Discus rotundatus</i> (Müller)	21	57	168	11	3	1	12	-	3	2	5	2	7	-	-	6	
	W(S)	! <i>Aegopinella minor</i> (Stabile)	20	73	249	6	6	2	13	2	1	8	16	12	98	-	1	59	
		(!) <i>Fruticicola fruticum</i> (Müller)	7	7	9	-	2	4	9	-	3	3	6	2	2	1	2	-	
W(H)	! <i>Helix pomatia</i> Linnaeus	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	1	-	-	-	1		
W(H)	(+) <i>Vitrea crystallina</i> (Müller)	43	101	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-		
3	W(h)	(G) <i>Clausilia pumila</i> C. Pfeiffer	1	9	32	1	6	-	4	1	2	1	3	7	14	-	-	-	
		! <i>Macrogastra ventricosa</i> (Draparnaud)	1	3	19	1	-	1	5	-	1	7	6	5	4	-	-	-	
		! <i>Urticicola umbrosus</i> (C. Pfeiffer)	-	2	4	2	1	1	-	-	1	2	2	-	1	-	-	-	
4	S	M <i>Cecilioides acicula</i> (Müller)	-	-	-	-	-	-	-	-	7	3	11	4	96	102	47		
		(+) <i>Chondrula tridens</i> (Müller)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	S(W)	!! <i>Cepaea vindobonensis</i> (Férussac)	-	-	1	2	-	3	1	1	2	4	1	2	-	1	1	1	
		!! <i>Truncatellina claustralis</i> (Gredler)	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	O	+ <i>Pupilla muscorum</i> (Linnaeus)	-	-	-	-	4	-	3	-	1	-	1	2	4	-	2	10	
		(!) <i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac)	-	2	93	3	-	4	8	-	1	112	320	34	409	-	12	65	
		(+) <i>Vallonia costata</i> (Müller)	104	68	443	42	55	30	152	3	13	624	1401	151	1264	2	54	375	
		<i>Vallonia excentrica</i> Sterki	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	1	-	-	6	5	
		G <i>Vallonia pulchella</i> (Müller)	-	-	85	9	9	3	30	1	2	4	4	7	23	2	2	11	
(G) <i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud)	1	-	5	-	2	-	5	-	1	3	3	1	2	-	8	31			
6	X	! <i>Bulgarica nitidosa</i> (Uličný)	-	-	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		(!) <i>Cochlicopa lubricella</i> (Porro)	5	28	14	2	1	3	7	1	-	15	38	2	18	-	10	40	
		(!) <i>Euomphalia strigella</i> (Draparnaud)	-	4	-	1	-	1	1	-	-	1	1	1	2	-	-	-	
		(+) <i>Cochlicopa lubrica</i> (Müller)	-	-	5	-	4	-	7	-	-	2	9	3	5	-	5	68	
		(+) <i>Euconulus fulvus</i> (Müller)	-	1	2	-	1	-	1	1	-	-	1	-	1	-	-	1	
		(+) <i>Limacidae/Agriolimacidae</i> sp. div.	-	-	-	-	-	-	1	-	2	1	1	6	-	1	5	-	
		M <i>Oxychilus cellarius</i> (Müller)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	24	
		(+) <i>Perpolita hammonis</i> (Ström)	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	
		(+) <i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud)	2	7	41	1	7	5	12	-	1	5	19	-	33	-	10	60	
		+ <i>Trichia hispida</i> (Linnaeus)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	27	-	9	115	
(+) <i>Trichia sericea</i> (Draparnaud)	2	4	13	-	-	-	1?	-	1?	2?	-	-	-	-	-	-	-		
! <i>Vitrea contracta</i> (Westerlund)	1	1	2	2	-	1	2	-	-	-	-	2	1	4	43	33			
(G) <i>Vitrina pellucida</i> (Müller)	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	1	-	4	104			
8	H	! <i>Carychium tridentatum</i> (Risso)	202	465	815	34	42	25	86	-	9	81	216	41	343	1	18	290	
		(!) <i>Columella edentula</i> (Draparnaud)	-	-	15	-	-	-	3	-	-	-	4	-	2	-	1	35	
		+ <i>Succinella oblonga</i> (Draparnaud)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	59
9	P	G <i>Carychium minimum</i> Müller	1	2	28	3	5	1	10	-	2	5	16	-	15	-	-	-	
		<i>Oxyloma elegans</i> (Risso)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
		G <i>Vertigo angustior</i> Jeffreys	-	-	-	2	4	3	11	-	2	1	1	-	21	-	1	-	
		G <i>Vertigo antivertigo</i> (Draparnaud)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	
		(+) <i>Zonitoides nitidus</i> (Müller)	-	1	2	1	1	-	1	-	-	-	4	-	1	-	-	-	
10	FPpQ	(+) <i>Pisidium casertanum</i> (Poli)	2	-	8	2	10	2	8	3	3	3	4	1	1?	-	1	-	
		<i>Pisidium personatum</i> Malm	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	
	S(F)	G <i>Radix peregra</i> (Müller)	-	-	4	-	7	2	1?	-	-	1	6	1	1	-	-	-	
	SQpp	(+) <i>Galba truncatula</i> (Müller)	-	1	6	2	3	-	13	-	-	2	6	3	2	-	1	-	
Počet druhů			27	31	36	28	29	24	42	12	28	34	37	32	43	6	31	30	
Počet jedinců			474	984	2342	148	185	105	479	17	66	924	2144	335	2413	106	320	1680	
Chronologie			A				EA				SB		SA			SR			

Jak již bylo výše zmíněno, v souvrství 7-6 vzrůstá významně podíl prvků otevřené krajiny, což souvisí se značným vysušením, podmíněným pravděpodobně i ústupem lesa, na což ukazují i zvýšené výskyty plže *Cochlicopa lubricella* a opětovného výskytu keřové *Euomphalia strigella*. To by indikovalo podmínky subboreálu. V nadloží ve vrstvách 5 a 4 je opět náznak zvlhčení, prvky lesní a vlhkomilné opět mírně nabývají na vyšším podílu (např. *Acanthinula aculeata*, *Cochlodina laminata*, *Ena montana*, *Sphyradium doliolum*, *Clausilia pumila*), zatímco klesá podíl druhů otevřených stanovišť, což ukazuje na subatlantické podmínky.

Nadložní souvrství 3-1 je již zcela jiného rázu, co se týče měkkýších pozůstatků. Ve vrstvě 3 nacházíme jen fragmenty tehdejších malakocenóz, s výjimkou terikolní *Cecilioides acicula*, která je zde zastížena ve velice hojném počtu a v tomto trendu pokračuje i ve vrstvách 2 a 1. V těchto humózních horizontech je fauna opět poměrně bohatá. Objevují se zde jednak *Oxychilus cellarius*, dočasně sem pronikla i vlhkomilná *Oxyloma elegans*, ale opět vymizela.



Obr. 22: Zadní Kopanina, histogramy MSS a MSI. Ekologické skupiny: A – les (všeobecně), B – bezlesí, C – les/bezlesí, D – mokřady, vody. Levý sloupec – číslo vrstvy, střední – chronologie (A – atlantik, EA – epiatlantik, SB – subboreál, SA – subatlantik, SR – subrecent), pravý – suma jedinců.

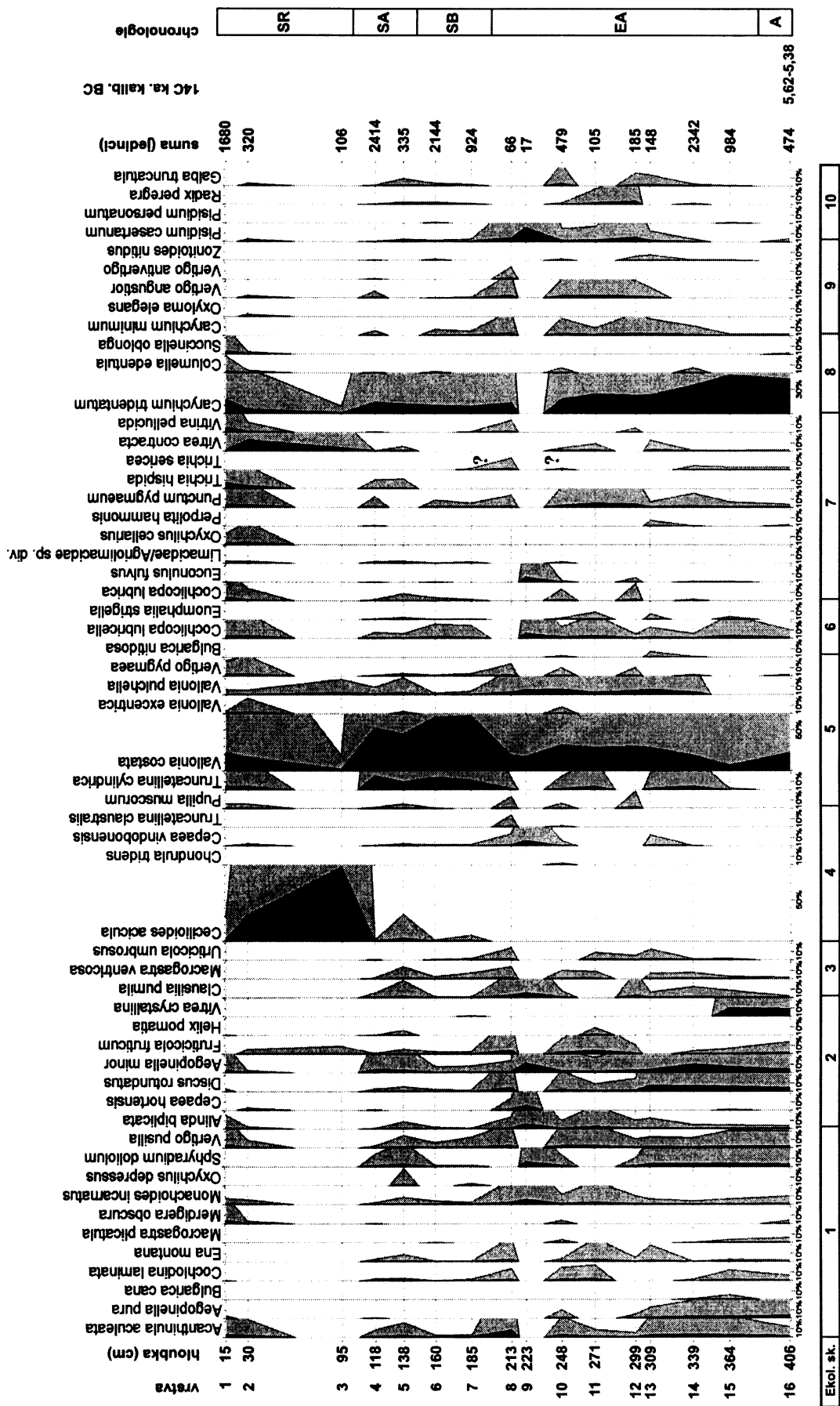
5.3.6.3 Radiometrická data a chronologie

Jak indikuje zjištěná malakofauna, již v samotné bázi profilu (vrstva 16) byl zachycen střední holocén, což nejlépe dokládá skladba lesních malakocenóz, která dominuje prvkům otevřených stanovišť. Datováním vzorku uhlíků (ZK-16), které byly získány z tohoto horizontu, bylo zjištěno stáří 5,62-5,38 ka BC (Tab. 2, Obr. 7, 21), což představuje atlantického období. Je zřejmé, že pěnovcová terasa má zcela jistě pokračování do hlubších souvrství, které se ale nepodařilo odkrýt.

Lesní malakocenózy pocházející ze souvrství 15-13 vykazují maximální druhovou diverzitu a zároveň lesní druhy mají i nejvyšší počty jedinců, což ukazuje ještě na časné fáze epiatlantiku v rámci holocenního klimatického optima, kdy stále docházelo k rozmachu lesních malakofaun. Typický prvek malakocenóz lesního optima plž *Bulgarica cana* ve vrstvě 14 mizí, *Vitrea crystallina* dokonce již ve vrstvě 15, ale plž *Trichia sericea* si ještě ve vrstvě 14 udržuje poměrně silné zastoupení. Trend rozmachu lesních malakocenóz je však narušen počínajícím kolísáním klimatu, které je charakteristické pro epiatlantické období, což je dobře patrné ve vzájemných poměrech prvků lesa a otevřených stanovišť (Obr. 22), a které kulminuje vrstvou 7, kdy dochází k výraznému zvratu a prvky otevřených stanovišť zcela svým kvantitativním zastoupením dominují. To je charakteristické pro subboreální období, které ještě přetrvává v záznamu malakocenóz i ve vrstvě 6. Zlepšení klimatu, tedy částečné zvlhčení je patrné v nadloží, kdy lesní druhy nabývají mírně na vyšším podílu, takže můžeme souvrství 5-4 řadit k subatlantickému období.

Pro subrecentní vrstvy je již typické výskyt novodobých imigrantů *Cecilioides acicula* a *Oxychilus cellarius*, které tak vymezují souvrství 3-1.

Z celkového pohledu je zřejmé, že řada lesních prvků nebyla vůbec podchycena, např. chybějí takové citlivější druhy jako *Helicodonta obvoluta*, *Isognomostoma isognomostomos*, *Petasina unidentata bohemica* nebo *Vitrea diaphana*, což ukazuje na to, že lesní společenstva zde nedosáhla svého maxima a byla ve svém vývoji pozastavena. Řada druhů citlivějších lesních druhů byla podchycena, např. *Macrogastra plicatula*, *Clausilia pumila*, *Macrogastra ventricosa* nebo *Sphyradium doliolum*, hojněji zastoupené epiatlantických vrstvách, ale v současnosti v údolí již nežijí.



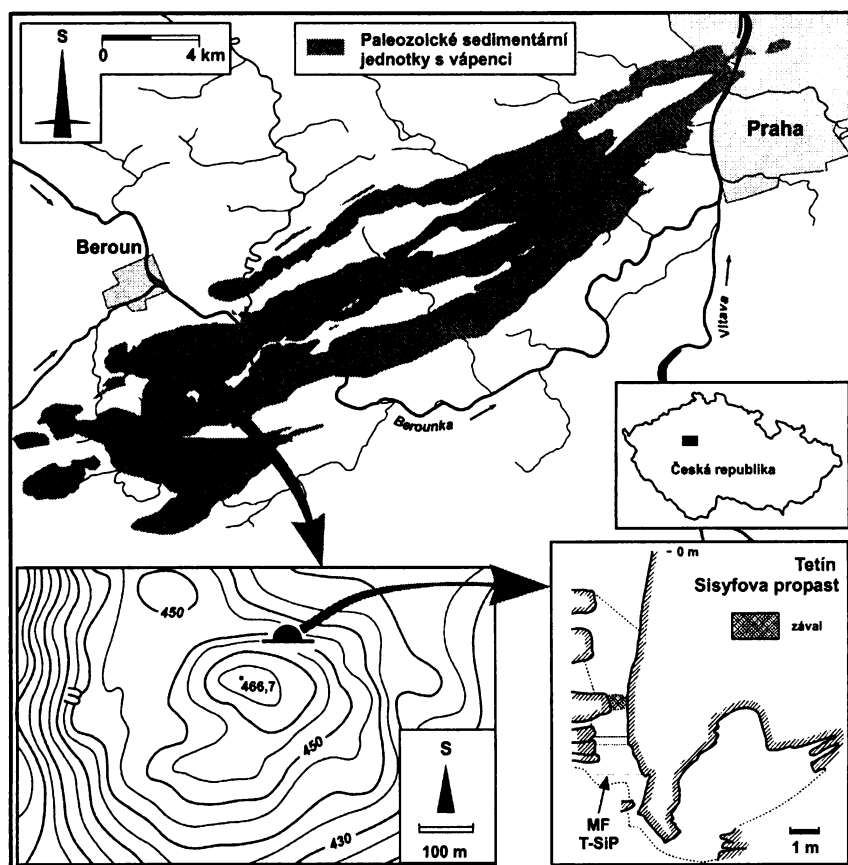
Obr. 23: Zadní Kopanina, malakodiagram.

5.3.7 Tetín – Sisyfova propast

Lokalita Sisyfova propast (N: 49°55'49'', E: 14°05'34'' – Obr. 2) se nachází přibližně 2,2 km JJZ od Tetína, 100 m SSV od Tobolského vrchu (k. 466,7) v nadmořské výšce asi 440 m (Obr. 24). Při prolongačních pracích byly v propasti učiněny archeologické a antropologické nálezy, které zpracovával S. Vencl (Sklenář & Matoušek 1994). V suťových polohách zhruba v hloubce 8 m byly nalezeny kostry 3 lidí spolu s keramikou, která pravděpodobně patří mladší době bronzové (knovízská kultura), případně době železné (halštatská k.) (Vencl, os. sděl.). Z polohy kosterních pozůstatků a keramiky byl odebrán vzorek pro malakologickou analýzu o objemu 6 dm³.

5.3.7.1 Litologie

Poloha, ze které byly odebrány vzorky na analýzu (MF T-SiP – Obr. 24), sestávala ze suťové akumulace pod závalem, který uzavíral vertikální část propasti v hloubce 5-6 m. Výplň polohy tvořily ostrohranné vápencové úlomky s hnědou hlinitou matrix.



Obr. 24: Geografická poloha Sisyfovy propasti na Tobolském vrchu u Tetína (k. 466,7). Detail vlevo dole určuje polohu propasti, detail vpravo dole schematický náčrt s lokalizací odběru vzorku (MF T-SiP).

5.3.7.2 Malakologie

Malakologické nálezy ve vzorku T-SiP z archeologického horizontu s kosterními pozůstatky a keramikou poskytly poměrně bohatý materiál fosilních měkkýšů. Je třeba zdůraznit, že mezi fosilními ulitami se nevyskytly žádné s recentními znaky, tedy takové, které by indikovaly tanatocenózy materiálem přímo recentním. Vyjma prvků mokřadních a vodních byly zastoupeny druhy všech tří hlavních ekologických skupin – druhy lesní, druhy otevřených stanovišť a druhy indiferentní (Tab. 9).

Druhově nejbohatší skupinu tvořily prvky lesní – 12 druhů, 2 druhy patřily mezi prvky otevřené krajiny, 8 druhů pak řadíme mezi ekologicky indiferentní prvky. Mezi lesními druhy se překvapivě objevil i plž *Discus ruderatus* (1 ks), staroholocenní prvek, který na volných stanovištích v Českém krasu přežívá ještě v atlantické fázi postglaciálu. Měkkýší tanatocenóze výrazně dominují především lesní druhy *Monachoides incarnatus*, *Discus rotundatus*, *Alinda biplicata* a *Aegopinella minor*, spolu s drobnými plži *Acanthinula aculeata* a *Vertigo pusilla*. Doprovázejí je také citlivější *Macrogastra plicatula* a dokonce v jednom jedinci také vlhkomilná *Macrogastra ventricosa*.

Mezi druhy otevřených stanovišť se objevily pouze plži *Truncatellina cylindrica* a *Vallonia costata*, oba dva pouze po jednom jedinci. Druhů xerotermních křovin byl zjištěn opět nízký počet – *Euomphalia strigella* a pravděpodobně i *Bulgarica cf. nitidosa*.

Výrazněji kvantitativní zastoupení již mají druhy z ekologické skupiny C s mezickými nároky. Hojně byl zjištěn drobný plž *Punctum pygmaeum* a také *Euconulus fulvus*, obdobných ekologických nároků, ale vůbec nejhojnějším plžem z ekologické skupiny C byl zjištěn vlhkomilný drobný plž *Carychium tridentatum*, kterého doprovázel velice slabě zastoupený plž *Columella edentula*.

5.3.7.3 Environmentální charakteristika

Stáří výplně podle archeologické datace nálezů keramiky by odpovídalo subboreálnímu období, případně období na přechodu subboreálu do atlantiku. Zjištěná tanatocenóza by takovému zařazení odpovídala, nicméně je zde jeden rušivý element, a to je výskyt jedné ulity druhu *Discus ruderatus*. Jeho ulita nevykazuje výraznějších rozdílů ve fosilizaci, nicméně je zřejmé, že na první pohled do celkového rámce malakologického obsahu nezapadá, neboť se jedná o staroholocenní prvek, jehož těžiště rozšíření v Českém krasu je v preboreálu a boreálu s přesahem do atlantiku. Pravděpodobně se jedná o druhotné zavlečení do horizontu s archeologickým inventářem.

Tab. 9: Kvalitativní a kvantitativní zastoupení měkkýšů (Mollusca), výplň komínu v Sisyfově propasti na Tobolském vrchu, Tetín. Ekologická a biostratigrafická charakteristika viz. Tab. 3.

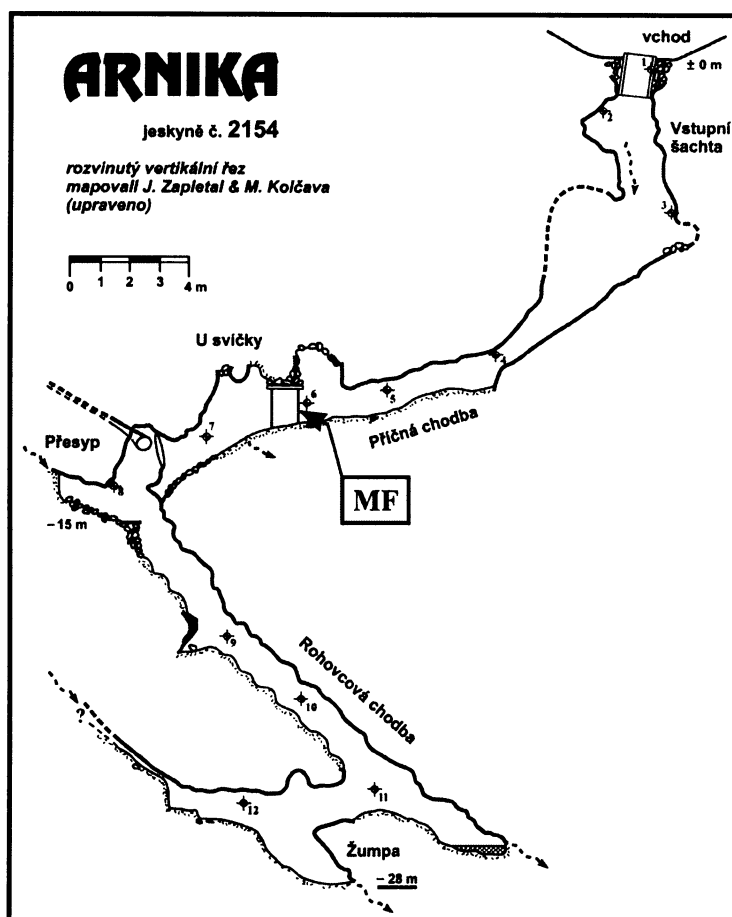
Ekologická a biostratigrafická charakteristika		Seznam druhů	T-SiP MF			
A	1	W	!	<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller)	75	
			!	<i>Aegopinella pura</i> (Alder)	21	
			!	<i>Cochlodina laminata</i> (Montagu)	38	
		(G)		<i>Discus ruderatus</i> (Férussac)	1	
			!	<i>Macrogastra plicatula</i> (Draparnaud)	6	
			!	<i>Monachoides incarnatus</i> (Müller)	98	
		(!)	<i>Vertigo pusilla</i> Müller	52		
	2	W(M)	!	<i>Alinda biplicata</i> (Montagu)	142	
			!	<i>Discus rotundatus</i> (Müller)	1229	
	3	W(S)	!	<i>Aegopinella minor</i> (Stabile)	109	
		(!)	<i>Fruticicola fruticum</i> (Müller)	1		
	3	W(h)	!	<i>Macrogastra ventricosa</i> (Draparnaud)	1	
B	5	O	(!)	<i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac)	1	
			(+)	<i>Vallonia costata</i> (Müller)	1	
C	6	X	!	<i>Bulgarica</i> cf. <i>nitidosa</i> (Uličný)	1	
			(!)	<i>Euomphalia strigella</i> (Draparnaud)	1	
	7	Me		(+)	<i>Euconulus fulvus</i> (Müller)	54
				(+)	<i>Limacidae/Agriolimacidae</i> sp. div.	32
				(+)	<i>Perpolita hammonis</i> (Ström)	2
				(+)	<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud)	79
8	H		!	<i>Carychium tridentatum</i> (Risso)	1100	
			(!)	<i>Columella edentula</i> (Draparnaud)	2	
Počet druhů				22		
Počet jedinců				3046		

Budeme-li uvažovat ostatní zjištěné druhy autochtonního, resp. parautochtonního původu, vykazují měkkýši environmentální charakteristiky typické pro mladší polovinu holocénu. Chybějí význačné indikátory klimatického holocenního optima. Přesto v tanatocenóze není doloženo žádné výrazné odlesnění a ani dva zjištěné druhy otevřených stanovišť *Vallonia costata* a *Truncatellina cylindrica* neindikují větší plochy xerothermního rázu. Keřových druhů byl zastižen jen omezený počet, navíc ve velice nízkých počtech, což zavádí k tomu, že lokalita měla v době sedimentace archeologického horizontu víceméně stejný ráz. Převažovaly zapojené formace, jak na to ukazuje naprostá převaha lesních druhů, a vlhkostní poměry byly také příznivé, což indikuje nebývale vysoký počet druhu *Carychium tridentatum*.

5.3.8 Jeskyně Arnika

Jeskyně Arnika (N: 49°58'15'', E: 14°08'59'', asi 360 m n.m. – Obr. 2) vznikla v údolí Propadlé vody přibližně 1 km VSV od kostela ve Svatém Janu pod Skalou v devonských vápencích na křížení podélného a příčného zlomu s vrstevními plochami. Ústí jeskyně se otevřelo během vydatných dešťových srážek na přelomu května a června 1995. Bezprostředně provedený stopovací experiment prokázal spojení jeskyně Arnika s krasovým pramenem Ivanka vyvěrajícím ve Svatém Janu pod Skalou (Žák et al. 1996). Během prolongačních prací,

kteřé po objevení jeskyně následovaly, dosáhli členové ZO 1-05 Geospeleos hloubky –28 m. Při výkopových pracích byl odkryt profil ve fosiliferních jeskynních sedimentech (Obr. 25).



Obr. 25: Jeskyň Arnika, rozvinutý vertikální řez. Místo odběru vzorku pro malakologickou analýzu (MF) označuje šipka.

5.3.8.1 Litologie

Báze profilu vysokého 1,30 m se nachází v hloubce –11,10 m pod povrchem (Obr. 25). Sediment je tvořen hnědošedým až šedým prachovitým jílem bez zvrstvení s chaoticky rozptýlenými ostrohrannými až poloostrrohrannými vápencovými kameny o průměrné velikosti 3 cm, maximálně 10 cm, s ojedinělými bloky vápence do 30 cm velikosti a kameny rohovce dlouhé až 15 cm. V horní části profilu lze ojediněle nalézt valounky bílého křemene velké 2–3 cm. Primární vápnitost sedimentů umožnila zachování měkkýších pozůstatků, ale i fragmentů kostí obratlovců (Kadlec et al. 2002).

Ve vzorku byl spolu s měkkými pozůstatky a fragmenty kostí zjištěn také keramický střep, který byl datován s jistou dávkou pravděpodobnosti do doby halštatské, tj. mladší doby bronzové a starší doby železné (Matoušek 2002).

5.3.8.2 Malakologie

Přehled zjištěných měkkých je přehledně zobrazen v příložené tabulce, z níž lze vedle kvantitativního zastoupení čerpat i základní údaje o ekologické a biostratigrafické výpovědi jednotlivých druhů (Tab. 10).

Tab. 10: Kvalitativní a kvantitativní zastoupení měkkých (Mollusca), vnitrojeskynní facie, j. Arnika.
Ekologická a biostratigrafická charakteristika viz. Tab. 3.

Ekologická a biostratigrafická charakteristika		Seznam druhů	Arnika MF 1
A	1	W ! <i>Acanthinula aculeata</i> (Müller)	4
		! <i>Cochlodina laminata</i> (Montagu)	4
		! <i>Helicodonta obvolvata</i>	2
		! <i>Macrogastra cf. plicatula</i> (Draparnaud)	1
		! <i>Monachoides incarnatus</i> (Müller)	3
2	W(M) ! <i>Discus rotundatus</i> (Müller)	7	
	W(S) ! <i>Aegopinella cf. minor</i> (Stabile)	5	
	(!) <i>Fruticicola fruticum</i> (Müller)	4	
B	4 S(W) !! <i>Cepaea vindobonensis</i> (Férussac)	1	
	5 O (!) <i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac)	2	
C	(G) <i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud)	6	
	(+) <i>Euconulus fulvus</i> (Müller)	2	
	(+) <i>Limacidae/Agriolimacidae</i> sp. div.	1	
	(+) <i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud)	6	
D	8 H ! <i>Carychium tridentatum</i> (Risso)	56	
	9 P G <i>Carychium minimum</i> Müller	2	
	10 SQPp (+) <i>Galba truncatula</i> (Müller)	10	
	FPpQ <i>Pisidium personatum</i> Malm	3	
počet druhů			18
počet jedinců			119

Již na první pohled z tabulky vyplývá, že se jedná o soubor malakocenóz, ve kterém vedle lesních druhů (ekoskupina A) zaujímají nezanedbatelné postavení i druhy otevřených (ekoskupina B) a vodních, resp. bažinných biotopů (ekoskupina D), doplněných o ekologicky indiferentní terestrické druhy (ekoskupina C). Je tak značně ztížena interpretace nálezů, které nelze přesněji datovat. Tím, že ve směsných společenstvech chybějí typické glaciální (sprašové) prvky, lze uvažovat sedimentaci až v období postglaciálním a nejspíše v jeho druhé polovině, neboť nebyly zastíženy i takové prvky, které na konci atlantiku mizejí z Českého

krasu (např. *Discus ruderatus*, *Perpolita petronella*, *Vertigo substriata*). Právě přítomnost plže *Helicodonta obvoluta*, který se během holocénu objevuje v Českém krasu až v období epiatlantickém (Ložek 1974a), ukazuje společně s dalšími výskyty lesních druhů na sedimentaci v období celé druhé poloviny holocénu. Vzhledem k tomu, že konchylie byly značně rozlámané a výjimečně se vyskytly neporušené (pouze u drobných plžů – rod *Carychium*, *Truncatellina cylindrica*, *Vertigo pygmaea*), lze předpokládat sedimentaci v několika časových úrovních, kdy častou redepozicí došlo k jejich destrukci. Tomu nasvědčuje i chaotické rozptýlení vápencových klastů ve studovaném profilu.

5.3.8.3 Environmentální charakteristika

Z hlediska vzhledu přírodního prostředí v okolí jeskynního vchodu ukazuje společná přítomnost druhů otevřených biotopů a keřových formací (*Truncatellina cylindrica*, *Vertigo pygmaea*, *Cepaea vindobonensis*) a druhů vodních a bažinných na zjevnou obměnu ekosystémů, kdy okolí mělo jednak ráz menší stepní až polostepní enklávy, nahrazené časově delší přítomností bažinného až vodního biotopu v důsledku zanesení krasové deprese nad jeskynním vchodem naplaveninami a znemožnění odtoku srážek do jeskynního systému. Nelze doložit, v jakém holocenním období převládaly, nicméně je zřejmé, že tento přechod byl doprovázen dlouhým obdobím, kdy okolí jeskyně pokrýval zapojený les obdobného rázu jako v současnosti, jak bylo zjištěno srovnáním na základě výzkumu recentní malakofauny.

6. Diskuze

6.1 Paleoenvironmentální vývoj

6.1.1 Kotýz, Císařská rokle a Voskop

Profily v pěnovcových tělesech na Kotýzu a v Císařské rokli představují paleomalakologický záznam, který je charakteristický pro obdobné profily v JZ části Českého krasu. Na Kotýzu se setkáváme s pestře členěným souvrstvím, které zahrnuje období od pozdního glaciálu až do současnosti (Tab. 3; Obr. 8-10), přičemž máme i radiometricky vymezené polohy, kdy docházelo ke hlavní akumulaci fázi srážení pěnovce bez zjevných náznaků hiátu. Jedná se o souvrství poloh 8-4, které bylo datováno do intervalu 5,20-3,09 ka BC, což v chronologii představuje holocenní klimatické optimum – atlantik a epiatlantik (*sensu* Jäger 1969). To je zde představováno plným rozvojem lesních malakocenóz, obdobně jako se s nimi setkáváme na blízké Kobyle (Ložek 1989) nebo i v sedimentárních polohách v Axamitově bráně (Matoušek et al. 1985). S drobnými odlišnostmi, které jsou zjevně dány polohou, se měkkýší společenstva shodují. Pouze na Kobyle byla např. zastižena citlivá *Macrogastra densestriata*, alpský prvek, který v lesním optimu epiatlantiku proniká do České vysočiny, zatímco v mladém holocénu opět mizí a stahuje se zpět do Alp. Tento druh byl zjištěn i v přilehlé oblasti Křivoklátska (Ložek 1976). Na Kotýzu zjištěn nebyl a zřejmě zde neměl vhodné podmínky. Nicméně zachovalost a plný rozvoj lesa na Kotýzu indikuje přítomnost řady citlivých lesních prvků jako např. *Bulgarica cana* nebo *Petasina unidentata bohemica* spolu s dalšími, které obměňují malakofaunu starého holocénu, která je zde reprezentována plži *Discus ruderatus*, *Trichia sericea*, *Vertigo substriata*, *Perpolita petronella* či *Vitrea crystallina*, zjištěná již v polohách pravděpodobně pozdně glaciálních. I tyto druhy tvoří vůdčí faunu v profilech v blízkém okolí. Ve vrstvě 7, kterou řadíme do epiatlantiku, byla zjištěna také *Laciniaria plicata*, která je dnes v celém Českém krasu vymřelá a představuje zde jeden z vůdčích druhů lesního optima. Překvapivý je výskyt skalního plže *Helicigona lapicida* až pozdě v mladoholocenním souvrství, ale pravděpodobně zde tento druh neměl vhodné podmínky vzhledem k absenci skalních útvarů, na kterých by mohl prosperovat, neboť nikterak nebyla doložena skalní *Clausilia dubia*, přestože je hojně dokumentována právě na Kobyle i v Axamitově bráně (Ložek 1989; Matoušek et al. 1985). Na Kotýzu je doložena výrazná environmentální změna, kterou snad můžeme přirovnat přímo ke kolapsu místního ekosystému. Na rozhraní vrstev 4 a 3 (Obr. 8, 9) je doložena zjevná a výrazná obměna lesních společenstev za společenstva otevřených stanovišť, což je patrné zejména na histogramu MSI (Obr. 9). V podstatě dochází k výraznému prosvětlení, pravděpodobně v důsledku odlesnění a

také i v důsledku klimatické změny, která je charakteristická pro subboreální období. Tak výrazná a především rychlá změna nebyla na lokalitách v JZ cípu Českého krasu prozatím zachycena.

V Císařské rokli byl odebrán jen omezený počet vzorků pro paleomalakologické analýzy, přesto se ale v konečném sčítání jedná o velice význačné a indikativní malakofauny (Tab. 5), které jsou navíc podloženy i radiometrickým datováním. Z polohy tmelené suti v kaskádě I, jejíž karbonátový tmel byl datován na stáří $9,46 \pm 1,2$ ka BP, se podařilo získat sice velice chudou malakofaunu, zato ovšem velice reprezentativní pro období časného holocénu. V ní dominují především druhy jako *Discus ruderatus* a *Vitrea crystallina*, což je v souladu i s nálezy z jiných lokalit v JZ části Českého krasu (Ložek 1974a). V nadložním souvrství, které je tvořeno strukturními pěnovci s polohami rozpadavých písčitých pěnovců se podařilo naopak zjistit zcela odlišnou malakofaunu. Plž *Discus ruderatus* je sice stále ještě přítomen, stejně jako *Vitrea crystallina*, nicméně je zde zjevná obměna společenstev za lesní s výraznou převahou prvků vlhkomilných (*Urticicola umbrosus*, *Macrogastera ventricosa*, *Clausilia pumila*). To dobře odpovídá klimatickému lesnímu optimu, kdy sice ještě přežívají staroholocenní prvky, a v Císařské rokli obzvláště, neboť je zde velice patrný i v současné době efekt klimatické inverze, ale řada citlivých lesních prvků dosahuje svého maxima (*Platyla polita*, *Vitrea diaphana*, *Petasina unidentata bohemica*). V kaskádě II v poloze tmelené suti, jejíž karbonátový tmel byl datován na stáří $5,92 \pm 1,52$ ka BP, byla zachycena malakofauna boreálu až časného atlantiku, což je zde indikováno ještě vysokým zastoupením druhu *Discus ruderatus*, ale také dalších staroholocenních prvků jako např. *Perpolita petronella*, *Vertigo alpestris* a *Vitrea crystallina*. Samo o sobě společenstvo indikuje krajinu parkovitou.

Profil na Voskopě neposkytl výrazněji členěné souvrství a ani fosilní obsah ničím výrazně nezaujal. Jedná se v tomto případě o typickou ukázkou planinového profilu, kde nevhodný geomorfologický povrch neumožňuje sedimentaci pestřejšího vrstevního sledu. Malakofauna zde zastižená má jen informativní ráz.

6.1.2 Srbsko-Bříč

V profilu Srbsko-Bříč (Obr. 17) byla v suťových polohách zachycena pravděpodobně jen subatlantická, popř. subrecentní malakofauna, sestávající ovšem z pestrého souboru malakocenóz (Tab. 6). Lokalita a její nejbližší okolí mělo v době akumulace sutí na úpatí skal ráz celkově polosuchých prosvětlených stanovišť, v nichž se občasné objevovaly vlhčí až mokřadní deprese s příznivějšími podmínkami pro výskyt vlhkomilných prvků. Na

zastíněných částech skal se ještě mohla uplatnit skalní *Clausilia dubia*, zatímco výše, již na zcela holých stěnách hojně žili epilitičtí plži *Chondrina avenacea* a *Pyramidula pusilla*. Na xerothermních skalních výčnělcích a vrcholových skalních hranách zcela převládaly xerothermní bylinné formace, jimž dominovaly stepní druhy a druhy otevřených stanovišť s významným citlivým prvkem *Truncatellina claustralis*. Tato fosilní malakofauna se v hrubých rysech shoduje s polohami v profilu Srbsko – Na Bříči (Ložek 1982). Především je zde patrná shoda ve výskytu prvků xerothermních a stepních, např. *Pupilla sterrii*, *Chondrula tridens*, *Granaria frumentum*, ale především *Truncatellina claustralis*, která však v současnosti zde již nežije. V naprostém kontrastu zde tehdy žily druhy skalních stepí, zatímco na úpatí skal v nivě Berounky se mohly uplatnit prvky mírně náročnějších na vlhkost, což indikuje přítomnost úzkých pásů poloplášťových a keřových formací středně vlhkého až xerothermního rázu (vzhledem k výskytu *Euomphalia strigella* a řady dalších nenáročných druhů lesa v širším smyslu).

6.1.3 Petránka

Pěnovcová akumulace Petránka má polohu zhruba uprostřed Českého krasu a představuje ukázkou téměř naprosté převahy lesních společenstev nad xerothermními (Tab. 7; Obr. 19, 20). Datováním vzorku uhlíku z vrstvy 6 bylo určeno stáří v intervalu $3,35 \pm 2,96$ ka BC, což v chronologii představuje epiatlantickou fázi lesního klimatického optima. Tomu také odpovídají i zjištěné malakocenózy, v nichž výrazně dominují lesní druhy s hojnou příměsí silně vlhkomilných prvků jako *Carychium minimum*, *C. tridentatum*, *Macrogastera ventricosa*, *Urticicola umbrosus* i *Vitrea diaphana* (Tab. 7).

Z blízkého okolí jsou známy fosilní měkkýši z výplavového kužele Karlického potoka u ústí do Berounky (Smolíková & Kovanda 1979) a z údolí Švarcavy (Ložek 2000f; Žák et al. 2001). je nutno zdůraznit, že porovnáním dostáváme naprosto odlišné sledy malakofaun. Zatímco na Petránce je stále v průběhu sukcese měkkýších společenstev patrná naprostá převaha lesních druhů, u obou výše zmiňovaných lokalit je v mladší polovině holocénu patrný mohutnější rozvoj otevřených stanovišť, což je indikováno mnohem větší druhovou pestrostí prvků stepních a xerothermních. Lesní malakocenózy zde také ovšem vykazují shody. Je zajímavé, že na všech třech lokalitách nebyl zjištěn citlivý lesní plž *Bulgarica cana*, který je jinak častý v polohách z lesního holocenního optima. Malakocenózy z výplavového kužele i z údolí Švarcavy jsou přesto mnohem bohatší ve srovnání s Petránkou – především je to patrné v mnohem bohatším zastoupení druhů mokřadních a vodních, což je zcela určitě

způsobeno i tvarem údolí, kde se mohla vytvářet takováto vhodná stanoviště, zatímco u kaskády na Petránce tyto možnosti byly značně omezené.

6.1.4 Zadní Kopanina

Profil v terase Mlýnského potoka pod Zadní Kopaninou (Obr. 21) se nachází již v SV cípu Českého krasu (Obr. 2). Pozdní glaciál a starší holocén nejsou zatím v nejbližším okolí lokality řádně podchyceny s výjimkou bohatých nálezů druhu *Fruticicola fruticum* ve spodním úseku holocenního souvrství v Dezortově lomu, které spadají zřejmě do boreálu (Ložek 1967). Poblíž, v bezvodé Kočkově rokli ve výplni jeskyně Podvojná byla zjištěna fosilní malakofauna zřejmě z období epiatlantiku, jak to dokládá vysoký počet lesních prvků (Ložek 1996b). Zároveň zde Ložek zastihl i prvek ze starší fáze – plže *Discus ruderatus*. V pěnovcové terase tento druh již zastižen nebyl, nicméně malakocenózy ukazují na lesní klimatické optimum. Vzorek uhlíků, které byly podrobeny radiokarbonovému datování, poskytl stáří 5,62-5,38 ka BC, což podle chronologie lze řadit do atlantiku. To je v mírném rozporu s nálezem z blízké j. Podvojná, neboť v tomto období by plž *D. ruderatus* musel žít i ve vlastním údolí Mlýnského potoka.

Celkové paleomalakologické poměry, které byly zjištěny v polohách pěnovců, jsou zcela odlišné od předchozích zmiňovaných (tedy Kotýz, Císařská rokli, Petránka) – Tab. 8. Ještě na bázi profilu zastihujeme plže *Vitrea crystallina* a *Trichia sericea*, spolu s citlivým plžem *Bulgarica cana* a řadou dalších význačných lesních druhů. Směrem do nadloží však tyto druhy ustupují, až úplně mizí za současného vymizení dalších lesních prvků (*Macrogastera plicatula*, *M. ventricosa*, *Clausilia pumila*, *Sphyradium doliolum*). V současnosti žijí v údolí jen fragmenty původně bohatších malakocenóz. Nikde v profilu nebyly zjištěny význačné lesní druhy jako *Helicodonta obvoluta*, *Isognomostoma isognomostomos*, *Petasina unidentata bohemica*, *Platyla polita* nebo *Vitrea diaphana*, které byly jako běžné zjištěny v profilech na Kotýzu nebo v Císařské rokli a které jsou dokumentovány z řady míst na Karlštejnku (Ložek 1974a). To odpovídá tomu, že lesní malakocenózy se zde plně nevyvinuly a s výjimkou dočasně proniknuvších druhů jako *Bulgarica cana* nebo *Macrogastera plicatula*, se zde citlivější lesní prvky neudržely. Podobný stav byl zastižen i v pěnovcích na Petránce, kde sice plž *Vitrea diaphana* byl zastižen, nicméně na úkor řady jiných druhů, které se zde vůbec neobjevily.

V tomto se lokalita v Zadní Kopanině shoduje s celou oblastí Radotínského, Prokopského údolí, Malé Chuchle i Švarcavy, kde též nebyly zjištěny plně rozvinuté lesní malakocenózy (Ložek 1988).

6.1.5 Sisyfova propast a Arnika

Stáří výplně Sisyfovy propasti by podle archeologické datace nálezů keramiky mělo odpovídat subboreálnímu období, případně období na přechodu subboreálu do atlantiku. Zjištěná tanatocenóza (Tab. 9) by takovému zařazení odpovídala, nicméně je zde jeden rušivý element, a to je výskyt jedné ulity druhu *Discus ruderatus*. Jeho ulita nevykazuje výraznějších rozdílů ve fosilizaci, nicméně je zřejmé, že na první pohled do celkového rámce malakologického obsahu nezapadá, neboť se jedná o staroholocenní prvek, jehož těžiště rozšíření v Českém krasu je v preboreálu a boreálu s přesahem do atlantiku. Pravděpodobně se jedná o druhotné zavlečení do horizontu s archeologickým inventářem.

Budeme-li uvažovat ostatní zjištěné druhy autochtonního, resp. parautochtonního původu, vykazují měkkýši environmentální charakteristiky typické pro mladší polovinu holocénu. Chybějí význačné indikátory klimatického holocenního optima. Přesto v tanatocenóze není doloženo žádné výrazné odlesnění a ani dva zjištěné druhy otevřených stanovišť *Vallonia costata* a *Truncatellina cylindrica* neindikují větší plochy xerothermního rázu. Keřových druhů byl zastížen jen omezený počet, navíc ve velice nízkých počtech, což zavádí k tomu, že lokalita měla v době sedimentace archeologického horizontu víceméně stejný ráz. Převažovaly zapojené formace, jak na to ukazuje naprostá převaha lesních druhů, a vlhkostní poměry byly také příznivé, což indikuje nebývale vysoký počet druhu *Carychium tridentatum*.

Měkkýši nálezy z výplně jeskyně Arnika jsou znázorněny v tabulce (Tab. 10), která shrnuje ekologické a biostratigrafické charakteristiky jednotlivých měkkýších druhů. Z hlediska vzhledu přírodního prostředí v okolí jeskynního vchodu u Arniky ukazuje společná přítomnost druhů otevřených biotopů a keřových formací (*Truncatellina cylindrica*, *Vertigo pygmaea*, *Cepaea vindobonensis*) a druhů vodních a bažinných na zjevnou obměnu ekosystémů, kdy okolí mělo jednak ráz menší stepní až polostepní enklávy, nahrazené časově delší přítomností bažinného až vodního biotopu v důsledku zanesení krasové deprese nad jeskynním vchodem naplaveninami a znemožnění odtoku srážek do jeskynního systému. Nelze doložit, v jakém holocenním období převládaly, nicméně je zřejmé, že tento přechod byl doprovázen dlouhým obdobím, kdy okolí jeskyně pokrýval zapojený les obdobného rázu jako v současnosti, jak bylo zjištěno srovnáním na základě výzkumu recentní malakofauny.

Z malakologických nálezů z výplně komínu Sisyfovy propasti a z jeskyně Arnika vyplývá, že nejsou příliš vhodnými lokalitami pro biostratigrafický výzkum, neboť je zde nebezpečí druhotné kontaminace nebo míšení různě starých faun.

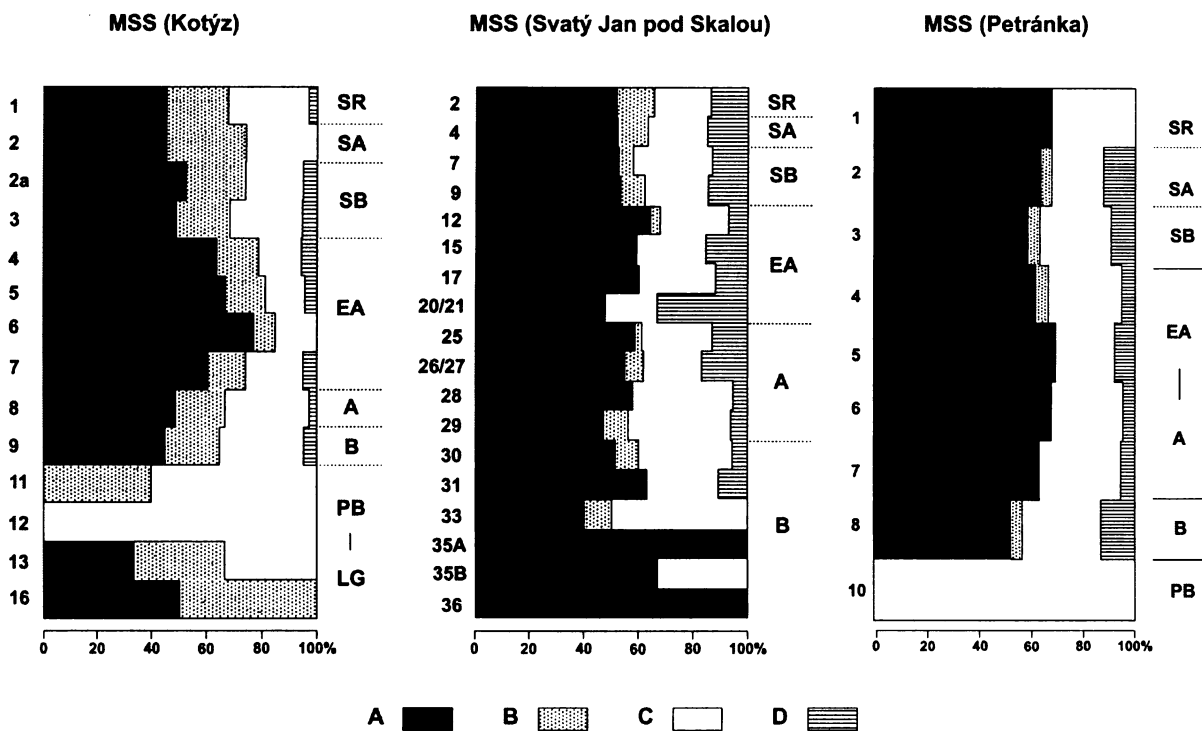
6.2 Pěnovcové kaskády

6.2.1 Tvorba pěnovcových kaskád

Tvorba pěnovcových kaskád v Českém krasu ukazuje na mnoho podobných znaků podmíněných klimatickým a hydrologickým vlivem. Formování pěnovcových kaskád, které se vytvářely na dnech krasových údolí, musí být pozdějšího data, než je ukončena intenzivní fluviální eroze charakteristická pro hranici glaciál-holocén (Vandenberghe 1993; Vandenberghe et al. 1994). Pěnovce jsou obvykle v nadloží vápencových sutí pocházejících z přilehlých svahů. Mocnost zachovalých sutí většinou do značné míry záleží na charakteru zdroje paleozoických hornin, které tvoří svahy, a na erozivním potenciálu toku na místě, kde se kaskády počínají tvořit. Malakocenózy zjištěné v sutích dokládají boreální stáří těchto svahovin.

Sutě v Císařské rokli jsou druhotně tmelené karbonátem, který se vysrážel z krasových vod. Stáří karbonátu bylo radiometricky datováno na $9,46 \pm 1,20$ ka BP a $5,92 \pm 1,52$ ka BP (Tab. 1; Obr. 14, 16). Pěnovcová kaskáda ve Svatém Janu p. Skalou se také začala tvořit v boreálu (Žák et al. 2001, 2002). Masivní strukturní pěnovce s minimem klastické příměsi se ukládaly ve všech kaskádách pod klimaticky příznivými podmínkami atlantiku. Akumulace těchto strukturních pěnovců dosahují 2-5 m mocnosti (Kovanda 1971; Ložek 1992). Srážení pěnovců pokračuje i v pozdním období holocenního klimatického optima – epiatlantiku (*sensu* Jäger 1969). Krátkodobé kolísání klimatu, kterým je epiatlantik charakteristický, se projevuje střídáním sušších a vlhčích period. Tyto krátkodobé klimatické oscilace jsou indikovány horizonty iniciálních karbonátových pūd a suťovými polohami v pěnovcích. Klimatické oscilace kulminují výrazně suchým a teplým subboreálním obdobím (*sensu* Jäger 1969). Sedimentární sled v mladších polohách pěnovcových kaskád je litologicky značně variabilní se střídavými polohami sypkých a pevných pěnovců, koluvio-fluviálních sedimentů a pūdních horizontů (Žák et al. 2001). Stádia hlavní akumulace kaskád v Českém krasu jsou ukončena v pozdním subboreálu kolem 2500 BP (Žák et al. 2002).

Malakocenózy zjištěné v pěnovcových tělesech ukazují řadu stejných znaků. Malakospektrální analýzy z lokalit Kotýz, Svatý Jan p. Skalou a Petránka ukazují podíl počtu druhů v hlavních ekologických skupinách (Obr. 26).



Obr. 26: Kotýz, Svatý Jan pod Skalou a Petránka, histogramy MSS.

Ekologické skupiny: A – les (všeobecně), B – bezlesí, C – les/bezlesí, D – mokřady, vody. Popisky u histogramu: Levý sloupec – číslo vrstvy, pravý – chronologie (PG – pozdní glaciál, PR – preboreál, B – boreál, A – atlantik, EA – epiatlantik, SB – subboreál, SA – subatlantik, SR – subrecent). Počty druhů v profilu Svatý Jan pod Skalou jsou převzaty z Žáka et al. (2001).

Podložní polohy pěnovcového tělesa Kotýz (vrstvy 16-11), Svatého Jana pod Skalou (vrstvy 36-31) a Petránky (vrstva 10) obsahují velice chudý malakologický materiál, proto je poměr mezi lesními druhy a druhy otevřených stanovišť, popř. druhy z jiných ekologických skupin značně zkreslený. Naproti tomu nadložní vrstvy jsou již malakologicky bohaté a mohou být využitelné pro srovnání. Jak ukazují histogramy, nadložní vrstvy holocenního klimatického optima (atlantiku a epiatlantiku) charakteristické intenzivní tvorbou pěnovců, se vyznačují dominující lesní faunou, zatímco prvky otevřených stanovišť jsou slabě zastoupeny (Svatý Jan pod Skalou, Kotýz) nebo téměř zcela chybějí (Petránka). To ukazuje na plně rozvinuté lesní formace s převahou vlhkomilných druhů měkkýšů. V epiatlantické fázi nastávají klimatické oscilace, které kulminují subboreální fází, což se projevuje v potlačení lesních společenstev a zvýšený nástup prvků otevřené krajiny. To je zvláště patrné v histogramech z Kotýzu (Obr. 9), ze Zadní Kopaniny (Obr. 22), částečně i ze Svatého Jana pod Skalou (Obr. 26). V profilu Petránka v Karlickém údolí je subboreální období charakterizováno zvýšeným

výskytem plže *Vallonia costata*, běžným obyvatelům otevřených stanovišť, i přesto, že lesní malakofauna zde má stále dominantnější postavení (Obr. 19, 26). Měkkýší společenstva z nejmladšího období holocénu často odrážejí podobné znaky současných malakofaun, jak to bylo doloženo v nejbližším okolí pěnovcových těles (Ložek 1974a; Hlaváč 2002).

6.2.2 Ukončení tvorby kaskád

Příchozí suché období, pravděpodobně představované redukcí vydatnosti krasových pramenů mělo za následek ukončení tvorby kaskád. Snížená vydatnost vod se projevila v subrozi, kdy se vytvořila nová cesta v bazálních polohách pěnovcových těles a krasové vody přestaly téct přes povrch kaskád, jak je dokumentováno ve Svatém Janu pod Skalou (Žák et al. 2001), na Kotýzu a v Císařské rokli (Hlaváč et al. 2003). Začátek suchého období je datován do pozdní doby bronzové, což se projevilo v dramatických změnách ve vegetaci a ve složení měkkýších společenstev, ale také ve snížení aktivity říčních systémů. Tyto fenomény byly dokumentovány z mnoha regionů České republiky. Významná environmentální změna datovaná do období pozdní doby bronzové byla zachycena na řadě míst ve středních a severních Čechách na základě multidisciplinárních studií sedimentů které sedimentovaly pod pískovcovými převisy. Změny v měkkýších společenstvech zde indikují výrazné odlesnění, spojené s intenzivnější zemědělskou činností a zvýšeným využíváním krajiny (Svoboda et al. 1996; Cílek et al. 1996). Tyto náhlé vegetační změny v pozdní době bronzové jsou také zachyceny v pylových spektrech ze sedimentů, které vyplňují bývalé jezero u Tišic, 15 km S od Prahy (Pokorný 2005).

6.2.3 Destrukce kaskád

Eroze, která způsobila destrukci velkých pěnovcových kaskád v Českém krasu, musí být nutně spojena s obdobím extrémně bohatým na náhlé srážkové události. Takové období bylo charakterizováno nejen rostoucím průtokem v tocích, ale také ve vydatnosti pramenů. Nástup eroze a destrukce kaskád v Císařské rokli je zdola vymezen radiometricky datovaným stářím karbonátových lamin na $1,88 \pm 0,45$ ka BP, které se vysrážely v malé dutině v poloze tmelené suti v kaskádě II v místě pozdější odlučné jizvy během hlavní fáze eroze (vzorek TMS-5 – Tab. 1; Obr. 16). Tyto karbonátové laminy vznikly ještě před výraznější erozí a před odkloněním velkého bloku tmelené suti.

Pěnovcové kaskády v Českém krasu musely být zničeny v období anomálních srážek a vzrůstající říční aktivity. To by zřejmě odpovídalo období malé doby ledové (LIA), jedné z nejchladnějších period v celém holocénu (Bradley et al. 2003). Zhoršení klimatu, které

signalizuje nástup LIA v Čechách, je charakterizováno poklesem průměrných zimních teplot a vzrůstajícími srážkami v polovině 15. století (Brázdil 1996) a v důsledku toho i zvýšený výskyt povodňových událostí, např. na Berounce (Ninger & Zelinka 1872) a Vltavě (Kakos 1983). Vzrůstající povodňová aktivita na Labi ve středních Čechách byla dokumentována také na pahýlech stromů, které rostly na povrchu říčních sedimentů řeky Labe poblíž Lžovic. Stáří stromů byla stanoveno na 541 let BP (Šilar et al. 1994) a byly překryty říčními písky až do mocnosti 3 m (Růžičková, os. sděl.). Období intenzivní říční eroze, která prohlubovala dna malých toků až o několik metrů během LIA a v 20. století, bylo také dobře dokumentováno ve Velké Británii a na Krétě (Macklin et al. 1992; Maas et al. 1998). Na obou studovaných povodích autoři dokládají nejen zhoršení klimatu, ale i antropogenní vliv, který způsobil sníženou schopnost zadržet vody při extrémních srážkových událostech.

Můžeme tak předpokládat, že k erozi a destrukci kaskád v Českém krasu došlo během několika výrazných srážkových událostech během LIA a během 20. století se zvýšenými srážkami a častějšími povodněmi. Zvýšený objem vod, které tekly Císařskou roklí během LIA je také dokumentováno radiometrickým stářím karbonátu, který se vysrážel na spodní straně odlomeného bloku strukturních pěnoveců na kořenech v kaskádě II (vzorek TMS-29). Vzorek byl datován na 300 ± 600 let BP (Tab. 1; Obr. 16). Je zřejmé, že v době srážení karbonátu musela voda přetékat horní část kaskády. Podobné výsledky, kdy byly zjištěny přílepy karbonátů na stěnách roklí ve výšce, kam dnes tmelené sutě nedosahují, zjistila Mikšíková (2003) na lokalitách ve Větrušických roklích a v Žlutkovicích ve středních Čechách.

Rychlost eroze sedimentárních výplní v malých údolích můžeme pozorovat na několika dalších příkladech. V roce 1995 byly vzhledem k vysokým srážkám erodovány pěnovcové vrstvy až do hloubky 1 m v údolí Bubovického potoka, ležícího přibližně 2 km SV od Císařské rokli (Žák et al. 1996). Dalším příkladem současné eroze je malé boční údolí u Dolního Roblína. přibližně 300 m S od pěnovcové akumulace Petránka. Toto údolí bylo přehrazeno hrází před více než 80 lety, která měla zadržovat vodu v malé nádrži. Nádrž byla protržena během povodně v roce 1953 a nová erozní rýha zasahovala až do jílovité výplně údolí. V roce 2002 byla rýha ještě prohloubena a v současnosti má hloubku 3,8 m na úrovni původní hráze, kdy došlo k prohloubení o 2 m během již zmiňované povodně v roce 2002 (Hlaváč et al. 2003). Mohutná eroze spojovaná s povodněmi v roce 1953 také změnila vzhled kaskády I v Císařské rokli. Na dobovém snímku od Petrbocka (1956), který byl pořízen před rokem 1950, má kaskáda I mnohem užší erozní rýhu, než je její šířka v současnosti. Kromě toho, nejmladší akumulace pěnoveců, která se ukládá v současnosti (Obr. 14, 15), na Petrbockově fotografii chybí.

V současnosti akumulace pěnoveců převládá nad jejich erozí, což je dokumentováno na řadě lokalit v Českém krasu (Kadlecová & Žák 1998). Nová pěnovecová tělesa se např. formují na erodovaných kaskádách v Císařské rokli a v Čertově strouze v Malé Chuchli, v rámci celého Českého krasu jsou tyto aktivity dokumentovány Kadlecovou & Žákem (1998). Rychlost ukládání pěnoveců lze sledovat v Malé Chuchli, kde byl krasový pramen v roce 1980 v dolní části sveden do vybetonovaného kanálu, současně zpevněného kamennými bloky. Pěnovec se v současnosti stále sráží z krasových vod pramene a od doby vybudování kanálu se vytvořila vrstva pěnovce o mocnosti 0,6 m. Kanál je průběžně čištěn a nové nárosty pěnoveců jsou odstraňovány. Je tedy velice pravděpodobné, že nejmladší akumulace pěnoveců v Císařské rokli mohly být také uloženy v posledních 50 letech, kdy byla snížena říční a erozní aktivita (Hlaváč et al. 2003).

7. Závěr

Na základě výsledků paleomalakologického a paleoenvironmentálního výzkumu vybraných lokalit v Českém krasu lze shrnout následující závěry:

1. Lokality pěnovecových kaskád na Kotýzu a v Císařské rokli svým paleomalakologickým obsahem odpovídají stavu, který je typický pro JZ část Českého krasu, tj. v době holocenního klimatického optima dochází k plnému rozvoji lesních malakocenóz, v nichž dominují citlivé lesní druhy jako *Bulgarica cana*, *Laciniaria plicata*, *Vitrea diaphana*, *Petasina unidentata bohemica*, které nahrazují pozdně holocenní malakofauny s vůdčím druhem *Discus ruderatus* a doprovodnými prvky *Trichia sericea*, *Perpolita petronella*, *Vertigo substriata* a *Vertigo alpestris*. Holocenní klimatické optimum je vymezeno na lokalitě Kotýz radiokarbonovým datováním na interval 5,20-3,09 ka BC, kdy se intenzivně srážel pěnovec. Na lokalitě Císařská rokle jsou datovány polohy tmelených sutí na stáří $9,46 \pm 1,2$ ka BP (kaskáda I) a 5,20-3,09 ka BC (kaskáda II), což odpovídá v chronologii časnému holocénu, resp. pozdnímu atlantiku až epiatlantiku.
2. V profilu Srbsko-Bříč byla v suťových polohách zachycena pravděpodobně subatlantická, popř. subrecentní malakofauna, sestávající z pestrého souboru malakocenóz. V naprostém kontrastu zde tehdy žily druhy skalních stepí, zatímco na úpatí skal v nivě Berounky se mohly uplatnit prvky mírně náročnějších na vlhkost, což indikuje přítomnost úzkých pásů poloplašťových a keřových formací středně vlhkého až xerothermního rázu.
3. Pěnovecová akumulace Petránka představuje ukázkou téměř naprosté převahy lesních společenstev nad xerothermními, které nebyly nijak výrazně ochuzeny ani během mladého holocénu. V epiatlantické období, potvrzeném radiokarbonovým datováním na stáří v intervalu 3,35-2,96 ka BC, měly lesní malakocenózy charakter plně rozvinutých společenstev s převahou vlhkomilných prvků, do nichž však nepronikly některé citlivé druhy jako např. *Bulgarica cana*.
4. Paleomalakologické nálezy na lokalitě Zadní Kopanina mají zcela odlišný charakter. V pěnovecové terase Mlýnského potoka byla zachycena fáze holocenního klimatického optima s bází profilu datovanou do atlantiku (5,62-5,38 ka BC) a s průvodní malakofaunou, v níž se vyskytují význačné prvky starší poloviny holocénu a lesního klimatického optima. Nikde v profilu nebyly zjištěny význačné lesní druhy, které jsou běžné v profilech na Kotýzu nebo v Císařské rokli a které jsou dokumentovány z řady

míst na Karlštejnsku, což odpovídá tomu, že lesní malakocenózy se zde během postglaciálu plně nevyvinuly.

5. Z malakologických nálezů z výplně komínu Sisyfovy propasti a z jeskyně Arnika vyplývá, že nejsou příliš vhodnými lokalitami pro biostratigrafický výzkum, neboť je zde nebezpečí druhotné kontaminace nebo míšení různě starých faun.

Na základě výsledků datování karbonátů tmelených sutí v Císařské rokli a paleomalakologického záznamu na lokalitách s výskytem pěnovecových kaskád lze shrnout následující závěry:

1. Pěnovecové kaskády v Českém krasu se tvořily v období boreál až pozdní subboreál. Konec jejich tvorby nastává nástupem suchého období v pozdní době bronzové.
2. Eroze a destrukce pěnovecových kaskád je způsobena zvýšenými srážkovými úhrny, přičemž lokální eroze a destrukce některých kaskád v Českém krasu proběhla pravděpodobně až během malé doby ledové (LIA). LIA se v tomto pohledu zdá jako období s maximální erozní činností v rámci celého holocénu.

8. Přehled použité literatury

- Alexandrowicz S.W. (1987): Analiza malakologiczna w badaniach osadów czwartorzędowych. – *Kwartalnik Akademii Górniczo-hutniczej im. Stanisława Staszica, Geologia* 13, 1-240. Kraków.
- Anonymus 1997: Plán péče o CHKO Český kras. – *SCHKO Český kras*, 143 pp.
- Babor J. F. (1901): Měkkýši českého plistocaenu a holocaenu. – *Archiv pro přírodovědecké prozkoumání Čech*, 11 (5), 1-82. Praha.
- Bradley R.S., Briffa K.R., Cole J., Hughes, M.K. & Osborn T.J. (2003): The climate of the last millenium. – In: Alverson K.D., Bradley R.S. & Pederson T.F. [eds]: *Paleoclimate, global change and the future*, 105-141. Springer.
- Brázdil R. (1996): Reconstructions of past climate from historical sources in the Czech lands. – In: Jones P.D., Bradley R.S. & Jouzel J. [eds]: *Climatic variations and forcing mechanisms of the last 2000 years*, NATO ASI Series I, 41, 409-431. Springer.
- Bronk R.C. (2005): *Development of the Radiocarbon Program OxCal* (<http://www.rlaha.ox.ac.uk/O/oxcal.php>)
- Cílek V., Jarošová L., Karlík M., Ložek V., Mikuláš R., Svoboda J. & Škrdla P. (1996): Výzkum pískovcových převisů v sz. části CHKO Kokořínsko. Část II. – *Ochrana přírody*, 51 (3), 82-85. Praha.
- Culek M. [ed.] 1996: *Biogeografické členění České republiky*. – Enigma, Praha, 347 pp.
- Evans J.G. (1972): *Land Snails in Archaeology*. – Seminar Press, London a New York, 436 pp.
- Firbas F. (1949, 1952): *Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen*. – I. *Allgemeine Waldgeschichte*, 480 pp. (1949) – II. *Waldgeschichte der einzelnen Landschaften*, 256 pp. (1952). Jena.
- Fridrich J. & Sklenář K. (1976): Die paläolitische und mesolitische Höhlenbesiedlung des Böhmischen Karstes. – *Fontes Archaeologici Pragenses*, 16, 1-122. Praha.
- Gorka P. & Hercman H. (2002): *URANOTHOR v. 2.5. Delphi Code of calculation program and user guide*. – MS Archive of Quaternary Geology Department, Institute of Geological Sciences, PAS, Warsaw.
- Hlaváč J. (2002a): Malakofauna koněpruské oblasti (Český kras) – lesní, stepní a druhotná stanoviště. – *Český kras*, 28, 4-8. Beroun.

- Hlaváč J. Č. (2002b): Molluscan fauna of the Javoříčský Karst (Czech Republic, central Moravia). – *Malacological Newsletter*, 20, 93-105. Gyöngyös.
- Hlaváč J., v tisku: Molluscan succession from Holocene tufas in the Czech Karst (Czech Republic). – *Geologica Carpathica*, 57 (5). Bratislava.
- Hlaváč J., Kadlec J., Žák K. & Hercman H. (2003): Deposition and destruction of Holocene calcareous tufa cascades in the Bohemian Karst (Czech Republic). – *Geographical Studies*, 189, 225-253. Warszawa.
- Horsák M. (2003): Měkkýši “Ženklovského lesa” u Štramberka (Severní Morava). – *Malacologica Bohemoslovaca*, 2, 15-18. Praha.
- Horáček I. (1982): Výzkum fosilních obratlovců v CHKO Český kras. – *Památky a příroda*, 7 (2), 106-111. Praha.
- Horáček I. & Ložek V. (1982): Vývoj přírodních poměrů návrší Bašta u Hlubočep v poledové době. – *Československý kras*, 32, 21-39. Praha.
- Horáček I. & Ložek V. (1988): Palaeozoology and the Mid-European Quaternary past: scope of the approach and selected results. – *Rozpravy ČSAV, ř. MPV*, 98 (4), 1-102. Praha.
- Horáček I. & Ložek V. (1990): Biostratigrafický výzkum výplně rozsedliny na Martince. – *Československý kras*, 41, 83-99. Praha.
- Horáček I., Ložek V., Svoboda J. & Šajnerová A. (2002): Přírodní prostředí a osídlení krasu v pozdním paleolitu a mezolitu. In: Svoboda J. [ed.]: Prehistorické jeskyně. – *Dolnověstonické studie*, 7, 313-343. Brno.
- Chlupáč I. (1974): Geologický podklad Českého krasu. – *Bohemia centralis*, 3, 58-79. Praha.
- Chlupáč I., Havlíček V., Kříž J., Kukul Z. & Štorch P. (1998): *Palaeozoic of the Barrandian*. – ČGÚ, Praha, 183 pp.
- Chlupáč I., Brzobohatý R, Kovanda J. & Stráník Z. (2002): *Geologická minulost České republiky*. – Academia, Praha, 436 pp.
- Ivanovich M. & Harmon R.S. (1992): *Uranium Series Disequilibrium: Application to Environmental Problems*. – 2nd Ed., Clarendon Press, Oxford.
- Jäger K.-D. (1969): Climatic character and oscillations of the Subboreal period in the dry regions of the Central European Highlands. – *Proceedings of the 7th Cong. INQUA*, 38-42. Washington.
- Jäger K.-D. & Ložek V. (1968): Beobachtungen zur Geschichte der Karbonatdynamik in der Holozän Warmzeit. – *Československý Kras*, 19, 7-20. Praha.

- Juříčková L., Horsák M. & Beran L. (2001): Check-list of the molluscs (Mollusca) of the Czech Republic. – *Acta Societatis Zoologicae Bohemiae*, 65, 25–40. Praha.
- Kadlec J. [ed.] 2000: Holocene calcareous tufa cascades in the Bohemian Karst. – International Conference on Past Global Change (Prague, September 6-9, 2000). Excursion guide, 18 pp. Praha.
- Kadlec J., Hlaváč J. & Horáček I. (2002): Sedimenty jeskyně Arnika. – *Český kras*, 28, 13-15. Beroun.
- Kadlecová R. & Žák K. (1998): Krasové prameny Českého krasu. – *Český kras*, 24, 17-34. Beroun.
- Kakos V. (1983): Hydrometeorologický rozbor povodní na Vltavě v Praze za období 1873-1982. – *Meteorologický zpravodaj*, 31, 119-125. Praha.
- Kovanda J. (1956): Předběžná zpráva o výzkumu sladkovodní křídly u Měňan. – *Antropozoikum*, 5 (1955), 401-405. Praha.
- Kovanda J. (1962a): Výzkum ložiska sladkovodních kříd, travertinů a slatin „Malina“ u Měňan, okres Beroun. – *Antropozoikum*, 10 (1960), 61-74. Praha.
- Kovanda J. (1962b): Ložiska sladkovodních kříd, pěnovců a slatin v jihozápadní části Českého krasu. – *Geologický průzkum*, 4 (4), 97-98. Praha.
- Kovanda J. (1963): Příspěvek k poznání kvartéru jihozápadní části Českého krasu. – *Sborník geologických věd, Ř. Antropozoikum*, 1, 7-17. Praha.
- Kovanda J. (1965): Svahoviny puklinové krasové kapsy pod „Jeskyní nad Kačákem“. – *Sborník geologických věd, Ř. Antropozoikum*, 6, 87-100. Praha.
- Kovanda J. (1971): Kvartérní vápence Československa. – *Sborník geologických věd, Ř. Antropozoikum*, 7, 1-236. Praha.
- Kovanda J. (2005): Holocenní malakofauna dehekčního kužele v „Šanově koutě“ u Srbska (Český kras). – *Český kras*, 31, 11-14. Beroun.
- Kukla J. & Ložek V. (1968): Význam krasových oblastí pro poznání poledové doby. – *Československý kras*, 20, 35-49. Praha.
- Ložek V. (1948): Prodrómus českých měkkýšů. – *Příroda a věda*, 3, 1-177. Praha.
- Ložek V. (1949): Kritický přehled československých měkkýšů. – *Čas. Nár. Muz., Odd. Přírodověd.*, 3, 1-43. Praha.
- Ložek V. (1955): Měkkýši československého kvartéru. – *Rozpravy Ústředního ústavu geologického*, 17, 1-510. Praha.
- Ložek V. (1956): *Klíč československých měkkýšů*. – SAV, Bratislava, 437 pp.

- Ložek V. (1959): Kvartérní travertiny Československa. – *Časopis pro mineralogii a geologii*, 4 (1), 85-90. Praha.
- Ložek V. (1960a): Význam krasových oblastí pro paleontologii kvartéru. – *Československý kras*, 12, 123-170. Praha.
- Ložek V. (1960b): Jak vypadal Zlatý kůň se středověku. – *Krasový sborník*, 2, 4-16. Praha.
- Ložek V. (1960c): K výzkumu travertinu u Sv. Jana pod Skalou. – *Ochrana přírody*, 15 (6), 177. Praha.
- Ložek V. (1964): Quartärmollusken der Tschechoslowakei. – *Rozpravy Ústředního ústavu geologického*, 31, 1-376. Praha.
- Ložek V. (1967): Holozäne Binnenwasserkalke und klastische Hangsedimente in Böhmischen Karst. – In: Kliewe H. et al. Probleme und Befunde der Holozänstratigraphie in Thüringen, Sachsen und Böhmen. – Arbeitsexkurs. der INQUA-Subkomm. on Holocene, 137-178. Berlin – Prag.
- Ložek V. (1969a): Značenie molljuskov dlja izučeniija kontinental'nogo golocena. – Golocen (VIII Kongres INQUA Paříž 1969), 58-78. Moskva
- Ložek V. (1969b): Paleografický výzkum holocénu středních Čech. – *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1968*, ČGÚ, 271-273. Praha.
- Ložek V. (1972): Profily „pod skálou“ a jejich stratigrafický význam. – *Československý kras*, 23, 17-32. Praha.
- Ložek V. (1973): Význam krasu pro poznání přírodní historie krajiny. – *Československý kras*, 24, 19-36. Praha.
- Ložek V. (1974a): Příroda Českého krasu v nejmladší geologické minulosti. – *Bohemia centralis*, 3, 175-195. Praha.
- Ložek V. (1974b): Pěnovce v Krabíně a jejich význam pro paleogeografii Českého krasu.– *Československý kras*, 25, 7-17. Praha.
- Ložek. V. (1976): Měkkýši pěnovců U Eremita na Křivoklátsku. – *Bohemia centralis*, 5, 147-157. Praha.
- Ložek V. (1980): Chronological position of the last phase of slope retreat in Czechoslovak karst areas. – *Československý kras*, 31, 7-17. Praha.
- Ložek V. (1982): Faunengeschichtliche Grundlinien zur spät- und nacheiszeitlichen Entwicklung der Molluskenbestände in Mitteleuropa. – *Rozpravy ČSAV, ř. MPV*, 92 (4), 1-106. Praha.
- Ložek V. (1985a): The site of Soutěska and its significance for Holocene climatic development. – *Československý kras*, 36, 7-22. Praha.

- Ložek V. (1985b): Malakofauna splachových uloženin v Čertově strouze u Malé Chuchle a její význam pro postglaciální historii okolní krajiny. – *Bohemia centralis*, 14, 225-241. Praha.
- Ložek V. (1987): Biostratigrafický výzkum jeskyně ve Skalce nad Čihovou. – *Československý kras*, 38, 55-69. Praha.
- Ložek V. (1988): Slope deposition in karst environments of Central Europe. – *Československý kras*, 39, 15-33. Praha.
- Ložek V. (1989): Postglaciální souvrství v převisu na západním svahu Kobyly u Koněprus. – *Československý kras*, 40, 57-72. Praha.
- Ložek V. (1992): Síť opěrných profilů k vývoji krajiny Českého krasu. – *Bohemia centralis*, 21, 47-67. Praha.
- Ložek V. (1993a): Malakologický výzkum vápnitých sedimentů z období pozdního pleistocénu – holocénu. – *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1991*, ČGÚ, 93-95. Praha.
- Ložek V. (1993b): Malakostratigrafický výzkum vybraných kvartérních profilů v Čechách, na Moravě i na Slovensku (12-41 Beroun, 12-22 Mělník, 12-24 Praha, 24-23 Protivanov, 25-13 Přerov, 36-11 Diviaky). – *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1992*, ČGÚ, 63-64. Praha.
- Ložek V. (1995): Budování sítě opěrných profilů k vývoji krajiny v chráněných územích. – *Ochrana přírody*, 50 (7), 227-235. Praha.
- Ložek V. (1996a): Přírodní poměry na jižním svahu Zlatého koně během holocénu. – *Bohemia centralis*, 25, 127-137. Praha.
- Ložek V. (1996b): Biostratigrafie jeskyně Podvojná pod Zadní Kopaninou. – *Speleo*, 22, 7-9. Praha.
- Ložek V. (1998): Malakostratigrafický výzkum kvartérních suťových souvrství. – *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1997*, ČGÚ, 92-93. Praha.
- Ložek V. (2000a): Malakostratigrafie kvartéru koněpruské oblasti. – In: Cílek V. & Bosák P. [eds]: *Zlatý kůň*. – Knihovna ČSS, 36, 22-40. Praha.
- Ložek V. (2000b): Moravský kras a jeho přínos k poznání poledové doby. – *Ochrana přírody*, 55 (5), 146-152. Praha.
- Ložek V. (2000c): Palaeoecology of Quaternary Mollusca. – *Antropozoikum*, 24, 35-59. Praha.
- Ložek V. (2000d): Pálava včera a dnes. – *Ochrana přírody*, 55 (2), 50-56. Praha.

- Ložek V. (2000e): Český kras – CHKO před branami Prahy. – *Ochrana přírody*, 55 (3), 82-88. Praha.
- Ložek V. (2000f): Malacostratigraphy of the tufa deposit in the Švarcava Valley. – In: Cílek V. & Bosák P. [eds]: *Zlatý kůň*. – Knihovna ČSS, 36, 97-101. Praha.
- Ložek V. (2001): Stratigrafie výplně suchého Tetínského údolí v České krasu. – *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2000*, ČGÚ, 81-84. Praha.
- Ložek V. (2002): Měkkýši z archeologických výkopů na Bacíně. – In: Svoboda J. [ed.]: *Prehistorické jeskyně*. – *Dolnověstonické studie*, 7, 385-391. Brno.
- Ložek V. & Cílek V. (1995): Late Weichselian-Holocene sediments and soils in Mid-European calcareous areas. – *Sborník geologických věd, Ř. Antropozoikum*, 22, 87-112. Praha.
- Ložek V. & Horáček I. (1993): Biostratigrafický výzkum jeskyně Za Křížem u Sv. Jana pod Skalou. – *Bohemia centralis*, 22, 111-125. Praha.
- Ložek V. & Horáček I. (1994): Nálezy měkkýšů a drobných obratlovců z jeskyně Ve Stráni (Č. 1504) v Kodě. – *Bohemia centralis*, 23, 71-73. Praha.
- Ložek V. & Kukla J. (1956): Profil holocenními svahovinami ve Velké Chuchli (V Dolích). – *Antropozoikum*, 5 (1955), 407-423. Praha.
- Ložek V. & Mach V. (1959): Profil nivou Suchomastského potoka u Litohlavského mlýna. – *Antropozoikum*, 8 (1958), 159-176. Praha.
- Ložek V. & Vašátko J. (1991): Landscape development of the of the northern part of the Moravian Karst (since the Holocene). – *Studia Carsologica*, 5, 97-104. Brno.
- Ložek V. & Vašátko J. (1995): Comparative study of karst landscapes in Bohemia and Moravia. – *Studia Carsologica*, 6, 81-95. Brno.
- Maas G.S., Macklin M.G. & Kirkby M.J. (1998): Late Pleistocene and Holocene river development in Mediterranean Steepland environments, Southwest Crete, Greece. – In: Benito G., Baker V.R., Gregory K.J. [eds]: *Palaeohydrology and environmental change*, 153-165. John Wiley & Sons Ltd.
- Macklin M.G., Rumsby B.T. & Heap T. (1992): Flood alluviation and entrenchment: Holocene valley-floor development and transformation in the British uplands. – *Geol. Soc. Am. Bul.*, 104, 631-643.
- Matoušek V. (1993): Vývoj vztahu člověka ke krajině Českého krasu od neolitu do raného středověku (předběžný nástin). – *Bohemia centralis*, 22, 127-148. Praha.
- Matoušek V. (2002): Zlomek pravěké keramiky z jeskyně Arnika v Českém krasu. – *Český kras*, 28, 40-41. Beroun.

- Matoušek V., Beneš J., Ložek V. & Horáček I. (1985): Zpráva o 1. sezóně revizního archeologického výzkumu na Axamitově bráně. – *Český kras*, 11, 7-35. Beroun.
- Matoušek V. & Ložek V. (1992): Bacín – nové mystérium Českého krasu. – *Speleo*, 8, 38-41. Praha.
- Mikšíková L. (2003): Holocenní tmelené sutě ve středočeské oblasti. – 104 pp. MS [Dipl. práce, depon. In: Ústav geologie a paleontologie, PŘF, UK Praha].
- Ninger J. & Zelinka F. (1872): *Povodně v Berouně od roku 1784-1872*. – Vavřinec Wiesenberger, nákl. vlastním, 61 pp. Beroun.
- Petrbok J. (1922): Zur Kenntnis der pleistozänen Mollusken aus Mähren, Tschechoslowakei. – *Archiv für Molluskenskunde*, 54 (1), 12-17.
- Petrbok J. (1923a): Měkkýši berounských travertinů („vápenných pěn“). – *Čas. Nár. Muz., odd. přírodověd.*, 47, 12-18. Praha.
- Petrbok J. (1923b): Soustavný přehled českých měkkýšů plistocaenních a jejich nalezišť. – *Sborník Klubu přírodovědeckého v Praze, 1921-22*, 53-61. Praha.
- Petrbok J. (1924): Měkkýši českých travertinů (II. sdělení). – *Čas. Nár. Muz., odd. přírodověd.*, 48, 41-42. Praha.
- Petrbok J. (1925): Měkkýši českých travertinů (III. sdělení). – *Čas. Nár. Muz., odd. přírodověd.*, 99, 39-40. Praha.
- Petrbok J. (1926): Měkkýši českého plistocaenu. I. sdělení. – *Sborník Státního geologického ústavu ČSR*, 6, 1-29. Praha.
- Petrbok J. (1927a): Měkkýši českých travertinů. IV. sdělení. – *Čas. Nár. Muz., odd. přírodověd.*, 101, 155-156. Praha.
- Petrbok J. (1927b): Měkkýši českého plistocaenu (2. sdělení). – *Sborník Státního geologického ústavu ČSR*, 7, 143-174. Praha.
- Petrbok J. (1928a): Měkkýši českých travertinů. Sdělení 5. – *Čas. Nár. Muz., odd. přírodověd.*, 102, 106-107. Praha.
- Petrbok J. (1928b): Stratigrafická chronologie některých společenstev měkkýšů holocaenních. – *Věda přírodní*, 9 (9), 257-261. Praha.
- Petrbok J. (1928c): Travertiny v Královské rokli u Srbska. – *Věda přírodní*, 9 (2), 51-54. Praha.
- Petrbok J. (1929a): Stratigrafická chronologie některých společenstev měkkýšů českého kvarteru. – *Sborník Státního geologického ústavu ČSR*, 8 (1928-29), 75-103. Praha.
- Petrbok J. (1929b): Ssťové travertinové pokrovy v Královské rokli u Srbska. – *Věda přírodní*, 10 (4-5), 109-111. Praha.

- Petrbok J. (1930a): Stratigrafická chronologie sedimentů českých jeskyň krasových. – *Věstník Státního geologického ústavu ČSR*, 6 (1), 58-63. Praha.
- Petrbok J. (1930b): Stratigrafická chronologie sedimentů českých jeskyň krasových (část II.). – *Věstník Státního geologického ústavu ČSR*, 6 (4-6), 169-176. Praha.
- Petrbok J. (1933a): Stratigrafická chronologie sedimentů českých jeskyň krasových (sdělení III.). – *Věstník Státního geologického ústavu ČSR*, 9 (2), 129-135. Praha.
- Petrbok J. (1933b): Stratigrafická chronologie sedimentů českých jeskyň krasových (sdělení IV.). – *Věstník Státního geologického ústavu ČSR*, 9 (5), 289-293. Praha.
- Petrbok J. (1933c): Měkkýši českého plistocaenu (4. sdělení). – *Věstník Státního geologického ústavu ČSR*, 9 (6), 303-310. Praha.
- Petrbok J. (1934): Die Mollusken der böhmischen Karsthöhlen. – *Archiv für Molluskenkunde*, 66 (2), 99-104. Frankfurt a.M.
- Petrbok J. (1936): Nové Clausilie českého a slovenského kvartéru. – *Příroda*, 29 (6), 171. Brno.
- Petrbok J. (1937): Měkkýši holocaenních travertinů mezi Karlíkem a Roblínem. – *Příroda*, 30 (9-10), 307-308. Brno.
- Petrbok J. (1940): Doplňky k výzkumu českých měkkýšů posttercierních. – *Čas. Nár. Muz., odd. přírodověd.*, 114, 177-204. Praha.
- Petrbok J. (1941a): Die Mollusken der böhmischen Karsthöhlen. II. Mitteilung. – *Archiv für Molluskenkunde*, 73 (5/6), 186-191. Frankfurt a.M.
- Petrbok J. (1941b): Měkkýši českého plistocenu. 5. sdělení. – *Zprávy Geografického ústavu pro Čechy a Moravu*, 21 (5-6), 212-225. Praha.
- Petrbok J. (1948): Měkkýši českého plistocenu. 6. (I. závěrové) sdělení. – *Sborník Státního geologického ústavu ČSR*, 15 (1948), 161-208. Praha.
- Petrbok J. (1955): Paleomalakozoologické a paleoosteologické příspěvky ke studiu Českého krasu. – *Antropozoikum*, 4 (1954), 169-180. Praha.
- Petrbok J. (1956a): Český kras ve výzkumu do roku 1950. – *Antropozoikum*, 5 (1955), 9-46. Praha.
- Petrbok J. (1956b): Měkkýši českého holocenu. Sdělení závěrové. – *Sborník Národního musea v Praze*, 12, B (1956), (1), 1-46. Praha.
- Petrbok J. (1959): K seznání pleistocenních měkkýšů Moravy. – *Časopis pro mineralogii a geologii*, 4 (1), 96-98. Praha.
- Pokorný P. (2005): Role of man in the development of Holocene vegetation in Central Bohemia. – *Preslia*, 77, 113-128. Praha.

- Prošek F., Fejfar O., Knebllová V., Kukla J. & Ložek V. (1958): Die Erforschung der Drei-Ochsen-Höhle am Kotýs-Berg bei Koněprusy. – *Antropozoikum*, 7 (1957), 47-78. Praha.
- Quitt E. 1971: Klimatické oblasti Československa. – *Studia Geographica*, 16, 1-86. Brno.
- Reimer P.J., Baillie M.G.L., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Bertrand C.J.H., Blackwell P.G., Buck C.E., Burr G.S., Cutler K.B., Damon P.E., Edwards R.L., Fairbanks R.G., Friedrich M., Guilderson T.P., Hogg A.G., Hughen K.A., Kromer B., McCormac G., Manning S., Ramsey C.B., Reimer R.W., Remmele S., Southon J.R., Stuiver M., Talamo S., Taylor F.W., van der Plicht J. & Weyhenmeyer C.E. (2004): IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. – *Radiocarbon*, 46, 1029-1058.
- Schöbl J. (1860): Die Land- und Süßwassermollusken Böhmens. – *Lotos*, 10, 76-79. Praha.
- Schubert R. J. (1898): Beitrag zur Kenntnis der pleistocänen Conchylienfauna Böhmens. – *Lotos NF*, 18 (46), 260-273. Praha.
- Skalický V. (1997): Regionálně fytogeografické členění. – In: Hejný S. & Slavík B. [eds.]: *Květena České republiky* 1, 103-121. Praha.
- Skalický V. & Jeník J. (1974): Květena a vegetační poměry Českého krasu. – *Bohemia centralis*, 3, 58-79. Praha.
- Sklenář K. & Matoušek V. (1994): *Die Höhlenbesiedlung des Böhmisches Karstes von Neolithikum bis zum Mittelalter*. – *Fontes Archaeologici Pragenses*, 20. Praha.
- Slavík A. (1868): Monografie českých měkkýšů zemských i sladkovodních. – *Archiv pro přírodovědecký výzkum Čech*, 1, 79-133. Praha.
- Smolíková L. & Kovanda J. (1979): K vývoji holocénu v Českém krasu. – *Sborník geologických věd, Ř. Antropozoikum*, 12, 163-186. Praha.
- Svoboda J. & Ložek V. (1993): Nález mezolitu a sled malakofauny v Průchodnicích. – *Bulletin České geologické společnosti*, 1 (1/2), 39-40. Praha.
- Svoboda J., Opravil E., Škrdla P., Cílek V. & Ložek V. (1996): Mezolit z perspektivy regionu: nové výzkumy v Polomených horách. – *Archeologické rozhledy*, 48, 3-15. Praha.
- Sýkorová I. & Matoušek V. (2000): Osídlení oblasti Českého krasu ve světle nových výzkumů – Tmaň, okr. Beroun. – In: Cílek V. & Bosák P. [eds.]: *Zlatý kůň*. – *Knihovna ČSS*, 36, 64-80. Praha.
- Šibrava V., Fejfar O., Kovanda J. & Valoch K. (1969): Quaternary in Czechoslovakia. History of investigation between 1919-1969. – *Academia*, Praha, 149 pp.
- Šilar J., Jílek P. & Melková J. (1994): Radiocarbon dating of samples of wood. – In: Růžičková E. & Zeman A. [eds.]: *Holocene flood plain of the Labe River*, 39-42. Praha.
- Uličný J. (1892-95): *Měkkýši čeští*. – *Klub přírodovědecký*, Praha, 208 pp.

- Vašátka J. & Ložek V. (1972): Mollusken und Stratigraphie des Dauchlagers von Pustý Žleb – Štajgrovka im Moravský Kras (Mährischen Karst). – *Zprávy Geografického ústavu ČSAV*, 9 (8), 15-26. Brno.
- Vašátka J. & Ložek V. (1973): Der holozäne Bodenkomplex von Pavlov und seine Bedeutung für die Landschaftsgeschichte des südmährischen Tschernosemgebietes. – *Zprávy Geografického ústavu ČSAV*, 10 (7), 1-10. Brno.
- Vandenbergh J. (1993): Changing fluvial processes under changing periglacial conditions. – *Zeitschrift fuer Geomorphologie N.F.*, 88, 17-28. Berlin – Stuttgart.
- Vanderberghe J., Kasse C., Bohncke S. & Kozarski S. (1994): Climate-related river activity at the Weichselian-Holocene transition: a comparative study of the Warta and Maas rivers. – *Terra Nova*, 6, 476-485.
- Záruba Q., Bucha V. & Ložek V. (1977): Significance of the Vltava terrace system for Quaternary chronostratigraphy. – *Rozpravy ČSAV, ř. MPV*, 87 (4), 1-89. Praha.
- Žák K., Kadlecová R., Kadlec J. & Kolčava M. (1996): Chování krasových pramenů ve Svatém Janu pod Skalou během mimořádných srážkových událostí v květnu a červnu 1995 a nový občasný ponor v údolí Propadlé vody. – *Český kras*, 22, 41-47. Beroun.
- Žák K. & Melková J. (1999): Datování uhlíků z jeskyně Martina u Tetína pomocí ^{14}C . – *Český kras*, 25, 33-34. Beroun.
- Žák K., Hladíková J., Buzek F., Kadlecová R., Ložek V., Cílek V., Kadlec J., Žigová A., Bruthans J. & Šťastný M. (2001): Holocenní vápence a krasový pramen ve Svatém Janu pod Skalou v Českém krasu. – *Práce Českého geologického ústavu*, 13, 1-136. Praha.
- Žák K., Ložek V., Kadlec J., Hladíková J. & Cílek V. (2002): Climate-induced changes in Holocene calcareous tufa formations, Bohemian Karst, Czech Republic. – *Quaternary International*, 91, 137-152.